



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

NORMATIVIDAD Y REGULACION PARA SISTEMAS DE  
COMUNICACIONES INALAMBRICAS EN MEXICO:  
TRUNKING

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

P R E S E N T A

**ADRIANA WILLIAMS HERNANDEZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. GUSTAVO A. OLIVOS ROJAS



MEXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre por su esfuerzo constante y por velar por mí.

A mis hermanos, a Mari por escucharme y ser un ejemplo de amor y paciencia, a Tere por creer en mí, a Ale, a Ana y a Jorge.

A Bren por ser mi hermana pequeña, con todas las obligaciones y concesiones que eso implica y a Karen por dejarme darle todo mi cariño, eres la personita más bella que he conocido.

A José por su compañía y su infinita paciencia.

A Estelí, Nahiely y Juan por la confianza y la incondicionalidad con la que siempre hemos vivido.

A Yareni y Magda entre nosotras las palabras salen sobrando.

A Rubén, Jonatan, Pablo, Eduardo y Rafael, por todas las conversaciones que tuvimos, caracterizadas por llegar siempre y en el momento justo.

A Miroslava por sus continuos regaños y por permanecer tanto tiempo conmigo.

A Selene, Aline, Piñón, Toño y Luis por los buenos y divertidos momentos que pasamos juntos.

A la Universidad Nacional cuyo nombre y símbolos representan los valores más loables y elevados que en mí pueden existir, esperando que este trabajo contribuya a enaltecer su nombre.

A mi asesor por el tiempo que me regaló para desarrollar este trabajo.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	
Capítulo 1. ANTECEDENTES	1
1.1. REGULACIÓN EN EL MUNDO	1
1.1.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones	1
1.1.2. Organización Internacional para la Normalización	3
1.1.3. Comisión Electrotécnica Internacional	3
1.1.4. Organismos regionales	4
1.2. REGULACIÓN EN MÉXICO	4
1.3. IMPORTANCIA DE REGULAR EL SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN ESPECIALIZADA DE FLOTILLAS	5
1.4. BANDAS DE FRECUENCIAS ATRIBUIDAS	8
1.5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TRUNKING	9
1.5.1. Fundamentos de una red trunking	10
1.5.1.1. Cálculo de tráfico y número de canales de comunicación	10
1.5.1.2. Reutilización de frecuencias	10
1.5.1.3. Traspaso de llamada	11
1.5.2. Arquitectura de una red trunking	12
1.6. SISTEMA TRUNKING ANALÓGICO	13
Capítulo 2. TECNOLOGÍA DIGITAL	14
2.1. SISTEMAS ABIERTOS	15
2.2. SEÑALIZACIÓN EN TRUNKING	17
2.3. TECNOLOGÍA iDEN	17
2.3.1. Elementos del Sistema	18
2.3.2. Modo de Operación	18
2.3.2.1. Identificadores de Localización	18
2.3.2.2. Identificadores de Equipo Portátil	18
2.3.3. Secuencia de establecimiento de llamada	19
2.3.4. Tipos de Llamada	19
2.3.5. Tipos de Llamada con Interconexión Telefónica	19
2.4. TECNOLOGÍA TETRA	20
2.4.1. Sistemas Principales que se pueden definir en una red TETra	20
2.4.2. Ventajas de Tetra	21
2.5. TECNOLOGÍA DC/MA	22
2.6. OTRAS TECNOLOGÍAS	22
2.6.1. TETRAPOL	22
2.6.2. Proyecto APCO 25	23
2.6.3. Otros sistemas	23
2.7. TENDENCIAS	23
Capítulo 3. ARQUITECTURA DE LAS REDES DIGITALES TRUNKING	25
3.1. INFRAESTRUCTURA FIJA	25
3.1.1. Equipo Móvil	25
3.1.2. Estación Base Transmisora	25

3.1.3. Centro de Control de la Red	25
3.1.3.1. Centro de Conmutación de Móviles. (MSC)	25
3.1.3.2. Registro de Usuarios Locales.(HLR)	26
3.1.3.3. Registro de Usuarios Visitantes.(VLR)	26
3.1.3.4. Centro de Verificación de Autenticidad.	26
3.1.3.5. Procesador de Aplicaciones de Despacho.	26
3.1.3.6. Centro de Operaciones y Mantenimiento.	26
3.1.3.7. Centro de Servicios de Mensajes Breves.	27
3.2.ESQUEMAS BAJO LOS CUALES SE ESTABLECE LA COMUNICACIÓN	27
3.2.1. Acceso a Flotillas	27
3.2.2. Acceso a la Red Pública Telefónica	27
3.2.3. Tipos de Comunicaciones	27
3.2.4. Restricciones en las Comunicaciones	27
3.2.4.1. Comunicaciones de grupo permitidas/ no permitidas.	27
3.2.4.2. Comunicaciones de emergencia permitidas.	27
3.2.4.3. Comunicaciones de módem.	27
3.2.4.4. Mensajes de datos permitidos / no permitidos.	27
3.3. SECUENCIAS DE ESTABLECIMIENTO DE COMUNICACIONES	28
3.3.1. Radiocomunicación troncal con interconexión telefónica.	28
3.3.2. Llamada de una unidad móvil a línea telefónica pública.	28
3.3.3. Llamada de línea telefónica pública a unidad móvil.	29
3.3.4. Secuencia de comunicación vía radio.	29
3.4. COMPARACIÓN CON SISTEMAS CELULARES	30
3.4.1. Comparación de acuerdo a los servicios proporcionados y características de los sistemas	31
3.4.3. Comparación de acuerdo a la conveniencia de uso	31
3.4.3. Comparación de acuerdo al nivel de usuarios	32
3.4.3. Comparación de acuerdo a los elementos que conforman la Red	34
3.4.3.1. Arquitectura de una Red Celular	34
3.4.3.2. Subsistemas que forman una Red Celular	35
3.4.4. Comparación de acuerdo a la Secuencia de Establecimiento de Llamada	36
3.4.4.1. Secuencia de Establecimiento de Llamada en un Sistema Celular	36
3.4.5. Trunking y Telefonía Celular 3G	37
3.4.5.1. Conceptos básicos para soportar el UMTS	38
Capítulo 4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y REGULATORIA DE UNA RED TRUNKING	40
4.1. EVALUACIÓN REGULATORIA	40
4.1.1. México	40
4.1.1.1. Reforma Institucional	42
4.1.1.2. Competencia	44
4.1.1.3. Regulación	44
4.1.2. Aspecto Regulatorio de Otros Países	45
4.1.2.1. Estados Unidos	45
4.1.2.2. La Unión Europea Y Estados Unidos	47
4.1.2.3. Regulación Dual En La Unión Europea.	48
4.2. EVALUACION TÉCNICA	50

4.2.1. Niveles de señal	50
4.2.2. Administración de eventos / alarmas	51
4.2.3. Supervisión de tráfico de radio y de interconexión	51
4.2.4. Operación, mantenimiento y agentes de administración	51
4.2.5. Calidad del servicio	51
4.2.6. Equipo de medición y control de calidad	55
4.2.7. Servicios de emergencia	56
4.2.8. Sistema de quejas y reparación de fallas de la red	57
4.2.9. Programa de expansión	57
4.2.10. Estudios justificativos de tráfico, uso de frecuencias	58
4.2.11. Adelantos técnicos de la red	58
4.3. PLANES DE TARIFICACIÓN	58
4.4. PLAN DE NEGOCIOS	60
Capítulo 5. Obligaciones de un Concesionario	67
Capítulo 6. Ejemplo/ Caso práctico	71
Capítulo 7. Conclusiones	77
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	84

## INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones móviles han sufrido un crecimiento importante y se han presentado como el sector más fuerte de las Telecomunicaciones, abriendo con esto la posibilidad de crecimiento económico si consideramos que las empresas de telecomunicaciones implican inversionistas, generación de empleos y en general, derrama económica en todos los sectores. Para generar estas inversiones se requiere un organismo regulatorio que inspire confianza y actúe a favor de promover la libre y sana competencia.

El servicio de radiocomunicación especializada de flotillas es un excelente ejemplo de las posibilidades de crecimiento latentes en el sector de telecomunicaciones, en unos años este servicio ha sufrido un crecimiento constante dirigido al completo establecimiento del mismo como una posibilidad viable de inversión y de compromiso con el usuario, desde el punto de vista tecnológico es un ejemplo de la convergencia tecnológica y la integración de servicios vigilando siempre la calidad del mismo.

El reciente auge de las telecomunicaciones a nivel mundial obliga a los organismos regulatorios nacionales (en este caso la Comisión Federal de Telecomunicaciones y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes) a establecer diversos criterios y obligaciones que aseguren la calidad y continuidad del servicio que las empresas concesionarias prestan a la sociedad, por ello es necesario contar con los conocimientos de estas normas regulatorias de tal forma que seamos capaces de proponer soluciones o innovaciones tecnológicas en esta área apegadas al cumplimiento de dichas disposiciones y que permitan la libre competencia con otros servicios nacionales o internacionales.

En particular, el presente trabajo pretende dar un panorama de la situación regulatoria nacional en lo relativo a comunicaciones móviles, establecer las bases para definir criterios y obligaciones de los concesionarios de éste tipo de servicios, manifestar algunas sugerencias en lo relativo al funcionamiento de la Comisión Federal de Telecomunicaciones y comparar la evolución de la regulación de las Telecomunicaciones en México con países que han sentado precedente en este aspecto, tales como Estados Unidos o la Comunidad Europea.

El capítulo 1 muestra un resumen de los principales organismos de regulación a nivel mundial, local y nacional. Se realiza un breve análisis de los conceptos básicos para explicar el funcionamiento y ventajas del servicio de radiolocalización especializada de flotillas sobre otros servicios.

El capítulo 2 explica las tecnologías digitales existentes para prestar este servicio, es importante mencionar que actualmente se considera que ya no existen redes analógicas por cuestiones de ventajas tecnológicas y de calidad del servicio. Así mismo se presentan los conceptos de sistemas abiertos, sistemas propietarios y las tendencias actuales.

El capítulo 3 sintetiza los elementos que conforman una red digital trunking y se presenta una comparación con el servicio de comunicaciones móviles más importante: la telefonía celular en lo relativo a: crecimiento de ambos servicios, número de usuarios, secuencia de establecimiento de comunicaciones, conveniencia de uso y arquitectura de red.

El capítulo 4 muestra la evolución de la regulación de las telecomunicaciones en México y su reforma institucional, se presenta la situación en Estados Unidos y en la Comunidad Europea por considerarse que estos casos marcan la pauta a seguir en este aspecto. Se presenta un análisis de la

Norma que se utiliza para el establecimiento de redes trunking a pesar de no estar aprobada. Se realiza un breve análisis de las principales obligaciones con las que debe cumplir un concesionario y se muestran algunas propuestas de formatos y criterios de evaluación. Así mismo se presenta un plan de tarificación y de negocios por la importancia que ambos planes representan para los inversionistas.

El capítulo 5 tiene como finalidad dar a conocer las obligaciones actuales de los concesionarios.

El capítulo 6 presenta un caso representativo de la regulación en México analizando a una concesionaria de diferentes servicios como Iusacell por ser una empresa con problemas financieros graves, que se ha enfrentado a la falta de regulación en algunos sectores como en tarifas de interconexión, o a ventajas otorgadas a favor de Telcel , además sufre la competencia directa de Telcel, Nextel (a pesar de ser concesionaria de otro servicio), Telefónica Móviles y de Unefon.

Finalmente se presentan algunas propuestas en lo relativo a la actuación de la Cofetel y las atribuciones que se le deben conferir.

Actualmente existen varios proyectos de normas a fin de mantener una mejor vigilancia de las empresas de telecomunicaciones que presentan una competencia desleal, pero los mecanismos de aplicación de justicia o la necesidad de presentar y aprobar leyes políticamente viables han limitado sus alcances, pareciera que las soluciones tecnológicamente realizables, lo económicamente factible y lo políticamente adecuado son tres vertientes que jamás convergen.

## Capítulo 1. ANTECEDENTES

### 1.1. REGULACIÓN EN EL MUNDO

Los estándares internacionales facilitan el comercio mundial eliminando impedimentos técnicos, lo que conduce a nuevos mercados y al desarrollo económico. Esto se logra debido a que un componente o un sistema instalado con estándares internacionales y fabricado en el país A se puede vender y utilizar en los países B. Los estándares internacionales son vitales puesto que también representan la base del acuerdo Impedimentos Técnicos en el Comercio (TBT), de la Organización Mundial de Comercio, donde miembros del gobierno central reconocen explícitamente la importancia que representan a nivel internacional los estándares para mejorar la eficacia industrial y el comercio mundial<sup>1</sup>.

Los estándares o normas proveen a la industria y a los usuarios un marco de trabajo en el que se mantenga una economía del diseño, de la mayor calidad del producto y del servicio, de más interoperabilidad, y de mayor eficacia en la producción y entrega del bien o servicio. Al mismo tiempo, también impulsan una mejor calidad de vida contribuyendo a la seguridad, salud humana y protección del ambiente.

Las tres organizaciones principales en estandarización internacional son: la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y la Organización Internacional para la Normalización (ISO), juntas poseen los alcances complementarios, el marco, la maestría y la experiencia para proporcionar ayuda técnica para el crecimiento del mercado global.

#### 1.1.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones

El principal organismo regulador en el ámbito mundial es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, en lo sucesivo UIT, cuya función principal es la elaboración de recomendaciones en materia de telecomunicaciones aplicables a cada país miembro, con el objetivo de que los gobiernos y el sector privado coordinen los servicios y redes mundiales de telecomunicaciones permitiendo la coexistencia e intercomunicación entre países.

Para lograrlo la UIT efectúa la atribución de bandas de frecuencias para los diferentes servicios de telecomunicaciones existentes y realiza todo aquello que está a su alcance a fin de evitar la interferencia entre las estaciones de radiocomunicación de los países miembros, de igual forma continúa en su búsqueda de herramientas que mejoren la utilización del espectro.

La regulación de los servicios de radiocomunicaciones se basa en el objetivo de fomentar la inversión en este ramo, prevenir los monopolios, promover la ampliación y mejora de estos servicios asegurando la libre competencia y, sobretudo, la eficiencia del servicio lo cual se puede traducir como calidad en la prestación del servicio. La UIT en el sector radiocomunicaciones, entendiéndose por servicios de radiocomunicaciones:

- Servicios fijos.
- Servicios móviles.
- Servicios de radiodeterminación.
- Servicios de radiodifusión (o de difusión).
- Servicios de seguridad.

---

<sup>1</sup> IEC, [Sobre IEC]. "About IEC". <http://www.iec.ch/about/mission-e.htm>, Estados Unidos. (2003).

Establece las bases para la administración o explotación del espectro radioeléctrico considerándolo como un recurso natural limitado con una demanda creciente por parte de diversos sistemas, cuya misión es: “garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los que utilizan las órbitas de satélites, realizar estudios y adoptar Recomendaciones sobre radiocomunicaciones”.<sup>2</sup>

La UIT es una organización mundial que cuenta con la participación de los sectores público y privado para trabajar sobre cuestiones de telecomunicación. La misión de la UIT abarca las siguientes áreas:

**Área técnica:** promover el desarrollo y la eficaz explotación de los medios de telecomunicación con el fin de mejorar la eficacia de los servicios de telecomunicación, así como su utilidad y disponibilidad general para el público;

**Área de desarrollo:** promover y ofrecer asistencia técnica a los países en desarrollo en el campo de las telecomunicaciones, promover la movilización de los recursos humanos y financieros necesarios para el desarrollo de las telecomunicaciones, y promover la extensión de los beneficios de las nuevas tecnologías de telecomunicación a todos los pueblos;

**Área política:** promover a nivel internacional la adopción de un enfoque más amplio de las cuestiones de telecomunicaciones en el marco de la economía y la sociedad mundiales de la información. El 1 de julio de 2000 la UIT estaba formada por 189 Estados Miembros y más de 600 Miembros de Sector. Entre los Miembros de Sector figuran organismos científicos e industriales, operadores públicos y privados, radiodifusores y organizaciones regionales/internacionales.

### **Estructura de la UIT**

La estructura de la Unión está integrada por los siguientes elementos:

- La **Conferencia de Plenipotenciarios**, órgano supremo de la Unión que celebra cada cuatro años una reunión con el fin de:

- a) aprobar el plan estratégico y las políticas fundamentales de la Unión;
- b) enmendar, en su caso, la Constitución y el Convenio;
- c) adoptar un plan financiero para un periodo de cuatro años.

- El **Consejo** que está integrado por 46 Estados Miembros de la UIT, los cuales representan el 25% del número total de Estados Miembros. El Consejo se reúne una vez al año para examinar asuntos generales de política de las telecomunicaciones con el fin de garantizar que las actividades, políticas y estrategias de la Unión respondan al entorno actual de las telecomunicaciones en constante evolución.

- Las **Conferencias Mundiales** de telecomunicaciones internacionales que se celebran periódicamente para examinar y revisar el *Reglamento de las Telecomunicaciones Internacionales*. El Reglamento es un tratado internacional por el cual se rigen la prestación y la explotación de los servicios públicos de telecomunicaciones, así como los mecanismos de transporte utilizados para ofrecerlos. El Reglamento constituye un amplio marco básico para prestar servicios de telecomunicaciones internacionales.

---

<sup>2</sup> Misión del Sector de Radiocomunicaciones, <http://www.itu.int/ITU-R/information/mission/extracts/index-e1-es.html>, (2003).

- El **Sector de Radiocomunicaciones** (UIT-R) se encarga de establecer las características técnicas y los procedimientos operacionales para el suministro de los servicios inalámbricos. El Sector desempeña un papel fundamental en la gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas. Como coordinador mundial del espectro, el Sector de Radiocomunicaciones elabora el *Reglamento de Radiocomunicaciones*, conjunto de normas internacionales vinculantes que rigen la utilización del espectro de frecuencias radio-eléctricas por unos 40 servicios de radiocomunicaciones en todo el mundo. Este Sector también hace las veces de registro central del uso de las frecuencias internacionales. Así, pues, registra y mantiene actualizado el Registro Internacional de Frecuencias. Además, el UIT-R se encarga de coordinar esfuerzos para garantizar que las comunicaciones, radiodifusión y satélites meteorológicos puedan coexistir sin causar interferencias perjudiciales a otros servicios. A este respecto, la UIT prepara acuerdos entre operadores y gobiernos y proporciona herramientas y servicios prácticos para ayudar a los gestores del espectro de frecuencias a realizar su trabajo cotidiano. Las Conferencias Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, apoyadas por las Comisiones de Estudio del UIT-R, así como las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, que adoptan y revisan el *Reglamento de Radio-comunicaciones*, llevan a cabo las funciones legislativa y política del Sector de Radio-comunicaciones.

- El **Sector de Normalización de las Telecomunicaciones** (UIT-T) coordina las actividades de elaboración de normas internacionales de telecomunicaciones que se traducen en las Recomendaciones del UIT-T. Las funciones legislativa y política del Sector de Normalización se desempeñan por conducto de las Asambleas Mundiales de Normalización de las Telecomunicaciones, apoyadas por las Comisiones de Estudio del UIT-T.

- El **Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones** (UIT-D) las actividades de este Sector van desde el asesoramiento en materia de política y reglamentación hasta el asesoramiento sobre financiación de las telecomunicaciones y opciones de tecnología de bajo costo, asistencia en gestión de recursos humanos, así como iniciativas destinadas al desarrollo rural y acceso universal.

- **La Secretaría General** se encarga de los aspectos administrativos y financieros de las actividades de la UIT, aspectos que incluyen la provisión de servicios de conferencia, la gestión de la infraestructura y las aplicaciones de las tecnologías de información.

### **1.1.2. Organización Internacional para la Normalización**

La Organización Internacional para la Normalización, en lo sucesivo ISO es una organización no gubernamental establecida en 1947 cuya misión es promover la elaboración de estándares y apoyar todas aquellas actividades que fomenten o faciliten el intercambio internacional de bienes y servicios. Está conformada por 146 países con sede en Génova, Suiza.

### **1.1.3. Comisión Electrotécnica Internacional**

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), es una organización mundial que elabora y publica estándares internacionales para las tecnologías eléctrica, electrónica y las relativas a ellas. Dichos estándares sirven como base para la regulación nacional y como orientación al elaborar algún contrato internacional. A través de sus miembros, la IEC promueve la cooperación internacional en todas las cuestiones de la estandarización electrotécnica y de las materias relacionadas.

El campo de acción de la IEC abarca todas las tecnologías relacionadas con la electrónica, magnetismo y electromagnetismo, electroacústica, multimedia, la telecomunicación, la producción energética y su distribución, así como disciplinas generales asociadas tales como terminología y simbología, compatibilidad, diseño, desarrollo, seguridad y protección ambiental.

#### **1.1.4. Organismos regionales**

Existen otros organismos reguladores en el ámbito regional entre los cuales se pueden mencionar a la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT), Instituto Europeo de Normas en Telecomunicaciones (ETSI), Comité Europeo de Normalización (CEN), Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), los cuales regulan las telecomunicaciones en Europa.

En EEUU se encuentran: el Instituto Americano de Normas Nacionales (ANSI), Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), Asociación de Industrias de Electrónica y la Asociación Nacional de Industrias de Telecomunicaciones (EIA/TIA), los cuales están encargados de promover y elaborar normas en el sector público y privado.

En América existen diversos organismos reguladores en los cuales México participa como son: Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL), Grupo de Telecomunicaciones del Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico (Grupo TEL-APEC), Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCIET), Reguladores Latinoamericanos de Telecomunicaciones (REGULATEL), Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Organización Mundial de Comercio (OMC).

### **1.2. REGULACIÓN EN MÉXICO**

En México la instancia que cuenta con las facultades necesarias para la promoción, desarrollo y expedición de las normas oficiales mexicanas es la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), la cual es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con autonomía técnica y operativa, el cual tiene las atribuciones necesarias con el objeto de regular y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones<sup>3</sup>.

Creada en 1996, su objetivo principal es promover la competencia en el sector de las Telecomunicaciones, dar seguridad jurídica a la inversión, formar recursos humanos especializados y controlar el acceso no discriminatorio por parte de los usuarios<sup>4</sup>, esto tomando como herramientas las atribuciones que el Reglamento de Telecomunicaciones le confiere como son: expedir normas oficiales mexicanas y disposiciones administrativas, modificar y actualizar las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el sector, aprobar y otorgar concesiones para la explotación temporal de una parte del espectro radioeléctrico, así como su revocación, administrar el espectro radioeléctrico y promover su uso eficiente, promover y vigilar la eficiente interconexión de los equipos y redes públicas de telecomunicaciones, incluyendo la que se realice con redes extranjeras.

---

<sup>3</sup> ¿Qué es la COFETEL?, <http://www.cft.org.mx>, México (2003).

<sup>4</sup> COFETEL, <http://www.caibi.org/ibst/organiza/cofetel.htm>, México (2003).

Para el objetivo de este estudio, las facultades más importantes son:

- Registrar las tarifas de los servicios de telecomunicaciones, y establecer obligaciones específicas, relacionadas con tarifas, calidad de servicio e información, a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones que tengan poder sustancial en el mercado, de conformidad con la Ley Federal de Competencia Económica.
- Vigilar la debida observancia a lo dispuesto en los títulos de concesión y permisos otorgados en la materia, y ejercer las facultades de supervisión y verificación, a fin de asegurar que la prestación de los servicios de telecomunicaciones, se realice con apego a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables.
- Llevar el registro de telecomunicaciones, previsto en el Capítulo VI de la Ley Federal de Telecomunicaciones.

### **1.3. IMPORTANCIA DE REGULAR EL SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN ESPECIALIZADA DE FLOTILLAS**

El servicio de sistema troncalizado o de compartición de recursos de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Telecomunicaciones vigente, capítulo 1, artículo 2, fracción VI, en materia de servicios de Radiocomunicación, se define como:

“Servicio Móvil de Radiocomunicación Especializada de Flotillas (en lo sucesivo SMREF): Consiste en el servicio de radiocomunicación de voz y datos a grupos de usuarios determinados, utilizando la tecnología de frecuencias de portadoras compartidas”.

Este tipo de servicio también se denota como “sistema trunking”, el cual consiste, en un sentido técnico en la utilización de pocos canales de radiocomunicación, que puede ser compartido por grupos de usuarios, lo que se traduce en una óptima utilización de un número predeterminado de canales de comunicación.

La operación de la tecnología de portadoras compartidas, se basa en que un número par de frecuencias de radio están asignadas a móviles y estaciones base en el sistema para usarse como un grupo troncal, por lo que ofrece múltiples canales y usa conmutación automática para que todos los usuarios del sistema puedan tener acceso al canal que no esté en uso, esto da por resultado un tiempo de espera mínimo al realizar una comunicación de radio<sup>5</sup>.

Un sistema de radiocomunicaciones ofrece las siguientes ventajas:

#### **Confiabilidad.**

Una de las ventajas de este servicio es que el usuario es capaz de establecer una comunicación directa sin depender de operadores. La falta de sistemas celulares públicos que garanticen la calidad de servicio o grado de servicio en cualquier circunstancia.

#### **Capacidad de transmisión de voz y datos.**

Los servicios móviles de transmisión de datos se están utilizando cada vez más para servicios de radiocomunicación de vehículos, telemetría o de actualización de información.

---

<sup>5</sup> Aguilar Hernández, Rubén. *Sistemas de Telecomunicaciones para portadoras compartidas “Trunking” para proporcionar servicios de radiocomunicación en las instalaciones de Petróleos Mexicanos “PEMEX” en la Ciudad de México*, Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, IPN, México 1993, pp. 35 y 39.

### **Operación centralizada y descentralizada.**

En algunos casos este sistema puede funcionar para organizar usuarios, en este caso se necesita un sistema de despacho. En cualquier caso los usuarios deben ser capaces de contactarse mutuamente en ausencia de un punto central de control o incluso de cualquier infraestructura.

### **Llamadas punto a punto y grupal.**

Si se utilizan los sistemas de trunking, es esencial una estructura de llamada de grupo flexible, de modo que los usuarios puedan compartir la información directamente sin necesidad de retransmitirla por otras vías. Por lo tanto, además de las llamadas de grupo, (llamadas con participación de un número de usuarios definidos), y las llamadas de difusión (donde la llamada incluye a todas las terminales), además se requiere de las llamadas punto a punto (de terminal a terminal).

### **Disposición de llamada rápida.**

Los sistemas de radio móviles poseen un “pressel” o un botón denominado “push-to-talk” para realizar una llamada al despachador o a un usuario del grupo, sin necesidad de una marcación que retardaría el establecimiento de la comunicación, la terminal que recibe el mensaje lo anuncia, sin necesidad de un procedimiento para responder. Las llamadas pueden consistir de pocas oraciones de tal forma que, los usuarios esperan recibir sus llamadas sin retrasos. Esta característica es muy importante en los servicios de emergencia donde el radio sirve para dar mensajes urgentes.

### **Buena cobertura.**

Los usuarios de los sistemas de radio poseen menos cobertura que un usuario de telefonía celular. El radio de acción de un sistema móvil queda definido por la zona de trabajo que el usuario establezca, a pesar de parecer una desventaja esto se recompensa con una buena cobertura en el área establecida, muchas veces en lugares donde la telefonía celular no puede actuar.

### **Flexibilidad.**

El sistema posee flexibilidad entendiéndola como la capacidad del sistema para adaptarse a las necesidades del usuario. En particular, el sistema debe ser escalable, de tal forma que sea capaz de crecer conforme el crecimiento del usuario, además debe ser adaptable, esto quiere decir que permita la adición de nuevos servicios, los cuales no estaban anticipados en la instalación del mismo.

### **Bajo costo.**

El costo total de un sistema móvil de radiocomunicación se evalúa a partir del costo del equipo, incluyendo infraestructura, mantenimiento y costo de cada equipo terminal.

De las ventajas mencionadas se puede observar que el uso de sistemas trunking es la mejor opción para usuarios que se encuentran en constante movilidad, además de las ventajas antes señaladas, los sistemas trunking ofrecen muchas más, de las cuales se tratará más adelante.

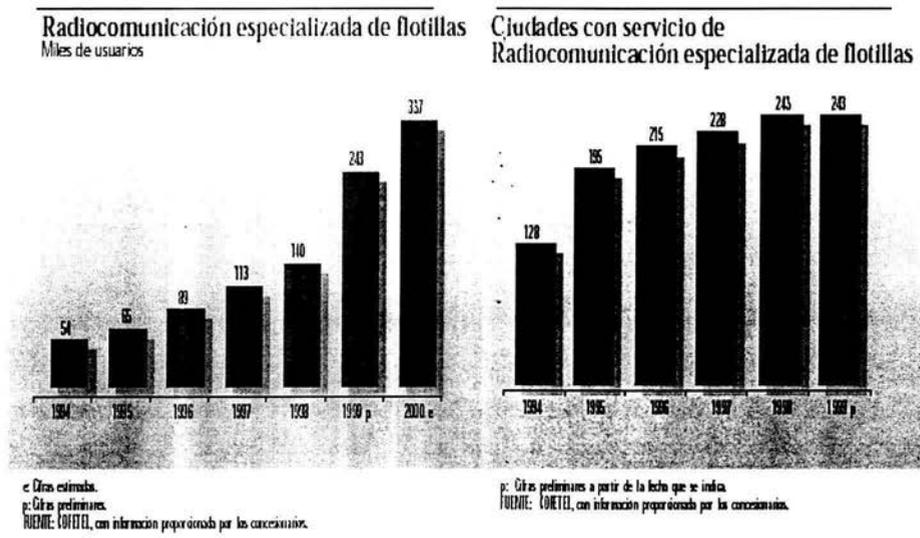
La importancia de regular el servicio de trunking consiste en el crecimiento significativo del número de usuarios que ha sufrido este servicio en los últimos años, lo que propicia desarrollo tecnológico y un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico permitiendo prestar un servicio de mejor calidad y eficiencia, lo cual se puede constatar en el creciente número de servicios integrados que se continúan adicionando a este servicio como el envío de mensajes cortos o el establecimiento de llamadas con interconexión con la Red Pública Telefónica.

De acuerdo con la COFETEL hasta el año 2000 se habían otorgado 48 concesiones para la prestación de este servicio, 12 de carácter local y 36 regionales. A principios de 1995 existían 54.1

miles de usuarios y en diciembre de 1999 se llegó a 242.6 mil, lo que representa en términos relativos un crecimiento promedio anual de 35 por ciento. Cabe destacar que la red de los concesionarios de este servicio que atiende a 243 ciudades y rutas carreteras, ha comenzado a digitalizarse, lo que les permite ampliar la gama y calidad de servicios que se ofrecen mediante el aparato receptor<sup>6</sup>.

