



D-18772

T
621.38
SAB



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y
Computación

Estudio de PCS y a su aplicación en el Ecuador

Proyecto de Tópicos Especiales

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización: ELECTRONICA

Presentado por:

David L. Sabando Vera



Guayaquil - Ecuador
1998

AGRADECIMIENTO

**A todos a quienes ayudaron de una u
otra forma a la elaboración del
presente trabajo, de forma especial a
Brenda Pozo M., por su gran
colaboración y apoyo invaluable.**

DEDICATORIA

**A DIOS, A MI MADRE, A MI PADRE
Y MIS HERMANOS.**

TRIBUNAL DE GRADO



ING. ARMANDO ALTAMIRANO
Presidente del Tribunal



ING. WASHINGTON MEDINA
Director de Tópico



ING. BORIS RAMOS
Miembro de Tribunal

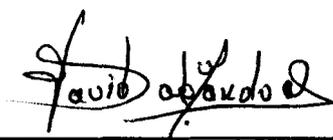


ING. FABRICIO VELEZ
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



DAVID LEONARDO SABANDO VERA

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I..... 1

**1 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES
INALAMBRICAS..... 1**

**1.1 LA PRIMERA GENERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
COMUNICACIONES INALÁMBRICAS. 2**

1.1.1 Telefonía Celular Analógica. 3

1.1.2 Sistemas de Telefonía Cordless Analógica. 6

**1.2 SEGUNDA GENERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES
INALÁMBRICAS. 7**

1.2.1 Sistemas de telefonía celular digital y sus normas..... 10

1.2.1.1 IS-54..... 10

1.2.1.2 IS-136..... 11

1.2.1.3 IS-95..... 12

1.2.2	Sistema de telefonía celular digital Europeo GSM.....	13
-------	---	----

1.3	TERCERA GENERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....	14
-----	---	-----------

1.3.1	Sistemas PCS.....	15
-------	-------------------	----

1.3.2	Sistemas UMTS en Europa.....	17
-------	------------------------------	----

1.3.3	Sistemas IMT-2000.....	17
-------	------------------------	----

1.3.4	UPT.....	18
-------	----------	----

CAPITULO II.....	20
-------------------------	-----------

2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS CELULARES.....	20
---	-----------

2.1	REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS.....	22
-----	-----------------------------------	----

2.2	ESTRATEGIAS DE ASIGNACIÓN DE CANALES.....	23
-----	---	----

2.3	CONSECUENCIAS DE LA MOVILIDAD.....	26
-----	------------------------------------	----

2.3.1	Gestión de la localización.....	26
-------	---------------------------------	----

2.3.2 Handoff (función de traspaso)..... 27

2.3.3 Roaming (función de seguimiento)..... 29

2.3.4 Interferencias y Capacidad del Sistema 30

2.3.5 Interferencia Co-Canal 31

2.3.6 Interferencia entre Canales Adyacentes 32

2.3.7 Control de Potencia para reducir las Interferencias..... 33

2.3.8 División de Celdas (“ Cell-Splitting”) 34

CAPITULO III 36

3 SISTEMAS DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS)... 36

3.1 QUE ES PERSONAL COMMUNICATION SYSTEMS (PCS)? 37

3.2 COMPONENTES DE LA RED PCS..... 40

3.3 VISIÓN DE PCS 43

3.3.1 Rangos de Frecuencias..... 45

3.3.1.1 Banda Angosta.....	45
----------------------------	----

3.3.1.2 Banda sin Licencia.....	46
---------------------------------	----

3.3.1.3 Banda Ancha.....	47
--------------------------	----

3.4 TECNOLOGÍA DE ACCESO MÚLTIPLE PARA PCS.	48
--	----

3.4.1 FDMA.....	48
-----------------	----

3.4.2 TDMA.....	49
-----------------	----

3.4.3 CDMA.....	52
-----------------	----

3.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE SERVICIOS INALÁMBRICOS A NIVEL MUNDIAL.	55
--	----

3.6 COMPARACIÓN ENTRE TELEFONIA CORLESS, PCS (1900 MHZ) Y CELULAR (800 MHZ).	58
---	----

CAPITULO IV	59
--------------------------	-----------

4 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE MICROCELDAS, ANTENAS Y POTENCIA PARA PCS.	59
--	-----------

4.1 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE MICROCELDAS.	60
--	----

4.1.1	Microcelda con licencia	60
4.1.2	Microceldas sin licencia.....	63
4.2	ANTENAS Y POTENCIA PARA MÓVILES PCS.	64
4.2.1	Generalidades de Diseño de Antenas para PCS.....	65
4.2.1.1	Teoría: Polarización y Ganancia.....	65
4.2.2	Antenas para Celulares Móviles.....	66
4.2.3	Patrones de radiación de las antenas en las celdas.	68
4.2.4	Potencia para Sistema PCS.	69

CAPITULO V	70
-------------------------	----

5 SISTEMA DE COMUNICACIONES PERSONALES EN EL ECUADOR.	70
--	----

5.1 OFERTA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES	70
---	----

5.1.1 Servicios de Telefonía Fija.....	71
--	----

5.1.2 Servicios de Telefonía Móvil.....	73
---	----

5.1.3 Servicios de Telex y Telegrafía.....	74
--	----

5.1.4	Servicios de Radiocomunicación Móvil Troncalizada.....	75
5.1.5	Servicio de Radio Búsqueda	75
5.1.6	Servicios Portadores.....	75
5.1.7	Servicio de Valor Agregado	76
5.1.8	Servicios de Radiodifusión	77
5.1.9	Servicios de Difusión por Suscripción.....	77
5.2	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA FUTURA DE LOS PRINCIPALES SERVICIOS QUE SE OFREZEN EN EL PAÍS.....	78
5.2.1	Demanda del servicio de telefonía fija.....	78
5.2.2	Demanda de los Servicios de PCS y Telefonía Móvil Celular.	80
5.3	POR QUÉ PCS EN EL ECUADOR?	82
5.3.1	La movilidad personal y la movilidad del terminal.	82
5.3.2	Servicio multimedia de calidad.....	83
5.3.3	Múltiples tipos de usuarios.	83
5.3.4	Servicio roaming global automático.	83
5.3.5	Un único número.....	84

5.3.6 Alta capacidad..... 84

5.3.7 Handset universal..... 84

5.3.8 Seguridad..... 85

5.4 PCS COMO SOLUCIÓN AL DUOPOLIO CELULAR..... 85

5.5 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PCS EN EL
ECUADOR..... 87

5.6 BENEFICIOS DEL ACCESO INALÁMBRICO FIJO..... 89

5.7 DESVENTAJA ECONÓMICA DEL PCS..... 90

5.8 VENTAJAS DE U-PCS..... 91

5.9 QUIENES IMPLEMENTARÁN PCS EN EL PAÍS?..... 92

5.10 ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA LAS OPERADORAS DE PCS..... 92

CAPITULO VI..... 93

**6 MARCO LEGAL PARA LA EXPLOTACION DE
SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS) EN
EL ECUADOR..... 93**

6.1 CONTENIDO DEL PROYECTO DE LEY	93
--	-----------

CONCLUSIONES.....	127
--------------------------	------------

RECOMENDACIONES.....	130
-----------------------------	------------

GLOSARIO.....	132
----------------------	------------

BIBLIOGRAFIA.....	135
--------------------------	------------

INDICE DE FIGURAS

1. Evolución de los Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas.....	2
2. Estructura de un Sistema Celular.....	4
3. Sistema de Comunicación Inalámbrica.....	10
4. Sistema de Comunicaciones Celulares.....	21
5. Reutilización de Frecuencia.....	22
6. Asignación de Canales.....	24
7. Proceso de handoff.....	28
8. Celdas Divididas.....	34
9. Sistemas de Comunicaciones Personales.....	38
10. Estructura de PCS.....	40
11. Configuración de un Sistema PCS.....	43
12. Ancho de banda de PCS.....	47
13. FDMA.....	48
14. TDMA.....	50
15. CDMA.....	53
16. Cantidad de usuarios de las tres tecnologías.....	56
17. Cantidad de usuarios de servicios digitales y de analógicos en el mundo.....	57
18. Cantidad de suscriptores alrededor del mundo por tecnologías.....	57
19. Cobertura de microceldas tipo diamante para PCS.....	62
20. Modelos de Radiación.....	67

21. Ganancia de la antena del móvil.....	67
22. Patrones de Radiación.....	68
23. Proyección de la demanda de PCS y Celular.....	81
24. Disminución de las tarifas.....	86
25. Como satisfacer la demanda de telefonía básica.....	88
26. Economía del acceso inalámbrico fijo.....	89

INDICE DE TABLAS

I.	Especificaciones de los sistemas en la primera generación.....	8
II.	Demanda mundial de los servicios Inalámbricos.....	55
III.	Suscriptores de las diferentes tecnologías alrededor del mundo.....	56
IV.	Comparación entre Telefonía Cordless, PCS y Celular.....	58
V.	Operadoras de Telefonía fija en el Ecuador.....	71
VI.	Operadores Celulares en el país.....	74
VII.	Demanda de acceso al sistema PCS y celular.....	81
VIII.	Subasta de Licencias en U.S.A.....	90

CAPITULO I

1 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS.

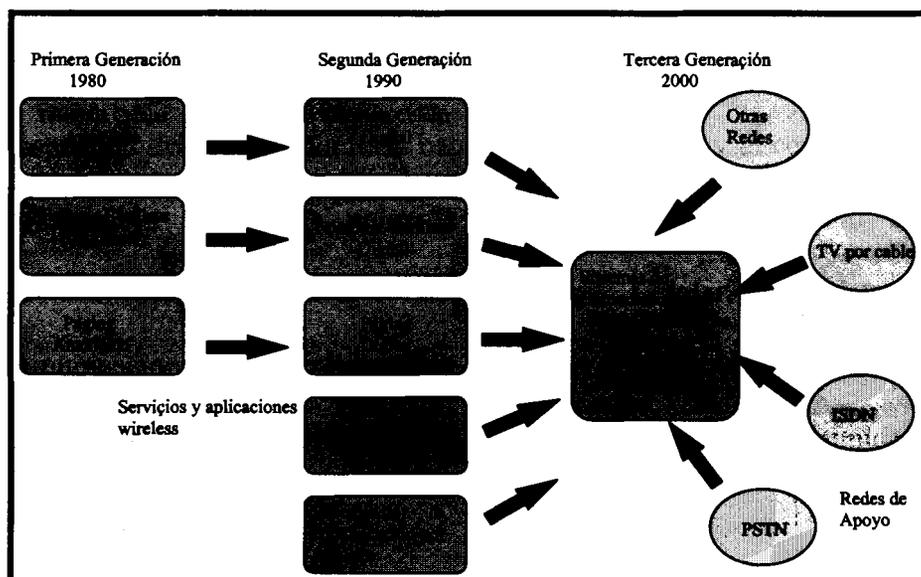
La habilidad para comunicarse con las personas que se encuentran en movimiento se ha desarrollado enormemente durante la ultima década. El avance en las miniaturizaciones de los equipos y los elementos electrónicos hace posible este gran desarrollo, por lo que es ahora muy fácil y económico el uso de aparatos portátiles. Las comunicaciones Inalámbricas (Wireless Communications) han atravesado en menos de dos décadas por una evolución acelerada de tres generaciones. La figura 1 muestra un panorama de esta evolución, motivada como ya se dijo por la vertiginosa demanda de movilidad y portabilidad en las comunicaciones, por otro lado también esta la revolución digital de las telecomunicaciones, esto motivo que ahora este investigándose y desarrollándose la tercera generación. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas, usan las señales de radio frecuencia (RF) y se propagan dentro de canales definidos internacionalmente para el espectro de RF.

1.1 La Primera Generación de los Sistemas de Comunicaciones

Inalámbricas.

La primera Generación de Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas, fue concebida en la década del 70, y por lo tanto fueron basados en tecnologías analógicas.

1. Evolución de los Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas.



Fuente: Internet, inf.ufrgs.br, Herbert Luna Galiano

La primera generación, son sistemas que están ahora en una etapa bien madura y son ampliamente usados en todo el mundo, por ejemplo en la actualidad existen más de 50 millones de teléfonos celulares analógicos. Sistemas típicos de esta generación los Sistemas de Telefonía Celular Analógicos, los Sistemas de telefonía Cordless Analógicos, bastante usados para comunicaciones indoor, por otro lado están también los Sistemas

Paging Analógicos o Sistemas Buscapersonas de voz y alfanuméricos, Sistemas de comunicaciones por satélite geo-estacionarios con transmisión analógica, entre otros. Por ser bien amplia la gama de tecnologías inalámbricas solo se verán muy levemente algunos de ellos.

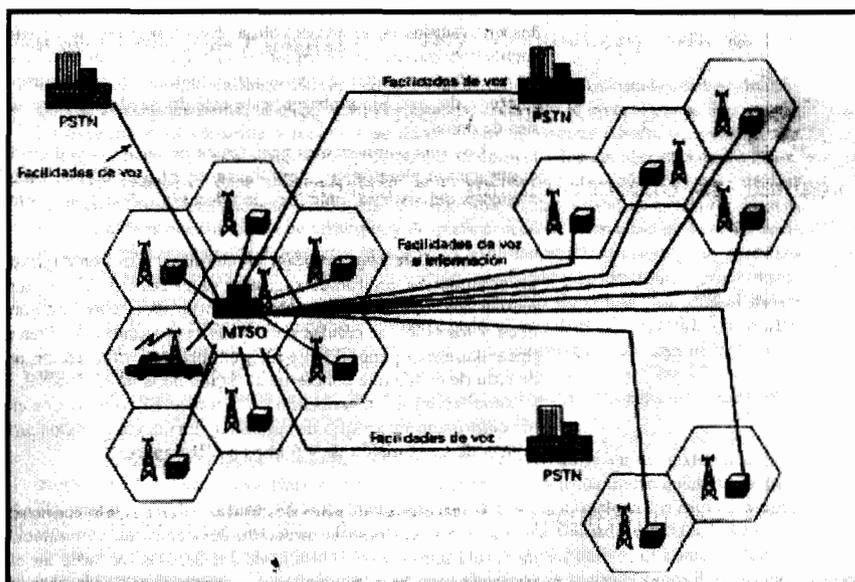
1.1.1 Telefonía Celular Analógica.

Los primeros teléfonos móviles o radios teléfonos LMR (Land Mobile Radio) fueron usados en décadas anteriores pero no tuvieron amplia aceptación debido a su limitada capacidad de usuarios y el corto alcance de su estación base. Una solución para estos problemas vino con el advenimiento del concepto de Telefonía Celular, un sistema de comunicaciones de radio full duplex basado en la reutilización de frecuencias que constituyeron el primer paso en la revolución de las telecomunicaciones inalámbricas.

Básicamente la telefonía celular esta estructura sobre un conjunto de canales de radio frecuencia (RF) definidos para áreas llamadas células, y dentro de ella una estación base generalmente integrada con la red de telefonía fija.

La extensión geográfica de una red telefónica celular esta constituida por muchas células de tal forma que células adyacentes contengan conjuntos de canales de frecuencias distintas para evitar interferencias mutuas (Ver figura 2).

2. Estructura de un Sistema Celular



Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Pág. 309

La técnica de reutilización de frecuencia es una forma de economizar banda y aumentar el uso de usuarios por MHz del espectro. La banda de frecuencia destinada para la telefonía celular esta en torno de los 800 MHz y tiene un ancho de banda de 50 MHz que a su vez es subdividida en dos bandas A y B cada una con 25 MHz. La banda A esta destinada para el uso de las Concesionarias Publicas de Servicios Telefónicos o PSTN (Public Switched Telephone Network) en cuanto la banda B reservada para las Compañías de Telefonía Celular Privada.

El primer sistema de telefonía celular analógico fue desarrollado en 1970 por los laboratorios Bell, posteriormente estandarizado por la TIA

(Telecomunicación Industry Association) y conocido como AMPS (Advanced Mobile Phone Service) o norma TIA-533. El AMPS opera comercialmente desde 1983 en la ciudad de Chicago (USA). Este sistema utiliza la modulación FM (Frequency Modulation) para la transmisión de voz, y la modulación FSK (Frequency Shift Key) para la señalización. La tecnología usada para compartir un mismo espectro es llamada FDMA (Frequency Division Multiple Access).

La telefonía celular analógica tiene en la actualidad 50 millones de usuarios en todo el mundo, la mitad de ellos en U.S.A. siendo los países Latinoamericanos uno de los mayores en crecimiento, con tasas de hasta el 100 % al año, en Europa muchos sistemas similares al AMPS fueron desarrollados , entre los cuales esta el TACS (Total Access Communication Systems) usado ampliamente en Inglaterra el NMT (Nordic Mobile Telephone) en Suiza y el NTT (Nippon Telephone and Telegraph) en Japón el cual fue el primer sistema de telefonía celular operando comercialmente desde 1979.

Siendo el sistema AMPS por naturaleza para el tráfico de señales analógicas de audio, este no es adecuado para transmisión de datos. Para adecuarlo deberá ser utilizado un modem con las características apropiadas para la red celular telefónica. El propio proceso de "handoff", o sea, el paso del control de la llamada de una célula a otra, ocasionará una interrupción momentánea de la señal. Estos intervalos de interrupción pueden ser del orden de 100

milisegundos, generando errores en la transmisión, por esto la tasa de error puede llegar a valores 1000 veces peores que en la red telefónica convencional.

Además de lo hostil que son los sistemas AMPS para la transmisión de datos. Otra de las grandes desventajas es la capacidad máxima de usuarios, puesto que el AMPS usa FDMA como acceso múltiplo. Así son distribuidos 30 KHz del canal que ocupa cada usuario en el ancho de banda disponible en la célula (25 MHz). Determinando un máximo de 174 canales por célula, esto esta motivando que cada vez se diseñen pequeñas células las cuales son conocidas como microcélulas. Por otro lado, también están los problemas de la privacidad de las comunicaciones. Pues la transmisión por radio siempre esta sujeta a interferencia, y en muchos casos esta es hecha con propósitos malévolos. El otro problema es la autenticación, pues la fragilidad de los procedimientos para autenticar a los usuarios esta comprobada -peor aun cuando estos están en roaming produciéndose grandes perdidas millonarias para las operadoras, solo en los Estados Unidos perdidas causadas por teléfonos celulares clones esta estimada en 1 billón de dólares anuales.

1.1.2 Sistemas de Telefonía Cordless Analógica.

Los primeros teléfonos usando la tecnología cordless aparecieron en los finales de los años 70, y desde entonces hasta ahora experimentaron un crecimiento bien grande. Los teléfonos cordless son usados generalmente

para proveer servicios de comunicación full duplex en residencias y oficinas usando un radio-enlace de distancia corta desde la estación base hasta el hand-set o unidad de mano. Los teléfonos cordless pueden ser categorizados como aquellos que ofrecen baja movilidad, baja potencia, y alta disponibilidad. Los cordless de esta generación usaban modulación FM y trabajaban en frecuencias diversas ya que no había un estándar con éxito para estos sistemas.

1.2 Segunda Generación de los Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas.

La segunda generación se inicia con emergentes tecnologías digitales de acceso múltiple como el CDMA (Code Division Multiple Access) y el TDMA (Time Division Multiple Access), en esta generación son resueltos y mejorados algunos aspectos no previstos en los sistemas anteriores, como los aspectos de capacidad de usuarios, calidad y costos de los servicios. Sistemas de esta generación hacen su aparición en los inicios de esta década y hoy existen mas de 30 millones de usuarios la mayoría de ellos en Europa.

Además de los sistemas de telefonía celular digital también emergen los sistemas de telefonía cordless con PHS (Personal Handy Phone) en Japón y el DECT (Digital European Cordless Telephone) en Europa

I. Especificaciones de los Sistemas en la primera generación

PARAMETRO DEL SISTEMA	AMPS	TACS
Frecuencia de Transmisión (MHz).		
• Estación Base	870 - 890	935 - 960
• Estación Móvil	825 - 845	890 -915
Espacio entre el transmisor y el receptor, en frecuencia (MHz)	45	45
Ancho de Banda por Canal	30 KHz	25 KHz
Modulación	FM	FM
Números de canales	832	1000
Radio de Cobertura por una estación base (kilómetros).	2 -25	2 - 20
Señal de audio		
• Modulación	FM	FM
Señal de control		
• Modulación	FSK	FSK
Tasa de transmisión de datos	10	8

Fuente: Wireless and Personal Communications Systems. Pág. 17

Aplicaciones para la transmisión de datos como los sistemas paging de doble vía, y el uso de tecnologías basadas en la modulación Spread Spectrum para redes locales inalámbricas o WLAN (Wireless-LAN) también son típicas de esta generación. La tecnología Spread Spectrum fue desarrollada en la década del 40 durante la segunda guerra mundial para permitir comunicaciones militares seguras. Un transmisor spread spectrum

espalla o difunde la señal de radio sobre una amplia gama de frecuencias siguiendo una secuencia determinada. En el lado de la recepción la señal puede ser detectada solo por receptores de banda larga y que conozcan la secuencia del espallamento.

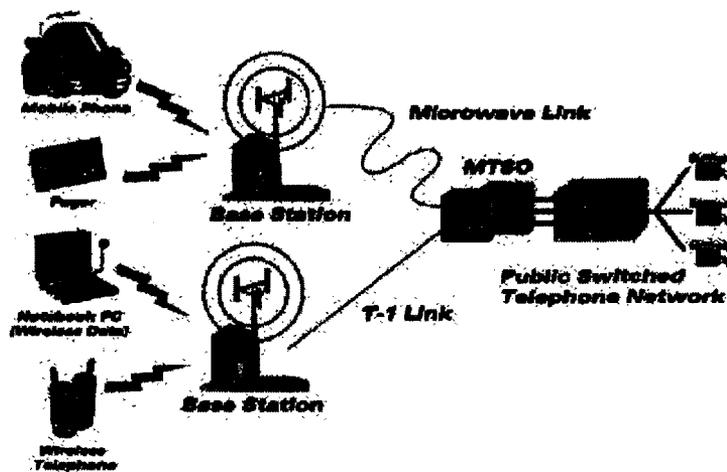
La tecnología TDMA divide un canal simple de radio en un número de slots (Time División) permitiendo que este sea compartido (Multiple Access) y de allí aumentar la capacidad del canal.

En la tecnología CDMA la frecuencia del canal es usada simultáneamente por múltiples usuarios en una determinada célula, y las señales son distinguidas por la distribución de ellos siguiendo diferentes códigos, el CDMA esta basado en la tecnología spread spectrum.

Sistemas de acceso múltiplo digitales CDMA y TDMA pueden sustentar más servicios en áreas de alta densidad. Otras ventajas adicionales son la reducción de potencia de transmisión incrementando la vida útil de las baterías y reduciendo el tamaño del aparato, por otro lado las comunicaciones son más seguras pues rastrear o monitorear es más complicado en sistemas digitales que en los analógicos.

