ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOTELEFONÍA PARA IMPLANTAR EN UNA RED CELULAR CON TECNOLOGÍA CDMA2000.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

KLÉBER FABIÁN TERÁN FUENTES

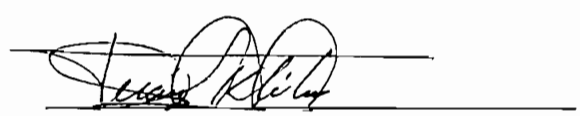
DIRECTOR: ING. TARQUINO SÁNCHEZ

QUITO, ENERO 2006

DECLARACIÓN

Yo, Kléber Fabián Terán Fuentes, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

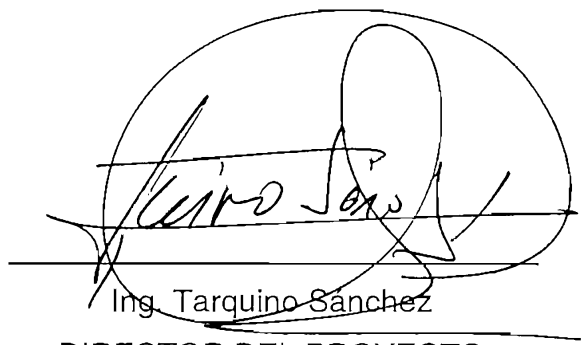
La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.



Kléber Fabián Terán Fuentes

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Kléber Fabián Terán Fuentes bajo mi supervisión.



Ing. Tarquino Sánchez

DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por acompañarme en todos los momentos de mi vida, dándome ánimo en los días difíciles y alegría en los buenos momentos.

A mis padres quienes siempre me han apoyado sin importar los problemas que puedan tener, a mis queridos hermanos por siempre estar al pendiente de mi bienestar y a mis buenos amigos que estuvieron siempre presentes para darme apoyo.

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Arquitectura de un Sistema Celular Básico 1

1.2.1 Células 2

1.2.2 Estaciones Móviles (MS) 6

1.2.3 Estación Radio Base (ERB) 6

1.2.4 Centro de conmutación Electrónica Movil (MSC) 7

1.2.5 Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) 7

1.3 Funcionamiento de un Sistema Celular 7

1.3.1 Utilización del Espectro en Sistemas Celulares 8

1.3.2 Reutilización de Frecuencias 9

1.3.3 Transferencia de LLamada 10

1.3.4 Roaming. 11

1.4 Evolución de las Comunicaciones Moviles 11

1.4.1 Primera Generación (1G) 12

1.4.2 Segunda Generación (2G) 13

1.4.3 Generación 2.5G. 13

1.4.4 Tercera Generación de Telefonía Celular. 14

1.5 Evolución de la Red Celular CDMA2000 17

1.5.1 IS-95-A 18

1.5.2 IS-95-B 18

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000 19

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X 19

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X 20

1.5.6 Sistema HDR 20

1.5.7 1xEV-DO 20

1.5.8 1xEV-DV 21

1.6 Evolución de la Red Celular GSM 22

1.6.1 Sistema GSM 23

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Arquitectura de un Sistema Celular Básico 1

1.2.1 Células 2

1.2.2 Estaciones Móviles (MS) 6

1.2.3 Estación Radio Base (ERB) 6

1.2.4 Centro de conmutación Electrónica Movil (MSC) 7

1.2.5 Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) 7

1.3 Funcionamiento de un Sistema Celular 7

1.3.1 Utilización del Espectro en Sistemas Celulares 8

1.3.2 Reutilización de Frecuencias 9

1.3.3 Transferencia de LLamada 10

1.3.4 Roaming. 11

1.4 Evolución de las Comunicaciones Moviles 11

1.4.1 Primera Generación (1G) 12

1.4.2 Segunda Generación (2G) 13

1.4.3 Generación 2.5G. 13

1.4.4 Tercera Generación de Telefonía Celular. 14

1.5 Evolución de la Red Celular CDMA2000 17

1.5.1 IS-95-A 18

1.5.2 IS-95-B 18

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000 19

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X 19

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X 20

1.5.6 Sistema HDR 20

1.5.7 1xEV-DO 20

1.5.8 1xEV-DV 21

1.6 Evolución de la Red Celular GSM 22

1.6.1 Sistema GSM 23

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Arquitectura de un Sistema Celular Básico 1

1.2.1 Células 2

1.2.2 Estaciones Móviles (MS) 6

1.2.3 Estación Radio Base (ERB) 6

1.2.4 Centro de conmutación Electrónica Movil (MSC) 7

1.2.5 Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) 7

1.3 Funcionamiento de un Sistema Celular 7

1.3.1 Utilización del Espectro en Sistemas Celulares 8

1.3.2 Reutilización de Frecuencias 9

1.3.3 Transferencia de LLamada 10

1.3.4 Roaming. 11

1.4 Evolución de las Comunicaciones Moviles 11

1.4.1 Primera Generación (1G) 12

1.4.2 Segunda Generación (2G) 13

1.4.3 Generación 2.5G. 13

1.4.4 Tercera Generación de Telefonía Celular. 14

1.5 Evolución de la Red Celular CDMA2000 17

1.5.1 IS-95-A 18

1.5.2 IS-95-B 18

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000 19

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X 19

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X 20

1.5.6 Sistema HDR 20

1.5.7 1xEV-DO 20

1.5.8 1xEV-DV 21

1.6 Evolución de la Red Celular GSM 22

1.6.1 Sistema GSM 23

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Arquitectura de un Sistema Celular Básico 1

1.2.1 Células 2

1.2.2 Estaciones Móviles (MS) 6

1.2.3 Estación Radio Base (ERB) 6

1.2.4 Centro de conmutación Electrónica Movil (MSC) 7

1.2.5 Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) 7

1.3 Funcionamiento de un Sistema Celular 7

1.3.1 Utilización del Espectro en Sistemas Celulares 8

1.3.2 Reutilización de Frecuencias 9

1.3.3 Transferencia de LLamada 10

1.3.4 Roaming. 11

1.4 Evolución de las Comunicaciones Moviles 11

1.4.1 Primera Generación (1G) 12

1.4.2 Segunda Generación (2G) 13

1.4.3 Generación 2.5G. 13

1.4.4 Tercera Generación de Telefonía Celular. 14

1.5 Evolución de la Red Celular CDMA2000 17

1.5.1 IS-95-A 18

1.5.2 IS-95-B 18

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000 19

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X 19

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X 20

1.5.6 Sistema HDR 20

1.5.7 1xEV-DO 20

1.5.8 1xEV-DV 21

1.6 Evolución de la Red Celular GSM 22

1.6.1 Sistema GSM 23

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO 1

1.1 Introducción 1

1.2 Arquitectura de un Sistema Celular Básico 1

1.2.1 Células 2

1.2.2 Estaciones Móviles (MS) 6

1.2.3 Estación Radio Base (ERB) 6

1.2.4 Centro de conmutación Electrónica Movil (MSC) 7

1.2.5 Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) 7

1.3 Funcionamiento de un Sistema Celular 7

1.3.1 Utilización del Espectro en Sistemas Celulares 8

1.3.2 Reutilización de Frecuencias 9

1.3.3 Transferencia de LLamada 10

1.3.4 Roaming. 11

1.4 Evolución de las Comunicaciones Moviles 11

1.4.1 Primera Generación (1G) 12

1.4.2 Segunda Generación (2G) 13

1.4.3 Generación 2.5G. 13

1.4.4 Tercera Generación de Telefonía Celular. 14

1.5 Evolución de la Red Celular CDMA2000 17

1.5.1 IS-95-A 18

1.5.2 IS-95-B 18

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000 19

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X 19

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X 20

1.5.6 Sistema HDR 20

1.5.7 1xEV-DO 20

1.5.8 1xEV-DV 21

1.6 Evolución de la Red Celular GSM 22

1.6.1 Sistema GSM 23

1.6.2 Sistema HSCSD 24
1.6.3 Sistema GPRS 25
1.6.4 Sistema EDGE 26
1.6.5 Tecnología WCDMA 27
1.6.6 Sistema UMTS 27

1.7 Situación Actual de la Telefonía Celular en el Ecuador 28
1.7.1 Telefonía Móvil Celular 29
1.7.2 Servicio Móvil Avanzado 35

CAPÍTULO II

2 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA CDMA2000 PARA LA IMPLANTACIÓN DE VIDEOTELEFONÍA 39

2.1 Sistema CDMA2000 Implementado en el Ecuador 39
2.1.1 Descripción de la Red CDMA2000 1xRTT 39
2.1.2 Arquitectura de la Red CDMA2000 41
2.1.3 Descripción de las Interfaces en CDMA2000 1X 42
2.1.4 Tecnología de Red CDMA2000 1xRTT 42
2.1.5 Canales Físicos y Canales Lógicos 44
2.1.6 Tasas de Ensanchamiento y Configuraciones de Radio 49
2.1.7 Descripción de la red CDMA2000 1xEV-DO 52
2.1.8 Throughput de Datos 53
2.1.9 Arquitectura de RED 55
2.1.10 Interfaces 57
2.1.11 Canales de la Capa Física 61
2.1.12 Protocolo Punto a Punto 67
2.1.13 Handoffs de 1xEV-DO 68
2.1.14 Configuración de una Sesión 68