La COFETEL utiliza el proyecto de norma NOM-084-SCT1-1993 publicada el 26 de mayo de 1994, relativa a la instalación y operación de estaciones destinadas al servicio móvil de radiocomunicación especializada de flotillas, la cual se refiere a los parámetros a los que deberá sujetarse la operación de la red en su conjunto, y además define al servicio y señala que éste es materia de regulación por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, como parámetro para la instalación y operación de un sistema de radiocomunicación móvil de flotillas en México<sup>7</sup>.

Respecto al proyecto de norma oficial mexicana NOM-084-SCT1-2001 relativo a las especificaciones técnicas de los equipos transmisores destinados al servicio de radiocomunicación móvil de flotillas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero del 2002, se refiere únicamente a las pruebas y parámetros a los que deberán sujetarse los equipos transmisores.



<sup>6</sup> Informe de labores del año 2000. Comisión Federal de telecomunicaciones. México (2000).

<sup>7</sup> A pesar de ser sólo un proyecto de norma se utiliza para la instalación de redes SMREF.

## Radiocomunicación especializada de flotillas (Trunking)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 <sup>p/</sup>	SEP 2000
USUARIOS (MILES)	1,5	3,1	14,9	30,2	54,1	65,5	88,7	113,4	139,5	242,6	337,3
TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL		106,7	380,6	102,7	79,1	21,0	35,5	27,8	23,1	73,9	39,1
CONCESIONES	3	7	19	28	42	48	48	48	48	48	48
CIUDADES CON SERVICIO	2	2	2	3	128	195	215	228	243	243	243

Nota: la información referente a concesiones fue proporcionada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

p/ Cifras preliminares.

e/ Cifras estimadas.

FUENTE: COFETEL, con información proporcionada por los concesionarios.

Esquema 1. Datos estadísticos de los concesionarios y usuarios del servicio de radiocomunicación especializada de flotillas<sup>8</sup>.

### 1.4. BANDAS DE FRECUENCIAS ATRIBUIDAS

En México, estos servicios operan en dos vías, es decir requieren de dos bandas de frecuencias: la banda de 806-821 MHz (con 600 canales de 25 kHz, cada uno, para transmisión de unidades instaladas en vehículos y portátiles de los usuarios) y la banda de 851-866 MHz (con 600 canales de 25 kHz cada uno, para transmisión de las estaciones de base y repetidoras del operador).

En su conjunto, en las dos bandas mencionadas existen 600 canales dúplex, mismos que prácticamente han sido asignados en las principales localidades del país. Los 600 canales han sido utilizados tanto para redes públicas de telecomunicaciones (concesiones) como para redes privadas de radiocomunicación.

Dada la alta ocupación en México de las bandas en la gama de los 800 MHz, las expectativas se ubican en el rango de los 900 MHz, concretamente en las bandas de 896-901 MHz (quizá con 400 canales de 12.5 kHz cada uno, para transmisión de unidades instaladas en vehículos y portátiles de los usuarios) y 935-940 MHz (quizá con 400 canales de 12.5 kHz cada uno para transmisión de las estaciones de base y repetidoras del operador). Estas bandas podrán atender las necesidades presentes, tanto para redes públicas de *trunking*, como para redes privadas<sup>9</sup>. Bandas de 806-821/851-866, con un total de 599 pares de frecuencias<sup>10</sup>:

- Bloque "C" (806-811/851-856 MHz), con 200 circuitos (pares de frecuencias).

México puede utilizar todos los circuitos pares (pares de frecuencias) del bloque "C", excepto el circuito número 200 (811.000/856.000 MHz) de dicho bloque, que no podrá ser utilizado

<sup>8</sup> Informe de labores del año 2000. Comisión Federal de Telecomunicaciones. México (2000).

<sup>9</sup> Para comprender la subasta, [http://www.cft.gob.mx/html/la\\_era/art/fic1.html](http://www.cft.gob.mx/html/la_era/art/fic1.html), México (2000).

<sup>10</sup> Proyecto de norma NOM-084-SCT1-1993.

en la franja territorial de 110 Km a partir de la línea fronteriza con Estados Unidos de América y sí en el resto del país.

- Bloque “D” (811-816/856-861 MHz), con 199 circuitos (pares de frecuencias).  
México no puede utilizar ninguno de los circuitos del bloque “D”, en la franja territorial de 110 Km a partir de la línea fronteriza con Estados Unidos de América y sí en el resto del país.
- Bloque “E” (816-821/861-866 MHz), con 200 circuitos (pares de frecuencias).  
México sólo puede utilizar los 100 circuitos noes del bloque “E”, en la franja territorial de 110 Km a partir de la línea fronteriza con Estados Unidos de América. Para el resto del país México puede utilizar la totalidad de este bloque.

Bandas de 431.3-433/438.3-440 MHz, con un total de 128 pares de frecuencias (separación entre canales adyacentes de 12.5 kHz).

Bandas de 475-476.2/494.6-495.8 MHz, con un total de 96 pares de frecuencias (separación entre canales adyacentes de 12.5 kHz).

- Bloque H-1 (896.00000-898.50625/935-937.50625 MHz).
- Bloque H-2 (898.50625-901.00000/937.50625-940.00000 MHz), con 199 circuitos.

## 1.5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TRUNKING

En un sistema no troncalizado la asignación de canales de comunicación es relativamente simple, puesto que un canal específico es asignado a una terminal y si este canal no se encuentra libre, la transmisión sufre un retraso o se interrumpe.

En un sistema troncalizado el número de canales es compartido por varias terminales y cada terminal puede acceder a cualquier canal, el cual vuelve a estar en condiciones de ser utilizado por cualquier otra terminal en el momento en que la transmisión termina, o el canal se libera. Debido a que los canales son compartidos, es probable que otros usuarios puedan hacer uso de los mismos.

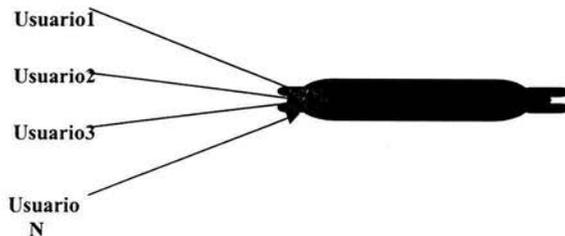


Figura 1. Compartición de un canal de comunicación por varios usuarios.

Las ventajas de un sistema trunking, además de las mencionadas para cualquier sistema de comunicaciones móviles son:

- Acceso automático al canal
- Privacidad
- Lista de espera
- Agrupación en flotillas y subflotillas
- Llamada general de emergencia
- Registro y control
- Acceso a la red pública telefónica
- Servicios adicionales

### **1.5.1. Fundamentos de una red trunking**

#### **1.5.1.1. Cálculo de tráfico y número de canales de comunicación**

Los sistemas trunking establecen una semejanza con los conmutadores telefónicos de la Red Pública Telefónica, por lo que los fundamentos de la teoría de tráfico desarrollados por Erlang, son aplicables.

Un Erlang representa la cantidad de intensidad de tráfico transportada por un canal que está completamente ocupado, o bien, indica el promedio de llamadas que existen durante un periodo determinado, lo cual se traduce llamadas-segundo por segundo o llamadas-hora por hora. El problema principal de un sistema troncalizado consiste en determinar el número de canales de los que se disponen en una troncal, intuitivamente se puede establecer que mientras menos canales existan, aumenta la probabilidad de encontrar el sistema saturado.

En el capítulo referente a la medición de calidad del servicio se presentan de forma más detallada los pasos a seguir para determinar la cantidad de tráfico en este sistema cuyo número de canales es aleatorio.

Otros conceptos de suma importancia en lo referente a redes digitales trunking son aquellos utilizados primordialmente, en las redes de telefonía celular, dichos conceptos favorecen la eficiente explotación del espectro radioeléctrico.

#### **1.5.1.2. Reutilización de frecuencias**

La instalación de redes digitales trunking permitió el uso de la base conceptual de la reutilización de frecuencias establecida en un principio para redes celulares, esto debido a que la división del área de cobertura en pequeñas células permite mejorar la explotación del limitado espectro radioeléctrico.

De tal forma que la implementación de tecnologías digitales se realiza dividiendo la zona en la que se prestará el servicio en células. Cada célula cuenta con una estación base de baja potencia (llamada emplazamiento celular) a la que se le asigna un grupo de frecuencias. A las células contiguas se le asigna un grupo diferente de frecuencias con un rango de separación entre estos dos grupos suficiente para evitar interferencias entre células, limitando la potencia de cada una de las estaciones se permite la reutilización de frecuencias, generalmente a una distancia de 5 células.

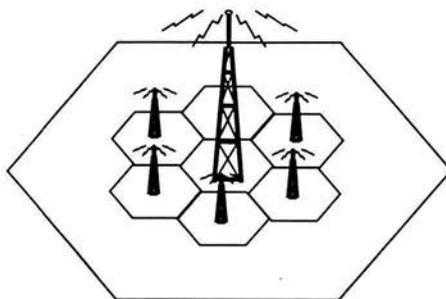


Figura 2. División del área de cobertura en células.

La ventaja de la aplicación de este concepto de reutilización de frecuencias radica en que a medida que el número de abonados aumenta se pueden agregar más células al sistema o bien subdividir las ya existentes limitando la potencia de las estaciones base de tal forma que se proporcione el servicio a todos los abonados.

Los arreglos más útiles de células son de 4,7,12 y 21 células, entre menor sea el número de células mayor es el número de canales por células y el tráfico es mayor.<sup>11</sup>

Cuando la demanda del servicio aumenta entonces se utiliza el concepto de sectorización de células, el cual consiste en subdividir una célula en pequeñas subcélulas, de tal forma que cada una de las nuevas células sectorizadas puede dar servicio a aproximadamente la misma cantidad de tráfico que la célula original.

### 1.5.1.3. Traspaso de llamada. (Hand over)

Este concepto consiste en otorgarle al usuario movilidad dentro del área de cobertura del servicio, para lo cual se le asigna de forma dinámica un canal de comunicación conforme el abonado vaya cambiando de célula, de tal forma que conforme vaya cruzando fronteras de las células el usuario va cambiando de canal para asegurar una buena calidad en el servicio, el canal liberado en la célula anterior se pone a disposición de otro usuario, la comunicación nunca se suspende a pesar de la movilidad del abonado.

El procedimiento mediante el cual se realiza el traspaso de llamada consiste en:

1. La unidad móvil explora la lista de células vecinas provista por la célula activa y elige objetivos apropiados basados en la calidad y nivel de la señal de radiofrecuencia.
2. La intensidad de la señal de la unidad del usuario se controla en la estación base.
3. A medida que el usuario se aproxima a la frontera de la célula, la intensidad de transmisión se debilita, en el momento en que esto ocurre la estación base envía un mensaje al centro de conmutación de móviles (la descripción de las funciones y desempeño de este elemento de una red trunking se detallará más adelante).
4. El centro de conmutación de móviles encuentra un nuevo servidor para traspasar la llamada y asigna un canal de control temporal.
5. Esta orden se envía a la estación de la nueva base celular, en este momento la unidad móvil cambia al canal asignado.

<sup>11</sup> Rey, Eugenio. *Telecomunicaciones móviles*, Ed. Alfaomega-Marcombo, Segunda edición, Barcelona, España, 1999, pp. 60.

6. La unidad móvil usa el proceso aleatorio para obtener información de temporización de tal forma, que el canal de tráfico y la conversación continúa.

La aplicación de estos conceptos hace posible la prestación del servicio de radiocomunicación móvil y la correcta explotación del espectro radioeléctrico, la investigación de nuevas tecnologías y utilización de nuevos conceptos permitirá mejorar la calidad del servicio y prestar servicios diversos.

### **1.5.2. Arquitectura de una red trunking**

Los componentes físicos que conforman cualquier red trunking dependen del tipo de tecnología que se utilice para su funcionamiento, dichas constituciones de red se muestran en trabajos más detallados de estas redes, como éste no es el caso del presente trabajo solamente se consideran los principales elementos que se encuentran en una red independientemente de la tecnología utilizada los cuales son:

#### **Controlador central**

El controlador central es el “cerebro” del sistema troncalizado. Toda la lógica del sistema está contenida en tarjetas insertables en el controlador central el cual tiene un microprocesador programable capaz de procesar sistemáticamente las peticiones de canal, recobrar y decodificar las peticiones de llamada.

Cuando un radio pide una llamada, el controlador central “escucha” el canal de control y detecta las palabras de datos de petición de canal originadas desde los radios que llaman. El controlador central busca un canal vacante y hace las asignaciones de canal. El controlador central manda un reconocimiento de la asignación del canal y dirige a los radios del grupo de llamada de la persona que llamo al canal seleccionado.

Las funciones principales del controlador central incluyen:

- Procesamientos de llamadas
- Puesta en lista de espera de llamadas
- Ubicación de recursos
- Diagnósticos
- Protocolo sitio a sitio
- Registro de estadística en uso

Repetidores

Un repetidor toma la señal de una estación base utilizando una antena direccional para reducir los efectos multi-path y reenvía o repite la señal sobre el área de cobertura. Un repetidor consta de una antena, un receptor, un transmisor y un aislador (éste último permite un funcionamiento dúplex, lo que significa que los dos operadores pueden interrumpirse mutuamente en cualquier momento mientras uno está transmitiendo).

Los repetidores se conectan por medio de un cable coaxial lo que permite la transmisión de datos. El equipo receptor se conecta a una antena, y los repetidores deben conectarse al administrador vía un enlace de datos y voz, el cual puede ser por líneas telefónicas, microondas o receptores de radiofrecuencias, de su repetidor asignado.

#### **Terminal de Administración del Sistema**

La terminal de administración del sistema es una herramienta de manejo del sistema la cual permite al administrador del sistema manejar eficientemente y controlar el sistema troncalizado y

sus usuarios. Esta terminal a través de su interconexión con el controlador central, proporciona al administrador la habilidad de cambiar ciertos parámetros del sistema tales como el tiempo de retardo para poner activo al repetidor, el tiempo de duración de una llamada de interconexión telefónica, etc. La terminal también despliega las alarmas del sistema y mensajes de diagnósticos. También permite controlar de manera individual las llamadas a flotillas o subflotillas, el establecimiento de conversaciones privadas y la habilidad para hacer o recibir llamadas telefónicas.

### **Antenas**

Dependiendo del diseño de la red se selecciona el tipo de antena que debe utilizarse, esto se realiza analizando las características del patrón de radiación de dicha antena, por ejemplo, si el sitio del repetidor se localiza en el centro del área de servicio deseada, debe usarse una antena omnidireccional.

### **Equipos terminales móviles**

Son los equipos que poseen los usuarios, y que permiten la comunicación, es decir, todo equipo que se conecta más allá del punto de conexión terminal de la red, instalados en vehículos o portátiles.

## **1.6. SISTEMA TRUNKING ANALÓGICO**

Los sistemas trunking que se han implementado en las redes del servicio móvil de radiocomunicación especializada de flotillas. Se muestran en la siguiente tabla, mismos que se definen en función del protocolo y del fabricante.

<b>Protocolo</b>	<b>Propietario</b>
Privacy Plus	Motorola
LTR (Logic Trunked Radio)	E.F. Johnson
GEMARC	General Electric
MPT 1327	Europeo

Las redes que se han implementado en México, han utilizado los equipos Privacy Plus de Motorola y LTR de E.F. Johnson, dichos equipos además de establecer la comunicación de radio, soportan el acceso a la red pública telefónica<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Rendón Ortiz, Lucio M. "Aspectos a considerar en la Planeación y Evaluación de una Red Digital Trunking", Tesina de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, IPN, México 2000 pp. 18.

## Capítulo 2. TECNOLOGÍA DIGITAL

Con la migración de los sistemas analógicos a digitales se asegura una mejor explotación del espectro radioeléctrico sin necesidad de adquirir un mayor número de concesiones, la principal diferencia entre ambos sistemas es la técnica de modulación empleada. En el mercado actual se cuenta con dos opciones para la implementación de redes de comunicaciones de tipo digital, las tecnologías y protocolos abiertos, estándares con aprobación mundial, o los protocolos propietarios.

Los protocolos propietarios ofrecen una buena solución a las necesidades del usuario en ese momento, pero a futuro, si la red necesita expandirse, este tipo de protocolos obliga a adquirir equipo de la empresa propietaria y a adecuar sus necesidades a la disponibilidad de equipo o a las soluciones planteadas por dicha empresa, lo cual se traduce principalmente en pérdidas económicas del usuario, si se considera que este criterio es el que el consumidor utiliza para la toma de decisiones.

Por el contrario, los protocolos abiertos se establecieron con el concilio de todos los países y se incorporan, integran y construyen por empresas que incluso poseen un protocolo propietario. Permiten la libre competencia en los mercados, lo cual se traduce en menor costo, y además toda su infraestructura es actualizada continuamente, por lo cual no existe la obsolescencia rápida. A continuación se presenta una tabla de los sistemas propietarios existentes mundialmente y la empresa propietaria.

Sistemas Proprietarios	Empresa Propietaria
IDEN™	Motorola
Edacs™	Ericsson
MDC 1200™	Motorola
PRIVACYPLUS™	Motorola
SMARTNET™ ASTRO	Motorola

Los sistemas abiertos disponibles actualmente son:

Sistemas Abiertos	Empresa Creadora
LTR™	E.F. Johnson
Smartrunk™	Smartrunk Inc
DTMF	Industrias Bell
2 Tonos (Quick Call)™	Motorola
MPT-1327	Pool de Fabricantes
5 Tonos Secuenciales	Pool de Fabricantes
TETRA	Pool de Fabricantes
TETRApol	Pool de Fabricantes
PROYECTO 25	Pool de Fabricantes

Cada vez se puede observar mayor madurez entre los usuarios de la radiocomunicación, e incluso algunos que no son usuarios, quienes reconocen los riesgos a que se exponen al adquirir

equipo con formato de señalización de tipo cerrada o propietaria. Esto es inaceptable desde el punto de vista ético o moral. El único que gana es el fabricante, pues a futuro podrá facturar equipo a precios por arriba del mercado, clientes cautivos que forzosamente le pondrán órdenes de compra. Desgraciadamente en una gran parte de los casos, las víctimas son entidades gubernamentales, quienes pagan hoy y a futuro con los impuestos de todos.

Existen en el mercado equipos y sistemas con señalización estándar o universalmente aceptada que cumplen igual o mejor las especificaciones y requerimientos, competitivos en cuanto a precio y además con mejor representatividad y respaldo en el ámbito nacional.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se pueden advertir las ventajas de los protocolos de comunicación abiertos, por lo cual a continuación se presenta una breve descripción de los mismos.

## **2.1. SISTEMAS ABIERTOS**

### **LTR (Logic Trunked Radio)**

Esta tecnología de trunking procesa las comunicaciones en forma analógica y utiliza el protocolo LTR (Logic Trunked Radio) que tiene la característica de no ser un protocolo propietario de una marca de radios. Este hecho permite que existan en el mercado muchos fabricantes de radios que ofrezcan productos compatibles con esta tecnología de trunking (Kenwood, ICOM, etc.).

Esta tecnología es el primer escalón en la troncalización de un sistema convencional proporcionando grandes ventajas sobre esta última en cuanto a mayor capacidad de tráfico, control de base de usuarios y implementación de llamadas de grupo, individual y telefónica.

### **Smartrunk**

El sistema de troncalización digital SmarTrunk II es un sistema de comunicaciones inalámbrico de bajo costo que soporta aplicaciones de despacho de grupo, llamadas individuales selectivas e interconexión telefónica. Es ampliamente utilizado para aplicaciones debajo de los 800 MHz, con más de 5,000 sistemas y 500,000 usuarios en más de 100 países alrededor del mundo.

Basándose en el bajo costo, equipos convencionales de radio y con el agregado de plaquetas lógicas, SmarTrunk II ofrece muchas características avanzadas que se encuentran típicamente en sistemas de más alto costo.

### **DTMF**

Siglas de Tono Dual Multifrecuencia (Dual Tone Multi Frequency). DTMF, es utilizado por todos los sistemas digitales, asigna una frecuencia específica o un tono a cada dígito para que pueda ser identificado de una manera fácil por un microprocesador.

### **MPT-1327**

Esta norma es un estándar de señalización para los sistemas de radio privada terrestre tipo trunking. Este estándar fue desarrollado por el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido (DTI - Department of Trade and Industry).

El estándar puede utilizarse para implementar una gran variedad de sistemas. El protocolo ofrece un gran abanico de opciones y facilidades para el usuario. No obstante, no es necesario implementar todas las funciones de que dispone este estándar, bastando sólo un subconjunto que configure los requisitos mínimos del cliente.

El estándar sólo define la señalización sobre la interfaz aire, e impone unas restricciones mínimas sobre el diseño final del sistema.

Este protocolo permite realizar las siguientes funciones:

- Llamadas de voz.
- Llamadas de datos.
- Llamadas de emergencia.
- Introducción en una llamada en curso.
- Mensajes de estado.
- Mensajes cortos.

La señalización para establecer llamadas se transmite sobre un canal de control. Un centro de control puede configurarse para trabajar según dos estrategias diferenciadas: canal de control dedicado, en cuyo caso el canal de control está permanentemente dedicado a la señalización con los móviles; y, canal de control no-dedicado, donde el sistema puede asignar el canal de control para cursar tráfico.

Uno de los problemas de la señalización vía radio es el colapso de mensajes provenientes de varias unidades radio que transmiten a la vez. Estos problemas de colapso se controlan mediante un protocolo de acceso que ofrece alta eficiencia, estabilidad y flexibilidad: un protocolo de acceso aleatorio basado en el Aloha ranurado.

El protocolo está diseñado para ser utilizado por sistemas que ponen en cola aquellas llamadas que no puedan establecerse de forma inmediata. El protocolo tiene también una facilidad de registro para ayudar a la implementación de sistemas y redes multiemplazamiento: una unidad puede informar a la unidad de control de su posición cuando transita entre diferentes emplazamientos o sistemas.

Este protocolo permite el establecimiento de comunicación de la siguiente forma:

Cada estación de radio transmite una señal de control en un canal de radio. Además, se dispone de varios canales de tráfico a través de los cuales se comunican los usuarios de las unidades de radio. Cuando no está en uso, la unidad de radio está sintonizada automáticamente con la señal de control y el microprocesador de la unidad se puede comunicar con el ordenador del sistema en este canal en cualquier momento.

Cuando el usuario desea hacer una llamada, la unidad transmite la solicitud en la forma de una señal de datos al ordenador del sistema. El ordenador encuentra al correspondiente deseado por el usuario y, mediante el canal de control, verifica si el destinatario desea recibir la llamada. Cuando tanto la persona que llamó como a la que se llamó están listas para comunicarse, el ordenador asigna el primer canal de tráfico disponible.

Cuando una de las personas da por terminada la llamada, la unidad de radio envía una señal de datos dejando libre el canal.

Pueden interconectarse estaciones de radio para aumentar el área de servicio y proporcionar cualquier tamaño de red, hasta un nivel nacional ó internacional. Se puede también hacer llamadas a otras redes de línea fija tales como los sistemas telefónicos.

En este protocolo se establece que para efectos de señalización cada suscriptor debe tener un número de 20 bits el cual consiste en:<sup>13</sup>

Un prefijo o número de directorio de 7 bits (0-127)  
Un número de identificación de 13 bits (0-8192)

Para la numeración, si sólo se necesitara un número de directorio, los números serían de la siguiente forma:

FFFFUUU Para flotillas de muchos usuarios  
FFFuu Para flotillas de pocos usuarios

Donde HF es el número de la flotilla y UUU ó uu son el número de grupo o unidad.

## 2.2. SEÑALIZACIÓN EN TRUNKING

Se utilizan básicamente tres métodos:

- Señalización de todos los canales. Las señales de control pueden enviarse por encima o por debajo de las frecuencias de voz
- Señalización de un canal dedicado. Se utilizan en redes de grandes dimensiones, aunque el tiempo de señalización es menor.
- Señalización de varios canales. Haciendo una exploración para encontrar el canal de señalización común, actualmente en uso. Se emplea en redes pequeñas de pocos circuitos.<sup>14</sup>

## 2.3. TECNOLOGÍA iDEN (Red Digital Integrada Mejorada)

Fue presentada por Motorola en 1994, el sistema iDEN permite incorporar diversos servicios de valor agregado a los sistemas trunking, tales como: radio digital, acceso a la red pública telefónica, envío de mensajes cortos y transmisión de datos, además de incrementar la eficiencia del canal de RF.

El tipo de modulación utilizada es de amplitud en cuadratura, el rango de frecuencias que utiliza es 806-821 MHz/851-866 MHz con portadoras espaciadas 25 kHz con una separación entre el par de transmisión-recepción de 45 MHz, permite una velocidad de transmisión de 64 kbps en un canal de 25 MHz.

Utiliza un sistema de codificación de voz llamado VSELP (Codificación Lineal Predictiva por Vector Suma) que permite privacidad y confidencialidad en las conversaciones de los usuarios. iDEN utiliza la técnica de TDMA para acceder al canal de transmisión. iDEN también permite diversos servicios de valor agregado como:

- Mensajería
- Llamadas privadas y servicios de telefonía celular
- Correo electrónico de voz
- Interconexión con redes de datos

---

<sup>13</sup> Hernández Morales, Rafael de Jesús, Jáuregui Velásquez, Jorge Luis. *Aplicación de la tecnología trunking en el sistema de comunicación de la DGCOH*, Tesina de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, IPN, México, 1997, pp. 53 y 54.

<sup>14</sup> Lara Ramírez, Domingo y otros. *Sistemas de comunicación móvil*. Ed. Alfaomega, México, 1993, pp. 73.

### **2.3.1. Elementos del Sistema**

Los elementos principales de un sistema iDEN son:

*EBTS. Sistema de Transceptor de Base Mejorado*

Proporciona el enlace de radiocomunicación entre la red y la unidad móvil, y envía información de control y voz por un canal de radio.

*MPS. Conmutador de Paquetes Metro*

Es un conmutador de paquetes digital, manipula la trayectoria de los paquetes de voz de despacho en una llamada de despacho. Para llamadas de grupo de despacho y transmisión general de datos, rutea los paquetes hacia y del duplicador de paquetes hacia su destino final.

*DAP. Procesador de Aplicaciones de Despacho*

Su principal objetivo es el control de las funciones de despacho y paquetes de datos, registra por primera vez los suscriptores de interconexión y despacho, permite la movilidad de las MS y realiza estadísticas de alarmas.

*MS Unidades Móviles.*

Equipo terminal que permite la comunicación entre usuarios, permite establecer comunicaciones de despacho, interconexión, servicio de roaming, correo de mensajes y comunicaciones de datos.

### **2.3.2. Modo de Operación**

#### **2.3.2.1. Identificadores de Localización**

##### **Área de servicio. (SA)**

Es la zona geográfica dentro de la cual se puede realizar una llamada, ésta área la define el operador del sistema y todos los usuarios están sujetos a ella. Puede ser el área total cubierta por la(s) área(s) de localización.

##### **Áreas de localización. (LS)**

Es la zona geográfica cubierta por un grupo de sitios o sectores, permite la movilidad de los usuarios de la red dentro del área de servicio.

#### **2.3.2.2. Identificadores de Equipo Portátil**

##### **Identificadores de flota.**

Las unidades que pertenecen a la red iDEN pueden subdividirse en grupos denominados flotas, las cuales pueden contar con diferentes servicios entre sí, es decir, una flota que pertenece a la red puede tener acceso telefónico y otra flota de la misma red contar con envío de mensajes cortos.

##### **Identificadores de grupo de llamada.**

Una flota a su vez, se puede subdividir en grupos, lo cual permitirá que los integrantes de dichos grupos sólo escuchen lo relativo a un grupo de llamada en particular. Las unidades móviles no pueden pertenecer a más de un grupo de comunicación.

##### **Identificador de miembro de flota.**

Direcciona una Unidad Móvil individual por un identificador corto.

##### **Grupos de conversación múltiples simultáneos.**

Permite a la Unidad Móvil comunicarse con hasta 4 grupos de llamada y seleccionar uno para establecer una comunicación directa.

### 2.3.3. Secuencia de establecimiento de llamada

1. Se requiere la llamada mediante el botón push-to-talk. La petición se enruta hacia el Procesador de Aplicación de Despacho, el cual identifica el grupo al que pertenece y realiza un seguimiento de las áreas de localización actual de los miembros del grupo.
2. El DAP solicita la localización al área de localización de los miembros del grupo.
3. Los miembros del grupo responden con la localización sector célula actual.
4. El DAP da instrucciones al EBTS origen y al PD con información de enrutamiento de paquetes para los miembros del grupo.
5. Los paquetes de voz son recibidos por el PD, se hacen las copias necesarias y se distribuyen a las unidades finales.

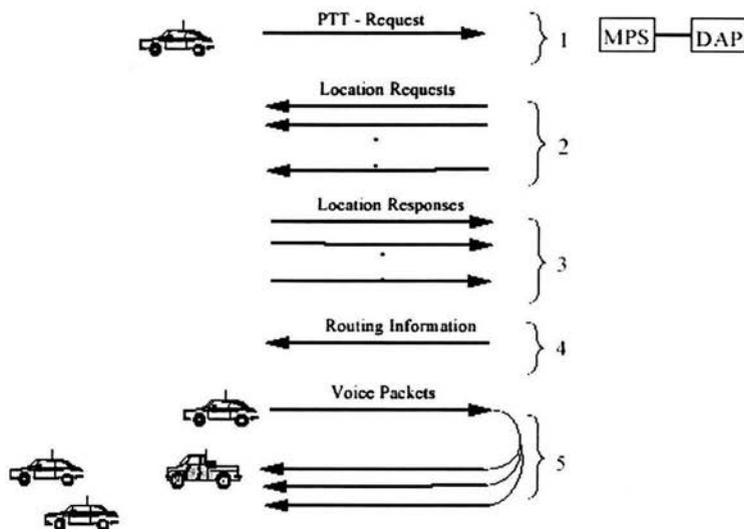


Figura 3. Establecimiento de comunicación por iDEN.