1.2.1 Sistemas de telefonía celular digital y sus normas

3. Sistema de Comunicación Inalámbrica



Fuente: Internet www.mot.com

1.2.1.1 IS-54.

La norma IS-54 conocido también como D-AMPS fue normalizado por la EIA/TIA (Electronic Industry Association) y en la actualidad tiene más de 2 millones de usuarios, fue el primer estándar de telefonía celular digital americano, IS-54 opera en el mismo espectro usado por los antiguos sistemas AMPS y conserva los 30 KHz de banda del canal AMPS para facilitar la evolución de los sistemas analógicos, un factor esencial en la mudanza de sistemas AMPS para sistemas TDMA es el aprovechamiento de la estructura ya montada y ampliamente utilizada (Ver figura 3), por eso, IS-

54 define el concepto dual mode significando que provee una operación para ambos sistemas analógicos y digital.

IS-54 utiliza multiplexación FDM (Frequency Division Multiplexing) para canales de radio frecuencia de la frecuencia de la telefonía celular igual al AMPS y la multiplexación TDM (Time Division Multiplexing) dentro de cada canal RF. La multiplexación TDM implica técnicas de transmisión digital en los canales RF, lo que equivale a multiplicar la capacidad del sistema por un factor de 3 con relación al sistema AMPS.

1.2.1.2 IS-136

El IS-136 es una norma de telefonía celular digital también basados en TDMA, en realidad es la continuación de la norma IS-54 en su versión (IS-54C). Actualmente IS-136 junto al GSM e IS-95 están en la lucha de la supremacía de la telefonía celular digital en el mundo. IS-136 incorpora un control digital de canal. Lo que permite al operador de la red una gran eficiencia en la operación del tráfico de servicio. Y la introducción de mejores características usando la infraestructura ya existente, algunos de estos son sleep mode, capacidades para voz y datos, roaming automático internacional, privacidad y autenticación, mayor calidad de transmisión de voz, además de aumentar significativamente la cantidad de usuarios por célula. La norma D-AMPS 1900 está basado en IS-136 y está destinado para

operar automáticamente en dos bandas de 800 y 1900 MHz permitiendo el acceso a redes analógicas y digitales.

1.2.1.3 IS-95

En 1992 fue sometido ante el organismo de normas americano TIA-EIA una propuesta de la Qualcomm Incorporated sobre un nuevo sistema de telefonía celular basado en el spread spectrum llamado CAI (CDMA Common Air Interface). En 1994 la TIA/EIA acogió la propuesta de la Qualcomm como una norma para telefonía celular digital denominada IS-95.

IS-95 se presenta también como una tecnología de modo dual, es decir, permite la operación tanto de modo AMPS como de modo CDMA, de esta manera esta garantizado la convivencia con el sistema AMPS que actualmente representa el mayor porcentaje de la base de telefonía celular instalada en el mundo.

IS-95 divide la banda de 25 MHz en 10 canales duplex RF con 1.25 MHz de espectro por canal. Cada macro célula puede utilizar la banda entera lo que significa un factor de reutilización de la frecuencia igual a uno, en cada canal de RF son transmitidos simultáneamente 64 canales digitales de 9600 bits diferenciados a través de códigos de modulación y secuenciación de espallamiento propio.

Sistemas IS-95 pueden soportar 10 veces el número de usuarios en sistemas analógicos y ofrece una serie de beneficios incluyendo alta capacidad, mejor calidad, seguridad, eliminación de la necesidad de planificar la designación de frecuencia para las células y la flexibilidad para acomodar las diferentes tasas de transmisión. El primer sistema CDMA operando comercialmente esta en Hong Kong desde 1995.

Los sistemas IS-95 tienen como desventajas la necesidad de un rígido control de potencia de transmisión por parte de cada usuario. Este control es necesario par minimizar el problema de interferencia. Teniendo en cuenta que la recepción además del ruido propio de banda larga (1.25 MHz), todos los usuarios de un determinado canal RF dentro de la célula se interfieren entre si, pues ocupan todos la misma banda. Además de esta interferencia tenemos todavía en grado menor la interferencia causadas por los usuarios de las células adyacentes del mismo canal RF.

1.2.2 Sistema de telefonía celular digital Europeo GSM.

En Europa la cantidad de normas de telefonía celular analógico no compatibles entre ellos limito el uso de la totalidad de los países europeos así el GSM (Global Systems for Mobile Communications) fue desarrollado en Europa por la ETSI (European Telecommunications Standars Instituto) para proveer un único estándar que pueda ofrecer una mayor capacidad de usuario, mejor calidad, facilidades para la transmisión de voz y datos

facilitar el roaming continental para cubrir todo el territorio Europeo. El GSM también ofrece la facilidad de implementar sistemas de bajo costo y una alta eficiencia en el uso del espectro disponible. Técnicamente el GSM esta basado en la tecnología TDMA. Dos bandas de frecuencia son definidas para el GSM una de 890 hasta 915 MHz para transmisión de la unidad móvil, y otra de 935 hasta 960 MHz para la transmisión de la estación base. Sistema GSM operan de forma comercial desde 1991, hasta diciembre de 1995 existían más de 10 millones de usuarios.

En los Estados Unidos algunos operadores de telefonía celular han considerado el uso de sistemas basados en GSM como el PCS-1900. Una de las características resaltantes del sistema GSM son los mecanismos de autenticación y privacidad, pues utilizan algoritmos de criptografía para autenticar al usuario y cifrar las conversaciones, además de usar un smartcard llamado SIM como mecanismo de desafío respuesta para el acceso a la red.

1.3 Tercera Generación de los Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas.

En la tercera generación de estos sistemas, las comunicaciones serán personales, móviles y universales. Importante investigaciones y desarrollos en el mundo convergen en esta evolución, por ejemplo en los E.E.U.U. los sistemas de la tercera generación que están emergiendo son llamados PCS (Personal Communications Systems), similarmente en Europa están

desarrollando el UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) y por otro lado la ITU viene proponiendo el IMT-2000 (Internacional Mobile Communications at year 2000). Conceptos, características y objetivos de cada uno de estos nuevos sistemas de comunicaciones son semejantes y son:

- La movilidad personal y la movilidad del terminal.
- Servicio multimedia de calidad.
- Múltiples tipos de usuarios.
- Servicio roaming global automático.
- Un único número.
- Alta capacidad.
- Handset universal.
- Seguridad.

1.3.1 Sistemas PCS.

PCS, según la definición de FCC (Federal Communications Commission) es un sistema por el cual cada usuario puede intercambiar informaciones con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar, a través de algún tipo de dispositivo, y usando un único número. Por otro lado de acuerdo con el TIA (Telecommunications Industry Association) PCS, está definido como un conjunto de capacidades permite algunas combinaciones de servicios de movilidad de terminal y movilidad personal. En la práctica PCS esta frecuentemente usado como un término general que incluye varios servicios de acceso inalámbricos que incluyen la telefonía celular, cordless, WLAN,

redes de datos, paging, etc. Pero con un fuerte énfasis en servicios, que son aplicados dentro del nuevo espectro de frecuencia al que ha sido destinado los PCS.

Gran parte de las ventajas de los sistemas PCS radica en que están interconectados a las redes heterogéneas como a CATV, ISDN, red celular, CDPD, etc., favoreciendo a la movilidad de terminal explicado anteriormente.

En los E.E.U.U la FCC destino 3 MHz del espectro de radio próximo a 900 MHz para PCS de banda estrecha (narrowband PCS) y 120 MHz del espectro próximo a 2 GHz para PCS de banda larga (bradband PCS), 40 MHz del espectro reservado para futuras aplicaciones asíncrona e isócronas.

La activa normalización de los estándares para PCS en los E.E.U.U. refleja altamente la competitividad tensa en los mercados abiertos. Comprometidos en la evolución de las telecomunicaciones, normas de acceso múltiplo para sistemas inalámbricos (CDMA, TDMA). Están emergiendo nuevas implementaciones de sistemas móviles (PCS-1900, DSC-1800, etc.) de allí el hecho que un único estándar o sistema consiga vencer esta siendo esperado pues es el mercado que dispondrá finalmente que estándar va ha tener éxito. Sobre la normalidad de PCS, la TIA y el Comité T1 de la ATIS (Alliance for Mobile Telecommunications Industry Soluciones) formaron el JTC (Joint Technical Committee) para revisar las normas para PCS propuestas por los fabricantes, y para hacer recomendaciones, de esta forma

el JTS reconoce que las normas caen naturalmente en dos categorías las de high-tier PCS para macro células con altas velocidades y movilidad y los low-tier PCS optimizado para pequeñas potencias micro células y poca complejidad . En estas dos categorías esencialmente corresponden a la telefonía celular y la telefonía cordless.

1.3.2 Sistemas UMTS en Europa

La tercera generación de sistemas inalámbricos que actualmente están desarrollándose en Europa, será destinada a integrar todos los diferentes servicios de la segunda generación y cubrir una amplia gama de servicios broadband (voz, datos, vídeo, multimedia) coherente y compatible con la actual tecnología desarrollada y tomando el lugar de las redes de telecomunicaciones fijas. En Europa las investigaciones y desarrollo en tecnologías de tercera generación son generalmente encaminadas para los sistemas UMTS, dentro del programa RACE de la Comunidad Europea, Para esto están siendo considerados los estándares Europeos referentes a la segunda generación como el GSM, DCS-1800, DECT, CT-2 y otros.

1.3.3 Sistemas IMT-2000.

En el evento WARC (World Administrative Radio Conference) organizado por la ITU en 1992 se propusieron las bandas entre 1885-2025 MHz y 2110-2200 Mhz para el nuevo sistema propuesto por la ITU denominado

FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications Systems) que más tarde sería conocido como IMT-2000, allí también se propuso el espectro entre los 1980-2010 MHz y 2170-2220 MHz para los satélites de servicios de comunicación móvil.

IMT-2000 es también la tercera generación global de sistemas que apuesta a unificar los diversos sistemas que vemos hoy en día. El potencial del IMT-2000 radica en el uso de una misma banda de frecuencia para una interface global de radio, esto también ofrece un fuerte incentivo para trabajar en dirección de una norma global ITU, la IMT-2000 sirve de medio para la solución de las necesidades básicas de telecomunicaciones en regiones menos desarrolladas del mundo optando por soluciones costo/beneficio favorable a sus economías, IMT-2000 esta liderado por el Task Group del espectro de Radiocomunicaciones de la ITU.

1.3.4 UPT.

El concepto de UPT de la ITU esta basado en el uso de un único número personal para permitir la comunicación con cualquier interface de red seleccionado por el usuario, esto claramente complementa la movilidad ofrecida por el IMT-2000 permitiendo al usuario la total movilidad las redes fijas e inalámbricas. Un número personal por el cual puede ser localizada en cualquier lugar e la característica clave de la tercera generación. Al contrario de antiguos sistemas donde los aparatos o terminales tienen una numeración,

el usuario del IMT-2000 se beneficia de tener un servicio completo de telecomunicaciones personales a través de varias características, ofrecidas por ambos sistemas fijo y móvil. UPT también utiliza las características de la red inteligente IN y de la ISDN para dar funciones de comunicación móvil y personal.

CAPITULO II

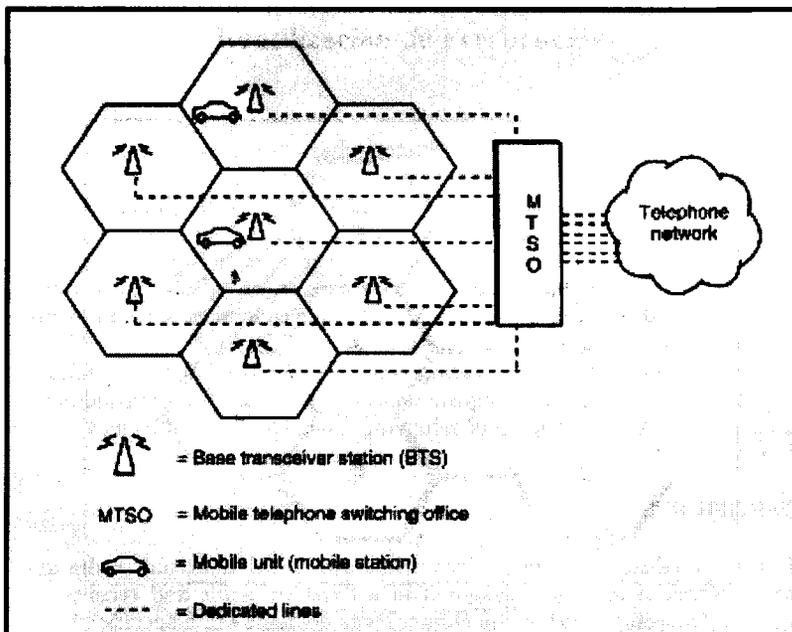
2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS CELULARES.

Vamos a repasar algunos de los conceptos fundamentales dentro de los sistemas celulares que sirven para cualquier sistema de comunicaciones inalámbricas moderno.

El concepto de sistema celular fue un gran avance en la revolución del problema de la congestión espectral y de la capacidad del usuario. Este ofrecía una gran capacidad en una localización limitada del espectro sin grandes cambios tecnológicos. La idea de un sistema celular consiste en un sistema basado en varios niveles de celdas: un transmisor de gran potencia (celda grande) con muchos transmisores de baja potencia (celdas pequeñas), cada una proporcionando cobertura a sólo una pequeña porción del área de servicio. A cada estación se le asigna una porción del número total de canales disponibles en el sistema completo, y a las estaciones base cercanas se les asigna diferentes grupos de canales, de forma que los canales disponibles son asignados, en un número relativamente pequeño de estaciones base vecinas. A las estaciones bases vecinas se les asigna diferentes grupos de canales de forma que las interferencias entre las estaciones base (y entre los usuarios

móviles bajo su control) se reducen. Espaciando sistemáticamente las estaciones bases y sus grupos de canales a través de un mercado, los canales disponibles se distribuyen a través de una región y pueden ser reutilizadas tantas veces como sea necesario, siempre que entre estaciones con el mismo canal se mantenga por debajo de los niveles aceptables.

4. Sistema de comunicaciones Celulares



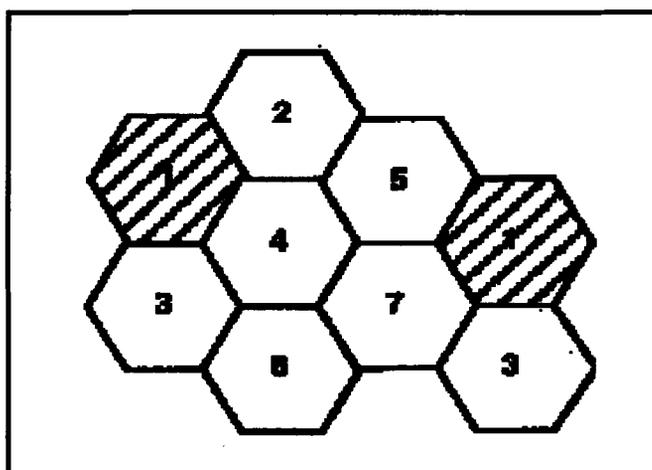
Fuente: Mobile and Wireless Networks. Pág. 66

Conforme crece la demanda de servicios, se debe incrementar el número de estaciones base, proporcionando una capacidad de radio adicional sin incremento del espectro de radio. Este principio es el fundamento de todos los modernos sistemas de comunicaciones inalámbricos.

2.1 Reutilización de Frecuencias.

Los sistemas de radio celulares se basan en la colocación inteligente y de la reutilización de los canales a través de una región de cobertura. Al proceso de diseño de seleccionar y colocar grupos de canales en todas las estaciones base dentro de un sistema, se le llama reutilización de frecuencias o planificación de frecuencias.

5. Reutilización de Frecuencia



Fuente: Wireless and Personal Communications Systems. Pág. 80

La figura 5 ilustra el concepto de reutilización de frecuencia, donde las celdas con el mismo número (o letra) utilizan el mismo grupo de canales. La forma hexagonal de la celda es conceptual y es un modelo simple de la cobertura de radio para cada estación base, pero a sido universalmente aceptado dado que el hexágono permite un análisis fácil y manejable de un sistema celular. La cobertura real de una celda se conoce como huella

(“footprint”) y se determina de los modelos de campo o de los modelos de predicción de la propagación.

Cuando usamos hexágonos para modelar las áreas de cobertura, los transmisores de las estaciones bases pueden estar bien en el centro de las celdas o bien en tres de las esquinas de las seis de las celdas. Normalmente las antenas omnidireccionales se suelen colocar en el centro de las celdas y las antenas de dirección selectiva se suelen colocar en las esquinas de las celdas.

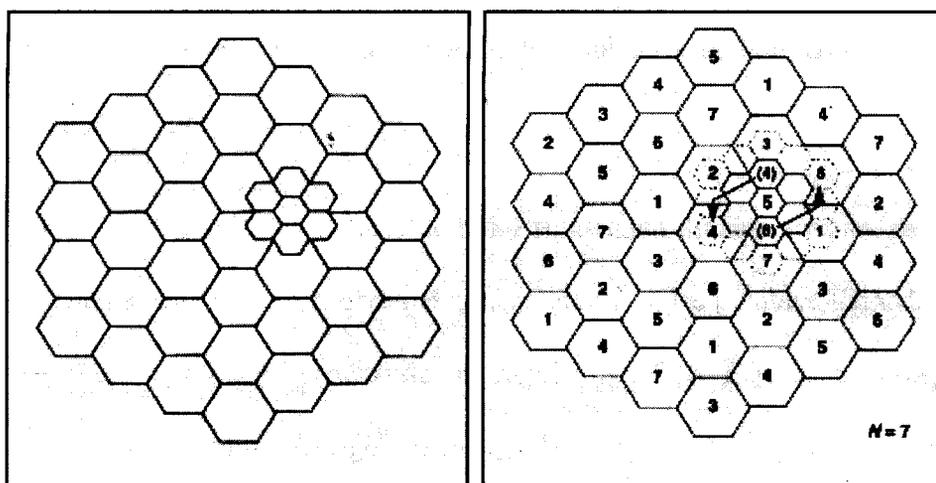
2.2 Estrategias de asignación de canales.

Para la utilización eficiente del espectro de radio, se requiere un sistema de reutilización de frecuencias que aumente la capacidad y disminuya las interferencias. Se han desarrollado una gran cantidad de asignación de canales para llevar a cabo estos objetivos. Las estrategias de clasificación de canales se pueden clasificar fijas o dinámicas. La elección de la estrategia de asignación de canales, va a imponer las características del sistema, particularmente en como se gestionan las llamadas, cuando un usuario pasa de una celda a otra (handoff).

En una estrategia de asignación de canales fija, a cada celda se le asigna un conjunto predeterminado de canales. Cualquier llamada producida dentro de la celda, puede ser servida por los canales inutilizados dentro de esa celda en

particular. Si todos los canales de esa celda están ocupados, la llamada se bloquea y el usuario no recibe servicio. Existen algunas variantes de esta estrategia. Una de ellas permite que una celda vecina le preste canales si tiene todos sus canales ocupados. El Centro de Conmutación Móvil (“Mobile Switching Center” ó MSC) supervisa que estos mecanismos de préstamo no interfieran ninguna de las llamadas en progreso de la celda donadora.

6. Asignación de Canales.



Fuente: Wireless and Personal Communication Systems. Pág. 341,342

En una estrategia de asignación de canales dinámica, los canales no se colocan en diferentes celdas permanentemente. En su lugar cada vez que se produce un requerimiento de llamada la estación base servidora pide un canal al MSC. Este entonces coloca un canal en la celda que lo pidió siguiendo un algoritmo que toma en cuenta diversos factores como son la

frecuencia del canal a pasar, su distancia de reutilización y otras funciones de costos.

Las estrategias de asignación dinámicas aumentan las prestaciones del sistema, pero requieren por parte del MSC una gran cantidad de cómputo en tiempo real.

Dado que el número de canales de radio es mucho menor que el número total de usuarios potenciales de los canales bidireccionales sólo se asignan si se necesitan. Esta es la principal diferencia con la telefonía estándar, donde cada terminal está continuamente unido a un conmutador haya o no haya llamada en progreso.

En una red móvil, los canales de radio se asignan dinámicamente, es decir, el usuario que está en espera permanece atento a las posibles llamadas que se pueden producir escuchando un canal específico. Este canal transporta mensajes llamados mensajes de búsqueda (“paging messages”): su función es la de advertir que un usuario móvil está siendo llamado. Este canal es emitido en todas las celdas, y el problema de la red es determinar en que celdas llamar a un móvil cuando se lo necesita.

El establecimiento de cualquier llamada ya sea el móvil origen o destino de la llamada, requiere medios específicos por los cuales la estación móvil pueda acceder al sistema para obtener un canal. En algunos sistemas el procedimiento de acceso se realiza sobre un canal específico del móvil a la base. Este canal, que envía además de otra información los mensajes de

búsqueda, es conocido como canal común dado que lleva información hacia y desde el móvil al mismo tiempo. Los canales asignados durante un período de tiempo a un móvil se les llama canales dedicados basados en esta distinción se pueden dar dos estados: modo desocupado (“idle”), en el que el móvil escucha; la estación móvil no tiene ningún canal para sí misma, modo dedicado, en que se asigna un canal bidireccional a la estación móvil par su comunicación, permitiéndole a este intercambiar información punto a punto en ambas direcciones. El procedimiento de acceso es una función particular que permite a la estación móvil alcanzar el modo dedicado desde “idle”.

2.3 Consecuencias de la Movilidad.

2.3.1 Gestión de la localización.

La movilidad de los usuarios en un sistema celular es la fuente de mayores diferencias con la telefonía fija, en particular con las llamadas recibidas. Una red puede encaminar una llamada hacia un usuario fijo simplemente sabiendo su dirección de red (por ejemplo: su número de teléfono), dado que conmutador local, al cual se conecta directamente la línea del abonado, no cambia. Sin embargo, en un sistema celular la celda en la que se debe establecer el contacto con un usuario cambia cuando éste se mueve. Para recibir llamadas, primero se debe localizar el usuario móvil, y después el sistema debe determinar en que celda está actualmente.