2.2 Definiciones de Videotelefonía 72
2.2.1 Descripción de un Sistema de Videotelefonía en Redes Celulares 72
2.2.2 Estructura del Sistema de Videotelefonía 73
2.2.3 Parámetros necesarios para realizar videotelefonía 88

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DE UN SISTEMA QUE SOPORTE VIDEOTELEFONÍA CON TECNOLOGÍA CDMA2000. 90

3.1 Análisis de la velocidad de transmisión teórica necesaria para la implementación de la videotelefonía. 90

3.1.1 Audio 91

3.1.2 Video 93

3.1.3 Comparación del Funcionamiento de H.263 y H.261 94

3.1.4 Comparación de los codificadores H.264 y H.263 95

3.1.5 Cálculo de la Velocidad de Transmisión mínima necesaria para tener Videotelefonía en una red CDMA2000 1xEV-DO. 98

3.1.6 Videotelefonía en CDMA2000 1xEV-DO 99

3.1.7 Videotelefonía en la red CDMA2000 1xRTT 101

3.2 Diagrama de Bloques de la Red para que Soporte Videotelefonía. 101

3.3 Mediciones de las velocidades que se presenta en las redes CDMA2000 1xEV-DO y LAN cuando se tiene una videollamada. 105

3.4 Estimación del número de usuarios que pueden acceder a este servicio simultáneamente. 119

3.5 Especificación de los equipos y software necesarios. 121

CAPÍTULO IV

4 VIABILIDAD FINANCIERA 124

4.1 Conceptos Necesarios para el análisis. 124

4.1.1 Flujo de Fondos 124

4.1.2 Elementos del Flujo de Fondos 124

4.1.3 Índices relacionados con la Rentabilidad Económica del Proyecto 125

4.2 Desarrollo de los Cálculos 127

4.2.1 Costos de Inversión 127

4.2.2 Costos de Operación 128
4.2.3 Costos Muertos 129
4.2.4 Costos de las Llamadas 129
4.2.5 Realización de la Encuesta 132
4.2.6 Inversiones que necesitan realizarse 138
4.2.7 Ingresos 141

4.3 Análisis de Datos 141
4.3.1 Cálculo del Costo Ponderado 143

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 144

5.1 Conclusiones 144

5.2 Recomendaciones 149

BIBLIOGRAFÍA 151

ANEXOS

ANEXO A: ACRÓNIMOS
ANEXO B: USUARIOS DE LAS OPERADORAS CELULARES
ANEXO C: RECOMENDACIÓN C.S0042 DE LA 3GPP2
ANEXO D: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS
ANEXO E: DATOS DETALLADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS
ANEXO F: CELULARES PARA VIDEOTELEFONÍA
ANEXO G: COSTOS DE LAS LLAMADAS DE LAS OPERADORAS CELULARES
ANEXO H: DATOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS

CONTENIDO DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA 1-1: OPERACIÓN DEL SISTEMA MÓVIL. 1
FIGURA 1-2.- CONCEPTO DE CÉLULA 2
FIGURA 1-3.- CÉLULA OMNIDIRECCIONAL 3
FIGURA 1-4.- CÉLULAS SECTORIALES 3
FIGURA 1-5: ANTENAS DE UNA ESTACIÓN BASE SECTORIAL. A) CONFIGURACIÓN QUE EMPLEA TRES ANTENAS POR SECTOR. B) CONFIGURACIÓN DE UNA ANTENA POR SECTOR. 4
FIGURA 1-6: TAMAÑOS CELULARES 6
FIGURA 1-7: BANDA DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR 9
FIGURA 1-8: REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS 10
FIGURA 1-9: EVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES MÓVILES. 11
FIGURA 1-10: DESARROLLO TECNOLÓGICO DE TERCERA, CUARTA Y QUINTA GENERACIÓN. 17
FIGURA 1-11: EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CDMA 17
FIGURA 1-12: LOS PASOS DE EVOLUCIÓN DE GSM HACIA IMT-2000 (UMTS) 22
FIGURA 1-13: COBERTURA DE PORTA CELULAR CON SU TECNOLOGÍA 3GSM. 30
FIGURA 1-14: COBERTURA DE PORTA CELULAR CON SU TECNOLOGÍA TDMA. 31
FIGURA 1-15: COBERTURA DE MOVISTAR CON SU TECNOLOGÍA CDMA. 32
FIGURA 1-16: COBERTURA DE MOVISTAR CON SU TECNOLOGÍA TDMA. 33
FIGURA 1-17: COBERTURA DE LA ALEGRO CON SU TECNOLOGÍA CDMA2000 1XEV-DO. 36

CAPÍTULO II

FIGURA 2-1: ARQUITECTURA DE LA RED CDMA2000 41
FIGURA 2-2: ARQUITECTURA DE CAPAS DEL SISTEMA CDMA2000 43
FIGURA 2-3: EL TRANSMISOR DE ENLACE DESCENDENTE CDMA2000. 47
FIGURA 2-4: INTENTO DE ACCESO REALIZADO POR UNA ESTACIÓN MÓVIL EN CDMA2000 48
FIGURA 2-5: PRUEBAS DE ACCESO DENTRO DE UN SUBINTENTO DE LA FIGURA 2-4. 49
FIGURA 2-6: TASAS DE ENSANCHAMIENTO Y CONFIGURACIONES DE RADIO 50
FIGURA 2-7: MODELO DE ARQUITECTURA DE REFERENCIA 55
FIGURA 2-8: INTERFACES EXISTENTES EN UNA RED CDMA2000 1XEV-DO 57
FIGURA 2-9: ESTRUCTURA DE CAPAS DE LA INTERFAZ AÉREA ENTRE EL TERMINAL DE ACCESO Y LA RED DE ACCESO. 58

FIGURA 2-10: INTERFAZ ENTRE LA RED DE ACCESO Y EL PDSN 58
FIGURA 2-11: INTERFAZ ENTRE EL PDSN EL SERVIDOR AAA 59
FIGURA 2-12: INTERFAZ ENTRE LA RED DE ACCESO Y EL SERVIDOR AN-AAA 60
FIGURA 2-13: INTERFAZ ENTRE DOS REDES DE ACCESO 61
FIGURA 2-14: ESTRUCTURA DE CANAL DE 1XEV-DO 62
FIGURA 2-15: USO EFICIENTE DE LA POTENCIA DE SALIDA DE LA AN DE 1XEV-DO EN COMPARACIÓN A IS-95. 63
FIGURA 2-16: ESTRUCTURA DE UN SLOT DEL ENLACE DIRECTO. 64
FIGURA 2-17: ESTRUCTURA DEL CANAL REVERSO 66
FIGURA 2-18: ORGANIZACIÓN DE UNA RED CDMA2000 1XEV-DO. 70
FIGURA 2-19: ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE VIDEOTELEFONÍA/VIDEOCONFERENCIA....74
FIGURA 2-20: ESPECIFICACIONES DE VIDEOCONFERENCIA PARA H.324. 75
FIGURA 2-21: ESPECIFICACIONES DE VIDEO CONFERENCIA PARA H.323. 76
FIGURA 2-22: CODIFICADOR DE VIDEO HÍBRIDO BASADO EN BLOQUES CON MOVIMIENTO COMPENSADO. 80

CAPÍTULO III

FIGURA 3-1: CALIDAD DE LA IMAGEN VERSUS LA VELOCIDAD DE BITS PARA LOS ESQUEMAS DE CODIFICACIÓN H.261 Y H.263 USANDO LAS MISMAS SECUENCIAS DE VIDEO QCIF EN LA ESCALA DE LOS GRISES.. 95
FIGURA 3-2: CURVAS BIT RATE-PSNR DE LA SECUENCIA PARIS CON FORMATO CIF CODIFICADO USANDO H.264, BASICO H.263 Y H.263 CHC. 97
FIGURA 3-3: CURVAS BIT RATE-PSNR DE LA SECUENCIA FOREMAN CON FORMATO QCIF CODIFICADO USANDO H.264, BASICO H.263 Y H.263 CHC. 97
FIGURA 3-4: EQUIVALENTE DE LAS CAPAS DE LA RED CDMA2000 1XEV-DO EN COMPARACIÓN CON EL MODELO OSI. 102
FIGURA 3-5: ARQUITECTURA DE CAPAS DEL SISTEMA QUE SOPORTA VIDEOTELEFONÍA CON CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN UNA RED CDMA2000 1XEV-DO. 102
FIGURA 3-6: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RED QUE SOPORTA VIDEOTELEFONÍA CON CONMUTACIÓN DE PAQUETES. 103
FIGURA 3-7: ARQUITECTURA DE CAPAS DEL SISTEMA QUE SOPORTA VIDEOTELEFONÍA CON CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS EN UNA RED CDMA2000 1XRTT. 104
FIGURA 3-8: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RED QUE SOPORTA VIDEOTELEFONÍA CON CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS. 104