### 2.3.4. Tipos de Llamada

- Llamada privada. Llamada establecida entre dos usuarios o miembros de un grupo.
- Llamada de grupo. Llamada de grupo a través de 1 o más sitios.
- Llamada de alerta. Llamada de alerta entre un usuario y otro.
- Llamada de emergencia. Llamada de prioridad alta a través de uno o más sitios.
- Estado de la Unidad Móvil. Mensaje de alerta con campo adicional de un usuario a otro.

### 2.3.5. Tipos de Llamada con Interconexión Telefónica

- Llamada de unidad móvil a Red Telefónica Pública.
- Llamada de la Red Telefónica Pública a una unidad móvil.
- Llamada de unidad móvil a unidad móvil.

## 2.4. TECNOLOGÍA TETRA (Terrestrial Trunked Radio System)

TETRA es un sistema trunking digital desarrollado en Europa aprobado por el Instituto de Estandarización en Telecomunicaciones Europeo (ETSI), este sistema utiliza canales de 25 kHz, y puede manejar 4 usuarios al mismo tiempo, lo cual da como resultado cuatro canales lógicos independientes de 6.25 kHz ya que utiliza tecnología TDMA. Permite tasas de transmisión de datos de 28kbps y opera en un rango de frecuencias de 150 MHz a 900 MHz.

El sistema TETRA se diseñó para permitir la migración de los sistemas analógicos a sistemas digitales. TETRA soporta diferentes servicios y teleservicios, para los sistemas trunking ofrece tres métodos diferentes: mensaje trunking, transmisión trunking y cuasi transmisión trunking. Cada uno de estos métodos ofrece diferentes ventajas dependiendo de si se quiere optimizar el uso de recursos, minimizar el tiempo de acceso u otras características. Estos métodos sólo afectan la asignación de canales de tráfico por parte de la estación base. La unidad móvil no percibe ninguna diferencia entre las tres diferentes estrategias:

**Mensaje troncalizado.** Es una estrategia de asignación de canales en la cual se asigna continuamente el mismo canal de tráfico dependiendo de la duración de la llamada, es decir, cada que se realiza una llamada se asigna el mismo canal de transmisión. La ventaja principal de este método de troncalización consiste en que se elimina cualquier retraso en la conversación debido a que no hay ninguna otra llamada en espera para que se le designe este canal.

**Transmisión troncalizada.** En este caso el canal de tráfico es asignado sólo durante la duración de una llamada (con cada activación del "pressel"). Cuando la llamada se termina el canal es liberado y puesto a disposición de otro usuario.

**Cuasi transmisión troncalizada.** Este método es el punto medio entre mensaje troncalizado y transmisión troncalizada, consiste en asignar un canal de tráfico durante la duración de la llamada, cuando esta termina el canal no se libera, espera a que se vuelva a establecer una comunicación de la misma unidad móvil, transcurrido un tiempo, si la comunicación no se estableció, entonces el canal se libera.

### 2.4.1. Sistemas Principales que pueden ser definidos en una Red Tetra

- Transmisión de voz y datos (V+D)
- Paquetes de datos optimizados (PDO)
- Modo directo de operación (DMO)
- Interfaz aire (AI)
- Interfase entre estaciones base (ISI)
- Interfase entre equipos (PEI)
- Línea de estación (LS)

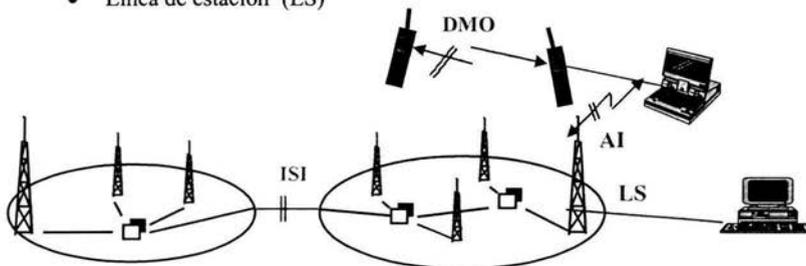


Figura 4. Sistemas principales que se pueden definir en una red TETRA.

### 2.4.2. Ventajas de Tetra

- Excelente calidad de voz
- Establecimiento de llamada rápido
- Llamadas individuales
- Comunicación de grupo
- Llamadas de emergencia
- Servicios suplementarios en modo directo

El sistema TETRA puede operar en modo directo, el cual consiste en disponer de canales fuera del control de la red. Es un modo de operación simplex, donde los móviles se comunican entre sí, generalmente en distancias cortas, fuera del control de la red sin que intervenga la estación base.

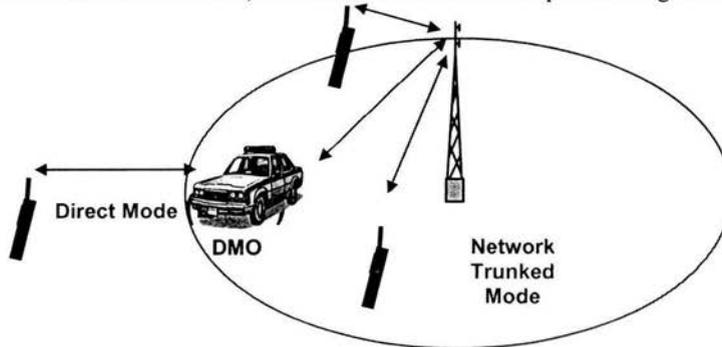


Figura 5. Modo directo de operación de una red TETRA.

El sistema TETRA tiene la posibilidad de acceder a redes públicas y privadas<sup>15</sup> tales como:

PBX: Red Privada

PDN: Red Pública de Datos

PSTN: Red Pública Telefónica Conmutada

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados

TETRA, además ofrece los servicios de valor agregado de envío de mensajes cortos, correo electrónico, llamadas de emergencia, transferencia de datos, encriptado, servicios adicionales como acceso a bases de datos, localización de vehículos, transmisión de fax, etc. Para ofrecer Internet móvil TETRA usa el protocolo WAP.

La fuerza del estándar Tetra radica en el número de fabricantes que actualmente ya están involucrados en equipo terminal y/o infraestructura debido a que más fabricantes significa más competencia, mejores alternativas, más bajos costos y un segundo o tercer proveedor alternativo para el usuario. A la fecha, muchos otros fabricantes están invirtiendo en este nuevo estándar y están esperando la implementación de más sistemas, para iniciar la producción y presentarse en el mercado.

<sup>15</sup> Rey, Eugenio. "Telecomunicaciones móviles". Ed. Alfaomega-Marcombo, 2ª edición, Barcelona, España, 1999, pp. 106.

## 2.5. TECNOLOGÍA DC/MA

La tecnología Dynamic Channel Multicarrier es una tecnología desarrollada por ComSpace Corp. utilizada específicamente en las redes radio móviles que pueden configurar el número y al ancho de banda de voz y datos basada en los requerimientos de la portadora<sup>16</sup>.

Esta tecnología permite la compresión de la ventana de tiempo, filtrado y administración de frecuencias para poder ampliar la capacidad transitoria de los canales de comunicaciones inalámbricos independientemente de la frecuencia o ancho de banda. DC/MA provee a operadores inalámbricos la oportunidad de extender sus servicios y base de clientes, y mejorar sus beneficios de inversiones a través del óptimo uso efectivo del espectro<sup>17</sup>.

A pesar de que es una evolución del sistema LTR analógico, DC/MA permite que las unidades para suscriptores y repetidores faciliten el aumento por ocho veces la capacidad de canales lógicos de voz y datos por una vía de 25 kHz, combinando la modulación QAM, FDMA, TDMA y TDD, como se muestra en la figura<sup>18</sup>, con FDMA se divide el canal de 25 kHz en 4 canales al aplicar TDMA, con TDD se logra la comunicación dúplex, para transmitir y recibir. Asimismo, la velocidad de los subcanales es del 16 kbps.

La tecnología DC/MA también soporta bastantes aplicaciones inalámbricas como el servicio de mensajes cortos o SMS, mensajes por computadora (e-mail), video, monitor por remoto, Internet móvil y acceso a redes intranet.

Esta tecnología permite reutilizar parte de la infraestructura analógica ya implementada, lo cual resulta ventajoso para concesionarios que no poseen demasiado espectro radioeléctrico, ya que de manera simultánea se pueden utilizar canales analógicos y digitales.

## 2.6. OTRAS TECNOLOGÍAS

### 2.6.1. TETRAPOL

Se empezó a desarrollar a principios de 1987 dentro del marco de las fuertes demandas de las fuerzas encargadas de la seguridad en Francia, esta tecnología resulta de menor costo que TETRA pero ofrece un número de servicios más restringido.

Es un sistema digital con tecnología FDMA que opera en las frecuencias de radio de 70 MHz a 520 MHz con un espaciamiento entre canales de 12.5 kHz además fue desarrollada considerando la necesidad de un sistema de comunicación seguro, por lo cual TETRApol ofrece: encriptado de principio a fin, modo directo (Talk Around), amplia cobertura, agrupamiento dinámico, etc.

TETRApol ha continuado evolucionando, ha sido aprobado en España, en Francia y por el grupo de los 8. Por otro lado, TETRApol continúa su desarrollo dirigido hacia los proyectos de Seguridad Pública sin la influencia de operadores comerciales o servicio al público.

---

<sup>16</sup> Diccionario Voytech, [http://www.voytech.com/wap/d\\_dictionary.htm](http://www.voytech.com/wap/d_dictionary.htm). Estados Unidos (2003).

<sup>17</sup> Descripción de la tecnología DC/MA, <http://www.comspacecorp.com/espanol/resumen.asp> (2001).

<sup>18</sup> What is DC/MA?, <http://www20.inetba.com/comspacecorp/overview2.ivnu>, Estados Unidos (2001).

### 2.6.2. Proyecto APCO 25

Es un sistema aprobado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones para su implementación en Estados Unidos, utiliza la técnica de acceso al canal FDMA, utiliza la banda de frecuencias de 821-824/866-869 MHz con una separación entre las frecuencias centrales de 25 kHz o 12.5 kHz.

La principal desventaja de APCO 25 es el elevado costo, ya que un sistema TETRA cuesta la mitad de un sistema 25, además TETRA ofrece mayor velocidad de transmisión de datos.

El sistema APCO 25 se encuentra en la fase I la que se refiere al equipo troncal, por lo que se entiende que actualmente no existe un sistema instalado con APCO 25.

### 2.6.3. Otros sistemas

Existen otros sistemas que ofrecen diferentes ventajas como MPT1327 que proporciona excelente seguridad, ID único, ESN, un sistema a prueba de falla y hasta 32 canales, LTR ofrece un excelente rendimiento, es el más popular y ofrece hasta 20 canales, SMARTUNK es más económico y muy seguro, ID único y hasta 16 canales; sin olvidar los sistemas convencionales con los diferentes tipos de señalización.

## 2.7. TENDENCIAS

En la migración de servicios analógicos a digitales se puede observar un crecimiento constante del uso de las tecnologías iDEN y TETRA. La evolución de los sistemas de comunicaciones lleva a la búsqueda de nuevos servicios y mejores tecnologías, de tal forma que se puede observar la obsolescencia de diversos sistemas, debido a la mejora o desarrollo de nuevas opciones. En las gráficas siguientes se muestra un panorama mundial del uso de diferentes tecnologías.



En la gráfica anterior se aprecia que el sistema predominante era iDEN, mientras que TETRA aún no figuraba. Ahora, se muestra un panorama más actual.



En este caso se observa un incremento en el uso de tecnología TETRA, mientras que iDEN muestra un decremento.

En la siguiente gráfica se muestra una estimación del uso de diferentes sistemas en el Mundo en el año 2005. Se puede apreciar un marcado crecimiento en la utilización de la tecnología TETRA y un mercado menor para la tecnología iDEN, de igual forma, las demás tecnologías parecieran no ser gran competencia para TETRA en el futuro.



En México las tecnologías que se están implementando son TETRA, iDEN y DC/MA<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Monroy Rivas, Álvaro. "*Sistemas abiertos de radio troncalizado digital*". Tesis de Ingeniería en Telecomunicaciones, UNAM, México, (2002)

## **Capítulo 3. ARQUITECTURAS DE LAS REDES DIGITALES TRUNKING**

### **3.1. INFRAESTRUCTURA FIJA**

Sin importar el tipo de modulación empleado, la técnica de acceso al canal o la tecnología empleada, una red trunking está conformada por diversos elementos indispensables, de los cuales se trata a continuación.

#### **3.1.1. Equipo Móvil**

Son los equipos con los que el usuario cuenta para establecer una comunicación, conforme la tecnología avanza, el tamaño y diseño proporcionan un ambiente amigable con el usuario y facilidad de uso. Provee movilidad sin importar el modo de desplazamiento, cada uno de estos equipos poseen su propio identificador, de tal forma que se impide el uso de equipos robados en el sistema.

Los equipos móviles analógicos soportan el acceso a la red pública telefónica, mientras que los equipos digitales pueden proporcionar un mayor número de servicios tales como el envío de mensajes cortos y transmisión de datos.

#### **3.1.2. Estación Base Transmisora**

La estación base actúa como repetidor entre la parte fija de la red y la parte de radio, es decir, el transceptor de radio-base.

Sus funciones son:

- Acceso de los móviles a diferentes servicios
- Funciones de control y transmisión
- Envía la información de control como la voz comprimida por un canal de radio multiplexado
- Realiza la separación del tráfico de despacho y de acceso a la red pública telefónica
- Realiza mediciones de calidad de enlace radial, así como de traspaso de llamada
- Funciones de operación, mantenimiento y agente de administración

#### **3.1.3. Centro de Control de la Red**

En las redes digitales los elementos que integran todo su funcionamiento dependen de la tecnología utilizada, por lo cual se pueden unir todos estos elementos en lo que se denomina con Centro de Control de la Red.

De forma general a continuación, se describe el esquema de integración y operación del centro.

##### **3.1.3.1. Centro de Conmutación de Móviles. (MSC)**

Este Centro proporciona las funciones de conmutación de llamadas de despacho o de acceso a la red pública telefónica para que sean atendidas, en virtud de que a estos conmutadores se les proporcionan de manera inicial los datos necesarios para el tratamiento de los usuarios que solicitan alguna llamada, desde las tres bases de datos: el registro de usuarios locales, el registro de usuarios visitantes y el centro de verificación de autenticidad. Llamadas de interconexión. Administra los

procedimientos de traspaso de llamada durante el movimiento de un usuario de un área de cobertura a otra.

### **3.1.3.2. Registro de Usuarios Locales.(HLR)**

A fin de proporcionar servicios de interconexión, este registro valida y sigue a las unidades móviles, también almacena los datos relacionados con los usuarios, como sus identidades, capacidad de acceso, servicios a los que tiene acceso y servicios adicionales de interconexión telefónica, de igual manera, le proporciona a los centros de conmutación de móviles la información relativa a la ubicación del equipo móvil, a efecto de permitir que las llamadas entrantes se enruten inmediatamente, además de contener el centro de autenticación.

### **3.1.3.3. Registro de Usuarios Visitantes.(VLR)**

Almacena o suprime la información de los usuarios móviles cuando entran o salen de las áreas de cobertura, es decir, registra los datos de ubicación actual del equipo móvil. Este registro puede considerarse como una base de datos de usuarios dinámica, por los constantes cambios en los datos almacenados, esta información permite tener un acceso rápido durante el establecimiento de una llamada, es decir, monitorea o rastrea cada unidad móvil.

### **3.1.3.4. Centro de Verificación de Autenticidad.**

Almacena la información necesaria para proteger las comunicaciones a través de la interfaz aérea contra intrusos.

### **3.1.3.5. Procesador de Aplicaciones de Despacho.**

Es la unidad responsable de la coordinación y control global de los servicios de comunicación de vía radio o de despacho, por lo que mantiene y efectúa el seguimiento de la información de ubicación y movilidad de los usuarios. El cual está optimizado para soportar el rápido tiempo de respuesta requerido para tal servicio, que incluyen comunicaciones de grupo, comunicaciones privadas, alertas de llamadas, comunicaciones de emergencia, etc. Además proporciona las estadísticas de alarmas y funcionamiento para el centro de operaciones y mantenimiento.

### **3.1.3.6. Centro de Operaciones y Mantenimiento.**

Realiza las funciones de monitoreo y presentación de toda la información relativa a la red, al administrador de la misma, dicho monitoreo sólo se realiza en la parte de infraestructura fija de la red, todo lo relativo a la movilidad del usuario queda fuera, este proceso se realiza de manera remota mediante una red de paquetes X.25. Además este centro es el responsable de la administración de eventos / alarmas, administración de fallas y de seguridad.

### **3.1.3.7. Centro de Servicios de Mensajes Breves.**

Su función principal es el envío de mensajes cortos de hasta 140 caracteres a los equipos móviles por operador, mediante marcado de tono dual multifrecuencia (DTMF) desde un teléfono convencional por indicaciones de correo de voz. En caso de que el mensaje no se entregue a la unidad móvil el mensaje se almacena para cuando el móvil esté disponible.

## **3.2. ESQUEMAS DE ESTABLECIMIENTO DE COMUNICACIÓN**

### **3.2.1. Acceso a Flotillas**

Una red digital trunking cuenta con muchos usuarios cada uno con su propio conjunto de unidades por lo cual se pueden establecer diferentes comunicaciones como son:

- Sin acceso. El usuario no tiene la capacidad de comunicarse con todo su grupo, sólo se pueden comunicar con el despachador.
- Acceso a la flotilla a la que pertenece. La comunicación es posible sólo con los miembros de su grupo.
- Acceso a flotillas seleccionadas. Dependiendo de la programación del equipo móvil, éste podrá tener acceso a comunicarse con otros grupos o flotillas.
- Acceso a todas las flotillas. Usado comúnmente por los supervisores este tipo de acceso puede entablar comunicación con cualquier grupo perteneciente a la red privada.
- Acceso a flotillas de otras redes. Permite la comunicación a flotillas de otras redes.
- Acceso a llamadas de emergencia. El acceso a este tipo de llamadas es inmediato.

### **3.2.2. Acceso a la Red Pública Telefónica**

Dentro de la misma red trunking se puede establecer que una flotilla posea o no interconexión con la Red Pública Telefónica de tal forma, que existen tres modalidades:

- Sin acceso. Sólo se le permite realizar llamadas de despacho dentro de la red.
- Acceso únicamente a llamadas locales.
- Acceso a llamadas de larga distancia nacional.
- Acceso a llamadas de larga distancia internacional.

### **3.2.3. Tipos de Comunicaciones**

Dentro de la red trunking pueden establecerse diferentes tipos de comunicaciones dependiendo de la ubicación o movilidad de las MS o unidades móviles de tal forma que se muestran los siguientes casos:

- Ambos móviles se encuentran en el área de cobertura de la misma estación base.
- Ambos móviles se encuentran entre áreas de cobertura por dos estaciones base separadas.
- Comunicación de equipo móvil a estación base telefónica y viceversa.
- Comunicación de estación base telefónica a grupo móvil.
- Equipo móvil a grupo móvil.
- Equipo móvil a suscriptor de la red publica telefónica.

### **3.2.4. Restricciones en las Comunicaciones**

#### **3.2.4.1. Comunicaciones de grupo permitidas/ no permitidas.**

Los equipos móviles cuentan con un identificador único que permite controlar las unidades móviles para efectos de conocimiento y facturación, tales números son programados en la memoria de los equipos móviles, éste identificador permite dotar a cada unidad móvil de las capacidades que

el usuario requiera, ya que el administrador recibe la información pertinente por medio de este identificador y proporciona los servicios autorizados.

#### **3.2.4.2. Comunicaciones de emergencia permitidas / no permitidas.**

Se establece bajo el mismo procedimiento descrito anteriormente, es decir si las unidades móviles se encuentran habilitadas para establecer una comunicación de emergencia, se establecerá previa autorización de la misma.

#### **3.2.4.3. Comunicaciones de módem permitidas/ no permitidas.**

Este tipo de comunicaciones pueden ser controladas por el sistema sin ningún problema.

#### **3.2.4.4. Mensajes de datos permitidos / no permitidos.**

Se sigue el mismo procedimiento.

### **3.3. SECUENCIAS DE ESTABLECIMIENTO DE COMUNICACIONES**

#### **3.3.1. Radiocomunicación troncal con interconexión telefónica.**

Permite la conexión del sistema telefónico con una red trunking a través de una central telefónica.

#### **3.3.2. Llamada de una unidad móvil a línea telefónica pública.**

Después de una secuencia de encendido exitosa de la unidad móvil, el centro de conmutación de móviles recibe la petición de llamada y a su vez verifica la autenticidad de la unidad. Después de la verificación el centro de conmutación de móviles escoge una troncal de salida hacia la red telefónica pública. El centro de conmutación de móviles marca los dígitos de a la PSTN y da las instrucciones necesarias para conectar el canal, previamente elegido a la troncal asignada.

Cuando la supervisión de conmutación es recibida de la compañía telefónica, tal como la respuesta del abonado llamado o un tono de supervisión (puede ser un tono de ocupado), un mensaje de conexión es enviado del centro de conmutación de móviles a la unidad móvil habilitándola para recibir y transmitir voz.

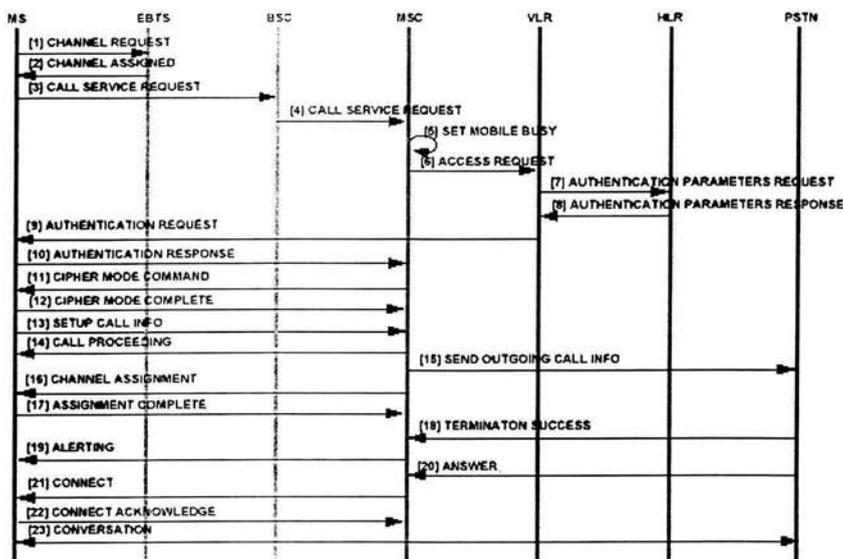


Figura 6. Procedimiento de interconexión de una unidad móvil a una línea telefónica pública.

### 3.3.3. Llamada de línea telefónica pública a unidad móvil.

Una llamada de una línea telefónica es recibida por el centro de conmutación de móviles a través de troncales vía señalización R2 o SS7. El MSC recupera la identificación grabada de la unidad móvil en el registro HLR y la información más reciente de la localización de la unidad en el registro VLR. El MSC enruta el mensaje al área más probable de localización de la unidad móvil.

Cuando la unidad móvil responde reconociendo el mensaje, el MSC reserva un enlace y requiere un canal de tráfico. La unidad móvil genera avisos audibles para informar de la llamada. Cuando el usuario descuelga, se envía al MSC un mensaje de conexión y se establece la comunicación. Si la unidad móvil se encuentra ocupada entonces el MSC envía un tono de ocupado al abonado que llama.

### 3.3.4. Secuencia de comunicación vía radio.

1. Se requiere la llamada mediante el botón push-to-talk. La petición se enruta hacia el Procesador de Aplicación de Despacho, el cual identifica el grupo al que pertenece y realiza un seguimiento de las áreas de localización actual de los miembros del grupo.
2. El DAP solicita la ubicación de la unidad móvil al área de localización de los miembros del grupo.
3. Los miembros del grupo responden con la localización sector célula actual.
4. El DAP da instrucciones a la estación base origen y al PD con información de enrutamiento de paquetes para los miembros del grupo.
5. Los paquetes de voz son recibidos por el PD, se hacen las copias necesarias y se distribuyen a las unidades finales.

### 3.4. COMPARACIÓN CON SISTEMAS CELULARES

#### 3.4.1. Comparación de acuerdo a los servicios proporcionados y características de los sistemas

Existen diferencias importantes entre estos dos tipos de sistemas lo cual implica un diseño aparentemente alejado de ambos.

**Llamadas de grupo.** Los usuarios de telefonía celular no requieren de éste tipo de servicios aunque, actualmente existen algunas facilidades para grupos de usuarios interesados en tener un servicio comparable. En el caso de trunking, éste servicio es el sustento del sistema por ofrecer muchas ventajas, deben existir facilidades para el establecimiento de este tipo de comunicaciones, incluyendo la entrada o salida en conversaciones de grupo y la posibilidad de ponerse en contacto con todos los usuarios en un momento determinado.

**Operación por medio de un despachador.** Muchos sistemas trunking poseen un despachador central para el control y monitoreo del sistema. En cambio en los sistemas celulares, no se necesita una operación semejante.

**Operación descentralizada.** En algunas ocasiones los sistemas trunking requieren trabajar en modo directo, es decir, cada unidad móvil se puede poner en contacto con otra unidad móvil directamente sin hacer uso de la infraestructura de red o de las estaciones base, lo cual resulta muy útil en caso de emergencia, en contraste, los sistemas celulares deben establecer todas sus comunicaciones a través de su infraestructura para permitir el control y la facturación.

**Establecimiento de llamada rápida.** Los sistemas celulares poseen un número de marcación y para establecer la llamada se requiere un tiempo de espera, lo cual puede tomar unas décimas de segundo dependiendo del destino de la llamada. En cambio, los sistemas trunking ofrecen la facilidad de que con sólo oprimir un botón se establece la comunicación lo cual se denomina: oprimir-para-hablar (push-to-talk), lo que no genera ningún retraso.

**Servicios suplementarios.** Se debe entender por servicios suplementarios o adicionales, aquellos servicios proporcionados por la comercializadora, aparte del servicio básico de comunicación. La versatilidad de estos servicios en los sistemas trunking es muy elevada, de tal forma que se adaptan a las necesidades del usuario. Dentro de estos servicios se encuentran la asignación de prioridades en las llamadas, monitoreo de llamadas, etc. Los operadores de telefonía celular poseen una amplia gama de servicios adicionales.

**Patrones de tráfico.** En los sistemas trunking las llamadas son de poca duración, pueden consistir en una o dos oraciones, lo cual, traducido en tiempo implica que los canales de radio son utilizados por 15 o 20 segundos, éste es el tiempo que un usuario tendría que esperar en caso de no conseguir un canal de comunicación libre. En los sistemas celulares la duración de las llamadas puede ser de 2 min. en promedio, por lo cual un usuario de este servicio tendría que esperar más tiempo para lograr establecer una llamada en caso de congestión en el sistema debido a que una mayor duración de las llamadas aumenta la probabilidad de que los canales estén más tiempo ocupados y genera mayor tráfico.

Otra diferencia entre los sistemas trunking y los celulares es el destino de las llamadas. La mayoría de las llamadas generadas en un sistema celular inician o terminan fuera de la red móvil, puesto que sólo un pequeño número de ellas se realizan de móvil a móvil. En los sistemas trunking la mayor parte de las llamadas se realizan a otros usuarios de la misma red, incluso puede resultar sobrestimada la facilidad para conectarse con otras redes.

**Capacidad.** Los operadores celulares poseen una parte de espectro radioeléctrico asignado, lo cual los obliga a sacar el máximo provecho maximizando el número de usuarios, para lo cual requiere más estaciones base, células pequeñas y reuso eficiente de frecuencias. Los sistemas trunking tienen menor tráfico debido a la corta duración de las llamadas, por lo cual la capacidad del sistema es mayor a la de los celulares. Los operadores de los sistemas trunking requieren minimizar los costos en infraestructura, de tal forma que pueden establecer células más espaciadas.

**Asignación de frecuencias.** En un sistema celular las frecuencias son planeadas a lo largo de toda la red. Este no es el caso de los sistemas trunking, donde las frecuencias son asignadas a los usuarios para áreas específicas, esto puede ocasionar que no exista coordinación entre usuarios de un área particular, lo que significa que un sistema trunking debe obedecer de forma estricta los límites de interferencia con respecto a las portadoras vecinas, mientras que los sistemas celulares pueden tolerar interferencia de portadoras adyacentes puesto que las células se planean de acuerdo a esto.

**Control, facturación y autenticación.** En un sistema celular el usuario es autenticado y facturado por cada llamada. En contraste con un sistema trunking el usuario es "libre" de usar el sistema a voluntad. El operador de trunking tiene que pagar por la infraestructura, lo cual significa un cargo fijo y no por llamada.

**Cobertura.** Un operador celular provee el servicio donde es económico y redituable hacerlo, es decir, donde existe mercado potencial para su servicio. Este operador normalmente se refiere a cobertura en términos de porcentaje de población y no en área geográfica cubierta. En cambio, mientras los sistemas celulares no son implementados por el alto costo de infraestructura adicional imposible de recuperar con el tráfico que se generará de forma extraordinaria, los operadores trunking no tienen la opción de dejar a determinados usuarios sin servicio, por lo cual tendrán que proveer capacidad adicional al sistema arriesgándose, incluso a ofrecer mayor cobertura que tráfico generado. Los operadores trunking usualmente requieren cobertura sobre áreas de operación predefinidas. Los usuarios de telefonía celular deben ser capaces de utilizar sus teléfonos en un área geográfica mucho mayor, incluso a nivel internacional. En algunos casos los usuarios de trunking pueden prescindir de dicha cobertura.

### 3.4.2. Comparación de acuerdo a la conveniencia de uso

En algunos casos un sistema trunking o de radiocomunicación especializada de flotillas, resulta menos costoso que la implementación de una red de telefonía celular, aunque es cierto que los avances en la telefonía celular permiten prestar casi los mismos servicios de valor agregado que en una red trunking, como todos los que actualmente tienen gran auge por ejemplo el envío de mensajes cortos y conexión a Internet para consulta de correo electrónico.

Probablemente en grandes ciudades la ventaja más evidente de los sistemas trunking sobre la telefonía celular consiste en las llamadas a grupo, lo que disminuye sustancialmente el costo de una llamada individual a cada miembro del grupo o flotilla, además la disponibilidad de contar con un canal de transmisión en horas pico es mayor que con un sistema celular, otra ventaja es el establecimiento de una llamada "automáticamente" sin necesidad de marcar un número telefónico relativamente largo, caso contrario a la comunicación entre celulares.