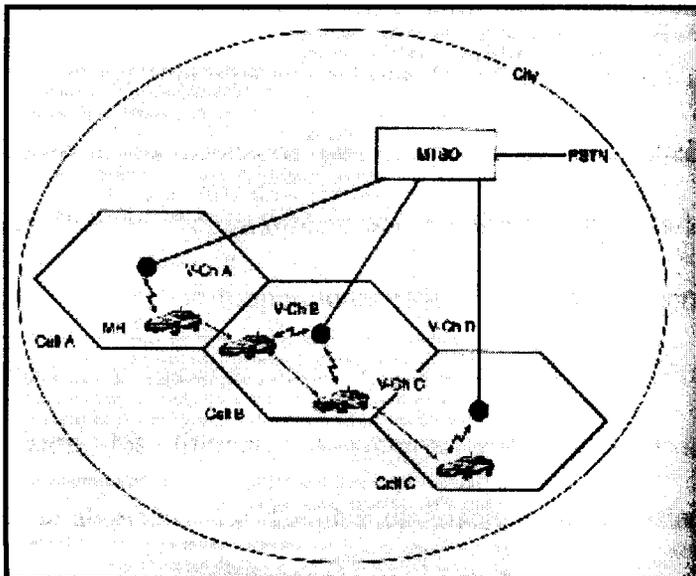
En la práctica se usan tres métodos diferentes par tener este conocimiento. En el primer método, la estación móvil indica cambio de celda a la red. Se le llama actualización sistemática de la localización al nivel de celda. Cuando llega una llamada, se necesita enviar un mensaje de búsqueda solo a la celda donde esta el móvil, ya que esta es conocida. Un segundo método sería enviar un mensaje de página a todas las celdas de la red cuando llega una llamada, evitándonos así la necesidad de que el móvil este continuamente avisando a la red de su posición. El tercer método es un compromiso entre los dos primeros introduciendo el concepto de área de localización. Un área de localización es un grupo de celdas, cada una de ellas pertenecientes a un área de localización simple. La identidad del área de localización a la que una celda pertenece se les envía a través de un canal de difusión (“broadcast”), permitiendo a las estaciones móviles saber el área de localización en la que están en cada momento. Cuando una estación móvil cambia de celda se pueden dar dos casos: ambas están en la misma área de localización: la estación no envía ninguna información a la red, las celdas pertenecen a diferentes áreas de localización: la estación móvil informa a la red de su cambio de área de localización

2.3.2 Handoff (función de traspaso).

En la sección anterior se trataron las consecuencias de la movilidad en el modo idle. En el modo dedicado, y en particular cuando una llamada está en

progreso, la movilidad del usuario puede inducir a la necesidad de cambiar de celda servidora, en particular cuando la calidad de la transmisión cae por debajo de un umbral. Con un sistema basado en células grandes, la probabilidad de que ocurra esto es pequeña y la pérdida de una llamada podría ser aceptable. Sin embargo, si queremos lograr grandes capacidades tiene que reducirse el tamaño de la celda, con lo que, el mantenimiento de las llamadas es una tarea esencial para evitar un alto grado de insatisfacción en los abonados.

7. Proceso de Handoff



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 94

Al proceso de la transferencia automática de una comunicación (de voz o datos) en progreso de una celda a otra para evitar los efectos adversos de los

movimientos del usuario se le llama “handoff” (o “handover”). Este proceso requiere primero algunos medios para detectar la necesidad de cambiar de celda mientras estamos en el modo dedicado, y después se requieren los medios para conmutar una comunicación de un canal en una celda dada a otro canal en otra celda, de una forma que no sea apreciable por el usuario.

2.3.3 Roaming (función de seguimiento)

En los sistemas de telecomunicaciones accedidos a través de un enlace fijo, la elección de que red proporciona el servicio esta hecha desde el principio. Cuando se introduce la movilidad, todo cambia, diferentes servidores pueden proporcionar el servicio a un usuario dado dependiendo donde este. Cuando cooperan diferentes operadores de red, pueden usar una posibilidad para ofrecer a sus abonados un área de cobertura mucho mayor que cualquiera de ellos pudiera ofrecer por sí mismo. A esto es lo que se llama “roaming”, y se puede proporcionar solo si se dan una serie de acuerdos administrativos y técnicos. Desde el punto de vista administrativo, se deben resolver entre los diferentes operadores cosas, tales como: las tarifas, acuerdos de abonados, etc. La libre circulación de las estaciones móviles también requiere de cuerpos reguladores que convenga el reconocimiento mutuo de los tipos de convenios. Desde el punto de vista técnico, algunas cosas son una consecuencia de problemas administrativos, como las tarifas de la transferencia de llamadas o la información de los abonados entre las

redes. Otras se necesitan para poder realizar el “roaming”, como son la transferencia de los datos de localización entre redes, o la existencia de una interface de acceso común.

Este ultimo punto es probablemente el más importante, este hace que el abonado deba tener un accesorio simple del equipo que lo habilite para acceder a las diferentes redes. Para hacer esto posible, se ha especificado una interface de radio común de forma que el usuario pueda acceder a todas las redes con la misma estación móvil.

2.3.4 Interferencias y Capacidad del Sistema

La interferencia es el principal factor que limita el desarrollo de los sistemas celulares. Las fuentes de interferencias incluyen a otras estaciones móviles dentro de la misma celda, o cualquier sistema no celular que de forma inadvertida introduce energía dentro de la banda de frecuencia del sistema celular. Las interferencias en los canales de voz causan el “cross-talk”, es decir, cuando el abonado escucha interferencias de fondo debidas a una transmisión no deseada. Sobre los canales de control, las interferencias conducen a llamadas perdidas o bloqueadas debido a errores en la señalización digital. Las interferencias son las responsables de formar un cuello de botella en la capacidad y de la mayoría de las llamadas entrecortadas. Los dos tipos principales de interferencias generadas por sistemas son las interferencias co-canal y las interferencias entre canales

adyacentes. Aunque las señales de interferencia se generan frecuentemente dentro del sistema celular, son difíciles de controlar en la práctica (debido a los efectos de propagación aleatoria). Pero las interferencias más difíciles de controlar son las debidas a otros usuarios de fuera de la banda (de otros sistemas celulares, por ejemplo), que llegan sin avisar debido a los productos de intermodulación intermitentes o a sobrecargas del terminal de otro abonado. En la práctica, los transmisores de portadoras de sistemas celulares de la competencia, son frecuentemente una fuente significativa de interferencias de fuera de banda, dado que frecuentemente colocan sus estaciones base cerca, para proporcionar una cobertura comparable a sus abonados.

2.3.5 Interferencia Co-Canal

La reutilización de frecuencia implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se le llama interferencia co-canal. Al contrario que el ruido térmico, que se puede superar incrementando la relación señal ruido ("Signal to Noise Ratio" ò SNR), la interferencia co-canal no se puede combatir simplemente incrementando la potencia de la portadora de un transmisor. Esto es debido a un incremento en la potencia de portadora de transmisión de una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas deben estar

fisicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las perdidas en la propagación.

En un sistema celular, cuando el tamaño de la celda es aproximadamente el mismo, la interferencia co-canal es aproximadamente independiente de la potencia de transmisión y se convierte en una función del radio de la celda (R), y de la distancia al centro de la celda co-canal más próxima (D). Incrementando la relación D/R , se incrementa la separación entre celdas co-canales relativa a la distancia de cobertura. El parámetro Q , llamado factor de reutilización co-canal, esta relacionado con el tamaño del cluster N .

Un valor pequeño de Q proporciona una mayor capacidad dado que el tamaño del cluster N es pequeño, mientras que un valor de Q grande mejora la calidad de la transmisión, debido que es menor la interferencia co-canal. Se debe llegar a un compromiso entre estos dos objetivos a la hora del diseño.

2.3.6 Interferencia entre Canales Adyacentes

Estas interferencias están producidas por la imperfección de los filtros en los receptores que permiten a las frecuencias cercanas colocarse dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en un rango muy próximo al receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación base sobre el canal deseado. A esto se le suele llamar efecto "nearfar",

donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo del usado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma para producir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que está usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se pueden minimizar filtrado cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar en cada celda no deben estar próximos en frecuencias.

2.3.7 Control de Potencia para reducir las Interferencias.

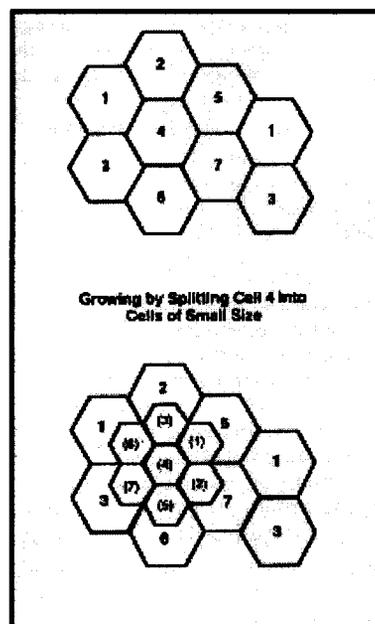
En los sistemas celulares de radio, los niveles de potencia transmitida por cada unidad de los abonados, están bajo un control constante por las estaciones base servidoras. Esto se hace para asegurar que cada móvil transmite a la potencia más baja necesaria. El control de potencia no solo hace que dure más la batería, sino que también reduce mucho la S/I de canal inverso.

2.3.8 División de Celdas (“Cell-Splitting”)

El “splitting” es el proceso de subdividir una celda congestionada en celdas pequeñas, cada una con su propia estación base y la correspondiente reducción en la altura de la antena y de la potencia de transmisión.

El “splitting” incrementa la capacidad de un sistema celular dado que incrementa el número de veces que se reutilizan los canales. Definiendo nuevas celdas que tengan un radio menor que las celdas originales instalando estas pequeñas celdas entre las celdas existentes, se incrementa la capacidad debido al incremento de canales por unidad de área.

8. Celdas Divididas



Fuente: Wireless and Personal Communications Systems. Pág. 97

Imaginemos que cada celda se reduce forma tal que el radio de cada celda se hace la mitad. Para cubrir el área entera de servicio con las celdas menores, se necesitarían aproximadamente cuatro veces más celdas que antes (Ver figura 8). Esto se puede observar si suponemos una celda circular de radio R . El área cubierta por ese círculo es cuatro veces mayor que el área cubierta por un círculo de radio $R/2$. El incremento del número de celdas incrementará el número de clusters en la región de cobertura, que a su vez incrementará el número de canales, y por lo tanto la capacidad en el área de cobertura. El "cell-splitting" permite al sistema crecer sustituyendo las celdas grandes por otras pequeñas, sin modificar el esquema de colocación de canales para mantener un factor de reutilización co-canal mínimo entre celdas co-canales.

CAPITULO III

3 SISTEMAS DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS).

Los rápidos avances tecnológicos, la creciente demanda del mercado, las nuevas normas digitales y la relativa reciente liberación del sector de las telecomunicaciones han dado lugar al concepto de servicios de comunicaciones personales (PCS). Actualmente estos servicios se apoyan en tres distintas tecnologías: de acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división en el tiempo (TMDA) y PCS 1900, la nueva generación del GSM.

Las comunicaciones de hoy en día exigen un grado de eficiencia que hacen necesario que las tecnologías de las mismas progrese a un ritmo acelerado. Las comunicaciones inalámbricas, con su explosión en el área de los sistemas celulares, se han desarrollado de forma tal que en los Estados Unidos el crecimiento de usuarios de estos sistemas se incrementa a una tasa del 30 al 35 % anual.

Se estima que en los próximos 10 años aproximadamente 15 millones de personas usaran teléfonos PCS, abriendo paso a un nuevo nivel en las comunicaciones de alta velocidad en el siguiente milenio.

3.1 Que es Personal Communication Systems (PCS)?.

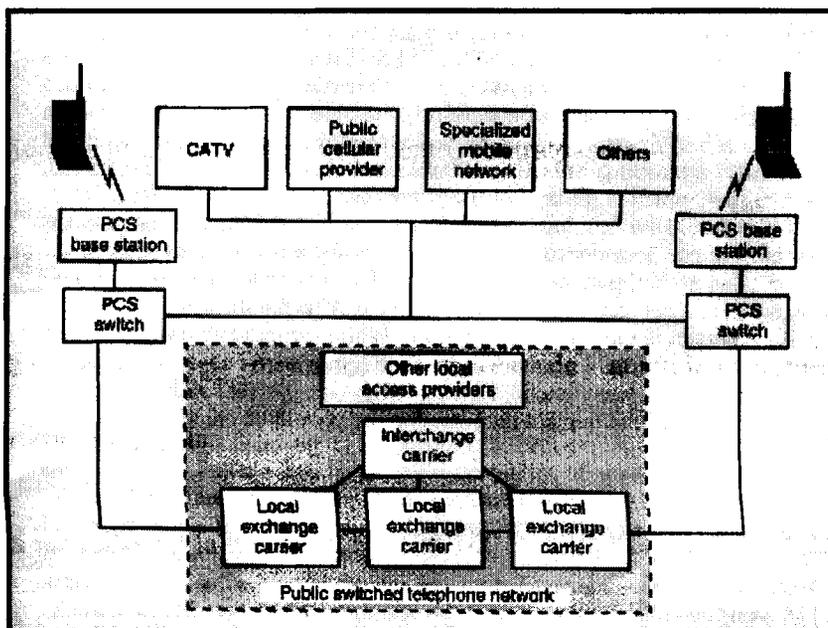
La asociación de Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) ha sugerido la siguiente definición para PCS:

“Es un servicio móvil de radio de voz y datos que provee comunicación de unidad a unidad. Los cuales pueden tener la capacidad de acceso a la red pública telefónica conmutada (PSTN), y el cual esta basado en la tecnología microcelular y cualquier otra tecnología que mejore la capacidad del espectro hasta el punto de que se ofrecerá comunicaciones potencialmente ilimitadas, sin obstáculos” (Ver figura 9).

Por otro lado existen algunas respuestas a esta pregunta entre ellas:

- Servicio de comunicaciones personalizada.
- “Celular”.
- Nuevo espectro para comunicaciones inalámbricas.
- 100 % digital.
- Múltiples normas tecnológicas.
- Nuevos y avanzados servicios para los suscriptores.
- Verdadera competencia creada por más de dos proveedores de servicio celular.

9. Sistema de Comunicaciones Personales



Fuente: Mobile and Wireless Networks. Pág. 211

Todas estas respuestas son correctas dado que PCS utiliza “celdas” para reusar el espectro de RF, para así proveer comunicaciones móviles económicas, también permite comunicaciones de voz y datos para los segmentos industrial, comercial y gubernativo, y a la población en general.

PCS se la puede considerar como la manera más práctica de eliminar el duopolio de las operadoras de los sistemas celulares existente en estos momentos en el Ecuador.

Los nuevos proveedores de servicio captarán parte del mercado con una o más de las siguientes estrategias:

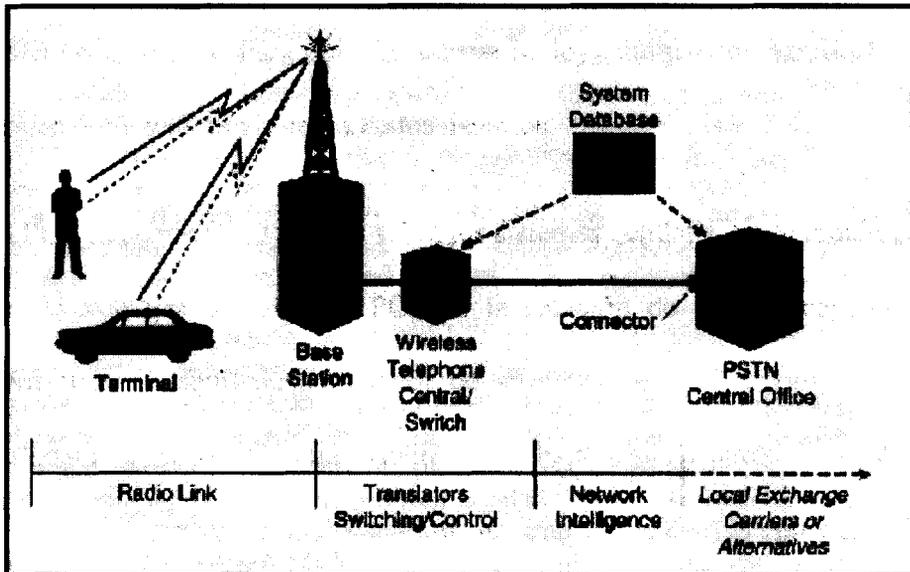
- Funciones avanzadas y nuevas clases de servicios
- Reducciones en el precio de la suscripción
- Mejores términos de financiamiento, contratos, etc.
- Mejor mercadeo
- Crecimiento del mercado, a través de anuncios publicitarios, promociones, etc.

Todas las redes en la banda PCS serán 100 % digitales, como respuesta a la nueva competencia del PCS, los operadores celulares de 800 MHz están emigrando sus redes analógicas a digitales.

PCS proporciona a los proveedores de servicio la posibilidad de escoger la tecnología digital que mejor adecúe a sus estrategias de mercadeo y sus planes de negocio. Debido a que grandes mercados están adoptando el plan de bandas PCS, se brindaran los beneficios de economías de escala. Existen múltiples tecnologías digitales disponibles para el acceso al sistema tales como TDMA y CDMA, que pueden hacer “roaming” en las redes analógicas de 800 MHz con una simple unidad de suscriptor. Dos tecnologías digitales, GSM y CDMA, ofrecen “Arquitecturas Abiertas” las cuales permiten a los proveedores de servicio combinar equipos de infraestructura de varios vendedores en sus redes, en la forma más adecuada a sus necesidades de negocio.

3.2 Componentes de la red PCS

10. Estructura de PCS.



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 9

La red comprende 5 componentes principales:

- Terminales instalados en carros o transportados por personas
- Estaciones bases celulares que retransmiten la señal
- Centrales de comunicación inalámbricas para la conmutación y enrutamiento de las llamadas telefónicas inalámbricas
- Sistemas de base de datos de los usuarios y otras informaciones de red
- Conexiones a la central de la red publica telefónica conmutada.

Esta estructura de red luce como un sistema celular con una gran diferencia: el PCS tiene una estructura microcelular del cual resulta un menor tamaño de celdas y un gran número de estaciones base en comparación con aquellos sistemas celulares. Este tipo de sistema incluye numerosos hand-offs entre celdas debido al movimiento de los usuarios.

El PCS tiene muchas ventajas sobre los sistemas celulares tradicionales. Una de las ventajas del sistema PCS es la creación de nuevos equipos que permitirán la comunicación tanto de sistemas satelitales como terrestre, utilizando para ello sistemas satelitales de baja órbita y permitiendo de esta manera la comunicación en todo el mundo. El PCS puede reducir drásticamente problemas relacionados con:

- Congestionamiento e interferencia
- Llamadas perdidas.
- Dificultad para acceder al sistema
- Seguridad.

Sin embargo, la desventaja del PCS es la gran inversión inicial que es necesaria para construir la infraestructura. La arquitectura microcelular necesita una gran inversión, aunque cada estación base microcelular puede costar menos que una estación base celular debido a la baja potencia que necesita para la transmisión, el costo de un sistema completo es mayor debido al gran número de estaciones base requeridas.

En la figura 11 se presento a la red PCS usando servicios menos costosos, arreglos portátiles livianos para comunicarse con una estación base PCS, conexión a una amplia variedad de redes es provista por los Switchs PCS que interfazan a la red de telefonía pública a través de un portador intercambiador local. Las redes que están conectadas incluyen la red telefónica convencional, el sistema celular (AMPS), redes móviles especializadas y el sistema de TV clave (CATV). Ellos proveen ayuda para distinguir entre high-tier y low-tier de los sistemas móviles.

Los sistemas higt-tier incluyen al sistema AMPS, sistema paging, sistema basado en satélites, ellos están diseñados para unidades móviles altas y celdas grandes (celdas que requieren alta potencia), alta movilidad significa que la estación móvil puede moverse a alta velocidad tal como un automóvil que se mueves a algunos kilómetros por hora.

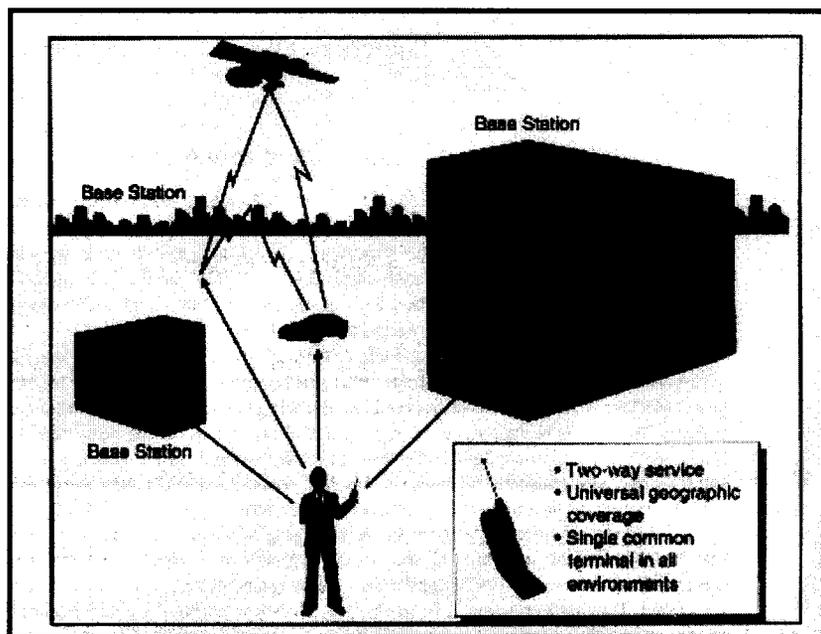
Los sistemas low-tier tienen una baja movilidad a través de las celdas, la estación móvil es llevada por una persona quien esta paseando o parada, pero que no está en un automóvil en movimiento. Por lo tanto low-tier consiste en tráfico peatonal sobre una calle, dentro de un edificio o algo similar, el móvil o handset es pequeño con requerimientos de baja potencia, baterías de larga vida, liviano. Sin embargo, esto acarrea alguna limitación. La colocación de la estación base en el exterior de una construcción, para ocupantes en el interior de la edificación aún se considera cuidadosamente

dado que un edificio añade alrededor de 20 dB de atenuación la cual es significativa para señales de baja potencia.

Los PCS inalámbricos no significa que el sistema no tenga alambres, las interfaces entre la unidad subscriptora y las estaciones base es inalámbrica pero otras interfaces pueden ser alámbricas. Las compañías telefónicas ven en PCS una alternativa para la reducción de los costos de la planta externa.

3.3 Visión de PCS

11. Configuración de un sistema PCS



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 2

La visión de PCS será:

- Roaming global.
- Una sola tecnología celular en todo el mundo
- Espectro alrededor de los 2 GHz.
- Terminales portables de bajo costo.
- Un solo sistema para todo lugar
- Celdas Macro, Micro, y Pico.
- Integración de sistemas terrestres y de satélite.
- Datos inalámbricos de alta velocidad.
- 144 kbps a velocidades vehiculares.
- 384 kbps a velocidades peatonales.
- 2 Mbps en aplicaciones fijas y de oficina.

Pero para que un terminal pueda efectuar el roaming, deben existir las tres siguientes condiciones:

1. - Espectro de RF común: 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, otros

2. - Tecnología y protocolo RF común: IS-95 CDMA, GSM TDMA, IS-136 TDMA, otros

3. - Protocolo de roaming inter-red común: ANSI-41, GSM-MAP, INODE, otros

3.3.1 Rangos de Frecuencias

El rango de frecuencias para PCS esta dividido en tres partes, los cuales van desde los 900 MHz. Las tres bandas en las cuales se desarrolla el PCS son:

- Banda angosta
- Banda sin licencia
- Banda ancha

3.3.1.1 Banda Angosta

Como su nombre lo dice esta banda esta limitada al rango de los 900 MHz. Esta banda por lo limitada no puede dar servicio de transmisión de datos a grandes velocidades o a sistemas de voz para vehículos, sin embargo, es muy útil para otros tipos de servicios como transmisión de datos de baja velocidad, paging de dos vías o e-mail. La banda angosta esta dividida en tres slots de 1 MHz

901 - 902 MHz

930 - 931 MHz

940 - 941 MHz

3.3.1.2 Banda sin Licencia

Esta banda esta comprendida desde los 1910 hasta 1930 MHz. Los negocios privados y las organizaciones públicas pueden tomar ventaja de esta banda. No solo pueden invertir capital e instalar su propio sistema dentro de la compañía sino que también se puede unir a otros proveedores de PCS o al PSNT para proveer servicios al público en general. Aunque ellos solo podrán transmitir señales de baja potencia, pueden ahorrar dinero o ganarlo teniendo su propio sistema.