FIGURA 3-9: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RED QUE SOPORTA VIDEOTELEFONÍA Y SUS INTERACCIÓN CON OTRAS REDES. 105
FIGURA 3-10: ESQUEMA PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS 106
FIGURA 3-11: FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS. 106
FIGURA 3-12: PANTALLA DE CONEXIONES 110
FIGURA 3-13: FORMA DE USO DE LA TARJETA PASSPORT. 111
FIGURA 3-14: PANTALLA DE OPCIONES DE CONEXIÓN. 112
FIGURA 3-15: PANTALLA DE ACCESO AL MSN MESSENGER. 113
FIGURA 3-16: PANTALLA DE ACCESO A USUARIOS DE LA LISTA DE CONTACTOS. 113
FIGURA 3-17: MENÚ DE INGRESO A LA CONFIGURACIÓN DE AUDIO Y VIDEO. 114
FIGURA 3-18: PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE AUDIO Y VIDEO. 114
FIGURA 3-19: PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE PARLANTES. 115
FIGURA 3-20: PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DEL MICRÓFONO. 115
FIGURA 3-21: CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA WEB. 116
FIGURA 3-22: MENÚ PARA REALIZAR UNA VIDEOLLAMADA. 116
FIGURA 3-23: PANTALLA DE INFORMACIÓN GENERAL DE NETPERSEC. 117
FIGURA 3-24: VIDEOTELÉFONO "QVIDEOPHONE" PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIA PUNTO A PUNTO. 123

CONTENIDO TABLAS

CAPÍTULO I

TABLA 1-1: SISTEMAS DE TELEFONÍA CELULAR EMPLEADOS EN LA PRIMERA GENERACIÓN. 12
TABLA 1-2: TECNOLOGÍAS DE RADIO TRANSMISIÓN TERRESTRE. 15
TABLA 1-3: COMPARACIÓN DETALLADA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA GENERACIÓN. 23

CAPÍTULO II

TABLA 2-1: CANALES FÍSICOS Y CANALES LÓGICOS DE CDMA2000 1X 45
TABLA 2-2: ENLACE DIRECTO DE 1XEV-DO 65
TABLA 2-3: ENLACE REVERSO DE 1XEV-DO 67
TABLA 2-4: COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE CODIFICACIÓN 85
TABLA 2-5: CARACTERÍSTICAS DE QOS PARA EL SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA. 88

CAPÍTULO III

TABLA 3-1: REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA PARA DIFERENTES CODIFICADORES DE VOZ 91
TABLA 3-2: PARÁMETROS DE VOZ SOBRE IP SEGÚN CADA UNO DE LOS ESTÁNDARES. 92
TABLA 3-3: FORMATOS DE LAS IMÁGENES SOPORTADAS POR LOS CODIFICADORES H.261 Y H.263 93
TABLA 3-4: GANANCIA DE CODIFICACIÓN DE H.264 SOBRE EL PERFIL LÍNEA BASE H.263 PARA VARIAS SECUENCIAS CIF. 96
TABLA 3-5: GANANCIA EN LA CODIFICACIÓN DE H.264 SOBRE H.263 PARA VARIAS SECUENCIAS QCIF. 96
TABLA 3-6: OVERHEAD APROXIMADO EN UNA RED CDMA2000 1XEV-DO 99
TABLA 3-7: VELOCIDADES MÍNIMAS NECESARIAS PARA PROPORCIONAR VIDEOTELEFONÍA SOBRE LA RED CDMA2000 1XEV-DO CON UNA RESOLUCIÓN SQCIF. 99

TABLA 3-8: VELOCIDADES MÍNIMAS NECESARIAS PARA PROPORCIONAR VIDEOTELEFONÍA SOBRE LA RED CDMA2000 1XEV-DO CON UNA RESOLUCIÓN QCIF. 100
TABLA 3-9: VELOCIDADES MÍNIMAS NECESARIAS PARA PROPORCIONAR VIDEOTELEFONÍA SOBRE LA RED CDMA2000 1XEV-DO CON UNA RESOLUCIÓN CIF. 100
TABLA 3-10: RESULTADOS OBTENIDOS EN LA RED LAN DE ALEGRO PCS. 119
TABLA 3-11: RESULTADOS OBTENIDOS EN LA RED CDMA2000 1XEV-DO DE ALEGRO PCS. 119

CAPÍTULO IV

TABLA 4-1: COSTO DE PLANES POSPAGO DE PORTA. 129
TABLA 4-2: COSTO DE PLANES POSPAGO LIBRES DE MOVISTAR 130
TABLA 4-3: COSTO DE TARIFAS ALEGRO 131
TABLA 4-4: PROMEDIO DE PRECIOS DE LAS LLAMADAS DE TODAS LAS OPERADORAS 131
TABLA 4-5: VALORES DE ZC CORRESPONDIENTES A DIFERENTES NIVELES DE CONFIANZA 132
TABLA 4-6: RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS 135
TABLA 4-7: INVERSIONES PARA EL PROYECTO 138
TABLA 4-8: FINANCIAMIENTO DE INVERSIÓN 138
TABLA 4-9: PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA (EQUIPOS Y SOFTWARE NECESARIOS PARA PONER EN MARCHA EL PROYECTO) 139
TABLA 4-10: PRESUPUESTO DE MUEBLES Y EQUIPOS DE OFICINA Y EQUIPOS DE COMPUTACIÓN 140
TABLA 4-11: NÓMINA DEL PERSONAL 140
TABLA 4-12: GASTOS GENERALES ANUALES. 140
TABLA 4-13: COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO 140
TABLA 4-14: TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO. 141
TABLA 4-15: PROYECCIÓN DE VENTAS. 141
TABLA 4-16: ANÁLISIS DEL ESTADO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS. 142
TABLA 4-17: COSTO PONDERADO DEL CAPITAL. 143

RESUMEN

El capítulo 1 está destinado al análisis del funcionamiento de una red celular, su arquitectura, sus componentes, el tamaño y forma de las celdas utilizadas. Además se analiza la evolución de las comunicaciones móviles, para lo cual se las divide en generaciones, las cuales tienen asociadas las tecnologías utilizadas en cada una de ellas. Luego se realiza un análisis del camino de evolución de la red CDMA20000 y sus tecnologías celulares. También se analiza las tecnologías que forman parte del camino de evolución de GSM. Al final de este capítulo se presenta un estudio de la situación de la telefonía celular en el Ecuador.

En el capítulo 2 se realiza un estudio de la red CDMA2000 implantada por la empresa Alegro PCS, la cual es una red híbrida compuesta por una parte con tecnología CDMA2000 1XRTT y otra con la tecnología CDMA2000 1XEV-DO. La diferencia entre estas dos tecnologías es que la primera proporciona servicios en tiempo real, pues su estructura se fundamenta en la conmutación de circuitos mientras que la tecnología EV-DO esta diseñada para servicios que soportan un cierto retardo ya que su estructura fundamentalmente se basa en la conmutación de paquetes.
También se realiza un estudio de los protocolos necesarios para poder realizar una sesión de videotelefonía entre equipos de redes conmutadas de circuitos y de paquetes, teniendo en cuenta que para cada una de estas redes se utiliza estándares diferentes, y para la intercomunicación de redes se utiliza un gateway, el cual pasa de un formato al otro. Adicionalmente se analiza los protocolos de compresión de voz y video ya que, en una llamada de videotelefonía, la cantidad de datos es muy superior a una llamada de voz, por lo tanto es preciso que se utilice un codificador que permita tener buena calidad y alta compresión.

El capitulo 3 está destinado al diseño del sistema que soporte sesiones de videotelefonía, para lo cual en primer lugar, se escoge los mejores protocolos de compresión de audio y video. Esto nos sirve para calcular la velocidad mínima necesaria para tener una sesión de videotelefonía y se la compara con las velocidades que puede proporcionar la red CDMA2000. Seguidamente se realiza

el diseño del sistema, para lo cual se presenta la arquitectura de capas que debe soportar la red y el diagrama de bloques con todos los componentes necesarios para prestar este servicio. Adicionalmente se realiza la medición de las velocidades que se presentan en la red CDMA2000 y se las compara con las velocidades medidas en una red LAN. También se hace una estimación del número de usuarios que pueden acceder al servicio y se presenta las especificaciones de los equipos y software necesarios.

Con el fin de realizar el análisis económico, en el capítulo 4 se analiza ciertos conceptos económicos fundamentales, como son, el flujo de fondos y el costo ponderado del capital. Adicionalmente se estudia algunos índices que permitan determinar si es recomendable realizar la inversión en este proyecto, los índices más representativos son: tasa interna de retorno, valor presente neto, y la relación costo beneficio.

PRESENTACIÓN

Los nuevos avances tecnológicos nos han permitido en los últimos años una mejora en la vida de las personas principalmente en las telecomunicaciones, las videollamadas es una de ellas. Este servicio todavía no es muy generalizado a nivel mundial aunque en Europa cada vez hay más personas que lo utilizan.