Además los sistemas trunking son una solución para comunicar poblaciones lejanas a los grandes centros urbanos, aprovechando que la densidad de población en las zonas rurales es, por lo general menor a 500 habitantes, lo cual hace que un sistema celular sea costoso ya que implica la

instalación de torres y equipos en cada celda, considerando que la cobertura de cada celda de telefonía celular es de aproximadamente 10 Km, se puede asumir que el número de celdas sería muy grande.

Otro aspecto que se debe considerar es que los equipos celulares son muy sofisticados entendiéndose por esto que son equipos de “empleo delicado” como para utilizarse en una zona urbana, por lo que, también en este sentido la comunicación rápida y sencilla que ofrece trunking es una ventaja puesto que los operadores de éste servicio poseen equipo de radio con características propias para estas zonas ya que soportan el polvo, la humedad o el uso rudo.

A continuación se presenta una tabla con las características que deben poseer los sistemas que se instalan en zonas con densidad de población alta o teledensidad y teledensidad baja.

<b>Teledensidad alta</b>	<b>Teledensidad baja</b>
Sitios de células de baja potencia múltiple	Estación base individual de alta potencia
Usualmente tecnología celular o PCS	FM de banda angosta
Equipo remoto de bajas frecuencias	Equipo remoto de potencia media o alta
Canales de alta capacidad	Banda angosta: canales de 25 kHz
Rango limitado	Rango más amplio

### 3.4.3. Comparación de acuerdo al nivel de usuarios de ambos sistemas

Desde el punto de vista de número de usuarios del sistema, criterio que permite evaluar el nivel de aceptación o eficiencia de los servicios que presta una concesionaria entre el público consumidor, se puede decir que desde la implementación del sistema de pago en telefonía móvil “el que llama paga”, el número de usuarios de éste sistema a nivel nacional creció de aproximadamente 4.2 millones a 11.3 millones a julio del 2000 lo que, sin duda, ha contribuido en forma importante al incremento de la teledensidad del país.

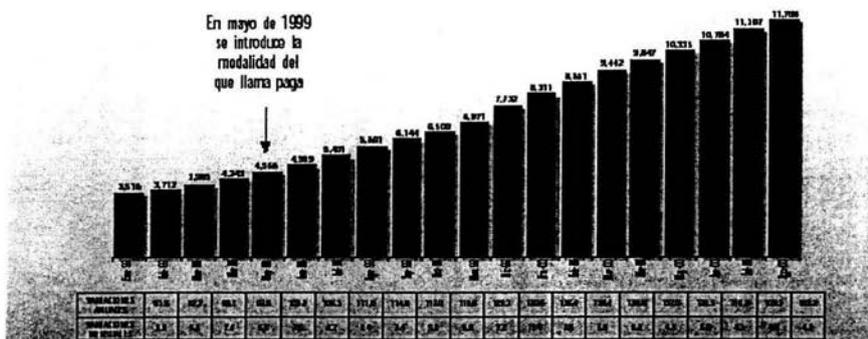
El número de suscriptores pasó de cerca de 572 mil en diciembre de 1994 a 11.8 millones en agosto de 2000. Se estimaba que para el cierre de ese año, esa cifra ascendería a 13.1 millones de usuarios en 204 localidades, 23 veces más de los que había a principios de 1995 y 69.7% superior con respecto al cierre de 1999. La penetración de este servicio se ha hecho patente en el crecimiento de la densidad de telefonía móvil la cual se situaba en diciembre de 1999 en ocho usuarios por cada 100 habitantes cifra que continúa en crecimiento.

#### Telefonía móvil

CONCEPTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 p/	SEP 2000
USUARIOS (MILES)	63.9	160.9	312.6	386.1	571.8	688.5	1,021.9	1,740.8	3,349.5	7,731.6	12,119.3
TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL		151.8	94.3	23.5	48.1	20.4	48.4	70.4	92.4	130.8	97.2
EMPRESAS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	12
CIUDADES CON SERVICIO	19	36	57	88	117	149	170	174	184	191	204
MINUTOS (MILLONES) %						1,150.0	1,241.3	101.2	2,761.6	5,151.2	6,815.0
TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL							7.9	-91.8	2,628.2	86.5	126.2

## Telefonía móvil

Miles de usuarios



Cabe destacar que la red de los concesionarios de este servicio que en el año 2000 atendía a 243 ciudades y rutas carreteras, comenzó a digitalizarse, lo que les permitirá ampliar la gama y calidad de servicios que se ofrecen mediante el aparato receptor.

De lo anterior se concluye que el servicio de telefonía celular ha tenido una gran aceptación dentro del mercado por lo cual sus cifras de crecimiento continúan en aumento de hasta el 100%, mientras que trunking sólo mantiene un crecimiento constante de aproximadamente el 40%, ésta cifra, aunque importante, puede ser indicador de una necesidad de mejoras en la comercialización y estrategias de promoción para ampliar su mercado.

### **3.4.3. Comparación de acuerdo a los elementos que conforman la Red**

#### **3.4.3.1. Arquitectura de una Red Celular**

La arquitectura GSM (se hablará de GSM pues ésta tecnología domina actualmente el mercado) distingue dos partes:

**BSS (Base Station Subsystem).** Denominado Subsistema de Estación Base está encargado de proporcionar y administrar la interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto de la red. El BSS consta de la Estación Base (BTS, Base Transceiver Station), que se encuentra en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz radio, y el controlador de Estaciones de Base (BSC, Base Station Controller), el cual está en contacto con las centrales de conmutación del NSS.

**NSS (Network and Switching Subsystem).** Denominado Subsistema de Red y Conmutación, está encargado de administrar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a las redes adecuadas o a otras estaciones móviles. Dentro del NSS, la función básica de conmutación se realiza en la MSC (Mobile Services Switching Center), cuya misión principal es coordinar el establecimiento de llamadas desde y hacia usuarios GSM. La MSC tiene interfaces con la BSS de un lado (a través de la cuál está en contacto con los usuarios GSM), y con las redes exteriores por otro. La interfaz con redes externas para comunicarse con usuarios fuera del GSM puede requerir un elemento de adaptación (IWF, Interworking Functions), cuya labor puede ser más o menos importante en función del tipo de información de usuario y de la red con la que se interconecte. Generalmente se utiliza para conectar la red GSM a las redes de datos.

La información de registro se almacena en dos lugares diferentes de la infraestructura:

**HLR.** Son las siglas de "Home Location Register" o base de datos que contiene toda la información pertinente del usuario para la provisión del servicio de telefonía móvil. Los sistemas de altas y bajas de los operadores actuarán comparando con esta base de datos para actualizar las características del servicio de cada cliente. También hay en el HLR información actualizada sobre la situación actual de sus móviles.

**VLR.** Corresponde a las siglas "Visitor Location Register" o base de datos que contiene toda la información del usuario necesaria para la provisión de los servicios durante la utilización de los mismos. El VLR tiene una copia de parte de los datos del HLR, referidos a aquellos clientes que se han registrado en la zona controlada por dicho VLR.

#### **ÁREA DE LOCALIZACIÓN**

Está formada por un conjunto de células, y determina el área donde se encuentra el móvil y también las células a través de las cuales se emitirá un mensaje de búsqueda para este móvil, en caso de llamadas entrantes al mismo.

## **REGISTRO**

Es el proceso mediante el cual un móvil comunica a la red que está disponible para realizar y recibir llamadas. La red, por su parte, llevará a cabo una serie de intercambios de información con sus bases de datos antes de permitir o "registrar" al móvil. Gracias a este registro, la red sabrá en cada momento dónde localizar dicho móvil en caso de tener una llamada entrante.

## **ROAMING**

Es la capacidad que ofrece una red móvil para poder registrarse en cualquier VLR de la red. Actualmente, este concepto está comúnmente asociado al registro de un móvil en una red distinta de la propia.

De lo anterior se observa que, de forma general, la arquitectura de una red de telefonía celular y la de una de radiocomunicación especializada de flotillas no difiere en elementos que la conforman, obviamente estos elementos reciben diferentes nombres dependiendo de la tecnología utilizada, pero la similitud es muy grande.

### **3.4.3.2. Subsistemas que forman una Red Celular**

#### **RADIO**

El subsistema de radio, es el que realiza el enlace entre las terminales móviles y las redes terrenas. El diseño de esta red es muy importante en la configuración de una red celular, y gran parte del éxito o fracaso de la calidad de una red pasa por la planificación adecuada de este subsistema.

#### **CONMUTACIÓN**

La conmutación o estructura de red es el subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación base a la que se conecta el móvil hasta su conexión con la red destino de la llamada (generalmente la red fija) o hacia otra estación base a la que se encuentra conectado otro móvil. Se incluyen dentro de los sistemas de red todas aquellas bases de datos que apoyan a las distintas funciones del sistema.

#### **TRANSMISIÓN**

Es la estructura de enlaces que soporta las comunicaciones entre los diversos elementos de red. Es un elemento importante en la planificación, dado que implica grandes costos de explotación, y al que no se presta la debida importancia por ser poco "llamativo" cuando se explican las funcionalidades y capacidades de una red celular. Este subsistema es común a cualquier red de telecomunicación.

#### **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Otro de los subsistemas importantes en una red celular es el subsistema de operación y mantenimiento. Suele quedar fuera de todos los planes de estudio, dado que el funcionamiento teórico de la red no necesita de este subsistema. No obstante, no sería posible mantener en un correcto funcionamiento una red de telecomunicaciones sin un sistema de operación y mantenimiento que permita detectar y corregir o, al menos, ayudar a corregir las posibles fallas que se producen a diario en cualquier red.

De la misma forma que con la arquitectura de red, comparando los subsistemas que conforman una red trunking y una de telefonía celular se pueden observar los mismos elementos, de tal forma que resulta conveniente que se enfatice en que ambas redes son capaces de prestar los

mismos servicios, sólo tendría que considerarse para cual de las dos resulta menos costoso en tiempo y en inversión prestar el servicio de la otra red.

### 3.4.4. Comparación de acuerdo a la Secuencia de Establecimiento de Llamada

#### 3.4.4.1. Secuencia de Establecimiento de Llamada en un Sistema Celular

Este proceso se realiza de acuerdo a lo siguiente:

1. El usuario abre el canal de comunicación al realizar el marcado de un número y oprimir la tecla SEND.
2. La estación móvil pasa ésta información a la MSC.
3. La MSC analiza la petición y comprueba si puede aceptarla. La aceptación depende de la capacidad de la MSC/VLR para proveer éste servicio (de forma compatible con la estación móvil que lo solicita), en las características de suscripción del cliente (determinado de forma local gracias a la información del cliente que el HLR envió a la MSC/VLR en el proceso de registro) y en la disponibilidad de recursos.
4. Si todos estos requisitos se cumplen, la MSC envía una notificación a la estación móvil de este evento y comienza el establecimiento de la llamada a través de la red.
5. Transcurrido un tiempo la MSC recibirá de la central a cargo de la persona llamada, información de la petición de la llamada realizada. Tal información puede indicar que la terminal de la persona llamada está siendo alertada, o que la llamada ha sido abortada por cualquier motivo (congestión, ocupado, no localizable).
6. Esta información es transferida al móvil llamante y en su caso la MSC aborta la llamada.
7. Cuando el usuario destino responde la llamada, la MSC recibe un mensaje indicándolo y se establece un camino de voz entre los dos usuarios. Entonces, la estación móvil interrumpe la indicación de llamada, responde a la red y establece el circuito a través de la interfaz radio.

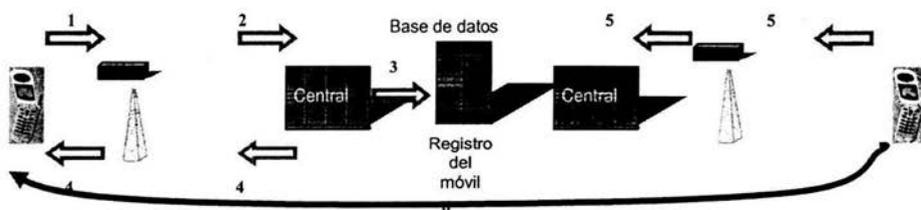


Figura 7. Secuencia establecimiento de llamada.

Este proceso es solamente para el establecimiento de la llamada, del otro lado, es decir, del lado del usuario llamado, se realiza un proceso similar, de tal forma que se define otra secuencia para lograr el establecimiento de una llamada pero desde el punto de vista de recepción de llamada.

1. La llamada enrutada desde la central llega a la MSC/VLR que está sirviendo en esos momentos al móvil, mediante consulta al HLR acerca de los datos de localización del móvil considerado.
2. Si el móvil no se encuentra ocupado, se "busca" a la estación móvil, es decir, ver si la estación móvil está en cobertura.

3. Si la estación móvil está en cobertura se le solicita que establezca un enlace de señalización con la MSC.
4. Terminada esta tarea se envía un mensaje a la estación móvil indicándole detalles de la llamada, tales como el tipo de servicio solicitado y el número del usuario llamante.
5. La estación móvil comprueba que pueda soportar el tipo de servicio solicitado, si no es capaz, abortará la llamada.
6. La estación móvil alerta al usuario con un timbre o señal de llamada, cuando ésta señal ha comenzado, se informa a la MSC la cual envía la información al usuario llamante.
7. El usuario móvil acepta la llamada cuando oprime la tecla correspondiente para contestar. En este punto, se establece la comunicación entre los usuarios.

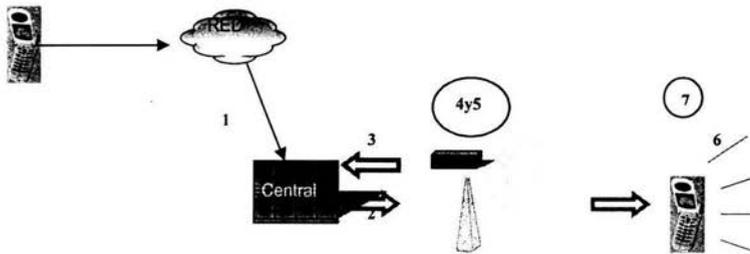


Figura 8. Secuencia del móvil recibiendo una llamada.

De la comparación de la secuencia de establecimiento de llamada vía radio (sistema trunking) y llamada entre teléfonos celulares, se puede observar que la comunicación vía radio parece ser más eficiente pues se necesitan menos pasos para lograrla. Si el establecimiento de una llamada entre usuarios del mismo sistema es un proceso relativamente largo, en el caso de telefonía celular, ésta extensión se conserva con el establecimiento de llamada con interconexión a la red pública telefónica.

Otra de las diferencias entre estos sistemas es la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan mejoras en los mismos.

### 3.4.5. Trunking y Telefonía Celular 3G

La introducción de la tecnología 3G en los sistemas de comunicaciones responde a una problemática que sin el desarrollo de esta tecnología no tendría solución. Dicha problemática consiste en una explotación, hasta el momento, apenas suficiente del espectro radioeléctrico y un limitado ancho de banda disponible para su explotación.

Por un lado, las redes móviles actuales sólo permiten prestar el servicio a un número determinado de usuarios, si se proyecta el aumento de la demanda en unos años, la congestión de las redes será evidente. Además las empresas no están en condiciones de soportar el aumento en el tráfico que seguramente acarreará la disminución por tarifas de interconexión y la sustitución del tráfico fijo por móvil. Por último, el desarrollo de nuevos servicios, donde la convergencia con Internet y el aumento de aplicaciones multimedia supondrá un aumento significativo de tráfico.

En la UIT se están llevando a cabo varios estudios que deben concluir con la estandarización de la futura familia de sistemas de comunicaciones móviles denominada IMT2000.

En Europa, varios organismos están trabajando en la definición de su propio estándar tecnológico, que deberá formar parte y, de ser posible, liderar la citada carrera hacia el IMT2000. El

nombre que se ha venido a dar a este nuevo sistema es UMTS, Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). América Latina mediante el organismo conocido como REGULATEL se encuentra discutiendo a este respecto, con un objetivo claro, lograr la Universalización de los servicios.

El UMTS será el sistema que lleve a las comunicaciones móviles hacia la nueva sociedad de la información. Proporcionará información, imágenes y gráficas directamente a los usuarios, además les proporcionará acceso a la próxima generación de servicios basados en la información. El UMTS es un sistema multimedia de banda ancha que soportará todo lo que actualmente puede ofrecer la tecnología, con o sin hilos.

Gracias a la política de liberalización de las telecomunicaciones en todo el mundo y, en particular, en la Unión Europea, se permitirá a un mismo operador ofrecer servicios móviles y fijos de telecomunicaciones. Estos cambios en el entorno regulatorio probablemente impondrán nuevos requisitos sobre la utilización del espectro.

La dimensión social del UMTS está bien establecida en términos de un incremento del poder adquisitivo, más facilidad para viajar, la migración rural, planes y horarios de trabajo flexibles y preocupación por la seguridad personal y de la familia. El cliente del siglo XXI requerirá principios y procedimientos de provisión de servicios independientemente de la tecnología empleada para ello.

Los operadores ya se están preparando para la convergencia de las redes móviles y fijas. De esta manera, se beneficiarán de una infraestructura, inteligencia de red, creación de servicios y facturación comunes, así como de la posibilidad de ofrecer numeración personal.

En este sistema no sólo se produce la importante convergencia entre servicios de red fija o móvil: se incorpora como base fundamental del diseño la convergencia entre servicios de telecomunicación y las tecnologías de la información.

En el caso particular de México la transición hacia la tecnología de tercera generación parece un camino largo y arduo que todavía no se encuentra preparado para asumir, como ejemplo se puede decir que la tecnología GSM (considerada como el paso anterior a 3G, es decir la generación 2.5) traída a México por Telcel se volvió una realidad en 2002, en contraste con Europa donde funciona desde 1991, la transición será lenta, de tal forma que la mayoría de los operadores de telefonía celular continuarán trabajando con TDMA.

#### **3.4.5.1. Conceptos básicos para soportar el UMTS**

Hay una serie de conceptos que marcan la diferencia entre los actuales sistemas de segunda generación, GSM, y el UMTS. Se presentan a continuación los más relevantes, que configuran en parte los requisitos de partida para el proceso de estandarización.

#### **VHE, VIRTUAL HOME ENVIRONMENT**

El VHE es un concepto de sistema que permite la portabilidad de servicios en el UMTS a través de las diferentes fronteras entre redes. Según este concepto, la red visitada emula para cada usuario particular las condiciones de su entorno de origen.

El concepto de VHE está propuesto como la base técnica para simplificar el manejo de los servicios por parte del usuario. Si se utilizan las terminales multimodo adecuadas, los usuarios podrán conectarse a redes de segunda y de tercera generación de forma directa.

### **INTERFAZ RADIO FLEXIBLE**

La utilización de terminales con interfaz aire programable, que cubra un amplio margen de variación en las redes IMT2000, facilitará la provisión de servicios cuando se esté en roaming, fuera del entorno local.

### **RELACIÓN ENTRE REDES FIJAS Y MÓVILES**

Hoy es ya evidente que los operadores de red futuros y los proveedores de servicio deberán ofrecer acceso a servicios de comunicación a través de redes fijas y móviles.

### **ALTA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN**

Relacionando con la integración de los sistemas de telecomunicación en el mundo de las tecnologías de la información, será necesario que los sistemas soporten la capacidad de transmitir información a altas velocidades, en forma simétrica o asimétrica, según sea la necesidad, procurando con ello una mejor utilización del espectro radioeléctrico

De acuerdo con el avance tecnológico se espera 3G en trunking, para lograr tal cosa Motorola se ha lanzado al desarrollo de Proyecto APCO25, cuyas características principales ya se mencionaron y lo cual representa la tercera generación en radiocomunicación especializada de flotillas.

Como se observa en éste capítulo la radiocomunicación especializada de flotillas es un servicio eficiente que compite directamente en todos los aspectos con la telefonía celular, muchas veces considerando este razonamiento las mismas empresas que proporcionan estos servicios han elaborado estrategias de mercadotecnia para llegar a sectores específicos del mercado con el fin de seguir aumentando el número de suscriptores y, de alguna forma repartiéndose sectores definidos por ejemplo: Nextel está enfocada a las empresas, al sector corporativo, Telcel se enfoca en el sector interesado en los servicios de valor agregado, Telefónica Móviles se dirige a los jóvenes y Iusacell comienza a definir su estrategia también enfocado a los empresarios.

## Capítulo 4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y REGULATORIA DE UNA RED TRUNKING

### 4.1. EVALUACIÓN REGULATORIA

Analizando la situación regulatoria actual en México se puede remitir a ejemplos claros que ofrezcan una visión general del panorama de la regulación de las telecomunicaciones en México, Estados Unidos y la Unión Europea. La aparición de las Telecomunicaciones y la actuación de los diferentes gobiernos por resolver el aspecto regulatorio enmarca el camino que actualmente se sigue hacia la liberalización y desregulación<sup>21</sup> del servicio<sup>22</sup>.

A nivel internacional la base fundamental de las telecomunicaciones es la telefonía fija y actualmente todos mantienen una lucha contra lo que fuera o es un monopolio, por lo cual se presenta un resumen de las diferentes medidas adoptadas con sólo un objetivo en común: la apertura del mercado a todos y para todos.

#### 4.1.1. México

Las telecomunicaciones en México comenzaron con un duopolio entre los únicos proveedores de servicios de telefonía que eran Ericsson y Alcatel, la concesión por parte del gobierno mexicano para la explotación de estos servicios se realizó sin ningún objetivo particular y sin el menor indicio de intento de regulación, a partir de múltiples manifestaciones por parte de los usuarios de estas empresas, pues ambas estaban en contra de la interconexión, por lo cual un usuario de Alcatel no podía comunicarse con uno de Ericsson, se comenzó a plantear la posibilidad de la "expropiación". En 1947, el gobierno del presidente Alemán forzó a Ericsson a vender gran parte de sus acciones a empresarios mexicanos, de igual forma convenció a Alcatel de hacer lo propio, finalmente se le solicitó a Ericsson que vendiera sus acciones restantes, lo que concluyó con el nacimiento de Teléfonos de México S.A. en 1958, Ericsson y Alcatel permanecieron como los únicos proveedores de equipo autorizados para abastecer a Telmex. Durante el periodo de 1950 a 1970, Telmex mantuvo un crecimiento constante. Fue hasta la crisis de 1982 donde se comenzaron a observar síntomas de ineficiencia, y con el temblor de 1985 se hizo latente la necesidad de cambiar antiguos mecanismos de operación por los modernos conmutadores, enrutadores y switches, para lo cual se necesitaba una importante inversión que el gobierno no tenía oportunidad

---

<sup>21</sup> Comúnmente se utiliza el término desregulación como sinónimo de liberalización, también se puede entender como una disminución en la participación del gobierno.

<sup>22</sup> 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, entre ellas las de telecomunicaciones. Las seis principales medidas implantadas para desregular y privatizar las telecomunicaciones, fueron las siguientes:

- 1) Liberalización del comercio de equipo terminal en noviembre de 1988. Se eliminó el requisito de autorización previa para la instalación y operación de los mismos.
- 2) Separación de las funciones de regulador y operador de servicios.
- 3) Introducción de competencia en servicios de telefonía celular, servicios de valor agregado y teleinformática. En noviembre de 1989 se invitó a la licitación para la instalación, operación y explotación comercial del servicio de telefonía móvil con tecnología celular a concesionarse por el término de 20 años, donde el componente de capital extranjero no podría ser mayor del 49%.
- 4) Reprivatización de Teléfonos de México en diciembre de 1990, cuyo proceso se había iniciado en septiembre de 1989.
- 5) Desincorporación de la Red Federal de Microondas en octubre 21 de 1990.
- 6) Promulgación del Reglamento de Telecomunicaciones el 19 de octubre de 1990.

de subsanar, así fue que se comenzó a analizar la privatización como recurso viable para dar solución a los problemas que aquejaban a la empresa, tales como infraestructura obsoleta, falta de recursos para la digitalización e incapacidad para cubrir la demanda telefónica nacional. Además el entorno mundial marcaba la necesidad de mejorar las telecomunicaciones nacionales pues, con la era de la digitalización en los 80's se reconoció a éstas como parte fundamental de la Economía, el aumento de servicios y actividades relacionadas con la transmisión de información provocó un cambio estructural importante en lo que hasta el momento se conocía como Economía, es decir, cambió el modo en el que se realizaban los negocios.

En 1989, el gobierno mexicano anunció la venta de Telmex a fin de garantizar el control del Estado en el sector de las Telecomunicaciones, actualizar el servicio de telefonía, asegurar los derechos de los trabajadores y asegurar el desarrollo y las investigaciones en este sector. La compañía se vendió en 1990 a Grupo Carso y a dos operadores telefónicos extranjeros Southwestern Bell y France Cable et Radio (una subsidiaria de Telecom Francia). A fin de asegurar que el control de la telefónica se mantendría en manos de mexicanos la Secretaría de Hacienda y Crédito Público diseñó un mecanismo bajo el cual los mexicanos tenían el control de la misma con el 10.4% de participación de ellos de la inversión total. Así comenzó lo que ahora se entiende como el monopolio más grande en este sector.

Una parte prioritaria en el proceso de privatización fue la regulación, ya que ésta sería la herramienta que permitiría por un lado, proteger las utilidades que el gobierno obtendría con la venta de la empresa y por el otro, establecería los lineamientos bajo los cuales los nuevos dueños actuarían.

En el caso de Telmex la Secretaría de Comunicaciones y Transportes fue la institución encargada de proteger los intereses de ambas partes, por lo cual en 1990 se publicaron las modificaciones al título de concesión otorgado a Telmex en 1976, estas modificaciones consistían en que Telmex se vendería como una sola empresa, a pesar de que hasta ese momento operaba a nivel regional, es decir, estaba compuesta por 19 subsidiarias, además se le garantizaba el monopolio en llamadas de larga distancia nacional e internacional hasta agosto de 1996, en 1997 Telmex permitiría la interconexión de otros operadores a su red para abrir el mercado a la competencia.

El inconveniente de ésta acción es que, al abrir el mercado de larga distancia internacional y nacional los operadores requieren interconexión a la red de telefonía local ya establecida, lo cual deriva en una conducta poco competitiva por parte de Telmex, pues las tarifas de interconexión que estableció a estos nuevos operadores son muy elevadas (hasta 1999 eran las más altas en el mundo) lo que impide ofrecer a los usuarios tarifas de larga distancia suficientemente atractivas para convencerlos de cambiar de proveedor de servicios, por lo que, Telmex está impidiendo el crecimiento de estas empresas y limitando las opciones de los usuarios a un solo proveedor, obviamente a Telmex mismo. Las autoridades sostienen que este elevado costo por interconexión es resultado del proceso de ajuste en las tarifas de servicio local y de larga distancia que todavía vive Telmex. A pesar de estas tarifas en 1997 comenzaron 7 nuevos operadores de larga distancia en el país a proporcionar sus servicios, al principio Telmex perdió el 50% del mercado pero un año después nuevamente poseía el 80% del mismo, no se puede determinar la razón de esto.

También se introducía el término de Red Pública Telefónica, el cual le daba libertad a Telmex de transmitir ya sea datos, voz, video o imágenes, sólo lo restringía en la participación en el mercado de la TV pues necesitaba autorización para manejar señales de Televisión y una tajante prohibición de formar parte de cualquier estación de radio o Televisión. A pesar de esto, en 1995 Telmex adquirió el 49% de las acciones que conforman Cablevisión, una subsidiaria de Televisa.

Para el servicio de Telefonía local las propuestas de servicio se presentaron desde 1994, entre ellas se encuentra la de Iusacell la cual consiste en proveer el servicio basado en tecnología inalámbrica, es de hecho un teléfono celular sin movilidad, esto es, sin roaming y sin traspaso de llamada entre células, a pesar de que Iusacell está lista para entrar al mercado con este nuevo servicio, las autoridades le negaron esta posibilidad argumentado que resulta técnicamente difícil la asignación de espectro radioeléctrico para estas aplicaciones y que éste servicio no se encuentra listo para comenzar la competencia pues las tarifas por el mismo no han terminado su proceso de ajuste.

Los servicios de telefonía celular y redes locales serían abiertos a la libre competencia de forma inmediata. Además Telmex quedaba en libertad de adquirir equipos de cualquier empresa, es decir, quedaba concluido el acuerdo con Ericsson y Alcatel, también se le requería a Telmex un crecimiento anual del 12% y estaba obligado a prestar el servicio en las zonas rurales con más de 5000 habitantes, conjuntamente debía implementar un sistema que monitoreara o asegurara la calidad del servicio y otro sistema que recibiera y solucionara las quejas emitidas por los usuarios. También se estableció que el costo del servicio no aumentaría durante el primer año, el segundo año aumentaría un 3% y así sucesivamente. Las tarifas que Telmex implementó se fijaron por consenso con la SHCP y con la SCT, las cuales estaban divididas conforme al tipo de servicio solicitado: renta, servicio medido, cargos por instalación, larga distancia nacional e internacional.

Telmex estableció un subsidio cruzado, es decir las tarifas establecidas por llamada internacional permitirían subsidiar las llamadas de larga distancia nacional lo que se tradujo en la tarifa por llamada internacional más alta a nivel mundial.

El objetivo principal de la regulación era el de asegurar que las utilidades obtenidas por Telmex con la explotación de la Red Pública Telefónica se reinvertieran en la modernización, el crecimiento y la expansión de su red a nivel nacional. Dicho objetivo se ha cumplido medianamente puesto que los precios por el servicio no son competitivos a nivel nacional y el monto de la inversión en la red de Telmex no es comparable con las utilidades obtenidas por los cargos de renta y tarifas que se pagan actualmente.

En 1987 la SCT anunció la desregulación del servicio de telefonía celular e invitaba a participar en las futuras licitaciones para servicios móviles. Previamente DIPSA y SOS (Servicio Digitalizado Secretarial) ambas subsidiarias de Telmex habían conseguido la concesión del servicio de teléfonos en los automóviles, pero no para servicios móviles, para comenzar con esta licitación y como una forma de evitar la competencia desleal el país se dividió en 9 regiones, en cada una de estas regiones operarían dos empresas de telefonía celular, pero se garantizaba que una de ellas sería DIPSA (cuyo nombre comercial es Telcel), de tal forma que con la concesión otorgada a DIPSA para operar en Tijuana y con la de IUSACELL para operar en la región 9 (D.F., Toluca, etc.) se comenzó la carrera por la explotación de este servicio, con una ventaja clara por parte de DIPSA pues contaba con la infraestructura de Telmex para su funcionamiento. Las licitaciones de este servicio terminaron en 1990.