En esta banda de 20 MHz, 10 MHz han sido designado para aplicaciones isocrónica. Esta banda opera en el rango de los 1920 MHz a los 1930 MHz y esta dividida en 8 canales de 1.25 MHz, por otra parte desde 1910 MHz hasta 1920 MHz esta designado para comunicaciones asincrónicas tales como paquetes de datos.

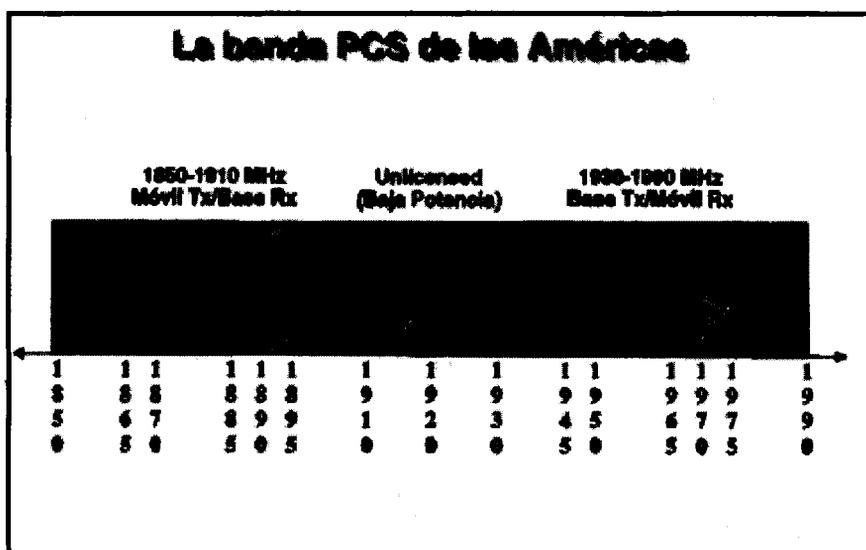
3.3.1.3 Banda Ancha

El rango de frecuencia de la banda ancha va desde 1850 MHz a los 1910 MHz y de los 1930 MHz a los 1990 MHz. Este rango de frecuencia permite la transmisión de datos a alta velocidades en forma dúplex. Estas frecuencias han sido divididas en bloques, tales como:

Bloques A y B: corresponden a 30 MHz del ancho de banda, y son utilizados para las grandes ciudades, llamadas MTA (Mayor Trading Areas).

Bloques del C al F: corresponden a las grandes áreas rurales también llamadas BTA (Basic Trading Areas).

12. Ancho de Banda de PCS



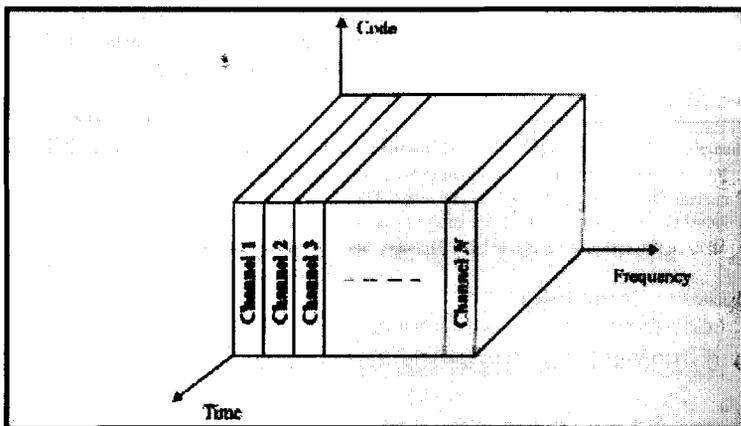
Fuente: Folleto Sistemas PCS.Motorola

3.4 Tecnología de Acceso Múltiple para PCS.

Los diferentes sistemas de comunicaciones inalámbricas emplean diferentes métodos de técnicas de acceso múltiple tales como CDMA, FDMA y TDMA. CDMA es una tecnología digital de acceso múltiple que es muy fácil de entender en comparación con FDMA Y TDMA.

3.4.1 FDMA

13. Figura explicativa de FDMA



Fuente: Wireless Communications. Pág. 400

Algunos sistemas analógicos (AMPS, NAMPS, TACS, etc.) usan la tecnología llamada Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), en FDMA cada usuario está asignado a una parte discreta del espectro de radio frecuencia que es conocida como canal.

Con FDMA solo un usuario es asignado a un canal, todo usuario no puede acceder a ese canal mientras el suscriptor no finalice la conexión o pase a otro canal por handoff, en el sistema AMPS cada canal es de 30 KHz en el sistema NAMPS cada canal es de 10 KHz y en sistema TACS cada canal es de 25 KHz.

Entre las ventajas de FDMA están:

- Incrementa la capacidad del canal
- Implementación sencilla

Entre sus desventajas:

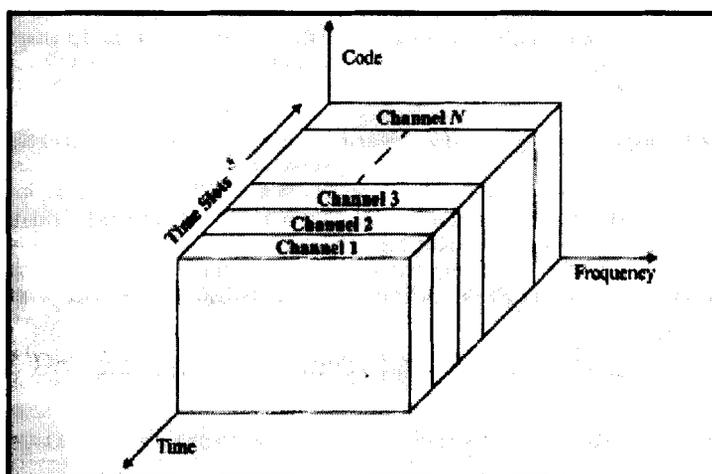
- No existe gran diferencia con el sistema analógico
- La máxima velocidad de bits por canal es fija y pequeña
- Utiliza filtros que no se pueden construir con elementos de pequeña escala.

3.4.2 TDMA

Algunos sistemas como GSM, PDC, North American-TDMA, US-TDMA, DAMP, IS-54 o IS-136 usan Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA).

La tecnología TDMA así como FDMA realizan particiones al espectro de radio frecuencia en forma discreta en segmentos de tiempo llamados "slots". Un solo usuario es asignado en cada slot, permitiendo de esta manera que pueda recibir o transmitir. En este sistema la información es transmitida en forma discontinua, es decir, no es un sistema full-duplex propiamente dicho.

14. Figura explicativa de TDMA



Fuente: Wireless Communications. Pág. 401

La transmisión de los diferentes usuarios es entrelazada en una estructura de tramas. Una trama esta compuesta de cierto numero de slots. Un sistema TDMA puede ser diseñado para trabajar en una frecuencia usando TDD (Time Division Duplex). El TDD permite que cada transceiver opere como transmisor y receptor en la misma frecuencia, y elimina la necesidad de

bandas separadas de frecuencia para canales delanteros y de reversa. En un sistema TDMA/TDD la mitad de los slots son utilizados para canales delanteros y la otra para canales de reversa.

En el sistema TDMA/FDD la estructura de la trama será idéntica con la diferencia de que se utilizaran diferentes frecuencias para los canales delanteros y los canales de reversa. En ambos sistemas no será necesario el uso de duplexores debido a que ambos sistemas trabajan con un pequeño retardo de tiempo entre la transmisión y la recepción, es decir, se alternaría la dirección de la transmisión utilizando una única frecuencia.

Con el uso de un simple conmutador de RF en la unida del usuario, la antena del equipo puede ser conectada al transmisor para la transmisión (desconectando el receptor de la antena) y al receptor cuando la señal es recibida. De esta forma el conmutador RF realiza la misma función de un duplexor, con la diferencia de que es menos complejo, pequeño y menos costoso.

Entre las ventajas del TDMA están:

- No se necesita duplexores
- Permite el uso de una sola frecuencia para varios usuarios
- Simplifica el proceso de handoff
- Mejor utilización del ancho de banda

- Bajo consumo de batería debido a que la transmisión no es continua sino que se realiza en pequeños intervalos de tiempo o estallidos.

Entre las desventajas tenemos:

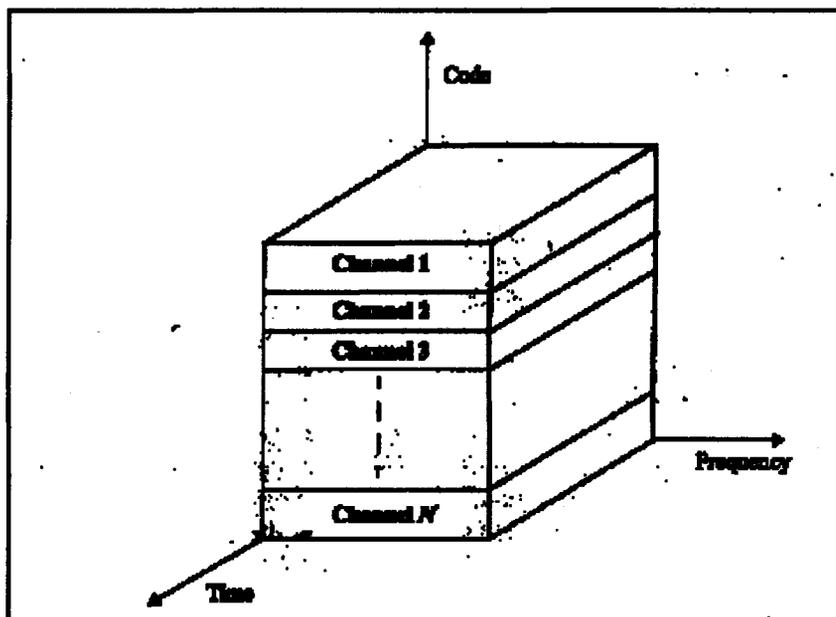
- Para móviles y particularmente portátiles, el TDMA en el enlace de subida demanda grandes picos de potencia en la transmisión, lo cual acorta la vida de la batería.
- Necesita un gran procesamiento de la señal para sincronización, debido a que los slots son transmitidos en estallidos

El sistema GSM divide la portadora en 200 KHz y dentro de ella 8 slots o canales, PDC lo divide en 25 KHz y 3 canales, North American-TDMA lo divide en 30 KHz y 3 canales. Es importante notar que GSM no ofrece una eficiencia espectral mejor que el sistema TACS. Es decir, si tiene 8 usuarios por 200 KHz, entonces $200/8=25$ KHz, que es la eficiencia de TACS, así mismo North American-TDMA con el sistema NAMPS.

3.4.3 CDMA

El sistema CDMA emplea un tipo de técnica conocida como spread spectrum, la cual, utiliza señales con un ancho de banda de transmisión mucho mayor que el ancho de banda mínimo requerido.

15. Figura explicativa de CDMA



Fuente: Wireless Communications. Pág. 406

El CDMA utiliza canales con anchos de banda mayores a los 1.25 MHz. Esta técnica no es muy eficiente cuando es utilizada por un solo usuario. Sin embargo, como muchos usuarios pueden compartir el mismo espectro sin interferir uno con el otro, esta técnica se vuelve eficiente en un ambiente multiusuarios. En los sistemas CDMA, la señal mensaje de banda angosta es modulada por una señal muy ancha llamada spreading signal (señal esparcidora) esta señal es una secuencia codificada de longitud fija llamada pseudo-noise code o pseudorandom Code Sequence. Todos los usuarios en el sistema CDMA usan la misma frecuencia portadora y pueden transmitir simultáneamente. Cada usuario tiene su propio código pseudo-aleatorio el cual es aproximadamente ortogonal a todos los otros códigos. El receptor realiza una operación de correlación en el tiempo para detectar el código

deseado. Todos los otros códigos aparecen como ruido. Para la detección de la señal mensaje, el receptor necesita conocer la palabra código usada por el transmisor. Cada usuario opera independientemente sin interferencia de los otros usuarios. Este tipo de tecnología puede incrementar la capacidad del sistema en 20 veces la capacidad de los sistemas analógicos.

Mucha gente describe el sistema CDMA haciendo la siguiente analogía.

“Imaginate sentado en un cuarto donde hay muchas personas hablando diferentes idiomas entre ellos, tu solamente eres un receptor y puedes discernir el lenguaje o los lenguajes que tu conozcas, aunque todos los sonidos emitidos por las demás personas son recibidos por tu oído solamente entenderás los idiomas que tu conozcas y el resto lo escucharas como ruido”.

Entre las ventajas del CDMA tenemos:

- Solo se necesita de una estación base para cada celda
- Muchos usuarios comparten la misma frecuencia
- No necesita de separación en el tiempo
- Menores perdidas multipasos debido al ancho de banda
- Ya que el CDMA utiliza celdas co-canales, el proceso de handoff es más sencillo.

Entre las desventajas tenemos:

- La estación base puede saturarse cuando un usuario no deseado tiene una mayor potencia detectada por la estación que el usuario deseado
- Se puede crear auto-congestionamiento debido a que los códigos de los usuarios no son exactamente ortogonales.

Se puede utilizar una combinación de las dos tecnologías TDMA/CDMA, en este sistema diferentes códigos son asignados a diferentes celdas.

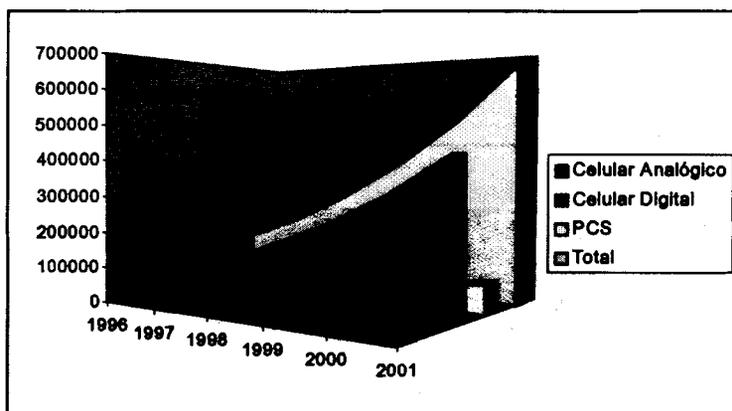
Dentro de cada celda, un solo usuario es colocado en un slot de tiempo particular. De tal manera, solo un usuario CDMA esta transmitiendo en una celda. Cuando el handoff toma lugar, el código del usuario es cambiado a la nueva celda. Usar esta técnica da la ventaja de evitar el efecto de saturación antes mencionado, ya que un usuario transmite a la vez dentro de la celda.

3.5 Proyección de la demanda de servicios inalámbricos a nivel Mundial.

II. Demanda mundial de los servicios Inalámbricos. (x1000)

Usuarios (x1000)	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Celular Analógico	76221	86614	96570	110583	132092	154818
Celular Digital	57581	103704	159639	229038	312368	422538
PCS	7988	16856	30811	42905	60078	82268
Total	141790	207174	287020	382526	504538	659624

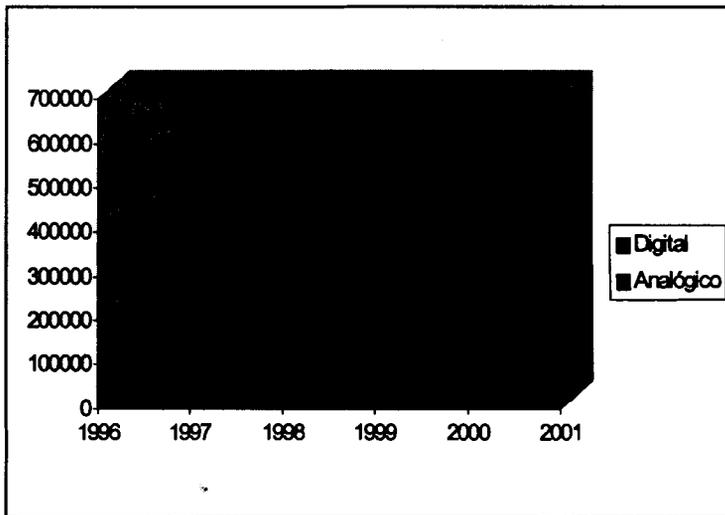
16. Cantidad de usuarios de las tres tecnologías



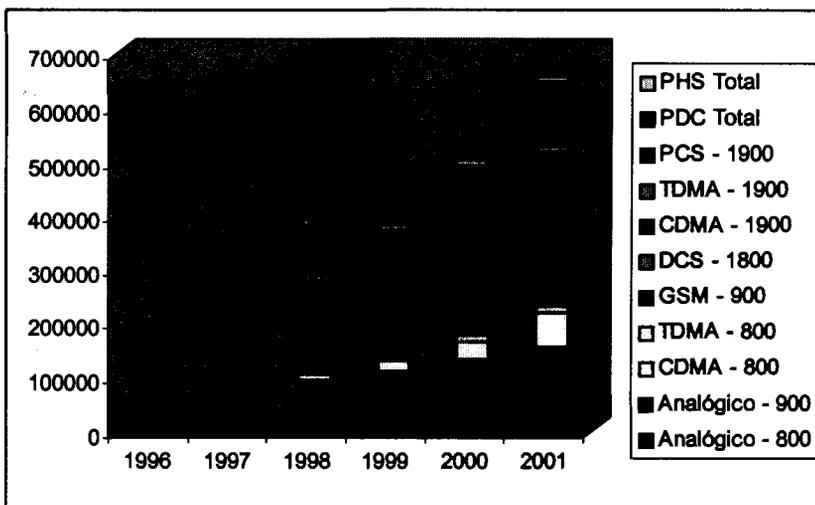
III. Total de suscriptores de las diferentes tecnologías alrededor del mundo (x1000)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Analógico - 800	62483	75100	85780	100183	121065	142345
Analógico - 900	13739	11514	10790	10399	11027	12473
CDMA - 800	334	3750	9209	19304	33780	62405
TDMA - 800	1438	2889	4047	6870	10659	15126
GSM - 900	37640	68754	105745	147224	194152	250047
DCS - 1800	1971	4564	6858	8989	13360	17229
CDMA - 1900	73	2016	6171	8406	13052	20752
TDMA - 1900	9	775	2233	4587	6008	8191
PCS - 1900	998	2385	6587	11093	16978	24640
PDC Total	18168	28312	40637	55640	73777	94960
PHS Total	4937	7116	8962	9830	10680	11455
Analógico Total	76221	86392	96570	110583	132092	154818
Celular Digital Total	39413	75392	119002	173398	238591	327578
PCS Digital Total.	3051	9740	21849	33075	49398	70813
Total alrededor del mundo	141790	207175	287019	382019	504537	659624

17. Gráfico de la cantidad de usuarios de servicios digital y de analógicos en el mundo (x 1000)



18. Cantidad de suscriptores alrededor del mundo por tecnologías.



3.6 Comparación entre Telefonía Cordless, PCS (1900 MHz) y Celular (800 MHz).

IV. Tabla Comparativa

	Cordless	PCS	Celular
BANDA DE FRECUENCIA	47 MHz y 900 MHz	1900 MHz	800 MHz
Rango efectivo desde la base	Sobre los 150 pies	Sobre las 4 millas	Sobre las 10 millas
Velocidad límite	peatonal	Peatonal o vehicular dependiendo del sistema	Vehicular
Penetración en los edificios	Pobre	excelente	Buena
Cobertura	residencial	Residencial, negocios, móviles	Movibles, negocios
Costo del servicio	0	Marginalmente más bajo que celular	\$ 10 – 50 por mes más \$0.11 a 0.80 por minuto.
Costo del equipo	\$ 90 -120	\$ 150 - 300	\$ 100 – 300
Transmisión	Voz	Voz / circuit- switched data / paquetes de datos / mensajes	Voz / circuit- switched data / paquetes de datos
Roaming / conectividad	ninguna	alta	Alta
Penetración en el mercado	n/a	Expandiéndose rápidamente	~ 10 %

CAPITULO IV

4 GENERALIDADES DEL DISEÑO DE MICROCELDA, ANTENAS Y POTENCIA PARA PCS.

La definición de microceldas en un ambiente PCS es distinta al de un ambiente celular. En el sistema celular una microcelda resulta del proceso de subdividir una celda congestionada en celdas menores con su propia estación base y su correspondiente reducción de tamaño de antenas y reducción de potencia (cell splitting). El proceso de subdividir las celdas es importante porque aumenta el reuso de frecuencia e incrementará el espacio para más suscriptores. Sin embargo, por razones de ingeniería y económico este tipo de proceso solo llegará hasta que la celda alcance un radio de 1 Km. En el sistema PCS el tamaño de la celda es menos de 1 Km y variará de tamaño dependiendo del tipo de sistema que este siendo implementado. Es decir, si se utiliza al aire libre o microcelda con licencia para su funcionamiento o en una oficina o en el interior de un domicilio que no tiene licencia para su funcionamiento.

Es importante antes del análisis del diseño de las microceldas entender los dos tipos de microceldas que existen, la microcelda con licencia y microcelda sin licencia, las que necesitan licencia son aplicadas a sistema que operen en las bandas de 1850 hasta 1910 MHz y 1930 hasta 1990 MHz de frecuencia. Las

microceldas que no necesitan licencia para su creación y operación están destinadas para quienes operen en la banda de 1910 hasta 1930 MHz, ejemplo de este tipo de sistema es una LAN, y una pequeña central telefónica inalámbrica en el interior de una empresa.

Como ya sabemos la meta principal del PCS es proveer la comunicación de voz y datos de forma personal, por lo que el sistema PCS necesita operar todo el día con poca potencia y, además, con un aparato de poco tamaño y peso, la potencia de transmisión para el sistema PCS es aproximadamente de 0.010 W en contraste con el sistema celular convencional que utiliza 0.3 hasta 4 W.

4.1 Requerimientos para el Diseño de Microceldas.

4.1.1 Microcelda con licencia

Como un resultado del requerimiento de potencia del sistema, el radio típico de una microcelda en la banda con licencia está entre 100 m y posiblemente lo mucho que debe de alcanzar es de 500 m por lo que un ambiente PCS requerirá de muchas microceldas. Si el PCS es factible entonces el costo del diseño e implementación de microceldas esta asociado a reducir el costo en las estaciones base, una vía para reducir los costos es utilizar los postes de las compañías telefónicas ya existente o en un edificio para ubicar allí las antenas del sistema.