En este trabajo se presenta un análisis de la red en la cual se pretende implantar este servicio, además se presenta un estudio de los estándares fundamentales para tener una sesión de videotelefonía, en el cual se especifican las características necesarias que permitan tener una sesión de este tipo.

Adicionalmente se presenta un análisis financiero, el cual permite determinar la si la inversión en este proyecto es rentable, cabe destacar que para este análisis se realizó una encuesta, que permitió determinar el número de usuarios interesados en el servicio.

El análisis que en general se realiza en este proyecto permite a futuro su implementación en la red CDMA2000 y la prestación de este servicio a todos sus usuarios.

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Los objetivos de los primeros sistemas de radio fueron el tener extensas áreas de cobertura (área dentro de la cual el terminal móvil puede conectarse con el sistema de radio para llamar o ser llamado) utilizando pocos transmisores de gran potencia montados en torres muy altas. Mientras esto lograba una gran cobertura, también hacía que resultara imposible la reutilización de las mismas frecuencias a través del sistema, provocando que únicamente se puedan mantener pocas llamadas en forma simultánea sobre cientos de kilómetros cuadrados. Además las agencias de gobierno no permitían la asignación del espectro de radio en proporción con el incremento de la demanda de servicios móviles, lo que provocó que se deba volver a reestructurar el sistema de radio-telefonía para lograr una alta capacidad con un limitado espectro de radio, y a la vez con una gran cobertura.

1.2 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA CELULAR BÁSICO

En la Figura 1-1 se muestra los elementos que forman parte de un sistema celular básico.

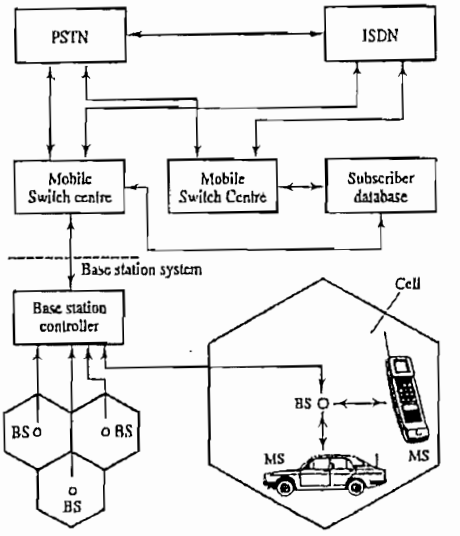


Figura 1-1: Operación del Sistema Móvil.[1]

El término celular se debe a que la cobertura radioeléctrica de una zona geográfica muy grande, se realiza cubriendo pequeñas regiones llamadas células.

[1] Digital Communications, Ian Glover

En general una red de comunicaciones móviles presenta una estructura compuesta por los siguientes elementos:

1.2.1 CÉLULAS

Es el área cubierta por la señal de una estación base celular, teóricamente el área de cobertura de un sitio celular en una región plana y sin obstáculos tiene la forma de un círculo, pero el área de cobertura asume un perímetro irregular, determinado por medidas en campo. Para la determinación de los límites reales de una célula utilizamos el Nivel de Recepción de la Señal (RSL), el cual se ha establecido en el borde de la célula con una potencia de -90dbm. Por lo tanto una célula es prácticamente irregular.

Para facilitar los análisis matemáticos se adaptó como representación de la célula un hexágono, que es un polígono regular con perfil próximo al de un círculo como se muestra en la Figura 1-2.

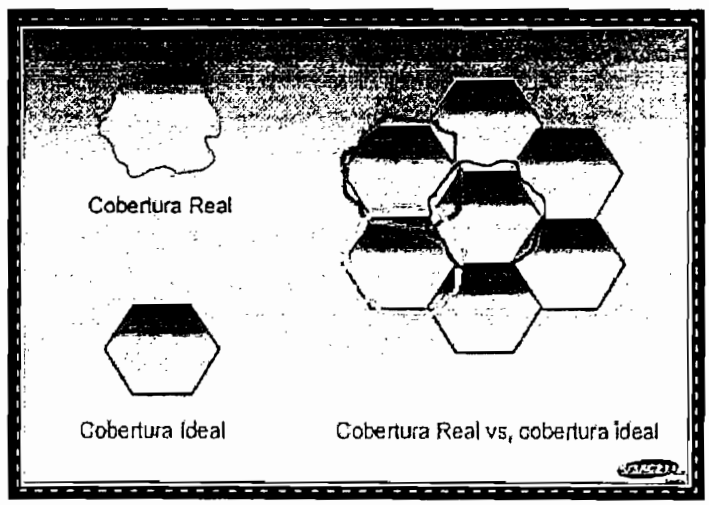


Figura 1-2.- Concepto de Célula[2]

También difiere de la teoría, el límite entre células. En la práctica las áreas de cobertura de las células tienen los límites sobrepuestos, lo que posibilita la continuidad de la cobertura.

1.2.1.1 **Células Omnidireccionales**

Estas se producen cuando una estación base está equipada con una antena omnidireccional, la cual transmite igualmente en todas direcciones y da lugar a

[2] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Ciencia Y Tecnología de la Información II, 1999.

una área en forma circular. En este tipo de células la estación base se encuentra en el centro de la célula, tal como se indica en la Figura 1-3.

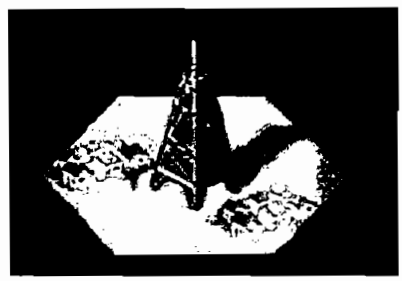


Figura 1-3.- Célula Omnidireccional[3]

1.2.1.2 Células Sectoriales

Para formar este tipo de célula la estación base está equipada con 3 antenas direccionales, cada una cubriendo una célula sectorial de 120 grados. En cada una de las estaciones base, algunas unidades de canal están conectadas a una antena cubriendo una célula sectorial; otras unidades de canal están conectadas a la segunda antena cubriendo una segunda célula, y el resto a la otra antena para tener una tercer célula.

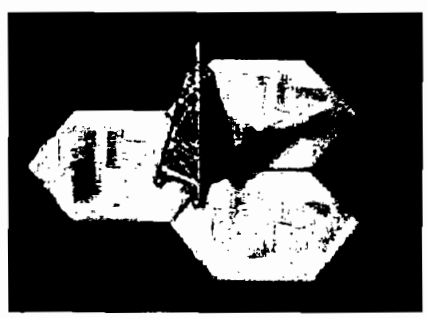


Figura 1-4.- Células Sectoriales[4]

Por lo tanto una estación base controla a tres células sectoriales, como se indica en la Figura 1-4. Cuando se muestran tres células sectoriales, se dibujan tres hexágonos, uno por cada célula, con la estación base localizada en la esquina de cada hexágono. Una ilustración de las antenas que se encuentran en las

---

[3] Universitat Politècnica de Catalunya Escola Tècnica Superior D'enginyeria de Telecomunicació, "Plan de Comunicación sobre la Telefonía Móvil".

[4] Universitat Politècnica de Catalunya Escola Tècnica Superior D'enginyeria de Telecomunicació, "Plan de Comunicación sobre la Telefonía Móvil".

estaciones base es presentada en la Figura 1-5. Para que se lleve a cabo la cobertura total, las células vecinas deben traslaparse entre si.

La estación base maneja la comunicación con los teléfonos celulares o estaciones móviles y supervisa la calidad de la radio transmisión durante una llamada.

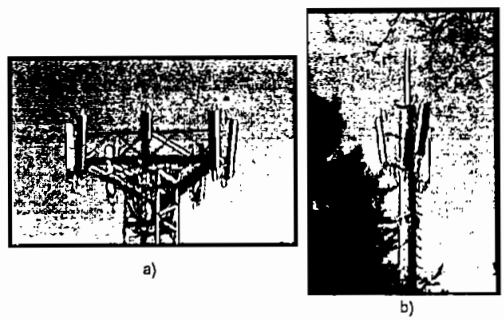


Figura 1-5: Antenas de una estación base sectorial. a) Configuración que emplea tres antenas por sector. b) Configuración de una antena por sector.[5]

1.2.1.3 Área de Cobertura

La cobertura de la célula depende principalmente de dos tipos de parámetros:

» Parámetros definidos por el usuario. Potencia de Transmisión, altura de las antenas, ganancia de las antenas, ubicación de las antenas y directividad.

» Parámetros no definidos por el usuario. Ambiente de propagación, colinas, túneles, follaje, edificios, y/o construcciones.

Ambos parámetros influyen enormemente sobre la cobertura de RF, sin embargo, los no definidos por el usuario son difíciles de predecir y varían de acuerdo al lugar. Debido a estos parámetros es que las células en la práctica son muy irregulares en su cobertura. Debido a estas dificultades, en años recientes, se han desarrollado varios modelos para predecir la propagación de RF tomando en cuenta los dos tipos de parámetros (sobre todo los no definidos por el usuario). Estos modelos son probabilísticos y estadísticos. Los modelos más utilizados son:

» Okumura-Hata para ambientes urbanos, suburbanos y espacio abierto.