#### **4.1.1.1 Reforma Institucional**

En 1989, se creó Telecomm como un organismo independiente cuya misión primordial era la de vigilar los intereses del gobierno y del proveedor de servicios, nació de la fusión de la Dirección General de Telecomunicaciones y Telégrafos. Estaba encargada de supervisar los servicios satelitales y de administrar la red de microondas nacional a fin de ofrecer competencia a Telmex hasta su privatización durante la cual Telmex compró la red. Durante los cinco años que siguieron a la privatización el único ente regulador a nivel nacional era la SCT, para continuar con

su función se emitió en 1995 la Ley Federal de Telecomunicaciones, la cual abrió el mercado de las telecomunicaciones a la libre competencia, establece que se debe contar con una concesión para explotar el espectro radioeléctrico la cual se obtiene mediante una licitación pública, además confirma la autoridad de la SCT en materia de otorgamiento de concesiones, licitaciones y para resolver controversias entre concesionarios, pero ésta ley no provee autonomía completa al organismo regulador. La última institución creada con las atribuciones para funcionar como organismo regulador es la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la cual opera en un ámbito restringido, pues la toma de decisiones no depende de esta Comisión sino de un organismo federal que es la SCT, “ esta falta de autonomía real y de poder limitado nos ha llevado a un proceso regulatorio lento e ineficiente”<sup>23</sup>. Paralelamente a la privatización de Telmex se creó la Comisión Federal de Competencia, cuya principal función era determinar la predominancia de alguna empresa en el campo de las telecomunicaciones, de acuerdo a esto y después de investigar sobre una conducta anticompetitiva de Telmex, en 1997, emitió una resolución sobre que Telmex era un monopolio en 5 mercados, larga distancia Nacional e Internacional, local, interconexión y reventa de servicios de larga distancia. La COFETEL en el año 2000, manifestó lo mismo, pero no se pudo realizar ninguna acción para terminar con dicho monopolio pues Telmex se encuentra amparado.

Actualmente se vive en la época de la convergencia tecnológica, en un principio se observaba a la telefonía y a las redes de datos o tecnología computacional como dos entes separados e independientes entre sí, con la digitalización la voz se puede tratar como datos con lo cual dio comienzo la convergencia tecnológica hacia ISDN, aquí radica la importancia de contar con un organismo regulador que cumpla con sus funciones pues todo el tráfico que se genere por transmisión de datos debe pasar por la Red Pública Telefónica (Telmex).

En México, el régimen actual limita la llegada de capitales extranjeros a la industria de telecomunicaciones, éste es un factor que debe considerarse pues en el pasado la protección a inversionistas mexicanos sólo ha servido para que se enriquezcan sin correr ningún riesgo en su inversión, además las compañías nacionales y extranjeras necesitan tener una certeza que esté sustentada en reglas y leyes claras y aplicables, por lo que es necesario que los procesos regulatorios de creación de las reglas de carácter general y la aplicación de la ley sean transparentes y eficientes.

Por lo cual se propone poner en funcionamiento el registro público de las telecomunicaciones, previsto por la Ley Federal de Telecomunicaciones, principalmente en los rubros de concesiones y convenios de interconexión, porque estos determinan el régimen jurídico al que se sujetan los operadores. Además, las resoluciones de la Comisión Federal de Telecomunicaciones deben ser públicas y se deben promover mecanismos de resolución de controversias entre las empresas, mediante un arbitraje obligatorio.

También es de primordial importancia revisar las facultades de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, para que se le otorgue autonomía o se le asignen facultades regulatorias específicas para evitar duplicidades con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, esta revisión debe centrarse en aspectos esenciales y eliminarse todos aquellos trámites, principalmente administrativos, que constituyan una carga y pérdida de tiempo para las empresas y las autoridades. También es necesario permitir la comercialización y la reventa de servicios de telecomunicaciones, ya que es el único camino para abrir por completo el mercado mexicano y evitar la discriminación de precios.

---

<sup>23</sup> Mariscal, Judith. [Un asunto pendiente]. *Unfinished Business*. Ed. Praeger. England, (2002).

En lo particular el desempeño de la COFETEL como organismo regulador es deficiente sobretodo en los aspectos clave para las Telecomunicaciones la competencia y la regulación.

#### **4.1.1.2. Competencia**

Desde la apertura a la competencia, muchas situaciones han permitido observar las debilidades de la COFETEL sobretodo en el diseño o implementación de algún tipo de regulación en lo relativo a rentas de interconexión, asegurar los niveles de calidad, evitar prácticas anticompetitivas por parte del operador de la red pública conmutada y en el establecimiento de un mecanismo eficiente para la asignación de tarifas evidenciando su debilidad institucional. Como prueba de ello es el hecho de que aunque la Comisión Federal de Competencia (Cofeco) declaró desde 1998 dominante a Telmex en cinco mercados relevantes: telefonía básica local, larga distancia nacional, larga distancia internacional, servicios de acceso o interconexión y transporte interurbano, y de llevar a cabo prácticas monopólicas, hasta la fecha no se ha podido aplicar ningún tipo de regulación asimétrica al operador dominante debido a que éste ha logrado que los tribunales cancelen la aplicación de todos los procesos que pretendía realizar la Cofetel para demostrar su dominio.

Los elementos más importantes de las Obligaciones del Operador Dominante se refieren a las tarifas, y son los siguientes:

- 1) Los precios para los servicios implicados siempre deberán ser mayores que los precios piso basado en «costos promedio totales». La propia Concesión señala que los precios para cualquier servicio deberán exceder el «costo incremental promedio»
- 2) Las obligaciones prohíben cualquier tarifa o paquete de tarifas que reduzca el margen de operación en un mercado competitivo, excepto como una respuesta defensiva a las tarifas de la competencia que representen un riesgo de pérdida de mercado. Este riesgo potencial está latente en cada estrategia de los rivales.
- 3) Los precios de los servicios (distintos de interconexión) que proporcione a otros operadores, estarán sujetos, por primera vez, a la aprobación previa de la Cofetel. La falta de flexibilidad de la Cofetel y las limitantes que le impone la actual legislación aún no han permitido llevar a cabo acciones que ya vienen siendo práctica habitual en los países desarrollados y muchos de los países en desarrollo, como la implantación del servicio de selección por prescripción del operador de larga distancia en telefonía fija (en la modalidad de prepago) o la de portabilidad de número telefónico. Un elemento que podría favorecer el proceso de competencia sería la aprobación a la desagregación del bucle (un tema que ha creado gran controversia en México).

Actualmente se discute en el Congreso una propuesta de ley por la cual la Cofetel sería la entidad encargada de hacer todos los estudios técnicos para que se determine un pago justo entre operadores y que no sólo quedase en costo incremental medio. Lo cierto es que la posibilidad de que Telmex subarriende su red es prácticamente nula a mediano plazo. Lo anterior, partiendo de la base de que la Cofetel no es coaccionada ni por los operadores ni por el Estado, y todos sus miembros trabajan para el cumplimiento de sus objetivos. De ser así, el sector en México estaría pasando de una situación en la cual la industria serviría como catapulta para acceder a un mundo globalizado para convertirse en factor de distanciamiento entre las economías.

#### **4.1.1.3. Regulación**

La Conferencia Parlamentaria de Telecomunicaciones (Conparte) del Senado de la República se ha dedicado al desarrollo del texto final de lo que será la Ley Federal de Telecomunicaciones que reformará el actual marco jurídico con el que se rige el sector. Este texto fortalecería la autonomía de la Comisión en el ejercicio de sus funciones y su independencia del

Estado, impondría mayores obligaciones de rendición de cuentas de sus funcionarios, trata temas de dominio y de regulación asimétrica, tarifas de interconexión, desagregación, administración del espectro, el proceso de renovación y otorgamiento de concesiones, ampliación de la cobertura social, penetración y conectividad y la definición de su ámbito de acción frente a la SCT. Estas reformas buscan el fomento y desarrollo de la competencia en beneficio de los consumidores y pretenden minimizar los daños que causa Telmex con su poder de mercado. La postura de buena parte de los legisladores es que el órgano regulador tenga plena autonomía en el manejo del espectro radioeléctrico, de las frecuencias de radio, televisión y telefonía, y tenga capacidad para imponer la regulación y en su caso, sanciones. La Cofetel se quedaría entonces como la administradora del espectro radioeléctrico (las frecuencias de paga) y la política del manejo del espectro y los asuntos internacionales recaerían sobre la SCT. La iniciativa propone límites al posible ejercicio de poder de mercado del interesado. Se contempla un capítulo de «empresa relevante» que sustituye al de dominio en el que se señala como dominante a toda aquella empresa que alcance 25% del mercado relevante y a la cual se le podrán aplicar controles específicos. Con la nueva ley se pretende eliminar (al menos minimizar) cualquier tipo de criterio vago que pudiera resultar generoso para el interesado (relativo al caso de prácticas anticompetitivas de Telmex). En lo referente a las inversiones, las iniciativas no proponen ninguna modificación al capítulo de la inversión extranjera en telefonía fija, en la actualidad limitado por la Ley Federal de Telecomunicaciones vigente al 49%. Telefónicas de larga distancia como Avantel han quedado al margen de la ley al estar 100 por 100 en manos de inversionistas extranjeros<sup>24</sup>.

#### **4.1.2. Aspecto Regulatorio de Otros Países**

##### **4.1.2.1. Estados Unidos**

La historia de las Telecomunicaciones en Estados Unidos comienza con la aparición en 1877 de la compañía Bell, en 1887 sacó del mercado a Western Union Telegraph Company, lo que le aseguró un monopolio relativo por los siguientes catorce años hasta que comenzaron a aparecer compañías independientes, a las cuales inhabilitó reclamando uso de sus patentes sin autorización, la única acción regulatoria en aquella época consistía en proteger las patentes registradas. En 1882 Bell compra a Western Electric (su proveedor de equipo) para evitar problemas de control de calidad y asegurar una uniformidad técnica, además crea una subsidiaria American Telephone and Telegraph Company en lo sucesivo AT&T para proveer los servicios de larga distancia.

En el periodo de 1894 a 1914 Bell sufrió una nueva crisis debido a la expiración de sus patentes, a lo que respondió adoptando una estrategia agresiva que consistió en comprar a sus competidores y en negar la conexión a su red hasta el punto que el mercado quedó dividido en dos campos, el mercado de Bell y el de sus competidores sin conexión entre ambos. A pesar de las incomodidades generadas por esta situación, la competencia permitió mayor penetración de los servicios en el mercado, después Bell empezó a vender la idea de que la solución a los problemas de interconexión se resolverían con un servicio universal el cual sólo podría ser proporcionado por un monopolio nacional regulado, lo cual consistiría en que sólo una empresa proporcionaría el servicio. Esta propuesta implicaba la aparición de una institución reguladora que se asegurara de establecer las estrategias necesarias para mantener tarifas bajas que permitieran que las líneas telefónicas estuvieran al alcance de todas las personas interesadas. La respuesta a la petición de un monopolio regulado llegó en 1913 con la firma del Acuerdo Kingsbury entre el Departamento de Justicia y, por supuesto AT&T. En dicho acuerdo AT&T se comprometía a dejar de adquirir a sus competidores directos, vendería a Western Union y permitiría la conexión a su red bajo ciertas condiciones todo

---

<sup>24</sup> Aguilar Barceló, José G. *El Estado Actual de las Telecomunicaciones en México: La Regulación que no llega*. ICE Infraestructuras: Transportes e Industrias de Red.(2003).

esto a cambio de la libertad de expandir su red al grado que considerase conveniente. El acuerdo Kingsbury permitió un aumento considerable de usuarios pues todos deseaban un sistema unificado.

En 1921 el Acta Willis-Graham permitió a AT&T comprar a sus competidores, lo cual aseguró un monopolio nacional sin regulación hasta la década de los 30's en la cual se promulgó el Acta de Comunicaciones de 1934, la cual creaba a la Comisión Federal de Comunicaciones cuyo objetivo primordial era el de supervisar tarifas, equipo y servicios, al fin se establecía como una autoridad regulatoria federal. El Acta también asumía a la telefonía como un monopolio natural necesitado de regulación para vigilar el interés público y que se debían fijar tarifas que permitieran poner al alcance de todos el servicio, aunque no establecía el método para lograrlo, uno de los métodos utilizados fue el de "valor del servicio" el que consistía en una tarifa del sistema y otra por el servicio, además algunos usuarios pagaban más que los otros, de tal forma que los empresarios pagaban más que los usuarios residentes de zonas urbanas, los cuales a su vez pagaban más que los usuarios de zonas rurales. Este sistema de cobro funcionaba solamente a nivel estatal, al salir de la jurisdicción correspondiente se enfrentaba el problema del cobro y repartición de las utilidades entre la autoridad regional y la nacional. Fue hasta la década de los 50's que se propuso el subsidio cruzado de tal forma que el 5% de las utilidades de las llamadas de larga distancia se utilizaba para subsidiar el servicio local, esta estrategia permitió un gran crecimiento y expansión durante los siguientes 30 años, en cambio, evitó la posibilidad de calcular el costo real por servicio provocando un monopolio de información pues sólo AT&T conocía estos datos por lo que fue duramente dañada la credibilidad como ente regulador de la FCC.

En 1959 inició el camino hacia la desregulación al permitir a particulares la explotación del espectro radioeléctrico de las bandas de 890MHz en adelante, obteniendo con ello la expansión de los servicios de microondas. En 1963, se creó Comunicaciones por Microondas, Inc. mejor conocido como MCI por sus siglas en inglés Microwave Communications, Inc. la cual solicitó permiso para operar enlaces con microondas de San Luis a Chicago y su reventa al sector de negocios. A pesar de la oposición de AT&T se le concedió el permiso estableciendo un precedente en la apertura del mercado y pronto AT&T perdería el monopolio en otros ámbitos como en satélites. En 1956 se prohibió la entrada de AT&T en el mercado de la computación a fin de establecer límites entre las tecnologías de las comunicaciones y de las computadoras. Computer Inquiry de 1966 establece la diferencia entre la transmisión de información y el procesamiento de la misma. En 1976 este acuerdo probó la impracticabilidad del principio de separación entre ambas tecnologías, además estableció una nueva diferencia entre la transmisión básica aplicada a carriers comunes con los servicios enriquecidos con la adición de procesamiento por computadora a la información enviada a través de la red de telecomunicaciones. Esta separación entre los proveedores del servicio básico y los servicios enriquecidos evitaba el establecimiento de subsidios cruzados. En 1982 la modificación en el juicio final de USA vs. AT&T establecía que AT&T debía dividirse en 7 compañías que proveerían el servicio local por regiones, cada una de las cuales permanecería como un monopolio regulado y tendría prohibido participar en la producción de equipo y en los servicios de valor agregado pero podía participar para proveer el servicio de larga distancia y otros servicios. El cambio vertiginoso en la tecnología provocó que tal acuerdo quedara obsoleto pues actualmente resulta muy difícil para los organismos reguladores mantener límites entre servicios. Los operadores de larga distancia adquirieron operadores de televisión y de telefonía celular, con el propósito de crear redes que se orientaran a la convergencia tecnológica. En 1994 se inició un proceso legal para derogar el acuerdo que imponía a las 7 subsidiarias de AT&T.

Actualmente las Telecomunicaciones de Estados Unidos se encuentran reguladas con el Acta de Telecomunicaciones de 1996, este documento es sin lugar a dudas la enmienda más importante al estatuto regulatorio vigente desde 1934. Su principal característica es el carácter procompetitivo y desregulatorio, que tiene como objetivo primordial el abrir definitivamente a la

competencia el mercado local y de larga distancia. Así mismo se pretende con este reciente texto eliminar la ambigüedad inherente en un sistema regulatorio definido hace más de sesenta años, cuando aún no existían ni la televisión por cable ni la telefonía móvil.

Esta reforma del acta era, sin lugar a dudas un paso necesario dado el extraordinario crecimiento observado en las compañías de telecomunicaciones en la última década. Existían demasiadas restricciones y barreras artificiales que impedían la entrada de nuevas empresas en el lucrativo sector de las telecomunicaciones. Estas limitaciones servían dudosamente al interés público mediante el control de las actividades anticompetitivas de los monopolios. Nuevos operadores interesados, así como nuevas tecnologías y aplicaciones, llevaron al Congreso a la decisión de eliminar la mayor parte de estas restricciones. Por fin, y tras casi 100 años de monopolio, parece posible la existencia de una multiplicidad real de ofertas en el mercado de telefonía local.

Las compañías de telefonía local, a cambio de permitir que sus competidores utilicen su red local existente conseguirán, entre otros, la posibilidad de entrar de lleno en el mercado de larga distancia, televisión por cable, y fabricación de equipos. Así mismo, las compañías de telefonía de larga distancia y las de televisión por cable podrán ofrecer servicio telefónico local directamente a los usuarios. A pesar de todo, lo realmente importante no es lo que obtendrán estas compañías, sino el beneficio que supondrá para los usuarios: multitud de opciones, nuevos servicios, y, supuestamente reducción de precios. Ante este nuevo ambiente competitivo, las compañías de telecomunicaciones están uniendo sus esfuerzos, anunciando alianzas como las de MCI y BT, Bell Atlantic y Nynex SBC y Pacific Telesis, USWest y Continental Cablevision, etc.

Las reacciones al Acta de 1996 no se han hecho esperar. AT&T presentó el año pasado su solicitud para ofrecer servicio telefónico local en todos y cada uno de los 50 estados y argumenta que ya está preparada para ofrecer dicho servicio en algunas áreas de Michigan. También está llevando a cabo una serie de pruebas para ofrecer servicio telefónico local en California y planea iniciar este año una serie de pruebas para ofrecer servicio local en Chicago utilizando nuevas técnicas de bucle de abonado móvil MCI, por otro lado, ofrece en la actualidad servicio telefónico en 13 mercados locales. Cox Communications, una compañía de televisión por cable, también está realizando pruebas para ofrecer servicio telefónico local en 25 hogares de San Diego, California. Ameritech presentó el 2 de enero de este año, una solicitud ante la FCC para poder ofrecer servicio telefónico de larga distancia en Michigan. Algunos de sus potenciales competidores como AT&T argumentan que Ameritech aún no cumple con los catorce requisitos necesarios para que pueda entrar en el mercado de larga distancia entre los que figuran: posibilidad de interconexión; acceso no discriminatorio, portabilidad de números (posibilidad de mantener el mismo número y la misma calidad al cambiar de portador), y paridad de marcación (ausencia de códigos de acceso). A pesar de que la FCC ha denegado recientemente la petición de Ameritech se esperan en los próximos meses numerosas peticiones de RBOCS (Regional Bell Operating Companies) para ofrecer servicio de larga distancia en sus regiones de servicio. Por otro lado Bell South, que ofrece servicios de comunicaciones a más de 25 millones de personas en 17 países, ya ha firmado con tratos con más de 28 compañías para compartir su mercado local. No cabe duda que Bell South, al igual que muchos otros, está ya preparando el camino para una futura entrada en los servicios de larga distancia.

#### **4.1.2.2. La Unión Europea Y Estados Unidos**

Ambas entidades poseen similitudes en cuanto a regulación de tal forma que ambas sufren de una regulación dual, es decir, poseen un organismo regulatorio a nivel estatal y otro a nivel federal por lo que la búsqueda de un organismo centralizado regulador que realice las dos metas

fundamentales de las telecomunicaciones que son la liberalización y la promoción de infraestructura integrada es un común denominador de estas entidades.

En Europa el debate se centra en la interpretación del término subsidio y en asignar los roles apropiados a los estados miembros de la Comisión Europea (EC), en Estados Unidos el tema principal es el conflicto entre las comisiones regulatorias estatales y la FCC. En el caso de los Estados Unidos, la debilidad del organismo federal a favor de los organismos estatales favorece a los proveedores de servicios y, en el caso de Europa a favor de las organizaciones de telecomunicaciones incrementa los costos de implementación pro competencia, por lo cual se requiere regulación centralizada en las áreas de interconexión, precio y políticas de licitaciones. El reto es pasar de un monopolio regulado a un ambiente de competencia en el mercado con el mismo nivel para los nuevos participantes y para los antiguos monopolios, para crear este nivel se requiere eliminar barreras económicas y de regulación. Una ventaja de pasar a un organismo centralizado sería facilitar el proceso de desregulación ya que si se procede de lado contrario, es decir eliminando los organismos federales se correría el riesgo de llegar a una desregulación asimétrica entre las entidades con regulación local.

En Estados Unidos la capacidad de la FCC para cumplir su papel ha sido duramente cuestionada, mientras que en la Unión Europea no existe un organismo regulador que dirija como un solo ente a todas las entidades involucradas y crear uno en las condiciones políticas actuales resultaría muy difícil.

#### **4.1.2.3 Regulación Dual En La Union Europea.**

En Europa las telecomunicaciones eran reguladas exclusivamente por el estado miembro hasta los años 80's. La Comisión aplicó su política de Telecomunicaciones por primera vez en 1985 y en 1987 presentó una propuesta para la futura regulación y la liberalización del sector de Telecomunicaciones, la política de regulación ha sido llevada por varios representantes de los países que conforman la Unión Europea. Las instituciones de la UE establecidas para tal objetivo son:

##### **La Comisión Europea-Dirección General IV**

Es responsable de la política de competencia. Es el arquitecto principal de la política de liberalización en telecomunicaciones.

##### **La Comisión Europea-Dirección General XII**

##### **(Telecomunicaciones, Información de Mercado e Investigación sobre su Explotación)**

Es responsable de la investigación y desarrollo de programas en Telecomunicaciones y medidas para la estandarización.

##### **Consejo De La Unión Europea**

El Consejo de Ministros está conformado por Ministros de los estados miembros que son responsables de la política en Telecomunicaciones y además, representan los intereses de los estados miembros. La Comisión depende directamente de las medidas tomadas por el Consejo, de tal forma que se han bloqueado propuestas importantes relativas a la liberalización del mercado, la política para dar licencias de prestación de servicios y algunas más debido a la opinión negativa expresada de países miembros conservadores.

##### **Estados Miembros**

El objetivo central de los estados miembros es controlar el ambiente regulatorio nacional y el mercado.

De esta forma está compuesto el organismo encargado de establecer las bases bajo las cuales se ofrecerán los servicios de Telecomunicaciones en Europa, buscando la construcción de un organismo centralizado.

### **Normas Vigentes**

De forma particular se puede hablar de las normas establecidas para el servicio de radiolocalización especializada de flotillas. De acuerdo a lo expuesto anteriormente la instalación de redes SMREF queda sujeta a lo establecido en el proyecto de norma oficial mexicana NOM-084-SCT1-1993 relativa a la instalación y operación de estaciones destinadas al servicio móvil de radiocomunicación especializada de flotillas.

El contenido de dicho proyecto está formado por:

CAPITULO 1	ALCANCE Y CAMPO DE APLICACION
CAPITULO 2	REFERENCIAS
CAPITULO 3	DEFINICIONES ABREVIATURAS Y SIMBOLOS
CAPITULO 4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CAPITULO 5	OPERATIVIDAD Y METODOS DE PRUEBA

Del capítulo 1 queda claro que dicho proyecto tiene vigencia en el ámbito nacional y que no regula lo relativo a calidad de los equipos.

Del capítulo 2 es importante mencionar que para la elaboración de dicho proyecto se consideró el reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (edición 1990), además de otros documentos de carácter internacional que permiten observar la importancia de que las normas nacionales cumplan con lo acordado internacionalmente.

El capítulo 4 define claramente la banda de frecuencias autorizada para la prestación de este servicio, dicha banda está dividida en grupos y bloques. Además establece los parámetros técnicos que deben cumplir los equipos que conforman la red.

El capítulo 5 define lo relativo a los métodos o pasos a seguir a fin de asegurar el cumplimiento del área de cobertura, el cual contiene cálculos de potencia radiada aparente, perfiles topográficos y tabla de predicciones. La corroboración de dicha información o la aplicación de estos métodos de pruebas la llevan a cabo peritos de pruebas de la COFETEL, debidamente autorizados y capacitados.

De lo anterior se puede observar, considerando que este proyecto es el único existente para regular este tipo de servicio, varias deficiencias o casos no considerados en esta norma, entre los que se encuentran:

No muestra la forma en que se debe medir la cantidad de tráfico que puede soportar una red SMREF por lo cual no se puede medir la capacidad de la misma para soportar a un número de usuarios con o sin acceso a la Red Pública Telefónica, lo que se traduce en una incapacidad para definir el GOS al que se tienen que sujetar tales redes.

Tampoco define los parámetros a los que se tiene que someter una red SMREF para proporcionar cierto grado de calidad de voz, por lo que no se puede establecer un método de calificación a dichas redes para evaluar la calidad de voz.

Este proyecto sólo establece las características necesarias para el equipo que conforma la red en la instalación de la misma, con el tiempo el equipo sufre deterioros y no hay forma u obligación de los concesionarios de informar su plan de mantenimiento.

Otro aspecto importante es que no existe alguna regulación sobre la migración de redes analógicas a digitales, a pesar de la ausencia de un documento regulatorio respecto a éste caso, actualmente se puede decir que las redes de radiocomunicación especializada de flotillas analógicas han terminado su migración a las redes digitales, por lo cual ya no se necesita regular.

El proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-084-SCT1-2001 "Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Especificaciones técnicas de los equipos transmisores destinados al servicio de radiocomunicación especializada de flotillas" está destinado al funcionamiento de los equipos que conforman una red trunking dentro de las especificaciones señaladas (valores establecidos) como potencia de salida del transmisor, frecuencia central de operación del transmisor, emisiones no esenciales y ancho de banda. Dicha norma al establecer los valores de estas características permite el buen funcionamiento de dichas redes evitando interferencias y otros problemas, pero esto no es suficiente pues no se incluyen especificaciones en cuanto a la operación de la red.

## **4.2. EVALUACION TÉCNICA**

Con el fin de subsanar estas deficiencias en la operación de la red, se podrían fijar los parámetros mínimos de calidad que deben cumplir los concesionarios de una red trunking, para lo cual se presenta un pequeño análisis de las obligaciones adquiridas al ser poseedores de un título de concesión el cual permite la prestación de este servicio y se proponen, de forma general, algunas soluciones.

La Comisión Federal de Telecomunicaciones es el organismo encargado de verificar y supervisar el cumplimiento de lo estipulado en los títulos de concesión para los prestadores de éste servicio.

### **4.2.1. Niveles de señal (servicio)**

De acuerdo a lo establecido en los títulos de concesión la vigilancia estricta de los niveles de señal que mantiene este servicio fuera del área de cobertura otorgada permite la convivencia pacífica entre diversos concesionarios limitando la interferencia en áreas colindantes.

Para evitar la interferencia entre señales se requiere utilizar equipo homologado, lo cual asegurará la restricción en los niveles de radiación y por consiguiente disminuirá la posibilidad de interferencias.

A fin de asegurar que el equipo utilizado en la red de telecomunicaciones propiedad del concesionario esté adecuadamente homologado se le requiere al concesionario presentar los certificados de homologación correspondientes, tanto en lo referente a estaciones de transmisión como en el equipo terminal utilizado en toda su red.

Lo anterior permitirá manejar niveles de señal adecuados al área de cobertura concesionada y las regiones circundantes.

Además se le deben solicitar al concesionario los patrones de radiación de las antenas que componen su red, a fin de asegurar que sólo irradian dentro de su área concesionada.

#### **4.2.2. Administración de eventos / alarmas**

El concesionario ya sea de un sistema analógico o digital debe contar con un sistema de alarmas que le permita monitorear el funcionamiento de su red a fin de asegurar la prestación del servicio en todas y cada una de las partes que componen la misma. Para lo cual debe entregar un informe detallado de su sistema de alarmas el cual contendrá información sobre la prioridad de sus alarmas, el evento que las activa y los diferentes tipos de alarmas utilizados en su sistema.

También deberá entregar un diagrama de bloques que indique el seguimiento realizado a cada tipo de alarma activado, tiempo de atención y falla que lo ocasiona, así como una sugerencia para evitar próximas interrupciones.

#### **4.2.3. Supervisión de tráfico de radio y de interconexión**

El concesionario debe presentar la arquitectura de su red mostrando un diagrama de bloques que muestre el establecimiento de comunicación entre dos usuarios terminales, debe exponer toda la ruta de comunicación y se debe mostrar, en caso de existir, la interconexión con la red pública de comunicaciones.

#### **4.2.4. Operación, mantenimiento y agentes de administración**

Para asegurar la continuidad del servicio concesionado, deben presentar las listas de procedimientos y mantenimiento de su red.

#### **4.2.5. Calidad del servicio**

Con relación a este tema, se considera que para el servicio trunking, éste se debe ofrecer a los usuarios con los requisitos suficientes para que se catalogue de buena calidad, a este respecto se debe tener en cuenta que la calidad del servicio se debe dimensionar en función de la capacidad de acceso y la capacidad de uso. La primera es la posibilidad que tiene el usuario para obtener un canal de transmisión libre cuando desea establecer una comunicación. La segunda hace referencia a la versatilidad de la red. Es importante mencionar, que el servicio de telefonía alámbrica ofrece suficiente redundancia a los abonados en la transmisión, conmutación y equipo de control. La mayoría de estos sistemas ofrecen un 98% de acceso, incluso en las horas más problemáticas, o bien, en las horas pico.

La capacidad de acceso es equivalente a la capacidad que tiene la red para soportar el suficiente tráfico en las horas pico, para esto se realiza el cálculo correspondiente al tráfico, en el que se toman en cuenta parámetros como el número de canales que se tienen disponibles, el número máximo de usuarios en una hora, el tiempo promedio que hacen uso de la red en una hora, la característica de los equipos en cuanto a si son sistemas de espera, (es decir, que tienen la capacidad de formar colas), o bien, si son sistemas de bloque (aquellos que rechazan a los usuarios cuando todos los canales están ocupados); ya que de estos sistemas se hace la elección de las gráficas de Erlang B o Erlang C, respectivamente.

El resultado debe proporcionar un grado de servicio aceptable, que permita a la gran mayoría de los usuarios tener acceso a los canales en las horas pico, considerando que las redes de telefonía celular establecen un grado de servicio del 2%, es decir, 2 de cada 100 llamadas son bloqueadas; para las redes digitales trunking se debe proponer un grado de servicio mínimo aceptable de 2% para comunicaciones de acceso a la red pública telefónica; ahora bien, respecto a las comunicaciones de despacho o de conexión directa (trunking) no se tiene un parámetro definido,

pero considerando la característica estadística que tienen estas redes y por los avances tecnológicos introducidos, tendría que ser equivalente a las llamadas de acceso a la red pública telefónica.