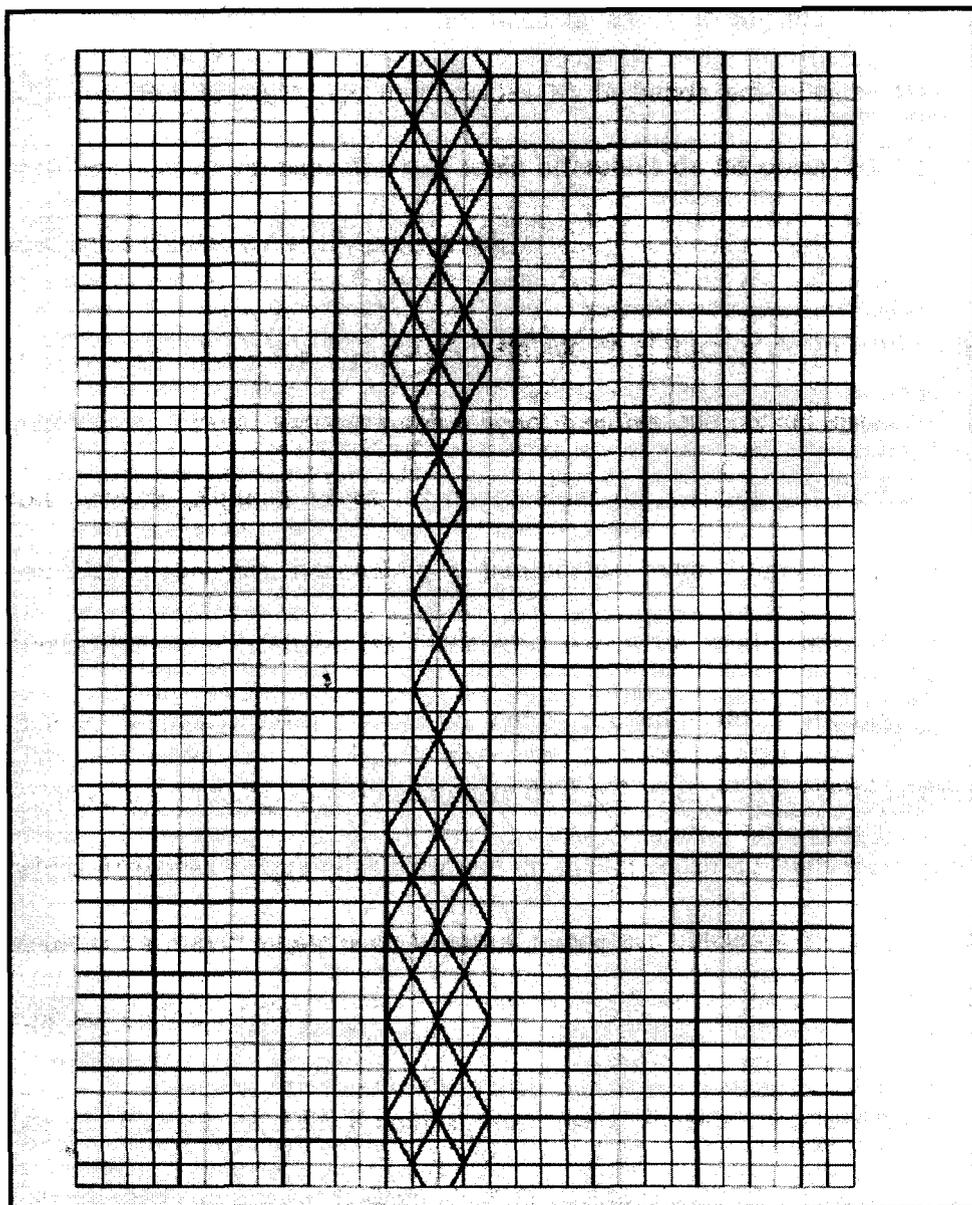
La localización y la altura de la antena así como la altura y configuración de los edificios circundantes tendrán un impacto directo en la propagación de la señal y es una de las consideraciones primarias en el diseño de microceldas para PCS.

Una de las formas de examinar la propagación de la señal de radio es a través de modelos de computadoras. Los modelos creados en computadoras para los sistemas celulares no se pueden aplicar al sistema PCS porque las antenas se colocan aproximadamente a la misma altura de los edificios y preocupa la difracción de la señal que se ocurre en los edificios

Existen dos métodos para el modelaje del efecto que producen los edificios en la propagación de la señal, y así poder determinar la ubicación de la microcelda y su cobertura, los métodos son: línea de vista (line-of-sight, LOS) junto con el modelo “dos rayos” (two-ray model) para ser utilizado en ambientes tipo residenciales y comerciales, pero este modelo tiene algunas suposiciones como: la altura de los edificios igual a 8 metros, frecuencia=900 MHz, altura de la receptor móvil 1.8 metros. Otro de los modelos es el “local mean attenuation” (LMA) en las calles que LOS es aplicable.

La forma de la microcelda como se observa en la figura 16 es tipo diamante.

19. Posible Cobertura de microceldas tipo Diamante para PCS



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 83

4.1.2 Microceldas sin licencia.

Casi todos los sistemas PCS sin licencia están localizados dentro de edificios. Por lo tanto, las microceldas en la banda sin licencia tendrán características de propagación que serán diferentes de las observadas en los ambientes celulares o PCS con licencia.

Debido a que el sistema PCS estará instalado en el interior de un edificio las microceldas de este sistema serán mucho menores que las del sistema PCS con licencia. Algunas veces las microceldas del sistema sin licencia son llamadas picoceldas, nanoceldas y femtoceldas para diferenciarlas de las microceldas con licencia, las picoceldas tienen un radio entre 10 y 30 metros, las nanoceldas tienen un radio alrededor de 5 metros, y las femtoceldas un radio aproximadamente de 2 o 3 metros. La ventaja de usar celdas pequeñas es que ellas permiten un mayor reuso de frecuencia, y por lo tanto un mayor número de usuarios puede ser ubicados en un limitado espectro de frecuencia.

Los diseñadores de AT&T demostraron que el diseñar microceldas en un sistema PCS sin licencia se debe tener en cuenta que existe desvanecimiento multipaso en el interior de los edificios, pero que el correspondiente retraso promedio para estas señales pueden ser medidas en nanosegundos. Esto es importante ya que un menor tiempo se traduce en mayores velocidades de transmisión, la forma de los edificios también es importante en la correcta configuración y colocación de la antena. Por ejemplo, en áreas que son más

largas que anchas, tales como pasillos con oficinas a los lados, un sistema distribuido de antenas reduce el tiempo de retardo y disminuye las pérdidas de potencia comparado con un sistema con una sola antena central. Los tipos de sistemas para PCS sin licencia incluyen LANs inalámbricas, PBXs inalámbricos y sistemas telefónicos inalámbricos en las oficinas. En estos sistemas los usuarios viajan relativamente lento, o, en algunos casos son estacionarios. El que diseña una microcelda deberá tener en cuenta las necesidades específicas de los usuarios. Por ejemplo, si una LAN inalámbrica va ser instalada en un edificio específico, y si se conoce que todos los usuarios de la LAN estarán en las oficinas y que el servicio de LAN no es requerido en los pasillos, entonces el diseño se basará solo en la cobertura de las oficinas. De esta forma se ahorra dinero y recursos del espectro de frecuencia.

4.2 Antenas y Potencia para Móviles PCS.

En un sistema PCS, las antenas son responsables para la transmisión y recepción de la energía electromagnética, el modelo, ganancia, altura, y localización de la celda así como el tamaño de las antenas son parámetros que se toman en cuenta en el diseño de un sistema celular.

La potencia es otro parámetro importante ya que los móviles necesitan tener una batería confiable, liviana, recargable y de bajo costo.

4.2.1 Generalidades de Diseño de Antenas para PCS.

La performance y la fiabilidad son dos parámetros importantes que los clientes de un sistema de radio celular obligan a tener muy en cuenta. Confianza en el servicio de calidad en encontrar deterioros, se ha demostrado que un gran porcentaje de los problemas de performance se debe al diseño o la instalación de las antenas del sistema.

4.2.1.1 Teoría: Polarización y Ganancia

La polarización de una antena describe la orientación o sentido de las componentes del campo eléctrico de la onda electromagnética irradiada. La polarización vertical es utilizada por la mayoría de los sistemas celulares porque están hechas para fácil montaje y da una buena combinación de rango de señal y eficiencia. Un modelo de radiación de una antena orientada verticalmente se muestra en la figura 17.

La ganancia de una antena esta generalmente dada con referencia con otro tipo de antena tales como una de radiación isotrópica o una dipolo de media onda. Algunos términos que se utilizan en el estudio de antenas son:

- **Radiación Isotrópica:** Radiación de la onda desde un punto central hacia todas las direcciones en forma equitativa.

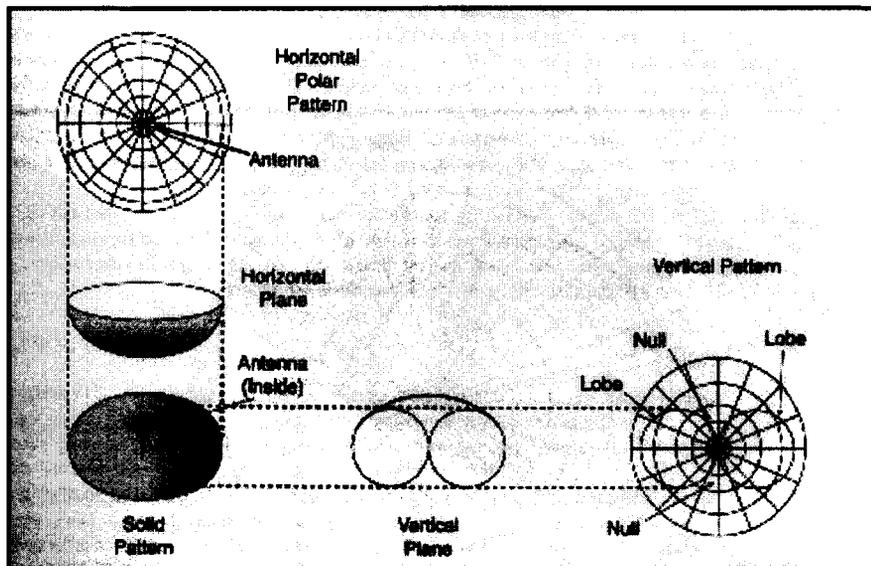
- **Ganancia Directiva:** Es la relación de la densidad de potencia radiada, en una dirección en particular, con la densidad de potencia radiada al mismo punto pero por otra antena de referencia.
- **Directividad:** La máxima ganancia directiva.
- **Ganancia de Potencia:** Es igual a la ganancia directiva excepto que se utiliza el total de potencia que alimenta la antena.

4.2.2 Antenas para Celulares Móviles.

Ganancia: Esto es virtualmente imposible para las antenas móviles que utilizan los vehículos y la antena de la estación base que recibe directamente la línea de vista de la onda, como el vehículo se mueve la antena recibe ambas ondas, la onda directa y la onda reflejada desde todas direcciones y por esto requiere ser casi omnidireccional

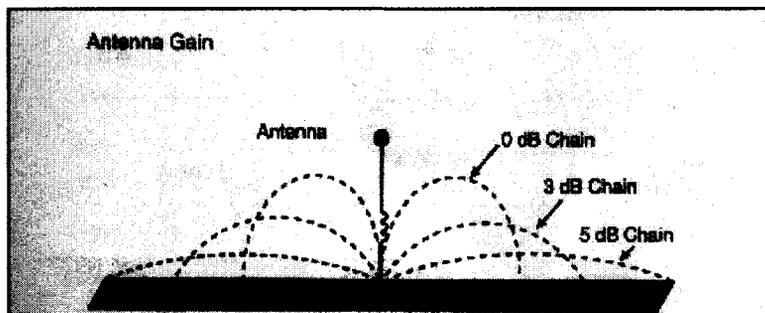
Las antenas para un sistema celular generalmente trabajan con ganancia de 0 dB, 3dB, y 5dB con referencia a una antena dipolo de media onda ver la figura 18.

20. Modelos de radiación



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 151

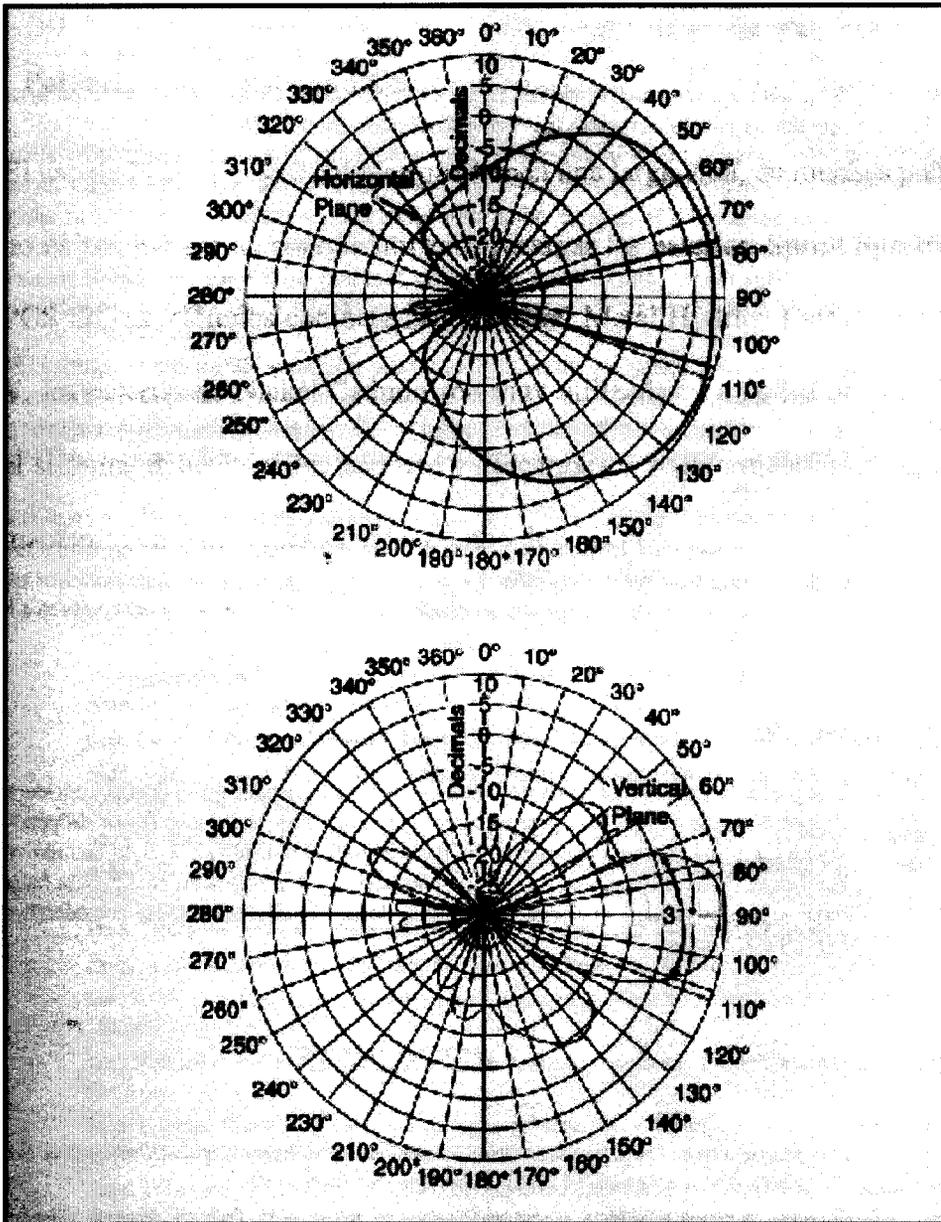
21. Ganancia de la antena del móvil



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 151

4.2.3 Patrones de radiación de las antenas en las celdas.

22. Patrones de radiación.



Fuente: Personal Communications Systems Applications. Pág. 155

Las ganancias estándares son de 6 dB y 9 dB en antenas omnidireccionales que son las comúnmente utilizadas en las celdas de sistemas celulares.

4.2.4 Potencia para Sistema PCS.

El uso de PCS requiere baterías que tienen una larga vida, en muchos países no es posible por su energía utilizada recargar las baterías. Sprint Spectrum PCS utiliza teléfonos con baterías de Nickel Metal Hydride (NiMH) de 6.9 V, las baterías de Nickel Cadmio son muy utilizadas. La nueva batería para el sistema debe de poder cargarse y descargarse, regularmente someterse a mantenimiento para mantener su tiempo de vida útil.

CAPITULO V

5 SISTEMA DE COMUNICACIONES PERSONALES EN EL ECUADOR.

Para realizar el estudio del sistema de comunicaciones personales y su aplicación en el Ecuador se hará primero un análisis de los servicios ofrecidos en el sector de las telecomunicaciones a diciembre de 1997.

5.1 Oferta de Servicios de telecomunicaciones

A diciembre de 1997 se ofrecía al público los siguientes servicios de telecomunicaciones: telefonía fija, telefonía móvil celular, telex y telegrafía, radio comunicación móvil troncalizada, radio búsqueda, portadores, valor agregado, radiodifusión y difusión de suscripción. Estos servicios se encuentran soportados en las siguientes redes: red de telefonía pública (RTPC), red de telefonía pública móvil celular, red pública conmutada de telegrafía y telex, redes no conmutadas para transmisión digital (circuitos dedicados), redes troncalizados sin acceso a las redes públicas, redes de radio búsqueda y redes de difusión vía radio o cable coaxial sin acceso a las redes públicas.

5.1.1 Servicios de Telefonía Fija

Los servicios de telefonía fija son ofrecidos por tres empresas operadoras: PACIFICTEL S.A., ANDINATEL S.A., y ETAPA S.A. cada una de las cuales tiene su ámbito de acción dentro de una zona geográfica expresamente definida (Ver tabla 2).

V. Tabla de las Operadoras de Telefonía Fija en el Ecuador.

OPERADORAS	PROVINCIAS
PACIFICTEL S.A.	Azuay (excluido el cantón Cuenca), Cañar, El Oro, Galápagos, Guayas, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Zamora Chinchipe.
ANDINATEL S.A.	Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Pastaza, Pichincha, Sucumbios, Tungurahua.
ETAPA S.A.	Cuenca (centro), Totorococha, EL Epdo, Sayausi, Baños, El Valle, Capuhspamba, Ricaurte, Patamarca, Sinincay, Facte, Monay, Tarqui.

Fuente: Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones año 1998.

OFERTA DE TELEFONIA FIJA A NIVEL NACIONAL POR PROVINCIAS

PROVINCIAS	POBLACION	CAPACIDAD INSTALADA	LINEAS PRINCIPALES		DENS. TELF. ABONADOS (%)	DENS. TELF. PREPAGO (%)	CAP. AC CENTRAL	USO DE CENTRAL (%)	DEMANDA POTENCIAL
			ABONADOS	PREPAGO					
AZUAY.	597798	70009	178	70187	11.71	0.03	77121	91.01	91404
BOLIVAR	178706	4721	40	4763	264	0.02	5400	88.20	12256
CAÑAR	210340	8311	160	8471	3.95	0.08	14444	58.65	19612
CARCHI	160981	9529	41	9622	5.95	0.03	11246	85.56	17324
CHIMBORAZO	410596	18355	124	18476	4.47	0.01	21150	79.82	39392
COTOPAXI	299441	11600	7	11607	3.87	0.00	16000	72.54	32500
EL ORO	524466	25009	184	25193	4.77	0.04	38818	64.90	82840
ESMERALDAS	405901	11005	14	11019	2.71	0.00	17247	63.89	45064
GALAPAGOS	14713	1009	29	1119	7.41	0.20	1150	97.30	1992
GUAYAS	3229076	292951	1732	294683	9.07	0.05	455393	64.71	677900
IMBABURA	316793	19586	81	19667	6.18	0.03	26923	73.05	42052
LOJA	418292	19755	431	20186	4.72	0.10	27785	72.65	48580
LOS RIOS	630303	18424	237	18661	2.92	0.04	31850	58.59	80428
MANABI	1211064	41605	280	41885	3.44	0.02	62024	67.53	167570
MORONA SANT.	131845	1841	39	1880	1.40	0.03	5234	35.92	9642
NAPO	146319	3221	12	3233	2.20	0.01	4616	70.04	13150
PASTAZA	57339	2538	19	2557	4.43	0.03	3.050	83.84	5964
PICHINCHA	2341972	315909	1605	317514	13.49	0.07	430876	73.69	520800
SUCUMBIOS	128512	2151	0	2151	1.67	0.00	3000	71.70	12436
TUNGURAHUA	428116	25955	51	26006	6.06	0.01	33534	77.55	55268
ZAMORA CHINC.	94339	1341	18	1359	1.42	0.02	2566	52.96	6572
TOTAL.	11936858	901958	5284	910242	7.58	0.04	1291427	70.48	1982746

FUENTE: PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1998

OFERTA DE TELEFONIA FIJA A NIVEL NACIONAL POR EMPRESAS OPERADORAS

EMPRESA	POBLACION	CAPACIDAD INSTALADA	LINEAS PRINCIPALES		DENS. TELF. ABONADOS	DENS. TELF. PREPAGO	USO DE CENTRAL
			ABONADOS	PREPAGO			
ANDINATEL S.A.	4874622	575042	424622	4996	8.71 %	0.04 %	74.19 %
PACIFICTEL S.A.	6659140	646772	415353	3204	6.24 %	0.05 %	64.71 %
ETAPA S.A.	403096	69613	64983	84	16.12 %	0.02 %	93.74 %
TOTAL	11936858	1291427	904958	5284	7.58 %	0.04 %	70.48 %

FUENTE: PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1998

En el país la capacidad instalada fue de 1 291 427 líneas de central, de las cuales están en servicio 910 242 líneas principales. De estas, 904 958 son líneas principales asignadas a abonados y 5 284 líneas principales asignadas a teléfonos de previo pago.

Esto significa que el Ecuador dispone de 7,58 líneas principales de abonado por cada 100 habitantes y 0,04 teléfonos de previo pago por cada 100 habitantes, dando una densidad telefónica global de 7,62 %. La capacidad de planta interna utilizada alcanza un valor de 70,48 %.

La demanda no satisfecha se estimaba en una cantidad aproximadamente de 1'073 000 líneas principales que corresponden al 54 % de la demanda total estimada a diciembre de 1997. La intensidad de tráfico por abonado en la hora cargada varía entre 0,07 y 0,10 erlang, en este valor está incluido el tráfico de telefax y de transmisión de datos que cruza a través de la red de telefonía pública conmutada. En la tabla 3 y 4 se presentan los cuadros que resumen la capacidad instalada, capacidad, líneas principales de servicios, población, etc., por empresas operadoras y por provincias.

De todo lo indicado anteriormente se puede llegar a las siguientes conclusiones importantes:

La oferta de acceso (abonados y teléfonos de prepago) a la telefonía fija es insuficiente y, además, esta orientada en su mayor parte a atender a los sectores urbanos más poblados, existiendo una alta demanda no satisfecha

en todo el país, con lo que, por estas y otras razones los servicios que prestará PCS ayudará a cubrir la demanda insatisfecha.

5.1.2 Servicios de Telefonía Móvil

En el Ecuador existen dos empresas operadoras de servicio de telefonía móvil de tipo celular: CONECELL S. A. y BELLSOUTH (OTECEL S. A.) las cuales operan dentro de un régimen de competencia regulada.

CONECELL S. A. y OTECEL S. A. tienen las licencias para instalar, operar y explotar el sistema de telefonía móvil celular (STMC) en las áreas geográficas que comprenden las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca y sus alrededores, las ciudades de Daule, Milagro, Machala, Santo Domingo, Quevedo, Babahoyo, Manta, Portoviejo, Esmeraldas, Ibarra, Ambato, Riobamba. CONECELL y OTECEL disponen de dos centrales digitales instaladas, una en Quito y la otra en Guayaquil, estas están enlazadas con PACIFICTEL S. A. y ANDINATEL S. A. para su tráfico hacia las redes de telefonía fija, también para el tráfico de telefonía Internacional.