» Walfish-Ikegami para ambientes urbanos y urbano denso.

Estos modelos de predicción tienen fuertes bases teóricas, pero también se basan en una gran cantidad de datos experimentales (muestras) y en análisis

---

[5] Universitat Politècnica de Catalunya Escola Tècnica Superior D'enginyeria de Telecomunicació, "Plan de Comunicación sobre la Telefonía Móvil".

estadísticos. Esto nos permite calcular el nivel de potencia recibida en un medio de propagación dado.

1.2.1.4 Tamaños Celulares

La cantidad de tráfico es un parámetro muy importante y que influye en el tamaño de las células; debido a esto es que se debe disminuir el tamaño de las células para aumentar el número de llamadas que se realizan simultaneamente. Se puede tener áreas de cobertura de diversos tamaños desde mayores a 35 Km hasta menores de 50 m.

- Megacélulas

Las Megacélulas son las que más amplia área de cobertura soportan, con un radio mayor a los 35Km. Estas células, como podemos ver, se han establecido en ambientes de muy poco tráfico o de tráfico ocasional. Las podemos encontrar en ambientes rurales o en cobertura de carreteras, con estas es posible cubrir una gran extensión de tierra con una sola radio base.

- Macrocélulas

Las macrocélulas se encuentran en el rango de 1 a 35 Km. Estas células están diseñadas y varían su tamaño con respecto, también, al tráfico de la región. Se han establecido en ambientes urbanos poco densos, así como en ambientes rurales con buena cantidad de tráfico. Estas células proveen servicios en ambientes outdoor y vehiculares. Sin embargo para ambientes urbanos intensos estos dos tipos de células no son suficientes.

- Microcélulas

Las microcélulas son establecidas como la siguiente jerarquía de tamaño. Su tamaño puede variar a menos de 1Km. Estas, pueden soportar ambientes urbanos intensos indoor/outdoor.

- Picocélulas

Las pico células, están diseñadas para ambientes urbanos intensos y ambientes indoor, llegan a medidas de menos de 50m. En la Figura 1-6 se pueden apreciar los diferentes tamaños de células.

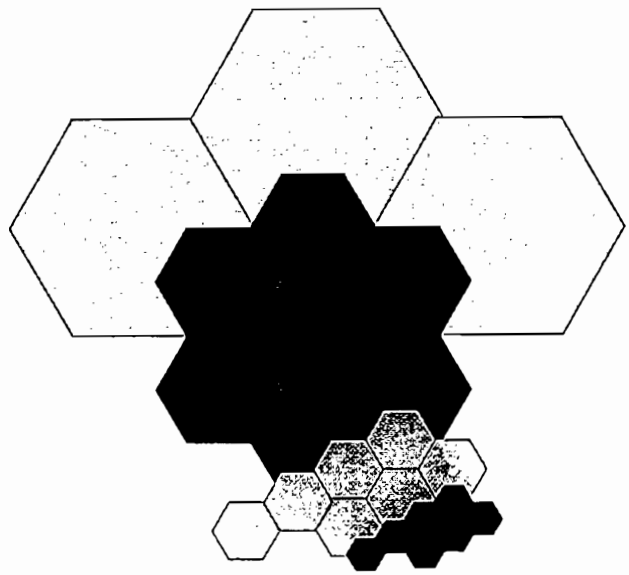


Figura 1-6: Tamaños Celulares[6]

1.2.2 ESTACIONES MÓVILES (MS)

Es el aparato por el cual pueden comunicarse los usuarios bajo el comando del sistema. El abonado móvil es capaz de sintonizarse a cualquier canal que le sea asignado y transmitir al nivel de potencia seleccionado.

Este aparato constan de: un transceptor de radio, la unidad lógica y de control y la antena. Además la unidad de control incluye: teclado, pantalla, bocina y micrófono.

1.2.3 ESTACIÓN RADIO BASE (ERB)

La ERB se encuentra dentro de cada célula y se comunica con todos los abonados de su célula, contiene equipo necesario para realizar las comunicaciones (torres, antenas, transmisor, receptor, computadoras) además un equipo de control y de RF que establece las comunicaciones de los abonados utilizando los canales asignados a dicha célula. Permite igualmente tener

[6] http://purl.org/dc/elements/1.1/

permanentemente localizados a los distintos abonados (siempre que el terminal móvil este encendido).

También establece los medios para las comunicaciones de datos vocales entre la unidad de abonado (MS) y los controladores de la célula.

La estación radio base se encuentra conectada al centro de conmutación electrónica y se encarga de las comunicaciones con ella.

1.2.4 CENTRO DE CONMUTACIÓN ELECTRÓNICA MOVIL (MSC)

El MSC es un producto de conmutación digital para telefonía celular. Tiene diferentes acrónimos tales como Digital Multiplex Switch - Mobile Telephone Exchange (DMS-MTX), Mobile Switching Office (MTSO) (el nombre depende del fabricante). El MSC realiza el control y administración centralizada del sistema celular. Se encarga de controlar el procesamiento y establecimiento de llamadas así como de realizar la señalización, supervisión, conmutación y distribución de los canales de radiofrecuencia. También efectúa un mantenimiento de toda la red y las interfaces con la red telefónica pública PSTN. También es la responsable de las funciones de operación, mantenimiento y tarifación. Además proporciona y administra el registro de ubicación de usuarios locales (HLR).

1.2.5 RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA (RTPC)

La central celular está conectada por medio de troncales a una o más centrales de la red pública fija, a fin de integrar la red celular con las otras redes de comunicaciones existentes y permitir las llamadas entre los abonados móviles y los abonados de la red pública.

1.3 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CELULAR

La telefonía móvil celular consiste en ofrecer un acceso vía radio a una persona que posea este servicio, de tal forma que pueda realizar y recibir llamadas dentro del radio de cobertura del sistema

El concepto celular fue un adelanto que permitió resolver los problemas de congestión espectral y capacidad de usuarios. Este concepto permite ofrecer una gran capacidad en un espectro limitado sin la necesidad de cambiar la tecnología utilizada. Este sistema cambia un transmisor con gran potencia (celdas muy

grandes) por muchos transmisores de poca potencia (celdas pequeñas), donde cada uno de estos, provee cobertura a una pequeña porción del área total de servició.

Al incrementarse la demanda de este servicio se hace necesario incrementar el número de estaciones base para proveer una capacidad de radio adicional sin el incremento del espectro. Este es el principio fundamental de los sistemas modernos de comunicación inalámbrica para servir con un número fijo de canales a una gran cantidad de usuarios a través del área de cobertura.

A medida que el teléfono móvil se aleja del transceptor, la intensidad de la señal recibida comienza a disminuir. La potencia de salida de las unidades móviles es controlada por las estaciones base mediante la transmisión de comandos. Cuando la intensidad de la señal disminuye por debajo del umbral predeterminado, el MSC localiza la celda que esté recibiendo la señal más fuerte de la unidad móvil y transfiere la comunicación a la estación base de aquella celda. Esta transferencia es completamente transparente al suscriptor ya que toma un tiempo máximo de 200 mseg.

Una de las principales características de un sistema celular es la reutilización de frecuencias.

1.3.1 UTILIZACIÓN DEL ESPECTRO EN SISTEMAS CELULARES

La banda de frecuencia asignada para una red celular de telefonía móvil en el rango de los 900 MHz posee un ancho de 50 MHz, dividida en dos bandas A y B, con 25 MHz cada una de las subdivisiones cómo muestra la Figura 1-7. En muchos lugares del mundo, la banda A fue reservada a las Concesionarias Públicas de Servicios Telefónicos, mientras la banda B está reservada a las Compañías de Telefonía Celular Privadas. De esta forma se pretende conseguir una cierta competitividad en este sector de las telecomunicaciones; lamentablemente esto no ocurrió en el Ecuador.

El canal directo (forward) corresponde a la comunicación de la Estación Base a la Estación Móvil, mientras el canal reverso (reverse) a la comunicación de la Estación Móvil a la estación Base. Un canal de telefonía celular es compuesto de un canal de cada tipo, o sea, comunicación bidireccional.