El esquema antes señalado, se realiza desde el punto de vista de la implementación y dimensionamiento de la red. Sin embargo, se debe considerar la calidad desde el punto de vista del usuario, que permita comprobar si realmente el cálculo de tráfico y grado de servicio son adecuados, para lo cual se deben realizar mediciones aleatorias de procesamiento de comunicaciones, que vinculan la cantidad y calidad de llamadas realizadas por el usuario en los diversos tipos de servicios, por lo que sería conveniente definir un plan de monitoreo en el que se deban considerar al menos los siguientes factores:

- La demanda del servicio, es decir, realizar las mediciones en zonas en donde se tenga mayor número de usuarios que atender.
- Aunque los intentos de llamadas pueden realizarse a una hora aleatoria, es preferible realizarlos en las horas pico.
- Para considerar las mediciones, éstas se deben realizar en condiciones normales de operación tanto del equipo terminal móvil como de las estaciones base y demás equipos involucrados, situación que en todo caso, debe estar solventada por los programas de mantenimiento y alarmas que instale el concesionario. No obstante, se deben omitir aquellos casos en los que se presenten problemas en la red por situaciones fortuitas o de fuerza mayor, así como los casos en que las condiciones meteorológicas sean anormales y que puedan afectar de manera significativa la propagación de las ondas electromagnéticas.
- Realizar los intentos de llamadas, dentro del área de cobertura, pero a diferentes distancias y posiciones de la estación base. Es conveniente mencionar, que en los sistemas celulares, la cobertura o frontera celular, se describe como la zona en la cual el 90% de los usuarios experimentan una relación de portadora / interferencia de al menos 23 dB.
- Asimismo, verificar que en el establecimiento de una comunicación, se pueda constatar que el cambio de una célula a otra (handover), se realice correctamente.
- Realizar los intentos de llamadas bajo todos los esquemas en los cuales se puede establecer una comunicación en las redes analógicas y digitales trunking.
- Como observación, una llamada celular tarda en establecerse cerca de 10 segundos, mientras que el sistema de despacho puede establecer llamadas en 1 segundo, sin embargo en sentido estricto debería ser menor a 300 ms.
- Llevar una bitácora que incluya los datos antes mencionados, con el objeto de identificar las posibles fallas de manera detallada.
- Se debe establecer una metodología estadística para obtener los valores de comunicaciones concluidas.
- Los resultados obtenidos en estas mediciones se deben aproximar a los cálculos de tráfico y de grado de servicio.

Por lo que hace al tiempo para establecer la llamada de voz, ésta debe ser menor a 300 ms, mientras que en la llamada de datos para conmutación de circuitos debe ser menor a 300 ms y transmisión de paquetes menor a 2 s.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Rey, Eugenio, "*Telecomunicaciones Móviles*". Ed. Alfaomega-Marcombo, 2ª edición, Barcelona, España, 1999, pp. 105.

Otros estándares mínimos de calidad que se pueden considerar, que son presentados por algunos concesionarios de trunking son los siguientes:

<b>Número de usuarios por canal</b>	<b>100</b>
Tiempo de espera de una llamada	6 s
Tiempo promedio de duración de la llamada	30 s

En conclusión, los aspectos que se podrían incluir en lo que se denominaría *el sistema de medición y control de calidad del servicio y sus respectivos estándares de calidad para trunking*, son los siguientes:

1. Desde el punto de vista de la red:
  - Cálculos de tráfico en Erlang B y Erlang C, según sea el caso.
  - Grado de servicio para comunicaciones de despacho y de acceso a la red pública telefónica.
  
1. Desde el punto de vista del usuario:
  - Descripción del plan de monitoreo de la calidad del servicio.
  - Metodología estadística que analice los resultados del plan de monitoreo.
  - Estándares mínimos de calidad (se pueden aplicar los resultados del plan de monitoreo y las tablas presentadas por los concesionarios).

Para determinar la calidad del servicio se utiliza la unidad de intensidad de tráfico o Erlang (E) la cual representa el uso continuo de un canal de voz. El GOS o grado de servicio es la capacidad de un usuario de acceder a un sistema troncal durante las horas de congestión basándose en la probabilidad de que una llamada sea bloqueada o que presente un retardo mayor a un valor determinado este parámetro nos permite observar la eficiencia del sistema, para calcular ésta capacidad se debe utilizar la fórmula siguiente:

$$GOS = \frac{A^c}{C!} \frac{1}{\sum_{K=0}^c \frac{A^K}{K!}}$$

Esta fórmula es aplicable a un sistema donde el usuario hace la llamada y al no ser atendido debido a que no hay canales disponibles, la llamada es bloqueada.

Las variables implicadas son:

A. Intensidad de tráfico en todo el sistema en segundos. La cual se obtiene tomando en consideración que la intensidad de tráfico ofrecida por cada usuario es  $a = \mu H$  donde H es la duración de una llamada, y  $\mu$  es el número de llamadas promedio por unidad de tiempo. De tal forma que  $A = Ua$  donde U es el número de usuarios.

C. Número total de canales expresados en Er.

Las capacidades de un sistema de radio entroncado donde las llamadas bloqueadas son perdidas, se presentan a continuación:

NUMERO DE CANALES C	CAPACIDAD (ERLANGS) PARA GOS:			
	= 0.01	=0.005	=0.002	=0.001
2	0.153	0.105	0.065	0.046
4	0.869	0.701	0.535	0.439
5	1.36	1.13	0.900	0.762
10	4.46	3.96	3.43	3.09
20	12.0	11.1	10.1	9.41
24	15.3	14.2	13.0	12.2
40	29.0	27.3	25.7	24.5
70	56.1	53.7	51.0	49.2
100	84.1	80.9	77.4	75.2

Para los sistemas en los que el usuario llama y todos los canales están ocupados y su llamada es puesta en espera o en cola se utiliza Erlang C, de tal forma:

$$GOS = \frac{A^C}{A^C + C! \left(1 - \frac{A}{C}\right) \sum_{K=0}^{C-1} \frac{A^K}{K!}}$$

En donde:

- A. Intensidad de tráfico de todo el sistema
- C. Número de canales

Conociendo esta probabilidad se puede determinar la eficiencia del sistema, la cual es una medida del número de usuarios que pueden trabajar con un grado de servicio determinado por el concesionario con un número de canales fijos determinado.

La comunicación telefónica es la versión alámbrica del trunking. La selección de canales y otras decisiones normalmente hechas por usuario, son realizadas por el controlador central. La asignación de canales es automática y completamente transparente a los usuarios. Con trunking, todos los usuarios no necesitan compartir un canal de RF común ni competir tiempo al aire.

El uso de Erlang B y Erlang C para determinar la calidad del servicio que se está proporcionando sólo corresponde a un número ya conocido de canales de comunicación, este número de canales es difícil de determinarse, ya que este depende del ancho de banda utilizado y el número de usuarios que reciben el servicio por lo cual se le debe solicitar al concesionario información estadística de tráfico en su red, información que debe ser controlada diaria, semanal y mensualmente, a fin de determinar, el número de peticiones de servicio que recibe y su capacidad para atender dichas peticiones, considerando el grado de servicio o calidad del servicio que el concesionario pretende proporcionar.

A fin de realizar un mejor análisis de este punto, se debe contar con el plan de frecuencias asignadas a cada concesionario y con un informe de las normas internacionales con las que cumple su red, de tal forma que se conozcan los parámetros de interconexión y seguridad, por ejemplo, en lo relativo a la exposición humana a señales de radiofrecuencia y campos electromagnéticos, para lo

cual deben seguir lo estipulado por diversas normas establecidas por la COFETEL y diversos organismos internacionales.

### **Estándares mínimos de calidad**

Como estándares mínimos de calidad se consideran para el servicio de trunking:

Número de usuarios por canal
Tiempo de espera de una llamada
Duración de la llamada

#### **4.2.6. Equipo de medición y control de calidad**

Los concesionarios pueden hacer uso de cualquiera de los equipos señalados por la CCIR que permitan mantener su nivel de calidad.

Además el concesionario debe presentar un informe donde explique:

- Método de medición de la frecuencia de operación
- Método de medición de potencia
- Método de medición de ancho de banda
- Método de medición de emisiones espurias

A este respecto, es conveniente mencionar que los equipos deben estar homologados, es decir, deben cumplir con ciertas mediciones, las cuales están normalizadas a nivel internacional, antes de que se instalen y operen en condiciones normales en México.

Una vez operando los equipos, se deben realizar de nueva cuenta las mediciones, con el objeto de calibrar los equipos, si fuera necesario, y de esta manera no provocar interrupciones en la prestación de servicios, o inclusive interferencias con otros sistemas que se encuentren operando en frecuencias y zonas cercanas, además de efectuar las pruebas señaladas por el fabricante para transmisores, receptores y funcionales.

Con respecto al equipo de medición y control de calidad, se debe tomar en cuenta que éstos tienen como objetivo medir y en su caso corregir los principales parámetros de transmisión utilizados; algunos equipos monitorean y corrigen de forma automática los siguientes parámetros:

- Actividad del sitio transmisor.
- Frecuencia de transmisión.
- Tiempos de transmisión.
- Sincronía de cada transmisor respecto a los demás transmisores de la Red en las áreas donde existe traslape de señal entre dos sitios.

Otros parámetros técnicos que inciden directamente en el control de calidad son: potencia, modulación, sensibilidad, análisis de tonos de ajuste, onda cuadrada.

De lo anterior, puede considerarse que para efectos de cumplir con la obligación relativa a Equipos de Medición y Control de Calidad, bastaría con que el concesionario presentará la siguiente información:

- La descripción de los equipos que utilizará para la medición de los parámetros antes señalados.
- El procedimiento para llevar a cabo la medición.

Dicho procedimiento deberá ser coincidente con el descrito en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-084-SCT1-2001 para trunking. Los resultados obtenidos deberán presentarse en un formato cuya elaboración permita analizar de forma sencilla los resultados presentados, además deberá verificarse si los resultados se ajustan a los valores tomados como estándares en los proyectos de normas antes señalados.

#### **4.2.7. Servicios de emergencia (plan de acciones para prevenir la interrupción del servicio)**

El plan de emergencias tiene como objetivo fundamental definir la manera en que los concesionarios atenderán las eventualidades que pongan en riesgo la continuidad y calidad del servicio que prestan.

Para lo cual se requiere que el concesionario presenta información de los subsistemas que conforman su red y de los subsistemas que considera fundamentales para la continuidad del servicio. Además debe describir los procedimientos que el personal técnico aplicará en las diferentes contingencias que pudieran sufrir así como sus planes de mantenimiento preventivo y correctivo.

El plan de acciones para prevenir la interrupción del servicio deberá presentar los siguientes puntos de forma detallada: equipo redundante en cada segmento de la red, diagramas de flujo que muestren la atención que se le da a cada falla en cualquier punto de la red, inventario de personal y equipo emergente, equipo de medición y equipo redundante.

Pruebas con el equipo redundante, y tiempo de respuesta para diferentes tipos de contingencias, falla eléctrica, pérdida de algún sitio de transmisión etc. En este tema, se deben considerar dos aspectos:

- Los servicios de emergencia en caso fortuito o de fuerza mayor, es una obligación que se puede dar por acreditada cuando el concesionario presente su plan en caso de emergencia, en el que se comprometa a prestar el servicio de forma gratuita y en coordinación con otros concesionarios y/o autoridades.
- El plan de acciones para prevenir la interrupción del servicio, tiene como objetivo fundamental definir la manera en que los concesionarios atenderán las eventualidades que pongan en riesgo la continuidad y calidad del servicio que prestan.

De esta manera, se considera que dicho plan deberá presentar los siguientes puntos de forma detallada: información de los subsistemas que conforman su red y de los subsistemas que considera fundamentales para la continuidad del servicio, descripción de los procedimientos que el personal técnico aplicará en las diferentes contingencias que pudieran sufrir, planes de mantenimiento preventivo y correctivo, equipo redundante en cada segmento de la red, diagramas de flujo que muestren la atención que se le da a cada falla en cualquier punto de la red, inventario de personal, de equipo emergente y de medición. Pruebas con el equipo redundante, y tiempo de respuesta para diferentes tipos de contingencias, falla eléctrica, pérdida de algún sitio de transmisión, etc.

#### **4.2.8. Sistema de quejas y reparación de fallas de la red**

Por lo que hace al sistema de quejas y reparaciones, se desprenden dos aspectos, el primero referente a establecer un procedimiento para la recepción de quejas y su respectiva atención, y el segundo los reportes mensuales que deben incluir cierta información.

Respecto del primer punto, esta Dirección General considera que el sistema de quejas tiene como objetivo esencial resolver de forma satisfactoria las fallas que los usuarios pudieran detectar, para lo cual, el concesionario debe contar con un área que le permita interactuar con los usuarios a fin de recibir sus quejas y deberá definir los procedimientos correspondientes a efecto de garantizar la satisfacción de sus usuarios. Dentro del sistema que permitirá la atención de dichas quejas, el concesionario debe incluir en sus reportes si la queja atendida es acreedora a bonificación en favor del usuario y los procedimientos que realizó a fin de resolver la inconformidad de su cliente.

En este orden de ideas, el sistema de quejas deberá señalar como mínimo el área que recibirá las quejas, o en su caso el Centro de Atención a Clientes (teléfonos ó 01-800), clasificación de las quejas, el tiempo de atención correspondiente y en caso de suspensión, qué tipo de bonificación recibirá el usuario.

Con relación a los reportes de quejas, es conveniente mencionar que algunos concesionarios tienen la obligación de presentarlos mensualmente, mientras que otros los elaborarán y estarán a disposición de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes o de la Comisión Federal de Telecomunicaciones cuando éstas se lo requieran, dependiendo del tipo de título de concesión. No obstante, dicho formato de queja deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Fecha en que se presentó la queja y en que se atendió la misma
- Suscriptor o en su caso número de serie del equipo
- Motivo de la inconformidad
- En que consistió la reparación
- Procedió o no la bonificación
- Volumen de quejas

El sistema de quejas tiene como objetivo esencial resolver de forma satisfactoria las fallas que los usuarios pudieran detectar, para lo cual, el concesionario debe contar con un área que le permita interactuar con los usuarios a fin de recibir sus quejas, el concesionario deberá definir los procedimientos correspondientes a fin de garantizar la satisfacción de sus usuarios.

Dentro del sistema que permitirá la atención de dichas quejas, el concesionario debe considerar incluir dentro de sus reportes si la queja atendida es acreedora a bonificación en favor del usuario y los procedimientos que realizó fin de resolver la inconformidad de su cliente.

#### **4.2.9. Programa de expansión**

El programa de expansión tiene por objeto comprometer al concesionario a continuar incorporando a su red los adelantos tecnológicos que surjan en el tiempo que dure la concesión de tal forma que asegure su vigencia tecnológica y comercial, así como su competitividad para lo cual se le debe solicitar presentar un plan detallado con sus objetivos establecidos a corto plazo (mensual) y a largo plazo (anual). Para lograr esta meta, es conveniente que el concesionario anexe información sobre su colaboración con organismos gubernamentales y con instituciones educativas, que le permitan mantenerse en continua interacción con el sector de telecomunicaciones y con sus adelantos tecnológicos.

Además de la elaboración de este plan, es conveniente que el concesionario informe, al final de cada intervalo de tiempo especificado (mensual o anualmente), si los objetivos planteados en su plan a corto o largo plazo fueron logrados, el enfoque primordial del programa de expansión es el de continuar con el desarrollo interno de nuevos proyectos y productos a fin de asegurar que el concesionario proporcione un servicio adecuado.

#### **4.2.10. Estudios justificativos de tráfico, uso de frecuencias**

Se le debe solicitar al concesionario presentar reportes y gráficas de comportamiento de tráfico, de forma semanal y mensual a fin de confirmar el nivel de atención a los usuarios y confirmar que cumple con las frecuencias concesionadas, para esto se necesita el plan de frecuencias asignadas a los servicios de trunking.

#### **4.2.11. Adelantos técnicos de la red**

El concesionario debe presentar un informe detallado de los adelantos que incorpora a su red y los beneficios que proporcionará al usuario a corto y a largo plazo.

Referente a estas obligaciones, se considera que éstas son de carácter informativo, y que en todo caso tendrán que ser evaluadas por la Dirección General de Planeación y Administración del Espectro, que deberá emitir el dictamen técnico respectivo, para que se pueda dar por acreditada la obligación.

Por otra parte, respecto a la descripción de los activos fijos, no se ha establecido un formato para su presentación, por lo cual sería conveniente que se definiera considerando el tipo de activo fijo o por una clasificación que sea definida por esa Área General.

### **4.3. PLANES DE TARIFICACIÓN**

Dentro de las obligaciones contraídas por los concesionarios para la explotación de una parte del espectro radioeléctrico, se encuentra la de los planes de tarificación, considerada de suma importancia, debido a que es la responsable de beneficiar al país, pues el concesionario debe de contribuir con el 5% de sus beneficios al erario federal por concepto de explotación y, además, por ser la herramienta de beneficio del concesionario, ya que le permite recuperar su inversión y obtener ganancias para su retroalimentación, ya sea en investigación o mejoras en su red. Aunque fuera del ámbito de estudio de este trabajo, se presenta a continuación un pequeño análisis del procedimiento que se debe establecer para fijar de forma adecuada las tarifas por prestación de servicios.

Para que el país o, en su representación la COFETEL, sea capaz de evaluar los planes tarifarios presentados por un concesionario, además pueda asegurar que son tarifas competitivas y, sobretodo, pueda proteger al usuario, se deben realizar diversos estudios como:

**Proyección de demanda.** Este estudio permitirá proyectar el crecimiento de la penetración del servicio de trunking en el horizonte tarifario a partir de diversos factores o variables que se involucran en los mismos (crecimiento del PIB, variables macroeconómicas). Además intervienen factores como número de empresas dedicadas a la prestación del servicio, nivel de tecnología, aparición de nuevos servicios etc. Es un estudio muy complejo y difícil de modelar, por lo cual sólo se deben considerar las principales variables.

Cada empresa concesionaria es la responsable de realizar su proyección de demanda mediante la obligación denominada proyecto de expansión en el que se solicita información sobre la situación actual de la empresa y una proyección de la misma en un tiempo determinado.

**Proyección de tráfico.** No basta con conocer el número de usuarios que requerirán el servicio a futuro, también se debe considerar la cantidad de tráfico que cada uno generará, puesto que, con un razonamiento lógico se puede decir que éste factor interviene directamente en las tarifas que se fijarán, pues si existe menor cantidad de tráfico mayores serán las tarifas y viceversa.

También se debe considerar un costo incremental de desarrollo, el cual permite determinar los costos de llevar a cabo el proyecto de expansión. De tal forma que se debe considerar la inversión que se requiere para cubrir la demanda de equipos terminales, la infraestructura requerida para la proyección de tráfico realizada, quizás la empresa requiera nuevas estaciones base con el fin de cubrir la demanda proyectada (el costo debe incluir también la obra civil necesitada). En algunos casos la empresa puede requerir una nueva concesión para explotar otra banda de frecuencias y seguir prestando el servicio, éste costo también debe ser considerado.

La instalación de nuevas estaciones base requiere nuevos equipos de conmutación, equipos transmisores, antenas, equipo de medición, más personal (denotadas como inversiones administrativas), todos estos factores deben ser considerados en el estudio de los costos de llevar a cabo el plan de expansión y afectarán directamente en las tarifas de la empresa.

**Gastos por interconexión.** Son los gastos debido al funcionamiento de la red, tales gastos se cuantifican como de interconexión con la red pública telefónica y con redes celulares.

**Cálculo de depreciación.** Se debe realizar un estimado de depreciación para el total de las inversiones en equipo y en sistemas.

**Gastos operacionales.** Se debe detallar la estructura operacional, los gastos de personal y demás gastos operacionales que enfrenta la empresa en el plan de expansión. Dentro de estos gastos se encuentran:

Personal y remuneraciones. Se identifican los cargos que sufren incrementos con la expansión.

Gastos de explotación. Pago por uso del espectro radioeléctrico.

**Gastos de administración y ventas.** Son los generados por la atención al público y, ya sea por la subcontratación del servicio de ventas o por la creación de este departamento. La apertura de sucursales forma parte de este tipo de gastos, cuyas funciones principales son de atención a clientes y emplazamiento físico para vendedores, técnicos y personal administrativo que funciona en las diferentes regiones.

**Costo incremental de desarrollo.** Este costo se calcula con el fin de determinar la tarifa de prestación del servicio considerando las inversiones, gastos, depreciación, impuestos y demás parámetros relevantes a fin de llevar a cabo el proyecto de expansión de la red.

Considerando todos estos datos se debe encontrar una constante denominada tarifa de sistema, ésta constante multiplicada por el tráfico de la red permitirá cubrir todos los gastos del costo incremental de desarrollo en un año, por lo cual dicha tarifa será vigente por el mismo periodo de tiempo.

Todo este proceso se debe realizar nuevamente para determinar lo que se denota como tarifa eficiente que se calcula con los activos actuales, dentro de estos activos se consideran los sistemas

informáticos y la infraestructura involucrada. Dentro de los sistemas informáticos indispensables para la prestación del servicio se deben considerar los costos de dicho software y licencias. También se debe considerar que cada determinado tiempo se requiere sustitución de un porcentaje de infraestructura. Se denota por infraestructura: muebles de oficina, la red, equipos, servidores, etc.

El mismo proceso se realiza a fin de calcular el costo debido a los equipos “back up”, de reserva o de reposición, para la explotación, administración de la red, atención a clientes y demás actividades.

### **Costo total de largo plazo**

El costo total de largo plazo está conformado por el costo incremental de desarrollo, el costo de los activos y el costo de reposición en el periodo calculado. Las tarifas definitivas se fijarán buscando cubrir el costo total de largo plazo además dejar una ganancia a la empresa y deben ser atractivas para el usuario.

Se emite una tarifa definitiva para comunicación directa, en algunas ocasiones se establece por segundo o por minuto, otra tarifa correspondiente a la comunicación con interconexión a la red pública telefónica o a la red de telefonía celular. También existen otras tarifas sujetas a regulación relativas a la inversión y explotación de otros tipos de servicio como por ejemplo los de valor agregado.

**Evolución de la Aplicación de Tarifas para los Servicios de Telecomunicaciones en México.** De conformidad con las Leyes de Comunicaciones Originales, se requería la aprobación de la SCT para aplicar las tarifas de los servicios celulares básicos y otros de valor agregado, así como para los servicios de transmisión de datos. En el pasado, la SCT permitió aumentos de tarifas con base en el costo del servicio, el nivel de la competencia, la situación financiera del operador y ciertos factores macroeconómicos. La SCT no permitió que las operadoras otorgaran descuentos sobre las tarifas autorizadas por la SCT, no obstante los operadores renunciaron ocasionalmente a los cargos por activación para fines de promoción. La SCT autorizó también las tarifas de interconexión. Todos los términos de la interconexión (tales como el punto de interconexión), aparte de las tarifas de interconexión, fueron negociados entre los operadores celulares inalámbricos regionales y Telmex bajo la supervisión de la SCT. Las tarifas para los servicios de circuitos dedicados a través de redes de microondas y los circuitos dedicados y las redes privadas por medio de satélites, no fueron reguladas de acuerdo con las Leyes de Comunicaciones Originales. Conforme a la Ley Federal de Telecomunicaciones de 1995, las tarifas para los servicios de telecomunicaciones incluyendo los servicios celulares y de larga distancia, son determinadas libremente por los proveedores de dichos servicios. Se prohíbe que los proveedores adopten prácticas discriminatorias en la aplicación de las tarifas. Además, la SCT está autorizada para imponer requisitos específicos a las tarifas sobre aquellas compañías que la Comisión Federal de Competencia determine que tienen un poder substancial de mercado. Antes de entrar en vigor, las tarifas para los servicios de telecomunicaciones (que no sean servicios de valor agregado) deben registrarse ante la COFETEL.

### **4.4.PLAN DE NEGOCIOS**

Se puede definir al plan de negocios como la herramienta que ofrece la posibilidad de concretar ideas concernientes a las posibilidades reales de realización de los objetivos establecidos en una empresa, de acuerdo a esto, es importante mostrar el seguimiento que cualquier empresa interesada en prestar un servicio de telecomunicaciones debe realizar. Además la realización de un plan de negocios adecuado permite vender ideas a terceros, sobretodo cuando se requiere

financiamiento, tal es el caso de las empresas comercializadoras de algún servicio que requieren ampliar su red, atraer nuevos suscriptores o participar en una nueva licitación.

La base fundamental del plan de negocios es el establecimiento de tarifas (4.3. PLANES DE TARIFICACIÓN), con el fin de entender cada uno de los aspectos que debe contener un plan de negocios y la forma de abordarlos y analizarlos, a continuación se presenta un ejemplo que en la situación actual resulta clave: Iusacell, esta empresa es una de las tres comercializadoras más grandes de servicios de telefonía celular en México, la situación que vive esta empresa es crítica pues no es capaz de generar ganancias y su endeudamiento es creciente, por lo cual se presenta un plan de negocios basado en su situación actual.

Iusacell, es una empresa que mantiene un comportamiento negativo en su tendencia de largo plazo. Existen una gran cantidad de razones por las cuales Iusacell pasa por problemas financieros, entre ellas se encuentran los proyectos tan ambiciosos en tecnología que implementó, los cuales no produjeron los resultados esperados.

Para determinar si Iusacell puede y debe seguir operando se deben analizar entre otras cosas:

#### **Fuerzas de la empresa**

- Administración profesional. En las posiciones laborales estratégicas Iusacell cuenta con personal capacitado con una amplia experiencia en el sector de telecomunicaciones a nivel internacional.
- Amplia red de distribución y puntos de venta de tarjetas de prepago, inclusive, convenios con Bancos para la compra de tiempo aire en cajeros automáticos.
- Reconocimiento de marca. Gracias a la calidad de los servicios y la esmerada atención a clientes, la gente asocia la empresa con seriedad y compromiso.
- Con la apertura del mercado de larga distancia, Iusacell ha ofrecido un servicio competitivo en precio y calidad.
- Variedad en los servicios de telecomunicaciones que ofrece, que incluyen: servicio celular local y de larga distancia, radiolocalizador y transmisión de datos.

#### **Debilidades de la empresa**

- Entrada de competidores con tecnología de punta y agresivos programas de mercadeo, lo que implica elevadas inversiones.
- Desempeño operativo deficiente, al presentar pérdida operativa en los últimos años derivado de la agresividad en tarifas y bajo número de suscriptores.
- Participación de mercado a la baja, por la intensa competencia y la menor agresividad de Iusacell en las promociones para allegarse de nuevos clientes.
- Elevado nivel de endeudamiento.

Estos son algunos de los aspectos inherentes a la empresa, pero también se deben considerar factores relacionados con la política, la economía y la situación del país donde se considera realizar el negocio.

#### **Oportunidades y riesgos del sector**

##### **Oportunidades**

- El grado de subdesarrollo que tiene México en telecomunicaciones apoyará un crecimiento a largo plazo en las ventas de las empresas de telecomunicaciones, en particular de las de telefonía celular. La penetración de líneas por cada 100 habitantes es inferior al de países similares.

- Fuerte y creciente demanda por servicios: la tasa de crecimiento de los servicios celulares es muy superior a la de la telefonía fija, gracias al sistema “el que llama paga”, al subsidio de aparatos telefónicos y a la baja real en las tarifas.
- Mayor desregulación del mercado y nueva legislación en telecomunicaciones, permitiendo mayores inversiones en una mayor oferta de servicios a precios competitivos.

### **Riesgos**

- Fuerte competencia interna y externa.
- Precios a la baja y altos costos fijos.
- Fuerte dependencia del nivel de ingreso, acentuándose el riesgo en los clientes de tarjeta, quienes no tienen la obligación de un pago mensual.
- La demanda interna depende de la generación de empleos y del nivel de salarios. Lenta recuperación del poder adquisitivo de la población.
- Elevada tasa de desactivaciones y alta proporción de clientes de prepago, que en caso de crisis económica, disminuirían su consumo.

### **El Negocio**

Grupo Iusacell es el segundo proveedor más grande de telecomunicaciones inalámbricas en México, que posee y opera concesiones en la Banda A Celular en las cuatro regiones contiguas en el centro de México. Estas regiones incluyen: Ciudad de México, Guadalajara, Puebla, León, Acapulco y San Luis Potosí, que en conjunto representan más de 67 millones de habitantes, equivalente al 69% de la población nacional.

En mayo de 1998, la empresa ganó las concesiones para el rango de frecuencias de PCS, 1.9 GHz banda E en dos de las regiones en el norte de México para proporcionar servicios inalámbricos PCS. Estas nuevas regiones incluyen las ciudades de Monterrey y Tijuana y en conjunto representan 11 millones de personas. Por otro lado, la compañía instaló servicios de telefonía inalámbrica en la región 4 en el primer trimestre del año 2000.

El 13 de junio Móvil Access, proveedor mexicano de servicios de telecomunicación, subsidiaria de Biper y perteneciente a Grupo Salinas, anunció su oferta para adquirir el 100 por ciento del capital de Grupo Iusacell por 10 millones de dólares. De esta forma, las empresas Verizon Communications y Vodafone Americas vendieron a Ricardo Salinas Pliego el 39.4 y 34.5 por ciento de sus acciones en esta empresa, y por la que el dueño de TV Azteca pagó un precio menor a los 973 millones de dólares, cifra que recibió Carlos Peralta al vender 34.5 por ciento de su participación en Iusacell<sup>26</sup>.

La idea del nuevo dueño de Iusacell es de fusionar Unefon y Iusacell para poder competir con Telcel y Telefónica Móviles. Actualmente TVAzteca empieza a padecer problemas financieros y los acreedores de Iusacell han comenzado a demandar jurídicamente a la empresa.

**SUSCRIPTORES.** Actualmente, el número de suscriptores ha mantenido una tendencia creciente, hasta alcanzar 1.64 millones al 2001. El 26.33% de la base de suscriptores celulares consiste en clientes de contrato de término fijo, es decir, sólo 432,421.