No se disponen de mediciones de indicadores de calidad de servicio. Sin embargo, existe un significativo porcentaje de usuarios que no se encuentran totalmente satisfechos con sus servicios. Existe, además, cierta congestión en los enlaces con las empresas de telefonía fija.

En relación con el tráfico promedio por abonado, no se dispone de datos al respecto, razón por la cual no se puede realizar ninguna estimación.

VI. Operadoras Celulares en el País.

	USUARIOS CENTRAL QUITO	USUARIOS CENTRAL GUAYAQUIL	TOTAL
CONECELL S. A.	44893	59255	104148
OTECCEL S. A.	31358	30987	62345
		TOTAL	166493

Fuente: Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones año 1998

No se dispone de datos sobre la demanda insatisfecha, pero obviamente existe en aquellas zonas que al momento no se encuentran cubiertas por la red celular, por ejemplo a lo largo de las carreteras del país.

5.1.3 Servicios de Telex y Telegrafía

Estos servicios son ofrecidos por PACIFICTEL S. A. y ANDINATEL S. A., pero se han convertido en poco importantes, pues sus demandas van decreciendo paulatinamente hasta diciembre de 1997 había una capacidad instalada de 7287 líneas de central y solo estaban en ocupación 1394.

5.1.4 Servicios de Radiocomunicación Móvil Troncalizada.

Existen varias empresas que tienen la concesión para operar estos servicios.

Las empresas que disponen de concesiones son: Brunaci, Clastalk, Cosmovec, Granda Garces, Geonet, Maxicom, Monttcashire, Racomdes, T.d.e. y Telemovil.

Existen 5956 usuarios en este servicio, estos no tienen acceso a la red de telefonía pública.

5.1.5 Servicio de Radio Búsqueda

Existen varias concesiones para operar este servicio. La cantidad de usuarios es aproximadamente de 20700. No se dispone de información relacionada con la calidad de servicio y demanda insatisfecha.

5.1.6 Servicios Portadores

PACIFICTEL S.A., ANDINATEL S.A. y ETAPA S.A. tienen las concesiones para la explotación de los servicios portadores incluyendo el alquiler de líneas y circuitos que soportan en redes físicas e inalámbricas, se ofrecen servicios de transmisión de datos punto a punto utilizando principalmente circuitos digitales dedicados. PACIFICTEL y ANDINATEL ofrecen también la posibilidad de arrendamiento de circuitos para

transmisión de punto a punto de audio y televisión en el ámbito local, nacional e internacional.

Se han otorgado cinco contratos de concesión para la operación de servicios portadores: Americatel S. A., Clasesat S. A., Conecell S. A., Impsatel del Ecuador S.A. y Ramtelecom S.A. los cuales utilizan sistemas satelitales como medio de transmisión.

5.1.7 Servicio de Valor Agregado

Existen algunas empresas que tienen contrato de concesión para ofrecer servicio de valor agregado a más de ANDINATEL y PACIFICTEL, entre los servicios se incluyen los siguientes: acceso a Internet, puntos de venta, telemetría, correo electrónico, distribución inteligente, acceso a redes corporativas, traducción simultánea, servicios de oficina virtual, transferencia electrónica de fondos, consulta de planillas, transferencia de archivos.

Las empresas que disponen de concesiones son: Bismark, Conecell S. A., Cyberweb, Ecuonet, Impsatel, Paradyne S. A., Prodata, Ramtelecom, Satnet, Sita.

5.1.8 Servicios de Radiodifusión

En el país se ofrecen servicios de radio difusión de audio en AM y FM, y de televisión en VHF y UHF, servicios que son regulados por un organismo independiente de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), llamado CONARTEL.

5.1.9 Servicios de Difusión por Suscripción

Se ofrecen servicios de difusión de televisión por suscripción vía cable y también directamente vía satélite. El organismo regulador de estos servicios es el CONARTEL.

Como resumen de la situación del sector podríamos decir lo siguiente:

Existe una alta demanda insatisfecha del servicio de telefonía fija que alcanza la cifra de 54 % de la demanda total. Los indicadores de calidad de servicios son bajos en relación con los indicadores internacionales. Existe en general un sentimiento de insatisfacción por parte del usuario que tiene acceso, y un sentimiento de frustración del usuario potencial que lo necesita y no lo puede conseguir. Además, también las empresas de servicio móvil celular tienen debilidades en su servicio, esta situación constituye una importante oportunidad para el sistema PCS satisfaga ese mercado potencial. Insatisfecho.

En relación con la telefonía móvil celular existente se puede mencionar que la demanda de este servicio, a pesar de sus costos relativamente altos, ha tenido un crecimiento mucho más alto de lo esperado. Existe un significativo porcentaje de usuarios que no se encuentran satisfechos con la calidad de los servicios ofertados, además, existe congestión en los enlaces con las operadoras de telefonía fija. Una debilidad de las empresas de telefonía celular móvil es su alto costo.

Con relación a los otros servicios que se ofrecen en el país, no se dispone de la suficiente información que permita determinar más o menos la demanda insatisfecha. Así como, la calidad de los servicios, sin embargo, se puede decir que el acceso a estos servicios es rápido ya que existe una alta competencia entre las empresas que prestan estos servicios.

5.2 Estimación de la demanda futura de los principales servicios que se ofrecen en el País.

Se presenta la proyección de la demanda para el período 1998- 2010.

5.2.1 Demanda del servicio de telefonía fija.

- **Demanda de acceso**

En las tablas 6, 7 se presentan de forma agregada la estimación de la demanda total de acceso a la telefonía fija por provincias.

Se observa en la tabla 5 que la demanda total de acceso al servicio de telefonía fija (demanda residencial, comercial e industrial, rural o social y de prepago), se estima en 2'116.254 líneas principales para diciembre de 1997, y es de 3'297.680 líneas principales para diciembre del año 2010, con una tasa de crecimiento interanual promedio del 3,8 %.

- **Demanda de uso.**

La estimación de la demanda de uso (volumen de tráfico ofrecido), es muy importante y determinante en la formulación de planes de desarrollo.

En la tabla 6 se presenta la demanda total de uso de telefonía fija en millones de minutos.

Se puede observar que la demanda total de uso ascendería, en condiciones de equilibrio, a la suma de 19.472 millones de minutos para diciembre de 1998 y a 37.928 millones de minutos para diciembre del año 2010, con un TCIP de 5,71 %.

En promedio, el mayor porcentaje de la demanda de uso corresponde al tráfico local (75,9 %), seguido por el tráfico regional (11,1 %), tráfico nacional (7,1 %), tráfico a sistema de telefonía móvil (2,8 %), tráfico internacional (2,4 %) y finalmente el tráfico internacional saliente (0,7 %).

DEMANDA TOTAL DE USO DE TELEFONIA FIJA: millones de minutos

PROVINCIAS	1998	2000	2002	2006	2010
AZUAY.	1260.3	1511.8	1687.0	1917.6	2088.0
BOLIVAR	110.0	122.3	131.9	162.9	204.5
CAÑAR	201.3	224.8	261.8	306.5	386.0
CARCHI	155.8	173.6	187.3	238.2	305.3
CHIMBORAZO	354.8	383.2	431.7	552.4	699.7
COTOPAXI	290.8	324.3	352.2	434.4	561.0
EL ORO	862.8	969.2	1045.5	1314.5	1604.8
ESMERALDAS	414.7	462.3	502.3	625.2	783.7
GALAPAGOS	20.3	23.2	25.09	31.6	40.7
GUAYAS	6525.1	7306.8	7917.4	9691.0	11695.4
IMBABURA	383.9	431.3	483.8	668.2	936.0
LOJA	492.2	550.0	614.6	836.5	1143.0
LOS RIOS	835.3	935.9	1047.2	1404.2	1853.9
MANABI	1682.9	1888.7	2034.9	2599.4	3349.7
MORONA SANT.	98.9	113.9	125.4	157.0	198.5
NAPO	118.5	134.1	150.8	201.3	268.6
PASTAZA	53.9	64.2	72.2	95.8	135.8
PICHINCHA	4446.3	5024.3	5572.5	7377.9	9478.9
SUCUMBIOS	113.2	132.2	141.2	164.9	192.4
TUNGURAHUA	492.6	549.7	601.7	769.3	939.7
ZAMORA CHINC.	65.5	75.5	84.2	95.3	109.6
TOTAL TRAFICO ORIGEN	18979.2	21411.3	23471.5	29644.1	36975.2
TRAF. INETRACIONAL ENTR.	493.0	495.2	551.4	729.9	953.0
TOTAL DEMANDA DE USO.	19472.2	21906.5	24022.9	30374.0	37928.2

FUENTE: PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1998

DEMANDA TOTAL DE ACCESO A LA TELEFONIA FIJA: lineas principales

PROVINCIAS	1998	2000	2002	2006	2010
AZUAY.	109.992	131.248	145.674	163.696	176.066
BOLIVAR	13.420	14.316	14.840	16.932	19.640
CAÑAR	21.660	23.262	26.026	28.152	32.748
CARCHI	18.996	20.340	21.082	24.758	29.304
CHIMBORAZO	43.240	46.046	48.592	57.424	67.172
COTOPAXI	35.446	37.984	39.654	45.154	53.860
EL ORO	92.900	100.302	103.962	120.736	136.134
ESMERALDAS	50.530	54.152	56.542	64.996	75.246
GALAPAGOS	2.192	2.402	2.570	2.918	3.456
GUAYAS	702.520	756.160	787.340	890.150	992.060
IMBABURA	46.762	50.526	54.466	69.472	89.862
LOJA	53.040	56.970	61.190	76.912	97.058
LOS RIOS	89.930	96.852	104.134	128.986	157.252
MANABI	181.200	195.452	202.354	238.760	284.138
MORONA SANT.	10.652	11.780	12.478	14.424	16.838
NAPO	14.434	15.712	16.988	20.932	25.786
PASTAZA	6.564	7.532	8.120	9.956	13.042
PICHINCHA	541.840	588.394	627.250	767.010	910.028
SUCUMBIOS	13.806	15.474	15.892	17.138	18.474
TUNGURAHUA	60.038	64.376	67.742	79.978	90.220
ZAMORA CHINC.	7.072	7.810	8.370	8.758	9.296
TOTAL.	2.116.254	2.297.090	2.425.266	2.847.242	3.297.680g

FUENTE: PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1998

5.2.2 Demanda de los Servicios de PCS y Telefonía Móvil Celular.

Los servicios de telefonía móvil celular son relativamente nuevos en el ECUADOR. Pues, su operación se inicio recién en 1994, los **SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES** aún no se ofrecen en el mercado del país. Sin embargo, se debe comenzar con el marco regulador para la explotación de este sistema.

El crecimiento de la demanda de los servicios de telefonía celular ha sido extraordinariamente rápido y ha superado todas las expectativas, y una de las razones de este crecimiento acelerado es la insuficiente oferta de parte de la telefonía fija, de tal forma que los usuarios potenciales han tenido que suscribirse en este servicio.

Es un tanto incierto predecir mediante los modelos tradicionales la demanda futura de estos tipos de servicios, siendo necesario recurrir a indicadores utilizados en otros países con características similares o parecidas a las nuestras.

Para el caso de la telefonía móvil celular y PCS, se ha estimado para fines del año 2010, una demanda de acceso de alrededor de 600.000 usuarios. Sin embargo, podría ser mucho mayor si las situaciones de las empresas que ofrecen los demás servicios hacen poco o nada para cambiar su atención al usuario y su calidad de servicio ya habrá una migración alta de operadoras muy rápidamente. También puede crecer en caso de que su cobertura atienda

sectores donde la telefonía fija y otros servicios no llegan, y si llegan lo hacen a costos muy altos.

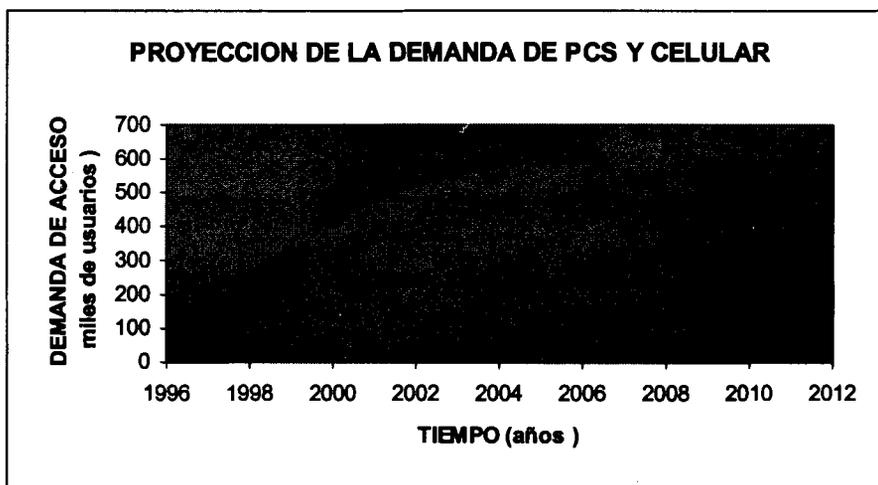
PCS no es explotado aun en nuestro país, pero las expectativas de este nuevo y revolucionario sistema nos indica que este va a ser el sistema que mayor demanda presentara en los próximos años, dado que los sistemas ahora existente no cubren la demanda potencial de servicios.

VII. Demanda de acceso al sistema PCS y celular

DEMANDA DE ACCESO	1998	2000	2002	2006	2010
TOTAL DE PAIS	224.8	315.3	388.5	504.8	600.0

Fuente: Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones año 1998

23. Proyección de la demanda de PCS



Fuente: Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones año 1998

5.3 Por qué PCS en el Ecuador?

Conceptos, características y objetivos de este sistema hacen que se justifique la implementación y explotación de este sistema en el ECUADOR.

5.3.1 La movilidad personal y la movilidad del terminal.

Estos sistemas pueden ofrecer servicios de comunicaciones que no importa el lugar en donde se encuentre. Es decir, el usuario puede estar en su casa, oficina, en el auto, etc. Para poder alcanzar este objetivo estos sistemas tendrán que soportar interfaces de conexión con las redes actuales como la PSTN, la red ISDN, las redes de telefonía celular, y los sistemas móviles basados en satélites, entre otras redes. Esta interconexión deberá estar completamente normalizada por los organismos respectivos, para hacer posible que el nivel de comunicación sea adecuado y confiable.

Desde el punto de vista del usuario, estos sistemas son una forma de integración de servicios, dado que muchos de ellos serán operados por diferentes proveedores. Pero el cambio de servicio de una red a otra deberá de ser transparente para el usuario, es decir, el PCS será capaz de mantener una interconexión confiable en redes heterogéneas.

5.3.2 Servicio multimedia de calidad.

Los sistemas PCS prometen ofrecer una amplia gama de servicios multimedia con buena calidad de voz, altas velocidades de datos, vídeo fullmotion, etc. El equivalente de aquellos servicios disponibles en la red ISDN disponibles en estos sistemas.

5.3.3 Múltiples tipos de usuarios.

Este sistema va a ofrecer servicios para múltiples tipos de usuarios con diferentes requerimientos, por ejemplo diferente servicio de retardo, diferentes performance de tratamiento de errores, entre otros, definiendo así interfaces para la negociación entre el usuario y el sistema.

5.3.4 Servicio roaming global automático.

Este sistema va a tener como atributo poder ofrecer un roaming global y automático. Así el usuario no se va a limitar en un punto y una misma red. Esta es una característica muy importante que supera la naturaleza de otros sistemas.

5.3.5 Un único número.

El usuario tendrá un único número no importando donde es que él esta, y que dispositivo él este usando, así este número sirve de base para la movilidad personal. Un importante paso fue la normalización del concepto UPT (Universal Personal Telecommunications) propuesto por la ITU.

5.3.6 Alta capacidad.

La potencial demanda de sistemas de comunicaciones personales en el futuro esta destinado a ser una conexión por adulto, es por eso que el sistema de esta generación va ha requerir de alta capacidad de usuarios, por ejemplo la elección de tecnologías de acceso múltiple como el CDMA esta siendo considerado para sistemas PCS.

5.3.7 Handset universal.

Un único y pequeño teléfono terminal/tranceptor de mano llamado de handset o handheld, serán usados para accesar todos los servicios disponibles en sistemas PCS.

5.3.8 Seguridad.

Desde que múltiples sistemas heterogéneos son integrados a sistemas PCS y el roaming automático es permitido, amenazas a la seguridad ocurrirán inevitablemente. Luego muchos avances tecnológicos en la autenticación y privacidad serán requeridos.

En la práctica PCS está frecuentemente usado como un término general que incluye varios servicios de acceso inalámbricos que involucra la telefonía celular, cordless, WLAN, redes de datos, paging, etc., pero con un fuerte énfasis en servicios dentro del nuevo espectro de frecuencia al que ha sido destinado los PCS. Gran parte de las ventajas de los sistemas PCS radica en que están interconectados a las redes heterogéneas como a CATV, ISDN, red celular, CDPD, etc. favoreciendo a la movilidad de terminal

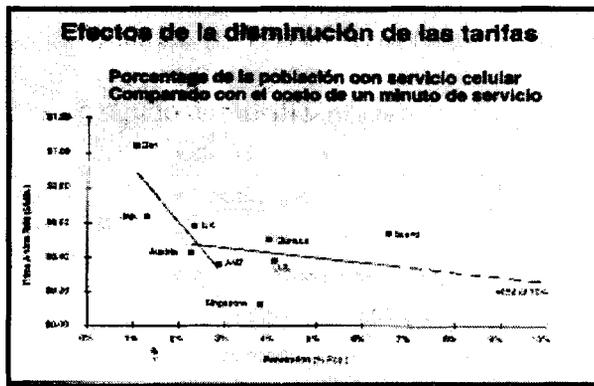
Como lo vimos en el capítulo 3. PCS nos va a servir en la comunicación de voz y datos en el segmento comercial, industrial, gubernativo y público en general, y así satisfacer y mejorar el servicio hasta ahora dado por los sistemas celular tradicional.

5.4 PCS como solución al duopolio celular.

En Ecuador existe un duopolio en los servicios celulares, con un significativo porcentaje de usuarios insatisfechos, no solo en la calidad, sino también en las tarifas que cobrar, con PCS en el país se terminará este

duopolio, esta competencia aumentara la demanda de los servicios inalámbricos. En la figura 22 se presenta un ejemplo del porcentaje de la población con servicio celular, comparado con el costo de un minuto de servicio.

24. Gráfica explicativa de la disminución de las tarifas



Fuente: Folleto Sistemas PCS, Motorola

Otras de las razones del porque PCS en el Ecuador, es que todas las redes, en la banda designada para la explotación del sistema, serán 100 % digitales y facilitarán de esta manera la transmisión de datos. Las operadoras celulares de los 800 MHz están emigrando sus redes analógicas a digitales, para luego saltar a la banda de PCS. Estas podrán escoger la tecnología digital que mejor se adecúe a sus estrategias de mercadeo y sus planes de negocio, debido a que grandes mercados están adoptando el plan de bandas PCS se podrá utilizar los beneficios de economías de escala. Se tendrá muchos proveedores de equipos y demás accesorios de parte de la mayoría de los vendedores de Norte América, Europa y Japón.

Como PCS es digital tendremos, en comparación con los sistemas analógicos una mejor recepción, mejor calidad de voz, más larga de vida de las baterías, mejorará la privacidad del usuario, funciones avanzadas tales como: correo de voz, busca personas, caller ID, etc.

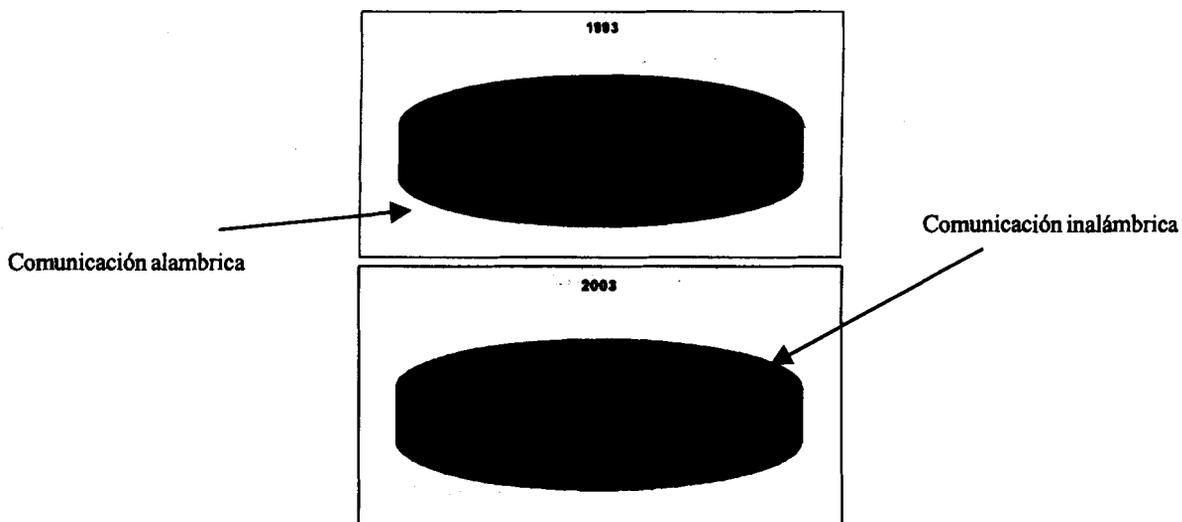
Los nuevos operadores ofrecerán los servicios tales como:

- Acceso Fijo Inalámbrico (FWA) en áreas rurales o de difícil alcance y en áreas urbanas de rápido desarrollo
- Servicio local alternativo
- Redes privadas, interiores o en áreas cerradas
- Computadoras móviles y el Internet
- Recolección de datos en el ámbito remoto (telemetría)

5.5 Análisis Económico para la implementación de PCS en el Ecuador

El PCS es probablemente la explosión mundial de mediados de los 90 con réditos globales por servicios que van de más de \$ 2 billones en 1996 a más de \$ 12 billones para finales de siglo.

25. Como satisfacer la demanda de telefonía básica



Fuente: Folleto Sistemas PCS, Motorola

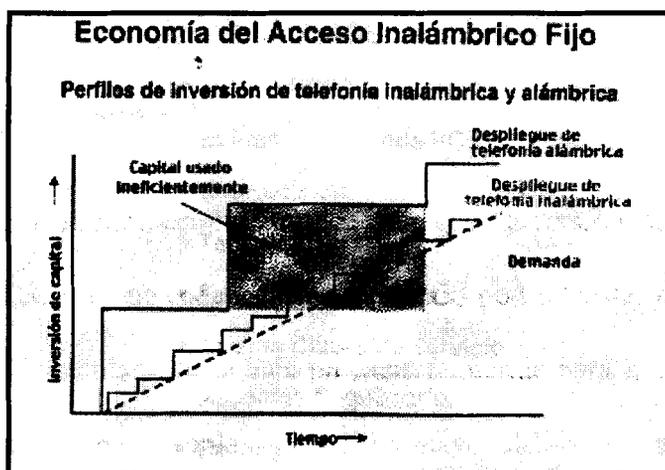
Al implementar PCS se captarán minutos de uso de la telefonía fija (Ver figura 23)

En 1993 la telefonía inalámbrica es una móvil extensión de la telefonía fija, cuyos valores eran de 56 billones de minutos de uso de inalámbrico, contra 4 trillones de minutos de uso de la telefonía fija, en cambio la proyección es que para el año 2003 la telefonía inalámbrica alcance en este mercado alrededor de 2 trillones de minutos en contar parte de 5.6 trillones de minutos de la telefonía fija

5.6 Beneficios del acceso Inalámbrico fijo.

El grado de inversión de acuerdo a la demanda actual sera menor, existirá un rápido desarrollo con un bajo costo, bajos costos operacionales y de mantenimiento dado que no existirán los llamados “tallarines” en planta externa, amplia área de cobertura que no es alcanzada con la red alámbrica, conexión con otras redes mediante protocolos apropiados

26. Gráfica explicativa de la economía del acceso inalámbrico fijo



Fuente: Folleto Sistemas PCS, Motorola

Vemos en la figura 24 los perfiles de inversión de telefonía inalámbrica y alámbrica.