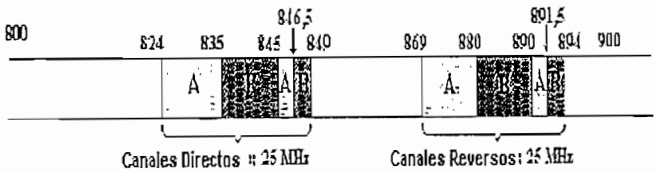


Figura 1-7: Banda de Telefonía Móvil Celular[7]

Banda A: Compañías de Telefonía Celular Independientes

Canales Directos (Forward): 824-835 e 845-846.5 Total : 12,5 MHz

Canales Reversos (Reverse): 869-880 e 890-891,5 Total : 12,5 MHz

Banda B: Concesionarias de Servicio Telefónico Públicas

Canales Directos (Forward): 835-845 e 846.5-849 Total : 12,5 MHz

Canales Reversos (Reverse): 880-890 e 891,5-894 Total : 12,5 MHz

Banda C:

Canales Directos (Forward): 1895-1910 Total: 15 MHz

Canales Reversos (Reverse):1975-1990 Total: 15 MHz

1.3.2 REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS

En un principio la forma de conseguir más canales de comunicación fue la reutilización de frecuencias, dividiendo el territorio al que se va a dar cobertura en células independientes, de tal forma que dos células contiguas nunca utilicen las mismas frecuencias de transmisión, pero dos células no contiguas si puedan utilizar las mismas frecuencias siempre con la condición de que esas células estén lo suficientemente separadas para que las emisiones de una de ellas no interfieran con las de la otra. Actualmente la reutilización de frecuencias es total debido a que, con la utilización de la tecnología CDMA cada uno de los canales ocupa todas las frecuencias de una porción del espectro. Logrando con esto la reutilización total del espectro, lo que conlleva a tener un incremento de canales para la comunicación de los usuarios.

En la Figura 1-8 se indica la forma como se rehúsa las frecuencias según la tecnología utilizada (FDMA o CDMA).

---

[7] Rochol Juergen, "Análise Comparativa dos Sistemas AMPS, TDMA e CDMA de Telefonia Celular Móvel em Serviços de Comunicação de Dados".

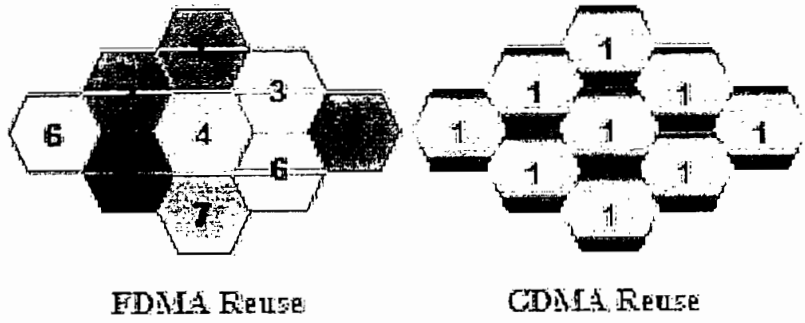


Figura 1-8: Reutilización de frecuencias[8]

1.3.3 TRANSFERENCIA DE LLAMADA

Un terminal móvil debe poder trasladarse a lo largo de toda el área de cobertura sin que su llamada se interrumpa, por esta razón cuando pase de una celda a otra, la llamada debe transferirse de la estación base en la que se encuentra a la que se está pasando. La transición del enlace de comunicación de una estación base a otra aledaña, se conoce como "handoff". El principal objetivo para la realización de la transferencia de llamada es asegurar una relación señal a ruido adecuada mientras se mantenga la llamada.

Para saber cuando un móvil llega a la frontera de una celda y necesita ser trasladado de una celda a otra, se puede utilizar valores medidos de la intensidad de campo o de la distancia que separa el móvil de las estaciones base.

Puesto que se conoce probabilísticamente como varía la intensidad de campo en función de la distancia se puede determinar las dimensiones de una celda conociendo la intensidad de campo en cada punto de ella, aunque la exactitud de esta estimación depende de la variación que tengan las zonas de oscurecimiento de una región en particular.

Otro procedimiento que puede utilizarse, es la medición de la distancia que hay del móvil a la estación base. La técnica comúnmente utilizada para medir dichas distancias es la medida del retraso en la propagación de una señal en ir de la estación base al móvil y regresar.

---

[8] Cladio Eleodori, "CDMA & cdma2000 Technology"

1.3.4 ROAMING.

En los sistemas modernos, el teléfono móvil recibe una identificación del operador al encenderse. Si en ese momento, el teléfono móvil detecta que la identificación del sistema no es la de su operador, es porque esta en "roaming"; es decir, está usando los servicios de otro operador; con lo cual se puede usar un teléfono móvil en diferentes países.

Cuando es encendido, el móvil también transmite un pedido de registro, con lo cual, la red no tendrá problemas para encontrar al móvil.

1.4 EVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES MOVILES

El servicio de telefonía móvil terrestre ha experimentado una gran evolución desde principios de los años ochenta, en que comenzó a ser accesible al público, hasta nuestros días con la aparición de la telefonía móvil con acceso a Internet y grandes posibilidades multimedia que están revolucionando el ámbito de las comunicaciones móviles. Las diferentes etapas en el desarrollo de la telefonía móvil están divididas en generaciones, las cuales son mostradas en la Figura 1-9.

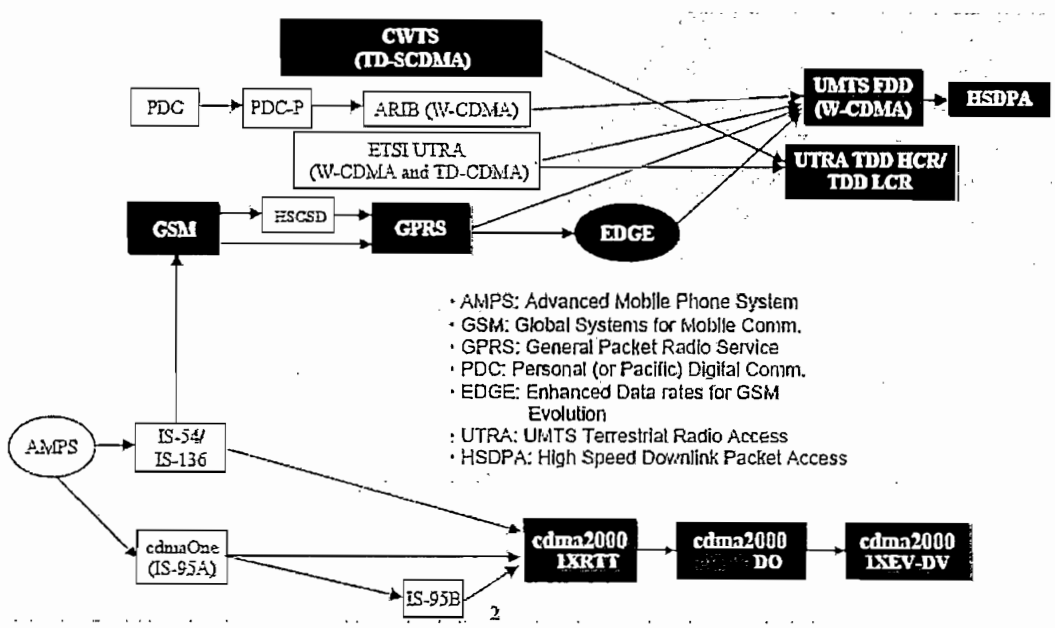


Figura 1-9: Evolución de las Comunicaciones Móviles[9].

[9] Hitachi, "Development of IMT-2000 in Japanese Vendors and Hitachi's Activity"

1.4.1 PRIMERA GENERACIÓN (1G)

La primera generación de telefonía móvil surgió a nivel mundial con la aparición de los teléfonos analógicos, los cuales son capaces de transmitir voz pero no pueden transmitir datos. La cobertura estaba limitada a grandes ciudades y carreteras principales, además la compatibilidad entre los terminales y las redes de diferentes países no estaba muy extendida.

Se tenía una calidad muy baja en los enlaces de voz, la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían bajas capacidades basadas en FDMA, "Frequency Divison Multiple Access" y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS "Advanced Mobile Phone System".

En la Tabla 1-1 se presenta las tecnologías que son catalogadas como de segunda generación, además se muestra el lugar donde fue desarrollado, el número de canales con el que cuenta y el ancho de banda asignado a cada una.

Tabla 1-1: Sistemas de Telefonía Celular empleados en la Primera Generación[10].

Sistema		[illegible]	Espaciado (kHz)
AMPS	EE.UU.	832	30
C-450	Alemania	573	10
ETACS	Reino Unido	1240	25
JTACS	Japón	800	12.5
NMT 900	Escandinavia	1999	12.5
NMT-450	Escandinavia	180	25
NTT	Japón	2400	6.25
Radiocom-2000	Francia	560	12.5
RTMS	Italia	200	25
TACS	Reino Unido	1000	125

[10] http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular

1.4.2 SEGUNDA GENERACIÓN (2G)

La segunda generación 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular que en la actualidad son usados en muchos países. Las tecnologías predominantes son:

- ✓ GSM Sistema Global para Comunicaciones Móviles. "Global System for Mobile Communications",
- ✓ IS-136 conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136. Éstos dos primeros basados en TDMA
- ✓ IS-95 basado en CDMA (Code Division Multiple Access) y
- ✓ PDC Comunicaciones Digitales Personales (Personal Digital Communications), el cual fue utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS (Servicio de Mensajes Cortos "Short Message Service"). La mayoría de los protocolos de segunda generación ofrecen diferentes niveles de encriptación.

La principal ventaja de los teléfonos de segunda generación sobre sus predecesores analógicos son su gran capacidad y menor necesidad de carga de batería.