Estos clientes gozan de la comodidad de un servicio celular móvil ininterrumpido y pueden contratar los servicios con valor agregado, como llamada en espera, asistencia 911, mensajería e identificación de llamadas. Los clientes de prepago, quienes no tienen un compromiso fijo, representan el 73.67% restante y son atractivos porque las tarifas por minuto de tiempo aire son

<sup>26</sup> El Imparcial.” Año Favorable” <http://www.elimparcial.com/edicionenlinea/Informatica.asp>. México.( 2004)

mayores que en el plan contractual, menores costos de adquisición y ausencia de costos de facturación, riesgos crediticios y de cobranza.

### **Estrategia**

- a) Cobertura nacional. Iusacell ofrece cobertura digital en todas las regiones donde opera. El sistema digital ofrece una mayor calidad que la cobertura analógica y una mayor variedad de servicios de valor agregado como identificación de llamadas y buzón de mensajes.
- b) Canales de distribución y atención a clientes. Iusacell ha mejorado la distribución de sus productos mediante una comercializadora uniforme y estandarizada, por medio de una combinación bien equilibrada de tiendas propias y de distribuidores independientes situados convenientemente en todas las regiones de operación de la compañía.
- c) Segmentación de clientes. Iusacell continúa ofreciendo paquetes de nuevos productos y precios, tanto con los clientes contractuales con un alto uso, que favorecen a los productos de mayor valor agregado, como con los clientes de prepago y uso reducido.
- d) Marcas. Todos los servicios se comercializan bajo la marca registrada de Iusacell para aumentar el prestigio y reconocimiento de marca.
- e) Telefonía local. Iusacell ofrece servicios de telefonía local en México de manera limitada, por medio de una red de radiotelefonía IMTS móvil en toda la nación y por medio de programas de telefonía celular, tanto rurales como públicos.

**INTERNET.** Iusacell ofrece a sus usuarios de telefonía celular, servicios de Internet, aumentando el tráfico telefónico.

### **Plan De Inversiones**

El programa de inversiones de capital en el 2000 fue por US\$250 millones e incluyó: US\$103 millones para mejorar la capacidad de la red, US\$79 millones para ampliar la capacidad de cobertura, US\$33 millones para sistemas, US\$25 millones para el desarrollo y el lanzamiento de servicios PCS y US\$10 millones para el ofrecimiento de servicios de Internet móvil (WAP).

A partir de la compra de Iusacell no se ha dado a conocer nueva información sobre las estrategias que se adoptarán en cuanto a inversiones.

### **Valuación**

La intensa competencia en el sector de telecomunicaciones ha acotado el crecimiento de Iusacell, el cual fue muy bajo en el 2003. La elevada deuda que consume gran parte de su flujo de efectivo.

**Refinanciamientos necesarios en el futuro.** La emisora se ha financiado con créditos a largo plazo para la edificación de la red telefónica y otros proyectos que requieren grandes cantidades de capital. Los flujos generados en los próximos 3 años son suficientes para cubrir los vencimientos de su deuda.

**Baja solvencia.** La solvencia de Iusacell se ha mantenido baja. La operación eventualmente mejoraría ante un mayor número de suscriptores y la reducción en los gastos como proporción de las ventas.

**Sin generación de ganancias.** Las ganancias se interpretan como la utilidad operativa neta de impuestos que genera en exceso la empresa respecto del costo de lo invertido (Utilidad Operativa Neta – Activos Invertidos). En el caso de Iusacell, las inversiones en infraestructura para mantener elevados estándares de calidad han sido ambiciosas y no han redituado hasta ahora, pero le dan capacidad para atender a un número superior de suscriptores.

**Perfil Fundamental contra el sector.** El comparativo de Iusacell aún con sus nuevos dueños es desfavorable en rentabilidad porque existen empresas como Telmex, Televisa que presentan elevados márgenes operativos. Iusacell ha hecho un gran esfuerzo por competir con Telcel y los nuevos operadores. Lo cual ha hecho necesario recurrir al financiamiento externo para solventar su programa de inversiones.

### **Conclusión**

Iusacell es una compañía que opera en uno de los mercados más competidos del sector servicios, con tarifas a la baja en términos reales, nuevos participantes en el mercado e insuficiente base de suscriptores. Se esperaba que con la baja de la tarifa de “el que llama, paga” y con el incremento paulatino en el número de suscriptores, se lograra aumentar la generación de efectivo, con lo que se disminuiría el riesgo y mejorarían los indicadores de liquidez, solvencia y rentabilidad, esas esperanzas fueron erróneas y hasta el mes de febrero del 2004, Iusacell a pesar de pertenecer a TVAzteca no ha encontrado salida a sus problemas financieros aún habiendo implementado diferentes estrategias como la reestructuración de la empresa con despido de empleados, nuevas maniobras de ventas y publicidad en los medios de comunicación. El plan de negocios de Iusacell presenta un panorama financiero sumamente difícil, la empresa interesada en su compra (TVAzteca) debió analizar dicho plan y decidir que a pesar de tantos problemas financieros era una buena oportunidad y así lo expresó con su compra.

En términos sencillos el establecimiento de tarifas por servicio de telecomunicaciones es la herramienta adecuada para asegurar la calidad del servicio y proteger a los usuarios de abusos en los cobros, desde el punto de vista de los inversionistas la tarifa que se establezca por el servicio que sus empresas proporcionan debe permitirles recuperar su inversión inicial en un tiempo determinado, además debe demostrarse que el negocio es remunerable.

Para lo anterior se debe realizar una estimación de los costos del servicio, es decir, la inversión que se requiere para la prestación del servicio, el análisis de estos costos abarca los bienes materiales y los recursos humanos. Dentro de los bienes materiales a modo de ejemplo se encuentra lo siguiente:

<b>Propiedad y Equipo</b>	<b>Valor (en millones de dlls)</b>
Edificios e instalaciones	165.1
Equipo de comunicaciones (radio bases etc.)	1110
Mobiliario y mejoras	38.1
Equipo de transporte	5.9
Equipo de cómputo	169.9
Teléfonos celulares	0.9
Inmuebles	6.9
Construcciones en desarrollo	75.1
Anticipos a proveedores	1.0

Además se deben considerar los recursos humanos tales como empleados y consultores lo cual se puede suponer en 5 millones de dlls al año. El total de la suma de estos costos supuestos es de aproximadamente 10 millones de dólares, en la realidad esta suposición se acerca a la realidad pues TVAzteca pagó \$10 millones de dólares, precio que contempla el costo de toda la infraestructura de Iusacell más un valor extra para convencer a los vendedores, además adquirió toda la deuda de dicha empresa.

La suma del valor de todos estos factores determina el monto de la inversión total para estar en condiciones de prestar un servicio, a fin de conocer la rentabilidad de una inversión se debe introducir un término, el denominado ROI o return of investments el cual significa el beneficio que se obtiene por cada unidad monetaria invertida en tecnología durante un periodo de tiempo. Suele utilizarse para analizar la viabilidad de un proyecto y medir su éxito.

$$ROI = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} \times 100$$

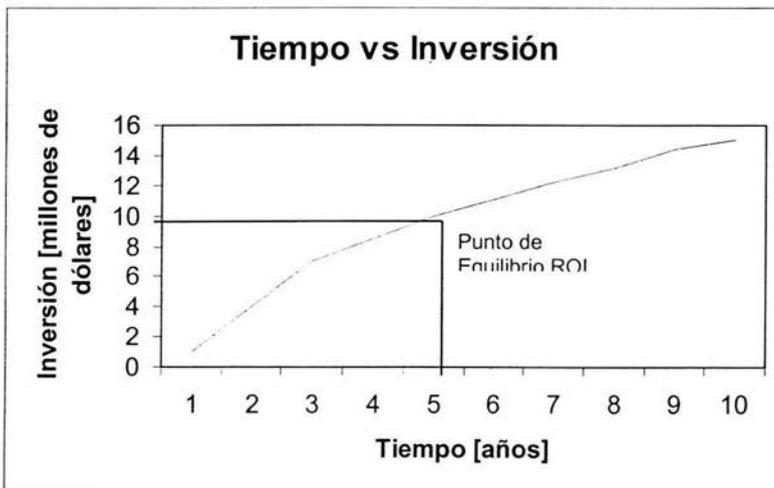
Su medida es un número relacionado con la razón Costo/Beneficio. El costo es sencillo de medir: siempre se sabe cuánto se está gastando lo complicado es calcular el beneficio. El beneficio o ganancia se calcula de tal forma que:

$$\text{ganancia} = \text{preciodelosservicios} - \text{costo}$$

La visión del ROI tiene 3 vertientes:

- Empresa: quien invierte en tecnología.
- Desarrolladores: empresa que desarrolla aplicaciones. Una metodología adecuada de estimación de costos y de administración de proyectos permite la entrega de mejores productos en menor tiempo.
- Clientes/Usuarios: son quienes con el uso de las aplicaciones van a hacer más o menos rentable nuestra inversión.

El ROI es el punto en la gráfica tiempo vs inversión que denota el punto de equilibrio, es decir, el inversionista ya recuperó su dinero y de ahí en adelante se considerará la ganancia por el riesgo del negocio. Considerando el caso de TVAzteca que pagó \$100 millones de dólares se espera que en un plazo determinado se recupere dicha inversión, suponiendo que el plazo es de 5 años tenemos que en la gráfica de Inversión vs Tiempo el ROI se sitúa en el cruce en 100 millones de dólares en 5 años, tal como se muestra en la gráfica.



En la realización de un negocio no siempre se consideran todos los factores, por ejemplo no se pueden prever los problemas económicos que padecerá un país, por lo cual, en ciertas circunstancias no se logra llegar al ROI, para disminuir en lo posible los problemas que traería no alcanzar el ROI existen algunas estrategias para, por lo menos recuperar la inversión. Entre éstas estrategias se consideran:

- Reducir los gastos de la empresa. Por ejemplo en papelería, en recursos materiales etc, en casos graves se considera el despido de personal.
- Ampliar el plazo de la inversión. Si el inversionista está dispuesto a esperar a alcanzar el ROI.
- Ofrecer nuevos servicios. Aprovechando la infraestructura existente, es decir con un mínimo de inversión extra se proporciona un nuevo servicio, lo cual permitirá captar nuevos usuarios a los que seguramente les parecerá atractivo ese servicio y además utilizará los ya conocidos.
- Incrementar el precio de venta del servicio. Es la última opción para las empresas pues el incrementar el precio puede repercutir en que los suscriptores abandonen su servicio o que la competencia mantenga un precio más bajo, lo cual impedirá incrementar el número de usuarios.

De esta forma se observa que el análisis de la viabilidad de un negocio es una tarea ardua cuyo objetivo básico es asegurar la recuperación de la inversión y obtener ganancias, Iusacell es un ejemplo de los riesgos que corre una empresa y, además permite observar que el análisis de todos y cada uno de los factores que pueden influir en el mercado es imposible y sus efectos pueden ser desastrosos.

## Capítulo 5. Obligaciones de un Concesionario

De acuerdo a lo mencionado hasta el momento, los concesionarios que poseen los derechos para explotar el espectro radioeléctrico están obligados a cumplir con ciertas condiciones, establecidas por la Comisión Federal de Telecomunicaciones a fin de vigilar la correcta explotación y el funcionamiento del servicio. Estas obligaciones dependen del tipo de servicio concesionado por lo cual varían de un título de concesión a otro; a continuación se presentan de forma general las obligaciones de carácter técnico a las que están sujetos los concesionarios del servicio de radiocomunicación especializada de flotillas, esto con el fin de que se conozcan para que en un futuro se puedan realizar análisis de fallas u omisiones por parte del público en general y se conozca el estado actual de dichos títulos.

<b>Sistema de Quejas y Reparaciones</b>	
<b>Tipo de título de concesión</b>	<b>Numeral del título</b>
Títulos conforme a la Ley de Vías Generales de Comunicación.	<b>4-4. Sistema de quejas y reparaciones.</b> La concesionaria deberá establecer un sistema eficiente de recepción de quejas y reparaciones de fallas de la Red informando mensualmente a la Secretaría del volumen de quejas, el resultado de las reparaciones y la aplicación de las bonificaciones derivadas de la interrupción del servicio y de otras compensaciones por incumplimiento de las normas de calidad.
Títulos conforme al Quinto transitorio de la Ley Federal de Telecomunicaciones y por licitación.	<b>2.3. Sistema de quejas y reparaciones.</b> El concesionario deberá establecer un sistema para la recepción de quejas y la reparación de fallas. Mensualmente, el concesionario deberá elaborar un reporte que incluirá la incidencia de fallas por tipo, las acciones correctivas adoptadas y las bonificaciones realizadas, mismo que estará a disposición de la Secretaría. La Secretaría podrá hacer del conocimiento público dicha información conjuntamente con la de otros concesionarios que presten servicios similares en el país o en la misma región.

El cumplimiento de ésta obligación permite proteger al usuario de la falta de atención de la empresa o abusos cometidos por la misma. Además le permite al concesionario llevar un informe detallado del estado de su red y le permite aclarar, puntos débiles o que requieren modificaciones dentro de la misma.

<b>Servicios de emergencia</b>	
<b>Tipo de título de concesión</b>	<b>Numeral del título</b>
Títulos conforme a la Ley de Vías Generales de Comunicación.	<b>4-7. Servicios de emergencia.</b> El concesionario deberá elaborar un plan concertado con la Secretaría para proporcionar servicios de emergencia en caso fortuito o de fuerza mayor.
Títulos conforme al Quinto transitorio de la Ley Federal de Telecomunicaciones y por licitación.	<b>2.6. Servicios de emergencia.</b> El concesionario deberá poner a disposición de la Secretaría, dentro de los seis meses siguientes a la expedición del presente título, un plan de acciones para prevenir la interrupción de los servicios así como para proporcionar servicios de emergencia, en casos fortuitos o de fuerza mayor.

Por casos fortuitos o de fuerza mayor se debe entender desastres naturales o alguna situación extrema como guerra o algún tipo de ataque. En tales casos los concesionarios están obligados a prestar toda su infraestructura y dispositivos a la nación sin percibir por ello, ningún tipo de remuneración.

<b>Calidad del Servicio</b>	
<b>Tipo de título de concesión</b>	<b>Numeral del título.</b>
Títulos conforme a la Ley de Vías Generales de Comunicación.	<b>4-1. Calidad y continuidad del servicio.</b> El concesionario se obliga a establecer un sistema de medición y control de calidad del servicio que deberá ser transparente, confiable y de fácil verificación por parte de la SCT. El sistema deberá incluir al menos los parámetros relacionados con las metas y las normas de calidad que se establezcan.
Títulos conforme al Quinto transitorio de la Ley Federal de Telecomunicaciones y por licitación.	<b>2.1. Calidad de los Servicios.</b> El concesionario se obliga a prestar los servicios comprendidos en esta Concesión en forma continua y eficiente, de conformidad con la legislación aplicable y las características técnicas establecidas en el presente título. El concesionario buscará que los servicios comprendidos en la presente concesión se presten con las mejores condiciones de precio, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, a fin de promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones. Para ello, el concesionario deberá enviar a la SCT, dentro de los ciento veinte días naturales siguientes a la fecha de firma de esta Concesión, los estándares mínimos de calidad de los servicios, sin perjuicio de que la SCT expida al efecto reglas de carácter general. El concesionario se obliga a instrumentar los mecanismos necesarios para poder llevar a cabo las reparaciones de la Red o las fallas en los servicios, dentro de las ocho horas hábiles siguientes a la recepción del reporte.

<b>Equipo de medición y control de calidad</b>	
<b>Tipo de título de concesión</b>	<b>Numeral del título.</b>
Títulos conforme a la Ley de Vías Generales de Comunicación.	<b>4-5. Equipo de medición y control de calidad.</b> El concesionario se obliga a someter a consideración y aprobación de la SCT cada dos años, un sistema de normas de calidad del servicio, que se actualizará periódicamente de acuerdo a los niveles internacionales. Asimismo, el sistema deberá establecer las compensaciones a que tendrá derecho el suscriptor, en caso de que el concesionario no cumpla con las normas de calidad fijadas.
Títulos conforme al Quinto transitorio de la Ley Federal de Telecomunicaciones y por licitación.	<b>2.4. Equipo de medición y control de calidad.</b> El concesionario se obliga a tomar las medidas necesarias para asegurar la precisión y confiabilidad de los equipos que utilice para la medición de la calidad y de la facturación de los servicios. Para estos efectos, el concesionario deberá efectuar pruebas de calibración a sus equipos y proporcionar a la SCT cuando ésta lo requiera, los resultados de las mismas por trimestre calendario y, en su caso, los documentos donde conste que se han realizado los ajustes correspondientes. Asimismo, el concesionario deberá mantener los registros de los equipos de medición que la Secretaría determine.

<b>Condiciones de la operación de la Red</b>	
<b>Tipo de título de concesión</b>	<b>Numeral del título.</b>
Títulos conforme a la Ley de Vías Generales de Comunicación.	<p><b>3-1. Programa Quinquenal, cronograma de instalación y compromisos de capacidad mínima de conexión de usuarios.</b> El concesionario se obliga a formular y concertar con la SCT cada año su programa quinquenal en el que, para los primeros dos años, deberá detallar las metas de calidad, cobertura y modernización.</p> <p>El concesionario deberá remitir anualmente a la SCT un cronograma de instalación de la infraestructura y compromisos de capacidad mínima de conexión de usuarios, para el quinquenio inmediato siguiente, el cual será detallado semestralmente para los primeros dos años y para los restantes anualmente.</p>
	<p><b>3-2. Uso de frecuencias.</b> El concesionario deberá entregar a la SCT como parte de su programa quinquenal, los estudios justificativos de tráfico y uso de las frecuencias autorizadas y los adelantos técnicos que ha introducido o planea incorporar a la Red.</p>
	<p><b>3-4 Normas y Planes técnicos.</b> El concesionario se obliga a cumplir con las normas técnicas que le señale la SCT y someter a su consideración sus planes técnicos de desarrollo, considerando las necesidades de otros operadores de servicios públicos de telecomunicaciones que se interconecten con la Red y la de sus usuarios finales.</p>
	<p><b>3-6 Modernización de la Red.</b> El concesionario se obliga a modernizar la Red para el servicio concesionado mediante la introducción de avances tecnológicos, que permitan un mayor aprovechamiento de las frecuencias asignadas, además de mejorar la calidad y productividad del servicio.</p>
	<p><b>7-2. Evaluación de las metas de expansión.</b> El concesionario deberá informar anualmente a la SCT del avance del programa de expansión que se establece en el Capítulo 3.</p>
	Títulos conforme al Quinto transitorio de la Ley Federal de Telecomunicaciones y por licitación.
<p><b>4.1.2</b> Una descripción de los principales activos fijos que comprenden la Red, de conformidad con los formatos que establezca la Secretaría o la Comisión.</p>	
<p>Anexo 4.1 Modificación y modernización de la red. Mismo texto de la condición 3-1 contenida en los títulos de concesión otorgados al amparo de la Ley de Vías Generales de Comunicación.</p>	
<p>Anexo 4.3 Normas y planes técnicos. El concesionario se obliga a cumplir con las normas técnicas que le señale la SCT y someterá anualmente para aprobación sus planes técnicos de desarrollo.</p>	
<p><b>3.2 Parámetros operativos.</b> El concesionario deberá presentar a la Secretaría en forma previa a la instalación de su proyecto los valores de los parámetros<sup>27</sup>, o bien cuando dicho proyecto sufra ampliaciones o modificaciones.</p>	

<sup>27</sup> Los parámetros se especifican en el título de bandas de frecuencias.

	<b>4.2. Avance del Programa de expansión o instalación.</b> El concesionario deberá informar trimestralmente sobre el avance del programa de expansión o instalación de la Red.
--	---

En este conjunto de obligaciones se observa que se encuentra presente mucha información importante para el caso de definir las tarifas por prestación del servicio, como son el programa de expansión, información de capacidad de tráfico, informe del número de usuarios.

Los concesionarios han comenzado a manifestarse en contra de pesadas cargas de cumplimiento de obligaciones y proponen disminuirla, pues en la práctica la información que presentan es redundante y sólo representa una carga tediosa para ellos y para la COFETEL. Por su lado, la COFETEL ha comenzado a analizar la posibilidad de esta propuesta.

## Capítulo 6. Ejemplo/ Caso práctico

La situación financiera actual de Iusacell ha obligado a esta empresa a establecer nuevas estrategias de comercialización y a buscar la forma de prestar nuevos servicios utilizando su red de telefonía celular ya establecida, lo cual implicaría proporcionar nuevos servicios con un mínimo de inversión. En este sentido, parece que Iusacell no tiene restricciones técnicas para estos nuevos servicios pero, en lo relativo al aspecto regulatorio, a continuación se realiza un análisis de las concesiones que posee esta empresa y se explica la base regulatoria sobre la que se sustenta Iusacell para prestar estos servicios.

### AMBIENTE DE COMPETENCIA DE IUSACELL

Un aspecto que Iusacell debe considerar para lograr solucionar sus problemas es la competencia que representan otras concesionarias tales como Telcel y Telefónica Móviles principalmente, y que los sistemas de comunicación móvil compiten en los campos de calidad del servicio, precios, área de cobertura, servicios y atención al cliente y en los servicios de valor agregado que proporcionan, de acuerdo a esto, los competidores deben establecer acciones que deriven en ofrecer un servicio atractivo en cada uno de estos aspectos al consumidor. Las empresas operadoras tienen amplia libertad para establecer sus propias tarifas siempre y cuando estas se determinen tomando en cuenta el costo.

Iusacell enfrenta la competencia de Telcel que es la empresa más grande en servicios de telecomunicaciones inalámbrica, y que es propietaria de la concesión de banda celular B y de la banda D en PCS. En 1999, Iusacell empezó a enfrentar la competencia de las comercializadoras que operan a 1.9 GHz (PCS). Pegaso, (actualmente Telefónica) lanzó comercialmente sus servicios PCS en Tijuana durante febrero de 1999, inició los servicios PCS en la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey más tarde en 1999 y cerró el 2002 ofreciendo el servicio PCS en 12 ciudades atendidas en México. En 2002, Telefónica Móviles, S.A., (España) concluyó su operación de adquisición de la empresa Pegaso.

Telefónica Móviles, S.A., también opera sus concesiones de Banda A Celular en la parte norte de México a través de su subsidiaria mexicana. En mayo de 2002, Telefónica anunció un agresivo programa de expansión con más de E.U. \$1.5 billones en inversiones de capital asignadas hasta 2005 con el fin de ampliar su capacidad, integrar sus áreas de concesión y complementar una red GSM en su actual infraestructura. Unefon lanzó servicios móviles inalámbricos en Acapulco y Toluca en febrero del 2000, y ahora presta servicios inalámbricos fijos y móviles en esas dos ciudades además de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y diez ciudades más en México.

También enfrenta la competencia de empresas que prestan servicios de telecomunicaciones inalámbricas móviles utilizando tecnologías existentes alternas. Nextel de México, S.A. de C.V., lanzó al mercado sus servicios de radio móvil especializado en 1998, el cual cubre quince ciudades en México. Para ofrecer el servicio telefónico de larga distancia, enfrenta la competencia de otros nueve concesionarios, entre ellos Telmex y Alestra, S.A. de C.V., y Avantel, S.A. de C.V., que son compañías en las que AT&T y MCI WorldCom respectivamente tienen participación accionaria. La selección mediante boleta de presuscripción por la que los clientes escogieron a su operador de larga distancia se llevó a cabo en 150 ciudades a través de México en los años de 1997, 1998 y 1999. En cuanto a servicios de transmisión de datos, compiten en cuanto a clientes con Telmex, Telecomunicaciones de México, de propiedad estatal, con las compañías de larga distancia para integrar un mercado altamente competitivo con más de 20 participantes. Adicionalmente, se considera que el sector de transmisión de datos mexicano actual incluye a más de 1,000 redes privadas que proporcionan este servicio.

## **REGULACIÓN GUBERNAMENTAL**

Los sistemas de telecomunicaciones en México están regulados por la SCT y la COFETEL, con el instrumento de la Ley Federal de Telecomunicaciones establecida en 1995. Las disposiciones anteriores a esta ley (Ley de Vías Generales de Comunicación) y los reglamentos promulgados bajo la misma (Reglamento de Telecomunicaciones), incluyendo, sin limitar, el Reglamento de Telecomunicaciones siguen en vigor en caso de no ser inconsistentes con la Ley Federal de Telecomunicaciones. Estas leyes y reglamentos definen la estructura regulatoria aplicable a la infraestructura de las telecomunicaciones en toda la nación y la prestación de los servicios de telecomunicación.

Algunos de los aspectos más importantes que regula la Ley Federal de Telecomunicaciones son:

- solicitudes para obtener concesiones para instalar, mantener y operar los sistemas de telecomunicación,
- el establecimiento de normas técnicas para la prestación de servicios de telecomunicaciones;
- el otorgamiento, revocación y modificación de concesiones y permisos; y
- la licitación del espectro.

De acuerdo con esto Iusacell se basa en la concesión que se le otorgó originalmente para prestar el servicio de telefonía local.

### **LA CONCESIÓN ORIGINAL**

El derecho de Iusacell para prestar servicios de radiotelefonía, telefonía inalámbrica local y de transmisión de datos en todo el país, así como el servicio celular en la Región 9, se basa en la concesión otorgada el 1º de abril de 1957 a Servicio Organizado Secretarial, S.A., fusionada en SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., la que será referida como "SOS". La vigencia de la Concesión Original es de 50 años y vence el 1º de abril de 2007.

### **Telefonía Local**

Iusacell logró obtener el permiso para prestar el servicio de telefonía local mediante la Concesión Original. La Concesión Original como se otorgó inicialmente, permitía que SOS prestara el servicio de radiocomunicaciones a un equipo terminal a bordo de vehículos, en todo el país. En 1986, la SCT modificó la Concesión Original para autorizar que SOS prestara el servicio de radiotelefonía pública fija en áreas rurales en toda la nación. En 1990, el gobierno mexicano promulgó el Reglamento de Telecomunicaciones, el cual modificó la Concesión Original. Dicho reglamento clasificó a los servicios de radiocomunicaciones con base en las redes utilizadas para prestar dichos servicios, en lugar de hacerlo sobre la base del equipo terminal del suscriptor. Las redes de radiocomunicaciones se clasificaron generalmente como "fijas" o "móviles". La red de radiocomunicaciones de Iusacell es una red móvil. En 1993, la SCT confirmó la facultad y, de hecho, la obligación de SOS para interconectar a los clientes de su red de radiocomunicaciones en toda la nación, independientemente de que dichos clientes utilicen teléfonos fijos, móviles o portátiles.

De acuerdo con la Concesión Original, el inicio de la construcción y comercialización del servicio inalámbrico local en la banda de frecuencia de 450 MHz, sobre una base comercial, requiere la aprobación previa de la SCT. Hasta el mes de junio de 2003 no se habían aprobado los planes técnicos y económicos en relación con el servicio inalámbrico local en la banda de frecuencia de 450 MHz. Sin embargo, la SCT y Iusacell Celular han llegado a un acuerdo sobre un

proceso por el que se puede ofrecer el servicio inalámbrico local en la banda de frecuencia de 450 MHz en algunas de las regiones de servicio existentes y ha recibido el derecho de preferencia para adquirir las concesiones para ofrecer el servicio inalámbrico local en dichas regiones.

### **Concesiones Celulares**

México está dividido en nueve regiones celulares. La SCT ha asignado frecuencias de sistemas telefónicos celulares en cada región en la Banda Celular A y la Banda Celular B. En cada región, Telcel posee la concesión de la Banda Celular B y su competidora celular, en cada región, posee la concesión de Banda Celular A.

En la Región 9, Iusacell tiene el derecho de ofrecer servicios celulares de acuerdo con una autorización otorgada a SOS por la SCT en 1989. En las Regiones 5, 6, 7 y 8, puede ofrecer servicios celulares por medio de sus subsidiarias Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., conocida como "Comcel", Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., conocida como "Portacel", Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., conocida como "Telgolfo" y Portatel del Sureste, S.A. de C.V., conocida como "Portatel", respectivamente. Comcel, Portacel, Telgolfo y Portatel tienen, cada una de ellas, concesiones por 20 años que expiran en 2010, que les autorizan instalar, operar, mantener y explotar redes públicas de radiotelefonía móvil con tecnología celular para uso comercial en la Banda Celular A y, por supuesto, están sujetas a las obligaciones que la SCT y COFETEL consideren necesarias para vigilar el correcto funcionamiento y uso de estas concesiones.

### **Concesiones de PCS**

En octubre de 1998, la SCT otorgó en favor de Iusacell PCS, S.A. de C.V., una concesión para la instalación y explotación de una red pública para prestar servicios de acceso móvil fijo y local y una concesión en la frecuencia de 1.9 MHz en la Región 1 (que incluye a la ciudad de Tijuana) y en la Región 4 (que incluye a la ciudad de Monterrey), por un plazo renovable de 20 años.

En julio de 2002, la COFETEL otorgó autorización para transmitir los derechos y obligaciones que Iusacell PCS tenía conforme a la Concesión PCS, a favor de Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., una subsidiaria que es totalmente propiedad de Iusacell PCS.

### **Radiolocalización**

El 14 de diciembre de 1995, Iusacell Celular e Infomin, acordaron formar Infotelecom como empresa de coinversión para comercializar servicios de radiolocalización móvil, nacionales e internacionales. Infomin tiene una concesión, que vence el 20 de julio de 2009, para proveer servicios de radiolocalización nacionales en México. A pesar de que el contrato de coinversión entre Iusacell Celular e Infomin contempla que esta última transfiera en última instancia su concesión de radiolocalización a Infotelecom, la concesión de radiolocalización de Infomin prohíbe la inversión extranjera en más del 49% de las acciones con derecho a voto de la concesionaria. Por lo tanto, Infomin no podría aportar su licencia de radiolocalización a la empresa de coinversión mientras que Verizon continuara controlando la administración de Iusacell y Iusacell Celular a su vez, continuara teniendo más del 49% de las acciones con derecho a voto de Infotelecom.

Con el objeto de eliminar este obstáculo para la transmisión de la concesión de radiolocalización a Infotelecom, en diciembre de 1998, Iusacell vendió un 2% de sus acciones en Infotelecom a un inversionista mexicano. Como resultado de ello, actualmente detentan únicamente el 49% de derechos accionarios en Infotelecom. En 2000, Infomin recibió aprobación del gobierno para transferir su concesión de radiolocalización a Infotelecom. Pero la transmisión de la concesión se instrumentó hasta la segunda mitad del año 2003.