Para tener una visión sobre el costo de las licencias presentaremos un resumen de las subastadas en Estados Unidos de Norteamérica.

VIII. Subasta de Licencias en U.S.A.

	A/B	C	D/E/F
Licencias Totales	99	493	1476
Cantidad Total	\$ 7.7 B	\$ 10.2 B	\$ 2.5 B
Costo prom / Licencia	\$ 75.5 M	\$ 20.7 M	\$ 1.7 M
Costo prom / Hz	\$ 128	\$ 340	\$ 83
Costo prom / Habitante	\$ 15	\$ 40	\$ 3

Fuente: Folleto Sistemas PCS, Motorola

5.7 Desventaja económica del PCS.

La arquitectura microcelular implica una gran inversión para instalar un servicio PCS. Aunque cada estación base PCS podría costar menos que una estación base celular, por la baja potencia requerida para la transmisión, el costo de un sistema completo es mucho mayor debido al gran número de estaciones bases requeridas. Aunque el costo de construcción es todavía desconocido, aún en los Estados Unidos de Norteamérica, se estima por experiencia en otros mercados como los Europeos, que pueden ser utilizados como indicador, que más o menos 6.1 billones de dolares es necesario para instalar una red PCS completa. Por esto pocas empresas podrán tener financiamiento para hacerlos solos. Para tratar de solucionar el problema de los altos costos una posibilidad es las facilidades de los carriers.

Los operadores de celular OTECEL, CONECEL tendrán ventaja sobre las demás empresas dado que tienen ya una infraestructura montada, y podrán pasarla a dar este servicio.

5.8 Ventajas de U-PCS

Las ventajas de la comunicación Inalámbricas Local de baja potencia que trabajaran en la banda de 1910-1930 MHz (U- PCS) serán las siguientes:

No se necesita licencia para esta banda, la potencia de salida deberá de ser de 10 mW en promedio y 100 mW como máximo. No necesitarán de ningún protocolo de comunicación pero si deberá de ser digital. El no tener regulaciones en el requerimiento de un protocolo específico, mejoran los beneficios de los países y de los ciudadanos, debido a que permitirán que los consumidores puedan elegir los productos que satisfagan mejor sus necesidades a un precio accesible.

Los benéficos para el gobierno de este tipo de comunicación son: la base económica crece debido a la eficiencia creada por el uso de los productos. Para los negocios sean eficientes porque pueden responder a sus llamadas sin estar enlazados por el teléfono alámbrico, lo que producirá un aumento de la productividad.

5.9 Quiénes implementarán PCS en el País?

Existirá en el país una libre competencia entre operadoras que la SNT les otorgare autorización o ganen los concurso de concesión de licencias para este sistema.

Las operadoras CONECEL, y OTECEL tendrán ciertas ventajas para llegar al mercado, aceptación y eficiencia operacional. Dado que ya tienen una cartera de clientes, nombre reconocido, espectro, instalaciones de celdas y convenios, contrato de interconexión, conocimiento de la tecnología y la operación del sistema, facturación y ayuda al cliente. En cambio PACIFICTEL, ANDINATEL tendrán que hacer una gran inversión para iniciar este servicio.

5.10 Algunas recomendaciones para las operadoras de PCS

Tenemos que como país estar siempre en la línea de la implementación de las tecnologías de punta de las comunicaciones que cada vez emergen para dar un mejor servicio, facilidades, eficiencia y eficacia a los usuarios, por esto los beneficios económicos que brinda PCS es real. Se deberá no atar el espectro de PCS a una sola norma o tecnología en particular para así tener una mayor flexibilidad de migración a sistemas futuros.

CAPITULO VI

6 MARCO LEGAL PARA LA EXPLOTACION DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS) EN EL ECUADOR.

Hasta la fecha de la elaboración de este trabajo no se establecía los reglamentos dentro de la Ley Especial de Telecomunicaciones para la implementación, explotación, y administración del PCS, pero existe un proyecto de Ley que será presentado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) al Congreso Nacional para su aprobación, el cual presentaremos a continuación:

6.1 Contenido del Proyecto de Ley

PROYECTO DE REGLAMENTO PARA LA EXPLOTACION DE SERVICIO DE COMUNICACIONES PERSONALES (PCS) EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACION (CONATEL)

Considerando:

Que es necesario expedir un reglamento para la operación y explotación de sistemas satelitales que presten servicios de telecomunicación directamente a los usuarios finales, acorde con la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, publicada en el Registro Oficial N.- 770 de agosto 30 de 1995;

Que el artículo 2 de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, establece que el espectro radioeléctrico es un recurso natural de propiedad de; Estado, siendo un bien público inalienable e imprescriptible, correspondiéndole al CONATEL en representación del Estado la gestión, administración y control.

Que el Reglamento de Radiocomunicación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R), define los servicios fijos y servicios móviles como modalidad de los servicios radioeléctricos de comunicaciones.

Que el artículo 41 en sus literales b), c) y d) del Reglamento General a la Ley Especial de telecomunicaciones en su reforma, le facultan al CONATEL establecer los Reglamentos y dictar las normas que regulen los servicios de telecomunicaciones; y,

En uso de las atribuciones que le confieren el Artículo 10, artículo innumerado tercero, literal j) de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones

Resuelve:

Expedir el “REGLAMENTO PARA LA EXPLOTACION DE SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONALES (PCS)”

ARTICULO 1.- Objetivos.- El presente Reglamento tiene por objetivo: regular y normar el establecimiento y la explotación de los Servicios de Comunicaciones Personales (PCS), en las bandas de frecuencias de 1850-1910 MHz y 1930-1990 MHz, atribuidas a los servicios Fijo y Móvil

Los fines específicos de telecomunicaciones de los servicios de radiocomunicación fijos y móviles que utilizan los sistemas PCS, son la prestación de los siguientes servicios: Telefonía Móvil PCS; Telefonía Fija; Portador; De Valor Agregado y Telemáticos.

Además, establecer el proceso que efectuara el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) a través de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SNT) para autorizar la instalación y la explotación de los Servicios de Comunicaciones Personales (PCS)

ARTICULO 2.- Régimen Legal- La explotación de los servicios de comunicaciones personales (PCS), se regirá por la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, por el Reglamento General a la Ley

Especial de Telecomunicaciones y a la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones. Por el Reglamento General de los Servicios de Radiocomunicaciones, Reglamento de Interconexión y Conexión entre Redes y Sistemas de Telecomunicaciones, por este Reglamento y por las Normas y Resoluciones que expida el CONATEL sobre la materia. Los aspectos legales no previstos en estos instrumentos, se regirán por las disposiciones del derecho común, mercantil y civil, y los técnicos por lo determinado en instrumentos internacionales aprobados por el país.

CAPITULO II

DE LOS TERMINOS Y DEFINICIONES

ARTICULO 3.- Los términos y definiciones para la aplicación de este reglamento son los que constan en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y en el anexo a este Reglamento; lo no definido en dichos Reglamentos se sujetara a la interpretación que consta en el glosario de términos y definiciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

CAPITULO III

DE LOS REQUISITOS PREVIOS PARA LAS AUTORIZACIONES

ARTICULO 4.- Para instalar, establecer, operar y explotar los servicios PCS será necesario obtener una autorización expresa del CONATEL a través de SNT y con sujeción a los preceptos de la Ley de este Reglamento.

ARTICULO 5.- Modalidades para otorgar autorización para establecer los servicios PCS.- Las autorizaciones se otorgaran mediante contrato de autorización para lo cual se realizaran concursos de ofertas o solicitudes de autorizaciones;

Concurso: Convocado por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones cuando lo considere conveniente al interés público

Solicitud: Por un periodo determinado y a petición de la empresa interesada, en los casos en que no exista conflicto con las autorizaciones concedidas o por concederse, mediante concurso.

ARTICULO 6.- Requisitos para ser Operador de los Servicios PCS.-

Los requisitos para ser Operador de los Servicios PCS son:

- Ser persona natural o jurídica nacional. Podrá ser extranjera cuando así lo establezcan los convenios internacionales con sujeción a las leyes ecuatorianas.
- Haber sido seleccionado en el concurso que para el efecto hubiera convocado la SNT, cuando el procedimiento para conceder la autorización fuere el concurso o haber recibido por parte de la SNT la

notificación de que su solicitud de prestación de servicio ha sido aceptada.

- Haber pagado los derechos correspondientes.
- Haber suscrito el contrato de autorización correspondiente

No podrán ser Operadores de estos servicios quienes hayan incumplido algún contrato de uso de frecuencias o de autorización para explotar un servicio de telecomunicaciones.

ARTICULO 7.- Calificación de interesados.- En todos los casos, la SNT calificara a las empresas interesadas en explotar el servicio PCS. Para la calificación de los oferentes la SNT efectuara el análisis de los aspectos financieros, legales, técnicos y de experiencia de los solicitantes, sobre la base de los documentos presentados, verificando que tales documentos cumplan con los requisitos de forma y de fondo solicitados en este Reglamento, en las bases del concurso o en los requisitos de las solicitudes.

CAPITULO IV

DE LAS SOLICITUDES

ARTICULO 8. - Autorización.- Para establecer, operar y explotar los servicios PCS, en el caso de que la autorización se otorgue por solicitud, es necesario que el interesado obtenga una autorización legal y expresa de la

SNT, previo al cumplimiento de los requisitos que se establecen en el presente Reglamento. Las autorizaciones se otorgaran mediante contrato.

ARTICULO 9.- Personas habilitadas.- Podrán celebrar contratos de autorización para la explotación de servicio PCS, las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras con capacidad jurídica para hacerlo, que expresen su consentimiento libre de vicios y cumplan con los requisitos previstos en la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, en el presente Reglamento, en las Normas Técnicas, Resoluciones correspondientes y más disposiciones legales.

ARTICULO 10.- Documentos para la Autorización.- Para obtener una autorización para la explotación de los servicios PCS, se deberá presentar los siguientes:

1.- Documentos legales:

- Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones en la que se indicara en forma general, el tipo de servicio que se pretende explotar y la red en que se soportara. En esta se manifestara categóricamente que se someterá a las disposiciones legales, reglamentarias, a las pertinentes normas técnicas aprobadas y demás aspectos legales y contractuales.
- Copia autenticada del testimonio de la escritura constitutiva de la compañía solicitante en caso de personas jurídicas

- Nombramiento debidamente legalizado del representante legal, para personas jurídicas
- Copia de la cédula de ciudadanía y del certificado de votación del representante legal
- Nombre y dirección de la compañía solicitante, y de su representante legal
- Nombre y dirección del solicitante, en caso de persona natural
- Registro de Contribuyentes, para personas naturales o jurídicas que tengan obligación legal de obtener el R.U.C
- Certificado de no tener impedimento de contratar con el Estado, otorgado por la Contraloría General del Estado.
- Certificado de no adeudar al instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS.

2.- Documentos Técnicos:

- Descripción de los servicios que se pretende ofrecer y la forma de interconexión de los equipos de valor agregado con la red en que se sustentan.
- Estudios técnico del sistema, elaborado y suscrito por un Ingeniero en Electrónica y/o en Telecomunicaciones, inscrito en uno de los colegios

profesionales del país y Registrado en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Indicara entre otros aspectos:

- El proyecto técnico, identificando el área de cobertura
- Procedimiento de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar
- Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema, etc.
- Parámetros de calidad de servicio mínimo que propone y los métodos de los mismo, con los equipos de prueba que dispondrá la operadora
- Cronograma de actividades para el establecimiento del servicio a partir de la fecha de autorización
- Descripción de los procedimientos que se propone para facilitar los controles técnicos que la Superintendencia de Telecomunicaciones debe realizar
- Presentación de los documentos en copia certificadas de los permisos necesarios para la utilización de instalaciones o infraestructuras de la red publica o privada, en la que se sustenta el servicio de comunicaciones personales (PCS)
- Otros que la SNT solicitare por escrito.

3. - Documentos Económicos:

- Análisis de mercado
- Estudio económico para un período de cinco años, que incluya:
- Costo de inversión
- Plan de inversiones
- Flujo de caja
- Análisis de ingresos, utilidades y rentabilidad de la inversión
- Propuesta de tarifa para la prestación del servicio (metodología y parámetros utilizados para cálculo)

Forma de Presentación de los Documentos:

Toda la documentación referente a la solicitud debe presentarse en hojas foliadas y rubricadas por el solicitante

ARTICULO 11. - Análisis de solicitud.- En caso de solicitud, la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones dispondrá el análisis de la solicitud presentada, y sobre la base del informe resolverá lo pertinente que puede ser:

- Negar la autorización
- Solicitar al interesado que presente otros documentos o realice aclaraciones

- Solicitar a la Comisión o una determinada Dirección de la SNT, que presente informes específicos
- Entregar el tramite a la Dirección de Asesoría Jurídica para la elaboración del contrato de autorización pertinente y comunicar al interesado que su solicitud ha sido aceptada, concediendo un plazo de 30 días para la suscripción del contrato respectivo

ARTICULO 12. - Adjudicación y suscripción del contrato.- Cumplidos los requisitos incluyendo la presentación del recibo del uno por mil del valor total del contrato, al Colegio de Ingenieros en cuya circunscripción efectúe el trabajo, se suscribirá el contrato de concesión de acuerdo con los términos y condiciones acordados en el perfeccionamiento del mismo; y se lo elevara a escritura publica. En caso de que el adjudicatario dentro de un plazo de 30 días contados a partir de la fecha de notificación de la SNT no se acerque a cancelar los derechos que correspondan y a suscribir el contrato, la SNT podrá disponer la anulación del tramite o conceder una ampliación al plazo

CAPITULO V

DEL CONCURSO

ARTICULO 13. - En caso de concurso.- Para la convocatoria a concurso, de selección de firmas para la explotación de los Servicios PCS. Se deberá disponer de las Bases del Concurso, del Estudio Técnico correspondiente y

del informe técnico requerido en el artículo 6, literal c) del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones y a la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, otorgado por alguna de las empresas operadoras de telefonía fija, donde va ha operar, referente a la utilización de las redes conmutadas e instaladas de su propiedad

ARTICULO 14. - Fases del Concurso.- El concurso tendrá dos fases diferentes; en la primera se calificará a los proponentes y en la segunda se determinará la conveniencia de las propuestas para adjudicar los contratos de autorización. Los documentos que presenten los interesados durante la primera fase se denominarán “propuesta de calificación”, y los que se presente en la segunda se denominara “oferta”

PRIMERA FASE

ARTICULO 15. - Calificación de los oferentes.- En la primera fase para la calificación de los oferentes, la SNT nombrará una comisión que efectuará un análisis de los aspectos financieros, legales, técnicos, y de experiencia de los proponentes sobre la base de los documentos presentados, verificando que tales documentos cumplan con los requisitos de forma y de fondo solicitados en las bases del concurso, y emitirá un informe al respecto.

El informe será presentado al Secretario Nacional de Telecomunicación, quien en conocimiento de este informe, determinara los oferentes calificados y dispondrá que se les notifique y solicite la oferta.

SEGUNDA FASE

ARTICULO 16. - Comisión de Análisis.- En la segunda fase la SNT procederá a la apertura de sobres de las ofertas en sesión pública, en la misma que se consignarán los valores principales de las ofertas en el acta de apertura de ofertas, luego de los cuales el Secretario Nacional de Telecomunicaciones nombrará una comisión con funcionarios de la SNT, la que procederá a analizar las ofertas conforme al procedimiento de evaluación que constara en las bases del concurso.

Esta comisión presentará al Secretario Nacional de Telecomunicaciones un informe. La comisión podrá constar con asesores contratados por la SNT, quienes asesorarán sobre los aspectos materia de su especialización y actuarán en la Comisión con voz pero sin voto.

ARTICULO 17. - Perfeccionamiento del contrato de autorización.- La SNT. En conocimiento del (los) informe (s) de la comisión, determinará el orden de relación de las ofertas, notificará su resolución a los oferentes e iniciará el perfeccionamiento del contrato con el oferente seleccionado en

primer lugar, dentro del plazo que establezca la SNT, para la adjudicación correspondiente

El perfeccionamiento del contrato consiste en incorporar en el proyecto de contrato las condiciones propias de la oferta, con los cambios acordados, cuando se hubieran presentado observaciones al proyecto de contrato o a las bases del concurso que beneficie a las partes y cuando por efecto de la aplicación de las disposiciones de las bases o del Reglamento sobre tratamiento igual a las Operadores, fuere necesario modificar cláusulas del contrato o aclarar las bases del concurso

De no llegar a un acuerdo con el oferente seleccionado en primer lugar, dentro del plazo establecido por la SNT, este dispondrá el archivo de la oferta e iniciará el perfeccionamiento del contrato con el segundo oferente en el orden de relación previamente establecido. La SNT establecerá el plazo en que debe efectuarse este perfeccionamiento.

De no llegarse a un acuerdo con el segundo oferente, se seguirá este mismo procedimiento con los otros oferentes de acuerdo al orden de relación establecido, hasta que la SNT lo considere conveniente

Si en un mismo concurso se otorgarán dos o más concesiones, el procedimiento para el perfeccionamiento del contrato, será establecido en las bases.

Si la SNT decide suspender el proceso de perfeccionamiento, deberá al mismo tiempo declarar desierto el concurso

ARTICULO 18. - Adjudicación y suscripción del contrato.- Si el procedimiento es exitoso, la SNT procederá a adjudicar los contratos correspondientes con los oferentes con quienes se haya logrado el perfeccionamiento, debiendo previamente presentar el recibo del pago del uno por mil del valor total del contrato, al Colegios de Ingenieros en cuya circunscripción se efectúe el trabajo

Los contratos se suscribirán mediante escritura pública. En caso de que el adjudicatario, por su culpa, no suscribiere el contrato dentro del plazo concedido, contado a partir de la fecha de la notificación de la SNT, para que se acerque a cancelar los derechos que correspondan y a suscribir el contrato pertinente. La SNT podrá disponer la anulación de la adjudicación, el cobro de la Garantía de Seriedad de la Oferta y el archivo del trámite, o conceder una ampliación al plazo.

CAPITULO VI

DEL CONTRATO DE AUTORIZACION

ARTICULO 19. - Duración del contrato de autorización.- El (los) contrato(s) de autorización para la explotación de los servicios PCS, tendrá

una duración de quince años y podrá ser renovados previa solicitud a la SNT, con dos años de antelación a la fecha de caducidad del contrato

ARTICULO 20. - Modificación del Contrato.- De surgir causas imprevistas o técnicas que obliguen a ampliar, modificar o restringir las estipulaciones de los contratos de autorización para la explotación de los servicios PCS, previo el acuerdo entre las partes y siguiendo el procedimiento establecido en la Ley, se procederá a la celebración de un contrato modificadorio, excepto en el caso que se indica en siguiente párrafo.

En el caso de que el contratista requiera ampliar el área geográfica de cobertura del servicio, se deberá seguir el procedimiento que se establezca en el contrato de autorización correspondiente, que consiste en presentar una oferta a la SNT, la misma que, de ser aceptada, llevará a la suscripción de un contrato complementario. En todo caso, la Operadora pagará a la SNT una nueva compensación al contado que estará en función del número de abonados previstos para la ampliación y que en ningún caso será inferior (en valor medio por abonado) a la del contrato original. La compensación incluirá también una participación porcentual en la facturación bruta por el control del servicio y un mínimo anual garantizado.

ARTICULO 21. - Instalación.- Es de responsabilidad del Operador la instalación y puesta en operación de los sistemas PCS, dentro de los plazos establecidos en los contratos de autorización.

ARTICULO 22. - Terminación del contrato.- Los contratos de autorización celebrados por la SNT pueden legalmente terminar por las siguientes causas:

- Por cumplimiento del plazo de autorización
- Por mutuo acuerdo de las partes, siempre que no se afecte a terceros
- Por sentencia ejecutoria que declare la nulidad del contrato
- Por declaración unilateral de la SNT en caso de incumplimiento del contratista, conforme se establece en el Artículo 23 del presente Reglamento
- Por sentencia ejecutoria que declare la resolución o terminación del contrato, a pedido del contratista
- Por disolución legal de la persona jurídica

ARTICULO 23. - Terminación unilateral del contrato.- La SNT podrá declarar terminado anticipada y unilateralmente el contrato a que se refiere este Reglamento, en los siguientes casos:

- Por incumplimiento reiterado de una o más cláusulas contractuales o disposiciones legales esenciales, expresamente indicadas en el contrato
- Por quiebra o insolvencia del contratista.

- Por traspasar, ceder, arrendar o enajenar total o parcialmente, a terceras personas, los derechos establecidos en el contrato para la autorización de la explotación, sin previa autorización de la SNT
- Por violación comprobada del secreto de las comunicaciones por parte del Operador
- Por mora en el pago a la SNT por mas de noventa días, de las obligaciones económicas que le corresponda
- En los demás casos estipulados en el contrato de autorización

ARTICULO 24. - Notificación de la terminación unilateral del contrato.- Antes de proceder a la terminación unilateral, la SNT notificará al contratista, con la anticipación prevista en el contrato, sobre su decisión de terminarlo. Junto con la notificación se remitirán los informes técnicos, económicos y jurídicos, referentes al incumplimiento de las obligaciones contractuales con la SNT. La notificación señalará específicamente el incumplimiento o mora en que ha incurrido el contratista y se advertirá que de no remediarlo en el plazo señalado, se dará por terminado unilateralmente el contrato.

Si el contratista no justificare la mora o no remediare el incumplimiento, en el plazo concedido, la SNT podrá dar por terminado unilateralmente el contrato, mediante resolución de la SNT, lo que se comunicará por escrito al contratista.

La terminación unilateral del contrato dará derecho a la SNT a ejecutar la garantía de fiel cumplimiento del contrato. En este caso la SNT solicitará a la autoridad competente la intervención de las instalaciones del Operador por el tiempo que fuere necesario.

ARTICULO 25. - Liquidación económica y reversión.- La terminación del contrato por las causales previstas en los apartados a), b), d) y f) del artículo 28, incluirán una liquidación económica de finiquito del contrato.

La liquidación económica por causales de los literales c) y e) del artículo 28 será la que determine la Función Jurisdiccional en el Litigio.