1.4.3 GENERACIÓN 2.5G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas segunda generación no los tenían. Dentro de esta generación se encuentran tecnologías como GPRS "General Packet Radio System", HSCSD "High Speed Circuit Switched Data", EDGE "Enhanced Data Rates for Global Evolution", IS-136B, IS-95B, entre otros. La tecnología 2.5G es una opción rápida y económica para tener mejores características que la segunda generación antes de poder migrar a los sistemas de tercera generación.

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones ("carriers") migrarán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a 3G.

1.4.4 TERCERA GENERACIÓN DE TELEFONÍA CELULAR.

El propósito de la Tercera generación consiste en superar las limitaciones técnicas de las tecnologías precedentes. La tercera generación es caracterizada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS "Universal Mobile Telephone Service", CDMA2000, ARIB (3GPP), UWC-136, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT y a este esfuerzo se le conoce como IMT-2000 Telecomunicaciones Móviles Internacionales para el año 2000 (International Mobile Telephone).

Los principales requerimientos para esta tecnología incluyen:

» Calidad de voz comparable a la que ofrece una red telefónica pública (PSTN).
» Velocidades de transmisión de datos de 144 Kbps para usuarios en vehículos en movimiento viajando a una velocidad de 120Km/h en ambientes exteriores.
» Velocidades de transmisión de datos de 384 Kbps para peatones, que se encuentren en un solo lugar o bien moviéndose sobre áreas pequeñas.
» Soporte para operaciones de 2.048 Mbps en oficinas, es decir en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.
» Soporte para servicios de datos (conmutación por paquetes y conmutación por circuitos).
» Una interfaz adaptada para las comunicaciones móviles de Internet, que permita un ancho de banda más grande para enviar información que para recibir.
» Mayor eficiencia del espectro disponible.
» Soporte para una gran variedad de equipo móvil.
» Introducción flexible a los nuevos servicios y tecnologías.

Lo ideal es que los sistemas de tercera generación provean servicios en cualquier lugar y a cualquier hora.

Actualmente solo diez de las tecnologías de transmisión de radio terrestre (RTTs) tienen los mínimos requerimientos de capacidad de IMT-2000 presentado por la UIT en junio de 1998. Estas se muestran a continuación en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Tecnologías de Radio Transmisión Terrestre[11].

Tecnología	Siglas	Apoyo	Siglas	Nacionalidad
CDMA2000(code division multiple access)	CDMA2000	TIA Comité de Tecnología Digital de Espectro Expandido (TR-45.5)	____	EEUU
Telecomunicaciones Inalámbricas Digitales Mejoradas	DECT	Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo	ETSI	Europa
Global Multibanda de Secuencia Directa Síncrona CDMA	CDMA I		—	Korea
Global de Secuencia Directa Asíncrona CDMA	CDMA II		—	Korea
División de Tiempo Síncrona CDMA	TD-SCDMA	Academia de Tecnología de Telecomunicaciones China	CATT	China
Acceso de Radio Terrestre UMTS (Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal)	UTRA	Grupo Especial de comunicaciones Móviles ETSI	ETSI SMG	Europa
Comunicaciones Inalámbricas Universales 136	UWC-136	TIA Comité Celular Digital (TR-45.3)	___	EEUU
Wideband-CDMA/NA	W-CDMA/NA	Alianza para Soluciones de Industrias de Telecomunicaciones – Comité T1P1	ATIS	EEUU
Wideband-CDMA	W-CDMA	Asociación de Industrias y	ARIE	EEUU

[11] http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular

		Empresas de Radio		
Servicios Inalámbricos Integrados Redes Digitales Servicios Multimedia	WINS W-CDMA	TIA Comité 1800 Comunicaciones Móviles Personales (TR-46)	—	EEUU
TIA Asociación de Industrias de Telecomunicaciones				

1.4.4.1 Perspectivas de las Comunicaciones Móviles (4G y 5G)

El auge de los sistemas digitales, especialmente en lo referente a las redes de datos (Internet), ha tenido una influencia muy grande en los sistemas de comunicación móviles. Esto lo podemos observar en la última etapa de la segunda generación, llamada en algunas ocasiones 2.5G, la cuál a través de protocolos como WAP (Wireless Application Protocol), ofrece servicio de navegación por internet (de manera muy limitada: sólo texto y sin formato) y de envió de mensajes (SMS), a la vez que estándares como GSM fueron diseñados para proveer servicios digitales a través de velocidades reducidas (9 Kbps).

Pese a ello, la demanda de comunicaciones en formato digital (multimedia, videoconferencia, email, etc.) y el crecimiento de los servicios de valor agregado ("roaming" a cualquier parte, llamada en espera, agenda electrónica, etc.), superan en mucho la oferta que existe actualmente en el mercado y en no pocas ocasiones a la tecnología disponible.

En la tercera generación deben converger las redes digitales y los sistemas de comunicación móvil, creando a su vez una sociedad dependiente de los formatos digitales, de ahí que el nuevo paradigma de la telefonía celular se base en proveer comunicaciones multimedia, acceso a redes inalámbricas, y "roaming" automático en los distintos sistemas.

Toda esta demanda requiere a su vez un desarrollo tecnológico impresionante, incluyendo el empleo de sistemas de altas frecuencias para proporcionar los anchos de banda requeridos, esto se observa en la Figura 1-10.

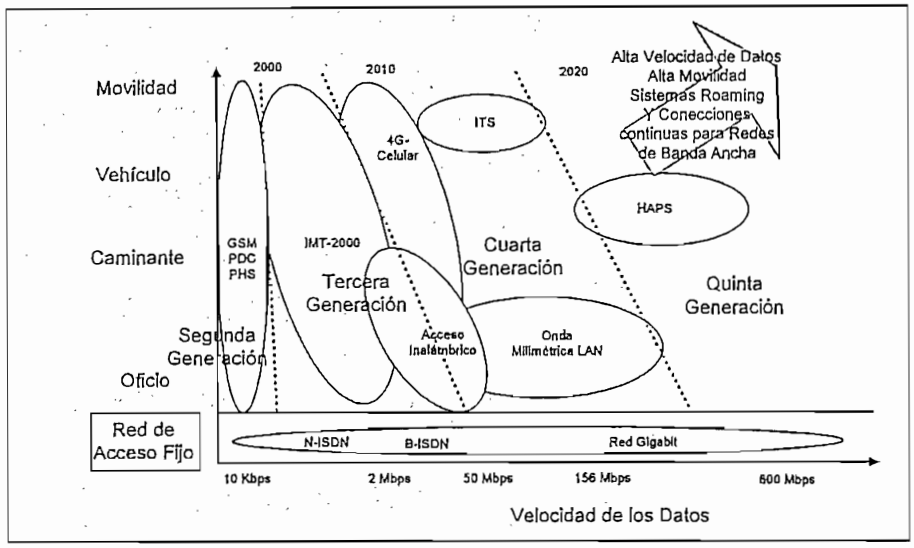


Figura 1-10: Desarrollo Tecnológico de Tercera, Cuarta y Quinta Generación[12].

1.5 EVOLUCIÓN DE LA RED CELULAR CDMA2000

La red celular CDMA2000 es un sistema de tercera generación, el cual cumple con los requerimientos planteados por el IMT-2000. Este sistema fue desarrollado por el foro 3GPP2 como evolución del sistema americano CDMA de banda estrecha IS-95 conocido como CDMAONE. En la Figura 1-11 se muestran los pasos de evolución de esta tecnología.

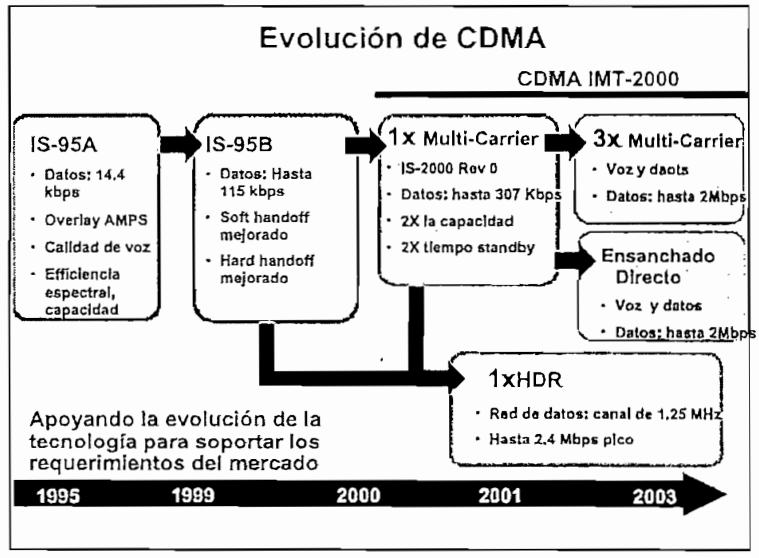


Figura 1-11: Evolución de la Tecnología CDMA[13]

[12] http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular

[13] Manriquez Gabriela, "Acceso Inalámbrico a Internet a Alta Velocidad"

Para que los operadores de CDMAONE (IS-95 CDMA) satisfagan la compleja demanda de los usuarios y puedan proveer todos los servicios requeridos es necesaria la evolución de sus redes. La convergencia de servicios de voz, datos y redes de conmutación en paquetes está transformando todo el campo de acción para la mayor parte de los proveedores de CDMAONE. Esto hace que se empiecen a borrar las divisiones entre las redes alámbricas, inalámbricas y los proveedores de servicios de Internet (ISP).