### **Larga Distancia**

El derecho que tiene para ofrecer servicios internacionales de larga distancia deriva de una concesión de larga distancia otorgada por la SCT a Iusatel, el 16 de octubre de 1995. El plazo de la concesión de larga distancia es de 30 años prorrogables.

### **Transmisión de Datos**

El derecho para ofrecer los servicios de telex y transmisión pública de datos en todo México se deriva de la Concesión Original. Utilizan las asignaciones en las bandas de frecuencias de 138-144 MHz, 440-450 MHz y 485-495 MHz y el exceso de capacidad en su infraestructura celular de microondas en la Región 9 para ofrecer servicios de transmisión de datos.

### **Permiso de Servicios de Circuitos Dedicados a Microondas**

El 8 de diciembre de 1993, la SCT autorizó a SOS para usar su exceso de capacidad de la red de microondas para prestar servicios de circuitos dedicados. De acuerdo con los términos de este permiso, estos circuitos dedicados a microondas no pueden interconectarse a las redes públicas conmutadas y el servicio debe prestarse únicamente por medio de los enlaces de la red de microondas que autoriza la SCT. El 1º de febrero de 1994, la SCT autorizó a SOS para transmitir voz, datos y videoconferencia por medio de estos servicios de circuitos dedicados.

### **Permiso para Servicios de Valor Agregado**

El 17 de junio de 1993, se otorgó un permiso a SOS para prestar a sus suscriptores celulares, por medio de su red pública, los siguientes servicios de telecomunicaciones de valor agregado:

- servicio secretarial;
- correo de voz; y
- transmisión de datos.

### **Telefonía Pública y Rural y Servicio Inalámbrico Local Fijo**

Iusacell opera programas de telefonía pública y rural utilizando la capacidad celular disponible. Estos programas ofrecen servicios de telecomunicaciones por medio de teléfonos celulares en casetas telefónicas, autobuses foráneos y áreas rurales.

La prestación de estos servicios cumple con los términos de la concesión para la prestación del servicio telefónico celular y utiliza su red celular para ofrecer cobertura de telecomunicaciones en áreas con pocos o ningún servicio telefónico.

De lo mostrado anteriormente se observa que Iusacell no requirió nuevos permisos o concesiones para prestar los servicios de telefonía local inalámbrica fija y de radiolocalización, argumentó que la Concesión Original otorgada a esta empresa le concedía el derecho de explotación de ambos servicios. El servicio de telefonía local ya se ha estado prestando en algunas ciudades del país, y el servicio radiolocalización se comenzará a proveer durante el año 2004. En este sentido la COFETEL no ha instrumentado ninguna medida para asegurarse de una competencia leal entre Iusacell y los competidores de estos servicios, pero sí ha establecido acuerdos principalmente entre Iusacell, Telcel y Telmex para tratar de ofrecer las mismas oportunidades de desarrollo a estas empresas, los instrumentos de los que se ha valido, abarcan los aspectos más importantes generadores de controversias entre estas operadoras y son: tarifas de interconexión entre otros.

También se puede observar que una empresa con un título de concesión original para un solo servicio, puede adquirir a otras empresas o crear subsidiarias para prestar un mayor número de servicios, de tal forma que la red se pueda explotar mejor.

### **Acontecimientos Regulatorios**

Iusacell es una empresa que se encuentra sujeta a las decisiones de la COFETEL en materia de acuerdos, disposiciones o reglamentaciones, algunos de estos acuerdos a fin de promover la sana competencia en el mercado de las telecomunicaciones han sido:

#### ***Interconexión Local***

El 27 de noviembre de 1998, la COFETEL emitió una resolución que establece que la tarifa de interconexión por minuto para llamadas telefónicas efectuadas por clientes inalámbricos a clientes de telefonía alámbrica sería de \$0.2573 por minuto completo sobre una base de conteo por segundo, lo que será incrementado mensualmente a la inflación. COFETEL se negó a conceder reciprocidad alguna en la tarifa de interconexión que paga Telmex a los operadores inalámbricos por servicios de interconexión que Iusacell y otras operadoras inalámbricas prestan a Telmex por concepto de llamadas efectuadas por clientes alámbricos a clientes inalámbricos móviles.

En marzo de 2001, se negoció una reducción en la tarifa con Telmex, retroactiva al 1º de enero de 2001, a través de la cual se reducía la tarifa de interconexión por minuto para llamadas telefónicas efectuadas por clientes inalámbricos a clientes de telefonía local fija de \$0.31 por minuto completo, pagadera sobre una base de segundos, al equivalente en pesos de EU \$0.0125 por minuto completo, pagadera sobre una base de segundos. En diciembre de 2001, Telmex, Alestra y Avantel alcanzaron un acuerdo, para efectos de reducir la tarifa de interconexión de larga distancia de \$0.0125 dólares por minuto a E.U.\$0.00975 por minuto. Se ha negociado con Telmex términos similares tanto para la tarifa de las operaciones de Iusacell de larga distancia como para las de su interconexión celular local, mismos términos que se mantuvieron hasta 2003.

#### ***El que Llama Paga***

El 27 de noviembre de 1998, la COFETEL dispuso que la modalidad conocida como el que llama paga, se implantaría a partir del 1º de mayo de 1999 como una opción para el cliente del servicio inalámbrico. El método del que llama paga constituye un esquema de pago de telefonía celular similar al esquema de pagos por línea alámbrica existentes, conforme al cual la parte propietaria de la línea o de la cuenta alámbrica fija que hace una llamada local a un teléfono celular, y no el suscriptor celular que recibe la llamada, recibirá el cargo de dicha llamada en su factura por concepto del acceso de interconexión, y el receptor no tendrá cargo por el tiempo aire correspondiente a esa llamada.

La tarifa de interconexión se congeló a \$1.90 por minuto o fracción de minuto. El precio que Telmex carga a sus clientes fue congelado a \$.2.50 por minuto o fracción de minuto, más el cargo local por llamada aplicable de Telmex.

#### ***Concesión de Larga Distancia***

En diciembre de 1997, la COFETEL autorizó una modificación a la concesión de Iusacell para la prestación del servicio de larga distancia, modificando los requisitos de cobertura y permitiendo el uso de tecnologías de microondas y otras tecnologías distintas a la fibra para transmisión. Conjuntamente con los convenios de "intercambio" de fibra suscritos por Iusacell con dos de sus competidores, la concesión modificada permitía la configuración de una red más eficiente, tecnológicamente más flexible de la red de larga distancia y eliminó más de E.U.\$200.0 millones de inversiones de capital de Iusacell de 1998 a 2000.

El 1º de enero de 2001, Telmex, Avantel y Alestra anunciaron un acuerdo preliminar por medio del cual Avantel y Alestra paguen por los proyectos especiales implementados por Telmex antes de enero de 1997, con el objeto de permitir la competencia en telefonía de larga distancia, incluyendo los planes de numeración y señalización, así como los gastos para facilitar la interconexión.

### ***Niveles de Calidad***

En octubre de 1999, se realizó un acuerdo con la COFETEL para efectos de mantener ciertos niveles de calidad celular medidas en términos de tiempo de conexión, llamadas caídas e intentos fallidos. Actualmente estos son los parámetros que deben cumplir los concesionarios de telefonía celular. La omisión en mantener estos niveles de calidad podría tener como resultado obligaciones de rembolsar a los suscriptores y otras sanciones gubernamentales.

## Capítulo 7. CONCLUSIONES

La difícil meta de elaborar proyectos de normas adecuados no sólo en el aspecto técnico sino en todos los ámbitos de interés nacional tales como la política y la economía debe promover la participación de diferentes profesionales de estas áreas que analicen todos y cada uno de los aspectos que hacen viable el establecimiento o aprobación de nuevos métodos de vigilancia y evaluación regulatoria. No es posible continuar emitiendo nuevas propuestas de regulación si el organismo encargado de vigilar y ejercer su autoridad en este sentido se considera incapaz o inadecuado. De tal forma que los objetivos que se intentan cumplir con las reformas a la regulación de las telecomunicaciones aceptados universalmente son:

<b>Reformas</b>	<b>Objetivos Fundamentales</b>
Privatización de los operadores	-Atraer financiación para el crecimiento del área. -Aumentar la eficiencia del sector, introducir nuevos servicios -Contribuir al erario público con los ingresos generados de la privatización
Concesión de licencias a operadores concurrentes	-Ampliar la gama de servicios y la cobertura en zonas rurales -Aumentar la eficiencia del sector abriéndolo a la competencia -Reducir las tarifas y aumentar los servicios -Estimular la innovación e introducir servicios modernos -Generar ingresos con la concesión de licencias
Proceso de reglamentación transparente	-Aumentar la eficiencia de los procedimientos de concesión y la credibilidad del gobierno -Aumentar los ingresos públicos generados de la concesión de licencias para nuevos servicios -Aumentar la confianza del mercado, atraer la inversión
Interconexión obligatoria	-Suprimir las barreras a la competencia -Promover la competencia en servicios modernos
Fijación de precios máximos	-Mayores incentivos para la prestación de servicios eficientes por parte de las empresas dominantes -Métodos más simples para impedir la fijación de precios excesivos -Reducir el retraso de la reglamentación, garantizar ajustes oportunos de precios
Fondos de acceso universal	-Aumentar la eficiencia de las políticas de universalidad -Sustituir los subsidios cruzados que puedan ser anticompetitivos
Supresión de barreras al comercio internacional de telecomunicaciones	-Aumentar las inversiones en el sector de las telecomunicaciones -Mejorar la competencia de los mercados de telecomunicaciones -Mejorar las comunicaciones mundiales

Tabla 1. Principales reformas en el sector de las telecomunicaciones en todo el mundo y objetivos asociados<sup>28</sup>.

<sup>28</sup>Intven, Hank y otros. *Manual de Reglamentación de Telecomunicaciones*. Hank Intven. Estados Unidos. (2000)

En concreto, la COFETEL como organismo regulador nacional debería cumplir con varias atribuciones y características clave que garantizarían un funcionamiento eficaz, idealmente se pueden nombrar:

- Independencia total
- Financiación de la reglamentación
- Reguladores jerarquizados y comisiones colegiadas
- Reguladores multisectoriales
- Organización del personal encargado de la administración

### **Independencia Del Organismo**

La característica principal es la independencia del organismo regulador de los operadores comerciales de los servicios, esta independencia aumenta la confianza de los inversionistas en el mercado. En México esta independencia es relativa puesto que la COFETEL ha contado con funcionarios que han laborado en empresas de telecomunicaciones interesadas en mantener un “ control “ en este organismo, tal es el caso de Telmex. También se busca la independencia del órgano de reglamentación del gobierno, en México tampoco se cuenta con esta independencia pues la COFETEL depende directamente de la SCT, esto quiere decir que el gobierno federal puede actuar y promover acciones en contra o a favor de determinados operadores, todo lo cual lo realiza dentro de la conveniencia política nacional e internacional.

La COFETEL podría mejorar su eficiencia si contara con total independencia en la toma de decisiones y, en general como autoridad regulatoria nacional. Si le fuera otorgada esta independencia sería necesaria una reestructuración encaminada a asumir su verdadero papel, aunque es cierto que los recursos con los que cuenta actualmente pudieran seguir siendo un obstáculo en su funcionamiento. Se debe recordar que la independencia del organismo no implica independencia con respecto a la legislación del país, la entrega de reportes bimestrales, trimestrales o anuales contribuyen a conservar la transparencia de la actuación del organismo.

### **Financiación Del Proceso De Reglamentación**

Contar con los recursos económicos necesarios que permitan contratar toda la planta de empleados necesarios para su funcionamiento asegura el cumplimiento de los objetivos de la regulación. La financiación depende de cada país, en el caso de la COFETEL se le asigna un presupuesto anual de tal forma que pueda cubrir sus obligaciones económicas, lo cual demuestra la dependencia directa del gobierno. Cada vez es más común que los prestadores de servicios contribuyan con una parte de sus ganancias al erario federal por concepto de explotación, ésta es la forma más eficaz de financiación.

### **Reguladores Jerarquizados**

Este es el caso de la COFETEL, consiste en que un solo funcionario dirige al organismo, el cual recibe ayuda de técnicos, profesionales y personal de apoyo, así como de asesores externos. No se sabe con certeza si este tipo de organismo resulta más eficiente que, por ejemplo los organismos colegiados, por lo que no se emite sugerencia en este sentido.

### **Reguladores Multisectoriales**

Haciendo una comparación con otros organismos de regulación en diferentes países, se puede observar que algunos de ellos no sólo regulan las telecomunicaciones sino otros servicios o bienes de características similares tales como la energía eléctrica, o los servicios postales, en este sentido es un acierto que la COFETEL sólo tenga actividades de regulación específicas en las telecomunicaciones, puesto que un organismo regulador multisectorial en México no ayudaría a

cumplir sus funciones, principalmente porque las telecomunicaciones ya se han abierto a la privatización, mientras que el servicio de energía, por ejemplo no lo ha hecho.

### **Organización Del Personal Encargado De La Regulación**

En este sentido se pueden formular las siguientes consideraciones:

La adopción de decisiones de reglamentación exige conocimientos multidisciplinarios. Se necesitan economistas, ingenieros, abogados, contables y analistas financieros calificados para adoptar decisiones específicas de reglamentación. En este ámbito la COFETEL está organizada de acuerdo a las necesidades de la regulación pues cuenta con profesionistas de diferentes áreas que se desempeñan dentro de su Área específica, de tal forma que existen principalmente tres áreas generales: Área técnica, jurídica y financiera.

Cada uno de estos aspectos contribuye al adecuado funcionamiento de los organismos reguladores, además cuentan con los mecanismos para llevar a cabo su labor tales como normas, políticas, opiniones, etc. Idealmente el proceso general de regulación no considera aspectos como la política o la economía nacionales, en la realidad, las partes involucradas en alguna controversia se valen de todos los medios a su alcance para inclinar la balanza en su favor (utilizan herramientas económicas o acuerdos políticos). En tal caso se puede decir que un organismo regulador debe ser fuerte, de tal forma que sus decisiones en una controversia genere ganadores y perdedores, en cambio, los organismos débiles tratan de no antagonizar con nadie retrasando decisiones o no actuando con la debida entereza, en este sentido se puede decir que la COFETEL actúa como un organismo débil cuyas acciones de supervisión y vigilancia, apenas cumplen con los objetivos de su creación, en grandes controversias, por ejemplo, en lo relativo a tarifas de interconexión, controversia cuyos principales actores eran Iusacell, Alestra y casi todas las empresas concesionarias contra Telmex, la COFETEL adoptó la postura de que los involucrados en la controversia eran los que debían ponerse de acuerdo, poniendo así de manifiesto su poca disposición a resolver el problema.

Para evitar estos problemas de debilidad del organismo regulador se puede recomendar:

- **Transparencia** en la toma de decisiones. Es decir, que se cuenten con las herramientas adecuadas para hacer del conocimiento nacional las controversias, sugerencias y soluciones en el área de telecomunicaciones. Para lo cual se deben utilizar procedimientos públicos para publicar avisos sobre las normas y soluciones propuestas para reglamentar el área. Se deben crear procedimientos públicos eficientes para la divulgación de información pública. Se debe otorgar y fomentar la participación del sector empresarial y público en la toma de decisiones.
- **Objetividad.** El organismo regulador debe actuar libre de presiones de cualquier índole.
- **Profesionalidad.** El organismo regulador debe actuar buscando la solución de controversias en el mejor sentido para todos los involucrados.
- **Eficacia.** El organismo regulador debe actuar con eficacia y rapidez.
- **Independencia.** La independencia debe ser total para mejorar la eficiencia del organismo regulador.

Para realizar todo lo anterior el organismo regulador debe:

- Escuchar a todas las partes interesadas.
- No ser juez y parte al mismo tiempo. Evitar favorecer a alguien en particular, y evitar parecer favorecer a alguien. En este caso, evitar que un operador de telecomunicaciones se beneficie con la adopción de una decisión en el ámbito regulatorio.

Estos elementos son necesarios para la adopción de una buena decisión, incrementan la credibilidad y la imparcialidad en la toma de decisiones.

1. Las decisiones que se tomen deben corresponder a las facultades jurídicas del organismo regulador.
2. El organismo regulador debe tener en cuenta todas las cuestiones pertinentes y descartar las que no lo son.
3. Las decisiones deben tomarse considerando el bien común.
4. Los hechos sobre los que se basan las decisiones deben ser demostrables.
5. Las decisiones deben ser razonables.
6. A los afectados por una decisión se les concederá equidad procesal (en particular, el derecho a defenderse).
7. La política del gobierno se debe aplicar correctamente.
8. El organismo regulador no debe actuar a favor de terceros.

Todo lo anterior se sugiere durante un periodo de tiempo necesario para asegurarse que el ámbito de las telecomunicaciones funciona dentro de las disposiciones establecidas por el órgano regulador, una vez logrado este objetivo y con la meta de propiciar la competencia se deben recurrir a otras acciones tales como:

- **Reducir la intervención en materia regulatoria**

Esta sugerencia se origina debido a que está demostrado mundialmente que las ventajas de la privatización y la competencia se pueden anular o disminuir si se realiza un abuso en materia de reglamentación. Actualmente la COFETEL está considerando reducir las obligaciones que deben cumplir las empresas concesionarias, el término desregular ya no les parece ajeno, lo cual no se sugiere puesto que la experiencia mundial indica que para establecer el alcance de la reglamentación debe considerarse el grado de desarrollo del mercado y se establece una relación inversamente proporcional, de tal forma que sí se debe reducir la reglamentación pero cuando el nivel de competencia es elevado. Se considera que el mercado mexicano actual de las telecomunicaciones se encuentra en una primera etapa de liberalización, por lo cual se requiere una mayor intervención del organismo regulador, para fomentar la competencia eficaz, principalmente en lo relativo a interconexión.

Otra sugerencia en este sentido es la reglamentación asimétrica, lo cual implica que se trate de diferente forma a los operadores ya existentes y a los de nueva creación, ya que tratando de igual forma a todos los operadores se puede prolongar la necesidad de intervención del regulador, además impone cargas innecesarias a los nuevos operadores.

- **Armonización con las normas regionales y mundiales**

La base tecnológica y económica del mercado de las telecomunicaciones en todos los países del mundo es la misma, por lo cual los organismos reguladores se deben ajustar a las normas internacionales, en el caso específico de la COFETEL, de acuerdo a los tratados en los que México participa debe atender las recomendaciones o acciones tomadas por:

Bilaterales		Multilaterales	
Tratados de libre comercio con:		TLCAN (México, Canadá y USA)	(1 enero 1994)
Costa Rica	(1 enero 1995)	Grupo de los tres (México, Venezuela y Colombia)	(1 enero 1995)
Bolivia	(1 enero 1995)	TLC con el triángulo del norte	(1 enero 2001)
Nicaragua	(1 julio 1996)	OMC.- GATS "Acuerdos sobre servicios básicos de Telecomunicaciones"	(1 febrero 1998)
Chile	(1 agosto 1999)	Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT.	

Cuadro 1. Acuerdos en materia de telecomunicaciones<sup>29</sup>.

Algunas normas o prácticas de reglamentación se están adoptando en el marco de acuerdos de comercio y otros acuerdos internacionales. Los principales ejemplos son las disciplinas de reglamentación incluidas en el *Documento de Referencia sobre Reglamentación de la OMC*. En este contexto, resulta interesante señalar que en julio de 2000, Estados Unidos anunció que iba a solicitar la celebración de consultas con México en el marco de la OMC para examinar la supuesta imposibilidad de ese país para cumplir los compromisos contraídos en virtud del *Acuerdo sobre Telecomunicaciones Básicas*. Ésta es la primera vez que un país participa en una controversia en la OMC sobre obstáculos a la competencia en el sector de las telecomunicaciones. Los tres argumentos que presenta Estados Unidos para la celebración de consultas son los siguientes: 1) la ausencia de medidas disciplinarias eficaces para el antiguo monopolio, Telmex, que es capaz de usar su posición dominante en el mercado con el fin de oponerse a sus competidores; 2) el hecho de que Telmex no haya suministrado a tiempo interconexiones orientadas a los costos que hubieran permitido a las empresas de explotación de servicios de telecomunicaciones conectarse a los clientes de Telmex para prestar servicios locales, de larga distancia, e internacionales; 3) el hecho de que no haya facilitado más opciones que el obsoleto sistema consistente en cobrar tarifas más elevadas a las empresas de explotación de servicios de telecomunicaciones para completar las llamadas internacionales a México. Los organismos reguladores que están preocupados por mantener la competencia en su mercado nacional de telecomunicaciones deberían seguir las tendencias internacionales de reglamentación y estar a la vanguardia de su adopción, ya que ello aumentaría la eficacia y la competencia de sus mercados<sup>30</sup>.

- **Abrir el mercado a la competencia**

La intervención reglamentaria ha de cumplir una serie de objetivos relacionados con la apertura de los mercados a la competencia. Los objetivos fundamentales, son los siguientes:

- Otorgar licencias a los nuevos competidores y a las empresas ya existentes en condiciones que los orienten con claridad y le garanticen la posibilidad de atraer inversión.
- Garantizar la interconexión de redes y servicios, y resolver las diferencias de interconexión.
- Impedir que los operadores ya existentes abusen de su posición dominante para expulsar a los nuevos competidores de los mercados de telecomunicaciones.
- Impedir que las empresas dominantes exijan precios excesivos por los servicios sobre los que esas empresas tienen poder en el mercado, y que usen esos ingresos para subvencionar sus servicios en los mercados liberalizados

<sup>29</sup> Antonio Ortiz Mena. *México y el Comercio Internacional de Servicios*. Centro de Investigación y Docencia Económicas. México, DF. (2003).

<sup>30</sup> Intven, Hank y otros. *Manual de Reglamentación de las Telecomunicaciones*. Hank Intven. USA. (2001).

- Garantizar el cumplimiento de todos los objetivos en un entorno favorable a la competencia . Si el regulador no interviene para conseguir estas metas, es muy posible que la competencia no sea capaz de generar las ventajas que se han brindado en los mercados más competitivos del mundo.

- **Reglamentar por principio**

Establecer los principios generales de la reglamentación a priori, sobretudo en cuestiones importantes puede acelerar el proceso de reglamentación. Estos principios se han estado estableciendo a nivel mundial en casos como la interconexión, y el cálculo de los costos de telecomunicaciones (tarifas).

- **Estrategias para una reglamentación eficaz en los países en desarrollo**

Aunque los principios de una reglamentación eficaz son similares para la mayoría de los países, algunos se pueden aplicar de forma diferente en las economías en desarrollo, por lo cual la OCDE ha dado a conocer algunas sugerencias que los países en desarrollo pueden adoptar para mejorar su regulación. Hay importantes diferencias en los recursos y otras limitaciones entre los países en desarrollo y los de la OCDE, lo que obviamente repercute en la aplicación de la reglamentación. En las naciones en desarrollo y en transición, los organismos reguladores tienen una mayor necesidad de soluciones prácticas y directas. Los expertos en telecomunicaciones con experiencia en reglamentación han ideado otras estrategias para esos países, donde se ha comprobado que resultan eficaces. Los expertos principales en telecomunicaciones del Banco Mundial publicaron en 1999 un documento interesante sobre tales estrategias.

El panorama de las telecomunicaciones a nivel mundial se basa en la búsqueda de la desregulación, es decir, se pretenden eliminar obstáculos regulatorios para el desarrollo tecnológico, de tal forma que se llegue al punto de no limitar licencias o concesiones, no restringir el uso de bandas de frecuencias a un servicio exclusivo o tecnologías reservadas. Como ejemplo de esto se puede hablar del caso en que las concesionarias de servicios móviles, ya que con la tecnología con la que cuentan podrían funcionar como servicios fijos, para lograr esto y abaratar los costos por contar con una línea fija, se necesitan superar las trabas impuestas por la regulación nacional, es decir, se busca la apertura de este mercado.

La meta a nivel mundial son: “las comunicaciones móviles personales multiservicio; esto es, proveer a cada usuario de los servicios de voz, datos e imágenes y las funcionalidades que él requiera, en cualquier parte, momento o situación (móvil o estática) sin dependencia de una terminal o red específica con facturación única<sup>31</sup>”.

Sin embargo, mientras esto ocurre en la perspectiva global, el objetivo a nivel nacional es que la Comisión Federal de Telecomunicaciones cuente con las herramientas necesarias para someter a evaluación a las redes de comunicaciones, tales como trunking analógico y digital. Teniendo esto en mente este trabajo es un intento por apoyar la regulación en el país.

Los parámetros propuestos para asegurar la correcta prestación del servicio pretenden definir los criterios que la COFETEL debe observar o solicitar a los concesionarios con el fin de evaluar la información que los mismos proporcionan y emitir sus observaciones al respecto, algunos de estos parámetros parecieran ser subjetivos como el de la calidad de voz, por lo cual se deben desarrollar las herramientas necesarias a fin de comparar la señal o voz de entrada con la que se tiene al final de todo el proceso, es decir, la que escucha el usuario final, sin perder de vista la

---

<sup>31</sup> Shankar, P.M. [Introducción a Sistemas Inalámbricos] *Introduction to Wireless Systems*. Ed. John Wiley and Sons, LTD. USA, (2002)

importancia de éste parámetro pues es con el que los usuarios tienen un acercamiento directo y sienta la base que puede definir, en lo sucesivo el éxito de este servicio. Sin duda existen ya herramientas adecuadas para la medición de dicha calidad, pero resultan muy complejas o caras por lo cual, el desarrollo de un método barato y rápido sería una mejor solución.

El camino hacia la convergencia tecnológica y la liberación del servicio está marcado y la regulación del sector debe ir de su mano para mantenernos en posibilidad de vigilar el uso del espectro radioeléctrico y evitarnos la saturación que nos supondría un descuido de tal naturaleza. Todo parece indicar que en México no se ha comprendido la importancia del sector de las telecomunicaciones como factor que contribuye al crecimiento económico. El no hacerlo nos aleja del objetivo de pertenecer al grupo de los países desarrollados, refuerza las desigualdades actuales y construye otras nuevas. Gran parte de los esfuerzos de las autoridades mexicanas deben ser dirigidos a fomentar un estado de confianza que anime la inversión y que ésta, a su vez, se canalice a los sectores donde se han logrado ya avances significativos y que se mostrasen más sensibles al apoyo. Por otra parte, las empresas han ideado nuevas formas de hacer negocios, de tal forma que las fusiones y adquisiciones son una alternativa para mantenerse a la cabeza de las nuevas tecnologías o para proporcionar una mayor gama de servicios al usuario, pero esto no es suficiente pues se sabe que no es un medio adecuado para acortar distancias con los países industrializados pues no se ha desarrollado una legislación adecuada. Ser seguidores o malos seguidores nos dejará en el mismo lugar o más atrás. Que el sector de las telecomunicaciones constituya una de las bases más importantes del crecimiento económico del país podría ser tan sólo una ilusión. Analizando la situación de las telecomunicaciones en México se observa que se continúa viviendo dentro del mismo círculo vicioso: baja inversión, bajo acceso, bajo gasto.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

### Libros

- Clifton, Judith. [La política de las Telecomunicaciones en México] *The politics of Telecommunications in México*. Ed. St. Martin's Press, Inc. Estados Unidos, (2000).
- Dunlop, John; Demessie, Girma; Irvine, James. [Comunicaciones Digitales Móviles y el Sistema TETRA] *Digital Mobile Communications and the TETRA System*, Ed. John Wiley and Sons, LTD, Escocia, (1999).
- Regli, J. W. y otros. [Inalámbricos. Liberalización Estratégica del Mercado de las Telecomunicaciones]. *Wireless. Strategically Liberalizing the Telecommunications Market*. Ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. England, (1999).
- Shankar, P.M. [Introducción a Sistemas Inalámbricos] *Introduction to Wireless Systems*. Ed. John Wiley and Sons, LTD. USA, (2002).
- Sharon, Eisner G. y otros. [Competencia, Regulación y Convergencia] *Competition, Regulation, And Convergence*. Ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. England, (1999).
- Walke, Bernhard B. [Redes Radio Móviles] *Mobile Radio Networks*. Networks, Networking, Protocols and Traffic Performance. Ed. John Wiley and Sons, LTD. Inglaterra, (2002).

### Artículos

- Mariscal, Judith. [Un asunto pendiente]. *Unfinished Business*. Ed. Praeger. England, (2002).

### Tesis

- Aguilar Hernández, Rubén. *Sistemas de Telecomunicaciones para portadoras compartidas "Trunking" para proporcionar servicios de radiocomunicación en las instalaciones de Petróleos Mexicanos "PEMEX" en la Ciudad de México*, Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, IPN, México (1993).
- Monroy Rivas, Álvaro. *Sistemas Abiertos de Radio Troncalizado Digital*, Tesis de Ingeniería en Telecomunicaciones, UNAM, México, (2002)
- Rendón Ortiz, Lucio M. *Aspectos a considerar en la Planeación y Evaluación de una Red Digital Trunking*, Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, IPN, México, (2000)

### Páginas electrónicas

- ITU, "Bienvenido a la Unión Internacional de Telecomunicaciones", <http://www.itu.int/home/index-es.html>. (2003).

ISO,[Organización Internacional de Estandarización].” International Organization of Standardization “. <http://www.iso.ch/iso/en/aboutiso/introduction/index.html>. EEUU. (2003).

IEC, [Sobre IEC]. “ About IEC ” .<http://www.iec.ch/about/mission-e.htm>. Estados Unidos. (2003).

COFETEL, “ COFETEL Comisión Federal de Telecomunicaciones”. <http://www.cofetel.gob.mx>. México. (2003).

SCT, “Secretaría de Comunicaciones y Transportes”.<http://www.sct.gob.mx>. México. (2003).

Syscom, “Protocolos de Radiocomunicación“. <http://www.syscom.com.mx>. México.

Motorola. [¿Qué es iDEN?]. “ What is iDEN? “. [http://idenphones.motorola.com/iden/what\\_is\\_iden.jsp](http://idenphones.motorola.com/iden/what_is_iden.jsp). Estados Unidos. (2003).

Syscom, “Protocolos de Radiocomunicación. TETRA protocolo abierto“ [http://www.syscom.com.mx/protocolos\\_tetra.htm](http://www.syscom.com.mx/protocolos_tetra.htm). México.

Comspace. [Comspace gana la patente de DC/MA]. “Comspace wins patent for DC/MA“. [http://iwce-mrt.com/ar/radio\\_comspace\\_wins\\_patent/index.htm](http://iwce-mrt.com/ar/radio_comspace_wins_patent/index.htm). Estados Unidos. (2002).