Extinguido el contrato por cualquiera de las causas contempladas en el mismo. Todos los inmuebles, equipos, construcciones e instalaciones destinados a la prestación de los Servicios de Comunicación Personales, pasan al patrimonio del Estado: A través de la SNT, la que pagara al Operador un valor no depreciado ni amortizado de dichos bienes, según los libros usados por el Operador para los fines del impuesto a la renta, determinado por personas expertas e independientes elegidas de mutuo acuerdo. La cantidad señalada deberá ser pagada al Operador, dentro de un año contado a partir de la decisión anteriormente mencionada. La SNT durante este período, seleccionará de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento, a un Operador, el cual recibirá las instalaciones existentes y cancelará a la Secretaria el valor de los equipos y los derechos de autorización correspondientes

ARTICULO 26. - Transacción y Arbitraje.- La SNT podrá celebrar convenios transaccionales recurrir al procedimiento arbitral para solucionar litigios de carácter técnico, derivados de la autorización concedida, de conformidad con lo estipulado en la Ley de Mediación y Arbitraje.

ARTICULO 27. - Controversias, - En las controversias derivadas del contrato de autorización celebrado con la SNT, las partes procurarán solucionarlas en la fase administrativa en forma amigable y transaccional, de acuerdo a las normas de la Ley Organiza de la Función Jurisdiccional y del Código de Procedimiento Civil, ante el juez competente de la Provincia de Pichincha, con sede en la ciudad de Quito.

CAPITULO VII

INFRACCIONES Y SANCIONES

ARTICULO 28. - El incumplimiento del Operador de las cláusulas contractuales, de las disposiciones aplicables constantes en la Ley Reformatorio a la Ley Especial de Telecomunicaciones y de las que constan en este Reglamento constituye infracciones que darán lugar a sanciones, tales como amonestaciones o multas de hasta un monto máximo definido en el contrato impuestas por la SNT de acuerdo a la gravedad de la falta y cuya ocurrencia reiterada puede ocasionar la terminación unilateral del contrato:

- a) Causar interferencias perjudiciales a estaciones de telecomunicaciones publicas o privadas. Cuando la interferencia sea por ejemplo el servicio de radionavegación aérea, el Operador deberá suspender de manera inmediata las emisiones que ocasionen la interferencia.
- b) Hacer publicidad falsa o engañosa relacionada con la prestación del servicio
- c) Producir daños e interferencias perjudiciales a las redes de telecomunicaciones existentes
- d) No otorgar las facilidades para que la Superintendencia de Telecomunicaciones revise e inspeccione las instalaciones del sistema o los registros que mantenga el mismo
- e) Condicionar o establecer discriminaciones para la prestación de los servicios
- f) Modificar o alterar lo establecido en el contrato de autorización de la explotación en cuanto a las características técnicas en que opera el sistema, sin previa aprobación de la SNT
- g) Utilizar practicas irregulares tendientes a perjudicar la prestación del servicio a otros operadores o a los usuarios
- h) Prestar servicio de telecomunicaciones que no sean los específicamente definido en el contrato de autorización o permiso

- i) Prestar los servicios PCS en áreas no autorizadas
- j) Suspender los servicios sin causa justificada por un período mayor del definido en el contrato de autorización o permiso.
- k) Incumplir los plazos en que se debe iniciar la operación de los Servicios estipulados en el contrato de autorización de la explotación, sin plena justificación
- l) No prestar los servicios estipulados en el contrato en su área de autorización con las características mínimas de calidad fijadas en el contrato de autorización de la explotación
- m) Incumplir las demás obligaciones y disposiciones establecidas en este Reglamento

CAPITULO VII

DE LAS AUTORIZACIONES DE FRECUENCIAS

ARTICULO 29. - Requisitos para solicitar la asignación de frecuencias.- La Operadora del sistema PCS, en forma previa a operar y explotar el servicio, debe suscribir el respectivo contrato de autorización para uso de frecuencias con la SNT, para lo cual deberá solicitar, de acuerdo a la norma técnica correspondiente, la autorización respectiva

adjuntando el estudio de Ingeniería, precisando entre otros, los siguientes aspectos:

- Ubicación de las centrales de conmutación para el sistema PCS y de sus estaciones base
- Número de frecuencias requeridas, y el ancho de banda para cada una de ellas, conforme al tráfico esperado
- Plan de uso de las frecuencias radioeléctricas
- Cálculos de las áreas de cobertura para cada estación base, basándose en mapas digitalizados y herramientas computarizadas.
- Características técnicas de las centrales de conmutación del PCS, describiendo su capacidad sistema de conexión a la red pública de telefonía fija y el sistema de control utilizado para manejar las estaciones terminales
- Características técnicas de las estaciones base
- Características de los enlaces radioeléctricos necesarios para la interconexión del sistema
- Los demás requisitos que solicite la SNT.

Los requisitos anteriores deben ser observados para la operación inicial del sistema, y para cada expansión. Cumplidos estos requisitos, la Secretaria

Nacional Garantiza la autorización de las frecuencias dentro de las bandas planificadas, y normalizadas para este servicio durante el período de autorización, y la renovación de las mismas.

En el caso de requerir otros sistemas auxiliares de radiocomunicaciones, la autorización de las frecuencias radioeléctricas la solicitará siguiendo el trámite regular, conforme a los reglamentos vigentes respectivos.

ARTICULO 30. - Vigencia de la autorización de frecuencias.- Los contratos de autorización de frecuencias para el sistema PCS tendrán duración de hasta cinco años, conforme a lo dispuesto en la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Las autorizaciones de frecuencias serán renovables mientras dure la concesión para la explotación del servicio

CAPITULO IX

DE LAS NORMAS TECNICAS Y OPERATIVAS Y DEMAS PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL SISTEMA

ARTICULO 31. - Alcance de las normas técnicas.- Las normas técnicas, operativas y demás parámetros específicos del PCS serán las que consten en las bases del concurso para la selección de las firmas que explotaran este servicio y las normas que el CONATEL por medio de la SNT expida para el efecto.

ARTICULO 32. - Carácter obligatorio de las normas técnicas y operativas y de los parámetros específicos de los PCS.- La aplicación y cumplimiento de las normas técnicas y operativas y de los parámetros específicos de los PCS tienen el carácter de obligatorio, y su incumplimiento será sancionado conforme al presente reglamento. El contrato de autorización debe contener disposiciones que obliguen al contratista a cumplir con las normas técnicas y operativas que se dictáren

CAPITULO X

DE LA OPERACIÓN *

ARTICULO 33. - Libre competencia.- Se establece la libre y leal competencia entre las operadoras del servicio PCS

ARTICULO 34. - Responsabilidad de la operadora.- La operadora será la única responsable por la prestación del servicio frente a sus abonados y a las Operadoras a las cuales se interconectable, quedando los entes de regulación y control, relevados de cualquier responsabilidad con estos. En caso de que la Operadora no preste el servicio en las condiciones y términos señalados en el contrato de autorización para la prestación del servicio, la Superintendencia de Telecomunicaciones dictará las resoluciones pertinentes y procederá a sancionar conforme lo establece el presente Reglamento.

ARTICULO 35. - Interferencias.- La Operadora será la única responsable por interferencias radioeléctricas que las estaciones puedan causar a otros sistemas de radiocomunicaciones, o por daños que puedan ser causados a terceros, teniendo la obligación de solucionarlas a su costo y en el menor tiempo posible.

CAPITULO XI

DE LAS OBLIGACIONES DE LA OPERADORA

ARTICULO 36. - Obligaciones.- La Operadora del servicio PCS esta obligada a:

- a) Establecer, instalar, comercializar y mantener el servicio, conforme a lo establecido en el contrato de autorización y en las normas técnicas operativas respectivas.
- b) Operar el sistema de comunicaciones personales en las frecuencias que la SNT le conceda para tal efecto. No existirán modificaciones en dichas frecuencias sin previa autorización de la SNT
- c) Prestar el servicio en toda la zona de cobertura destinada, sin sobrepasarla
- d) Instalar y mantener en operación estaciones públicas de servicio en el área autorizada, en un porcentaje no menor al 0,5% del número total de estaciones

de abonados instaladas, de conformidad con los planes acordados con la SNT, incluyendo servicio para áreas rurales.

- e) Solucionar los problemas de interferencia radioeléctrica, o daños a terceros que cause su sistema, bajo su costo y responsabilidad.
- f) Proporcionar gratuitamente el servicio y asistencia a las instituciones y organizaciones pertinente en caso de guerra, conmoción interna, emergencia nacional, regional o local declarados por el Presidente de la República, mientras estos duren
- g) Establecer mecanismos para que sus abonados puedan comunicarse con abonados de sistemas de telefonía móvil celular, de otras operadoras en la misma zona de servicio
- h) Establecer y mantener en perfecto estado un sistema de medición y control de calidad del servicio. Cuyos registros de medición deben ser confiables y de fácil verificación. Estos sistemas y registros estarán en disposición de la Superintendencia de Telecomunicaciones para el control correspondiente
- i) Prestar todas las facilidades para que la Superintendencia de Telecomunicaciones inspeccione y realice las pruebas necesarias tendientes a evaluar la calidad y confiabilidad del sistema
- j) Utilizar tecnología moderna con las máximas facilidades y ventajas técnicas para los abonados

- k) Precautelar los intereses de los abonados mediante la asignación de códigos de seguridad a cada una de las estaciones de abono
- l) Informar a sus potenciales abonados sobre los mecanismos que dispone el sistema para mantener el secreto y la privacidad de las comunicaciones de conformidad con las características del servicio
- m) Prestar el servicio a las personas que lo soliciten equitativas, sin establecer discriminaciones. Las solicitudes de servicio deberán satisfacer en orden cronológico, de presentación, excepto en situaciones de emergencia. La Operadora deberá mantener un registro de los nombres de las personas cuyas solicitudes de servicio no han sido satisfechas debido a la falta de capacidad del sistema PCS.
- n) Presentar a la SNT previo al inicio de la operación, su programa de desarrollo quinquenal en el deberá detallar las metas de calidad cobertura y modernización por cada etapa. Este programa será aprobado por la SNT con el objeto de mantener congruencia con los planes de desarrollo de las telecomunicaciones. La Operadora deberá informar anualmente a la SNT del grado de cumplimiento del programa y deberá actualizarlo cada año
- o) Publicar y distribuir gratuitamente, por lo menos una vez al año, un directorio actualizados de abonados del servicio PCS, y proporcionar el servicio de consulta al directorio por teléfono, con excepción de aquellos casos en los que el abonado haya solicitado por escrito el que no sea incluido en el mencionado

- directorio. La Operadora deberá facilitar la información actualizada de sus abonados para la inclusión en otros directorios telefónicos
- p) Establecer los mecanismos necesarios para facilitar el servicio a los abonados visitantes de otros sistemas o regiones sobre la base de los convenios que para el efecto celebren las operadoras previa a la autorización de la SNT
- q) Prestar el servicio a sus abonados durante las 24 horas del día, sin interrupciones, aun en el caso de mantenimiento del sistema. Se excluyen los casos en que previa autorización de la SNT, la interrupción del servicio sea indispensable
- r) Celebrar un contrato de prestación de servicios con cada uno de sus abonados, en el que se establezcan las condiciones. Dicho contrato no podrá ser contrario a las disposiciones del presente Reglamento, y de la autorización para la explotación
- s) Instalar y operar el sistema de comunicación personales (PCS), en los plazos estipulados en el contrato de autorización de la explotación
- t) Presentar y mantener las garantías que se establezcan en las bases de los concursos correspondientes o en los contratos de autorización
- u) Conectar y dar servicio a equipos terminales de abonados, que no hayan sido debidamente homologados, así como también no podrán obligar a los abonados adquirir a determinada personas equipos y terminales específicos, ni

otros bienes o servicios como condición para proporcionarle el servicio solicitado

- v) Programar los equipos de abonado para su utilización
- w) Establecer un eficiente sistema de recepción de reclamos, y reparación de daños del sistema, quedando exceptuados los quipos terminales, cuya responsabilidad se limita a la programación de los mismos. Todos los reclamos deben ser registrados y solucionados, y deberán estar en disposición de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.
- x) Proporcionar a sus abonados el servicio de larga distancia nacional e internacional, mediante la interconexión obligatoria a la red pública de telefonía fija en el sector, o, mediante los equipos de su propia red en los casos que sea posible, ofreciendo el mejor servicio disponible para el usuario
- y) Cumplir con las obligaciones contempladas en el Reglamento General para los Servicios de Radiocomunicaciones, y el Reglamento para la explotación de Servicios portadores
- z) Cumplir con las demás obligaciones contempladas en la Ley Reformatorio a la Ley Especial de Telecomunicaciones, en las normas técnicas correspondientes, en el contrato de autorización para la explotación del servicio, en las modificaciones que se den al presente reglamento y normas técnicas, que el CONATEL apruebe sobre los sistemas PCS

CAPITULO XII

DE LAS TASAS Y TARIFAS

ARTICULO 37 . - Tasa por la Autorización de la Explotación.- La tasa que la Operadora deberá pagar a la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones, por la autorización para la explotación del servicio PCS será la que conste en el contrato de autorización, la misma que se establecerá de conformidad con las bases de los concursos y de la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicación

ARTICULO 38. - Tasa y Tarifas por la Autorización para el uso de frecuencias.- Las tasas y tarifas que deberá cancelar la Operadora por la autorización del uso de frecuencias serán las que consten en el Reglamento de tasas y tarifas para los Servicios Radioeléctricos, las mismas que serán pagadas en la SNT

ARTICULO 39. -Tarifa por el control del servicio.- La tarifa por el control del servicio que la Operadora debe pagar mensualmente a la SNT, por el control del espectro radioeléctrico correspondiente a las características propias del PCS, será el valor equivalente a un porcentaje de la tarifa mensual bruta que la Operadora cobre a sus abonados y cuyo valor constara en el contrato de autorización.

ARTICULO 40. - Tasas y Tarifas del servicio para los abonados.- Las tasas y tarifas que la Operadora cobre a sus abonados por la prestación del

servicio PCS serán reguladas por la SNT en el contrato de autorización, para ello se requiere que en la oferta conste los parámetros y procedimientos que se proponen para la fijación de las tasas y tarifas. Los valores serán expresados en dólares de los Estados Unidos de América, pero su aplicación en moneda local.

Los valores facturados de las tarifas por utilización deberán darse a conocer por escrito a los abonados, en donde deben constar en detalle los rubros por los servicios prestados

ARTICULO 41. - Tasas y Tarifas para los abonados.- El CONATEL delegara a la SNT la facultad de intervenir en la fijación de tasas y tarifas a los abonados, en alguna de las siguientes circunstancias:

- a) Si el servicio es prestado solo por una Operadora en el área geográfica
- b) Si se ha comprobado un comportamiento irregular por parte de la(s) Operadoras(s), debido al cual se limita la oferta de servicios o intente distribuirse los mercados
- c) Cuando un número de abonados que la SNT estime conveniente, expresen por escrito sus reclamos con respecto al alto monto de las tasas y tarifas. En este caso, si la Superintendencia de Telecomunicaciones comprueba lo indicado, establecerá las sanciones correspondientes

ARTICULO 42. - Obligaciones de la Operadora de presentar información financiera.- Si por causas indicadas en el articulo anterior, La

SNT interviene en la fijación de las tasas y tarifas a una Operadora, esta estará obligada a presentar toda la información financiera, contable y de cualquier índole que la SNT considere procedente.

ARTICULO 43. - Aprobación de tarifas de estaciones publicas.- Las tarifas para estaciones publicas de PCS, serán aprobadas por el CONATEL.

CAPITULO XIII

DISPOSICIONES FINALES

ARTICULO 44. - Supervisión e información del PCS.- La Superintendencia de Telecomunicaciones supervisara e inspeccionara en forma periódica las estaciones e instalaciones de la(s) Operadoras(s) y de los servicios proporcionados, contando para ello con las facilidades necesarias por parte de la Operadora.

La Operadora esta obligada a dar a la SNT la información económica, contable y administrativa que se requiera para los fines contemplados en el presente Reglamento.

ARTICULO 45. - Sistemas que operen sin autorización.- Los sistemas PCS que operan sin autorización del COMBATE serán desconectados y se colocaran sellos de seguridad en las diferentes partes del sistema. La Superintendencia de Telecomunicaciones procederá a imponer la máxima

sanción contemplada en la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, y cobrara el valor que represente la reliquidación por el uso de las frecuencias durante el tiempo de operación del sistema, aplicando las tarifas vigentes

En caso de que los sellos de seguridad fueren violentados, la Superintendencia de Telecomunicaciones iniciará las acciones legales correspondientes

ARTICULO 46. - Pago de impuestos, - La operadora deberá cancelar al Estado todos los impuestos a que hubieren lugar por la actividad que realiza en el país, conforme lo establecido en las leyes pertinentes. Los montos que de acuerdo a la Ley se pague por impuestos no podrán imputarse a los pagos que realice a la SNT.

ARTICULO 47. - Cobros por la vía coactiva.- Los valores adeudados a la SNT que no fueren cancelados, dentro de los plazos establecidos, podrán ser cobrados por la vía coactiva.

CONCLUSIONES

En el Ecuador hasta el momento de la realización de este trabajo, no existe ninguna empresa que de servicio PCS, ni el marco regulador para la operación y explotación de estos sistemas.

Vimos en este trabajo como han evolucionado las comunicaciones inalámbricas, y tomando importancia en la vida diaria de los seres humanos que demandan servicios de mayor capacidad, calidad, eficiencia, velocidad y sobre todo de menores costos.

Realicé un análisis de las ventajas y desventajas de las distintas tecnologías que existen para dar acceso a los sistemas inalámbricos, tales como FDMA, TDMA, CDMA, se utilizó información proporcionada por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones para la proyección de las demandas futuras de los diferentes servicios que se prestan en el Ecuador y la estimación de la demanda insatisfecha. Se puede observar que no existen datos suficientes en la SENATEL de los sistemas celulares para esta estimación. Pero lo que se pudo percibir es que existe un significativo porcentaje de usuarios, tanto de la telefonía fija como de la celular que no están satisfechos por el servicio, dando lugar a una gran oportunidad de implementar los servicios PCS en el Ecuador.

Vimos las ventajas que se darían en el Ecuador al explotar la banda de los 1.9 GHz, en la cual trabaja el sistema PCS, tales como una interconexión entre las diferentes redes como son: la telefonía fija, las redes de telefonía celular, redes LAN, envío de fax estando en movimiento, correo electrónico desde cualquier lugar, paging, por otro lado la seguridad en las comunicaciones, se reducirá considerablemente los problemas de congestión e interferencia, llamadas perdidas, dificultad para acceder al sistema, todo esto porque PCS es totalmente un sistema digital lo cual permite la transmisión de voz y datos de alta calidad y velocidad, utiliza reuso de frecuencia como todo sistema celular excepto que en PCS existe el concepto de microcelda y picocelda, que son utilizadas para dar servicios de menor cobertura pero mejor calidad esencialmente en lugares como los interiores de edificios y áreas cerradas donde la señal de otros servicios inalámbricos son deficientes. Otra de las facilidades que prestaría este sistema es que el usuario tendrá solamente un único número para su identificación para todos los servicios que PCS prestará. En cuanto a la facilidad que tendrá para la transmisión de datos desde una computadora portátil este donde este, solamente utilizando su handset como si fuese un modem pero de transmisión inalámbrica digital.

Con PCS se abrirá la competencia entre los sistemas de comunicaciones rompiendo de esta manera el duopolio de los dos operadores de servicio celular que existen en el país.

Por otro lado, la fallida venta del 35 % de las acciones de PACIFICTEL S.A. y ANDINATEL S.A. ha ocasionado que el CONATEL derogue la exclusividad regulada lo que ha posibilitado que, seguramente, se fortalezca la competencia en Telecomunicaciones, ganando así el usuario en calidad de servicios de valor agregado.

RECOMENDACIONES

A pesar de las grandes y múltiples ventajas que brindarían los sistemas PCS en el Ecuador. Soy de la idea de que no deberíamos implementarlos todavía, ni a corto ni mediano plazo, sino a largo plazo dado los costos para montar una red PCS son muy elevados. Quienes estarían en ventajas para ganar las autorizaciones de las licencias para la explotación de este servicio serían, las mismas empresas de telefonía móvil que existen en el país, dando lugar a la continuación de la calidad de servicio que estos prestan hasta el momento. Si una operadora Internacional brindara el servicio, entonces cambiarían por completo los patrones de calidad. Por otro lado la no-venta de las acciones de las empresas escindidas de EMETEL S. A. en el proceso de modernización del Estado, dio lugar a que el CONATEL derogue la exclusividad regulada, lo cual deja un vacío legal en la Ley Especial de las Telecomunicaciones que deberá ser corregido. Otro aspecto importante de señalar es que los usuarios potenciales de servicios PCS, serían muy pocos para justificar una inversión inicial de esta naturaleza. Mas bien es necesario que las empresas que ya existen en el país mejoren su interés de dar servicio de calidad subiendo de esta manera su cartera de clientes.

Sin embargo si en algún momento se llegara a concursar para otorgar licencias PCS, se deberían dar los atractivos necesarios para incentivar a los inversionistas,

y así dar una nueva alternativa de comunicaciones personales con calidad superior, que servirá al mercado local con nuevos estándares y nuevos servicios de valor agregado.

GLOSARIO

AIN	Advanced Intelligent Network
AMPS	Advanced Mobile Phone System
bps	bit por segundo
BS	Estación Base
BSC	Base Station Controller
CDMA	Code Division Multiple Access
CDPD	Cellular Digital Packet Data
CONATEL	Concejo Nacional de Telecomunicaciones
DECT	Digital European Cordless Telecommunications
FCC	Federal Communications Commission
FDD	Frecuency Division Duplex
FDMA	Frecuency Division Multiple Access

FM	Frequency Modulation
GHz	Giga Hertz (10 ⁹ hertz)
GSM	Global System for Mobile communications
HLR	Home Location Register
ITU	Union Internacional de Telecomunicaciones
KHz	Kilo Herz (10 ³ hertz)
LAN	Local Area Network
MHz	Mega Hertz (10 ⁶ hertz)
PCS	Personal Communication Systems
PSTN	Public Switching Telephone Network
RF	Radio Frecuencia
SNT	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
SS	Spread Spectrum
TACS	Total Access Communications System
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access

TIA Telecommunication Industry Association

VLR Visitor Location register

BIBLIOGRAFIA

1. RICCI, J. Fred. *Personal Communications Systems Applications*, Prentice Hall, New Jersey, 1997, 265 p.
2. GARG, K. Vijay - WILKES E. Joseph. *Wireless and Personal Communications Systems*, Prentice Hall, Estados Unidos de Norteamérica, 1996, 435 p.
3. RAPPAPORT, S. Theodore. *Wireless Communications*, Prentice Hall, New Jersey, 1996, 635 p.
4. BLACK, Uyles. *Mobile and Wireless Networks*, Prentice Hall, New Jersey, 1996, 332 p.
5. TOMASY, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, 2da. Edición, Prentice Hall, México, 1994, 843 p.
6. SENATEL. *Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones*. Quito, Agosto 4 de 1998.

7. SENATEL. *Proyecto de Reglamento para la explotación de servicios de comunicaciones personales (PCS)*. Quito, Junio 2 de 1998.
8. MOTOROLA. *Sistemas de Comunicaciones Personales (PSC)*.