Las normas para redes IP de tercera generación están siendo definidas para sistemas basados en IS-95 en el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP2).

1.5.1 IS-95-A

La evolución de la interfaz aire IS-95 fue normalizada por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) en julio de 1993. Las redes que utilizan el interfaz aire IS-95 CDMA y el protocolo de red ANSI-41 se marcan como redes CDMAONE. Las redes Ericsson IS-95 utilizan uno o más portadores de 1.25 MHz y operan dentro de las bandas de frecuencia de 800 y 1900 MHz.

El primer lanzamiento comercial de una red CDMAONE se llevó a cabo en Hong Kong en septiembre de 1995. Hoy hay más de 50 millones de abonados CDMAONE por todo el mundo. Algunos de los beneficios clave del interfaz aire IS-95 son las transferencias condicionadas (hacer contacto antes de interrumpir), un concepto que reduce las llamadas perdidas y un aumento de capacidad comparando con redes AMPS[14].

1.5.2 IS-95-B

La norma original de interfaz aire IS-95-A fue completada con la norma IS-95-B, que incluye varios mejoramientos para algoritmos de transferencia obligada en ambientes de portador múltiple y en parámetros que afectan el control de transferencias condicionadas. Sin embargo, el cambio primario en la norma tenía que ver con tasas de datos más altas para datos CDMA de conmutación de paquetes y en modo circuito: tasas de datos de hasta 115 Kbps pueden ser

---

[14] Larsson Gwenn, "Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación"

apoyadas ahora al empaquetar hasta ocho canales de datos de 14.4 ó 9.6 Kbps (14.4 Kbps x 8= 115.2 Kbps). Algunos operadores en Asia están implementando hoy datos IS-95-B con tasas de servicio de hasta 64 Kbps.

1.5.3 3G IS-95/CDMA2000

La evolución de tercera generación de sistemas basados en IS-95 es referida como CDMA2000. Esta norma inalámbrica fue desarrollada para apoyar a servicios de tercera generación (IMT-2000) según la definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este sistema está basado en una red troncal ANSI-41 a diferencia de GSM que está basado en una red troncal GSMAP. Para facilitar la transición a CDMA2000 se especifican dos fases de evolución, conocidas generalmente como 1X y 3X. Con igual finalidad el 3GPP2 normaliza el sistema HDR como evolución de 1X; el cual comprende a 1XEV-DO y 1XEV-DV[15].

1.5.4 IS-2000/CDMA2000 1X

La norma CDMA2000 1X (IS-2000) ha sido concluida y publicada por TIA. El término 1X, que proviene de 1XRTT (tecnología de transmisión de radio), es usado para indicar que el portador estándar en el interfaz de aire es de 1.25 MHz, el mismo que para IS-95-A e IS-95-B. Esta norma puede ser implementada en un espectro existente o en nuevas asignaciones de espectro. La norma también prepara el camino para la fase siguiente de redes de tercera generación CDMA2000 3X (IS-2000-A). En resumen, CDMA2000 1X, puede ser implementada en asignaciones de espectro existentes, proporcionando las siguientes características:

» Mantiene aproximadamente el doble de la capacidad de voz de CDMAONE;
» Proporciona tasas de datos en promedio de 144 Kbps;
» Es compatible hacia atrás con redes y terminales CDMAONE; y
» Refuerza el comportamiento[16].

---

[15] LARSSON Gwenn, "Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación"

[16] LARSSON Gwenn, "Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación"

1.5.5 IS-2000-A/CDMA2000 3X

El término 3X, que proviene de 3XRTT, es usado para significar tres veces 1.25 MHz, ó 3.75 MHz aproximadamente. El enfoque de portador múltiple CDMA2000 3X, ó CDMAONE de banda ancha, es una parte importante de la evolución de las normas basadas en IS-95. IS-2000-A será seguida con toda probabilidad por normas suplementarias que ofrecen una funcionalidad adicional a medida que evoluciona la industria. En resumen, CDMA2000 3X tiene las siguientes ventajas.

» Ofrece mayor capacidad que 1X;
» Brinda tasas de datos de hasta 2 Mbps;
» Es compatible hacia atrás con instalaciones 1X y CDMAONE; y
» Refuerza el comportamiento aún más[17].

1.5.6 SISTEMA HDR

Se conocen como sistemas HDR (High Data Rate) a dos sistemas promocionados por Qualcomm y Motorola,y estandarizados por el 3GPP2 como 1xEV-DO y 1xEV-DV. Ambos sistemas se basan en una portadora 1X y se describen a continuación:

1.5.7 1XEV-DO

El sistema 1xEV-DO (portadora 1X, EV -Evolution-,DO -Data Only-) propuesto por Qualcomm es una evolución optimizada para transmisión de paquetes de CDMA2000. Se encuentra especificado por el 3GPP2.

Soporta servicios asimétricos no sensibles al retardo (típicamente navegación por Internet). No soporta servicios simétricos sensibles al retardo (servicios conversacionales o de voz). El transporte está basado en tecnología IP. El sistema, además, mantiene la compatibilidad con los estándares IS-95 y CDMA2000 RTT 1X.

Las velocidades de datos estandarizadas son:

» Enlace descendente: 2.457,6 Kbps.
» Enlace ascendente: 153,6 Kbps.

---

[17] LARSSON Gwenn, "Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación"

La capacidad de transmitir a diferentes velocidades depende sobre todo de las características del enlace de radio. En este sentido, el terminal y la estación base llevan a cabo una negociación, de tal manera que la estación base envía por el canal descendente la máxima velocidad de datos que el terminal es capaz de soportar en cada momento.

Una característica distintiva del sistema es la ausencia de control de potencia en el enlace descendente. La estación base transmite siempre la máxima potencia, de modo que en situaciones de buena cobertura el móvil puede recibir las altas velocidades especificadas. Para evitar interferencias, cada usuario recibe su ráfaga de datos correspondiente en un intervalo temporal determinado que el sistema le asigna, al igual que la tasa binaria a utilizar, dependiendo de la relación C/I. El sistema prioriza a los usuarios con mayor C/I, pero al mismo tiempo tiene en cuenta el tiempo transcurrido desde que atendió a un usuario por última vez, para permitir también el acceso a aquellos usuarios más alejados del emplazamiento. Por el contrario, el enlace ascendente sí lleva un control rápido de potencia a 600 Hz[18].

1.5.8 1XEV-DV

El sistema 1xEV-DV (portadora 1X, EV -Evolution-, DV -Data and Voice-) es una evolución de CDMA2000 1X propuesto por Motorola. Actualmente se encuentra en fase de especificación por el 3GPP2. A continuación se describen los principales requisitos del sistema: Es compatible con ANSI-41 y con GSM MAP[19].

Es compatible con CDMA2000, soportando los servicios de voz y datos y asegurando la itinerancia entre sistemas. Soportará cualquier combinación de servicios (voz, vídeo y datos) con diferentes QoS.

El tráfico de pico con conexiones sólo de datos, para un usuario en entorno de alta movilidad (vehículo a alta velocidad), debe ser al menos:

» 2,4 Mbps en el enlace descendente.

» 1,2 Mbps en el enlace ascendente.

---

[18] Herrera Francisco, "Panorámica actual de la estandarización de los sistemas celulares de tercera generación"

[19] Herrera Francisco, "Panorámica actual de la estandarización de los sistemas celulares de tercera generación"

» Ambos simultáneamente.

Cuando el sistema esté cargado, la velocidad media que se asegura a un usuario con alta movilidad es de 600 Kbps en ambos sentidos. En el caso de baja movilidad en interiores y exteriores, la velocidad de pico del enlace ascendente se eleva a 2 Mbps.

Reutiliza la infraestructura existente, en especial las antenas.

Requiere cambios mínimos en los terminales, así como en la compatibilidad e interoperabilidad con el resto de los sistemas CDMA2000 e IS-95-B.

1.6 EVOLUCIÓN DE LA RED CELULAR GSM

El objetivo de la migración de GSM es alcanzar UMTS, el cual es parte de la visión de la UIT, de una familia global de sistemas de comunicaciones móviles de tercera generación conocido como IMT-2000.

Mientras que GPRS parece ser un obvio paso de migración para las operadoras GSM, los próximos pasos requieren una futura evaluación. Es también importante notar que dentro del curso de la transición no es necesario en que las primeras redes 3G utilicen conmutación de paquetes desde su lanzamiento; esta evolución a redes basadas en transmisión de paquetes es propensa a ocurrir sobre sistemas que son examinados y probados. El camino de evolución de la tecnología GSM se muestra en la Figura 1-12.

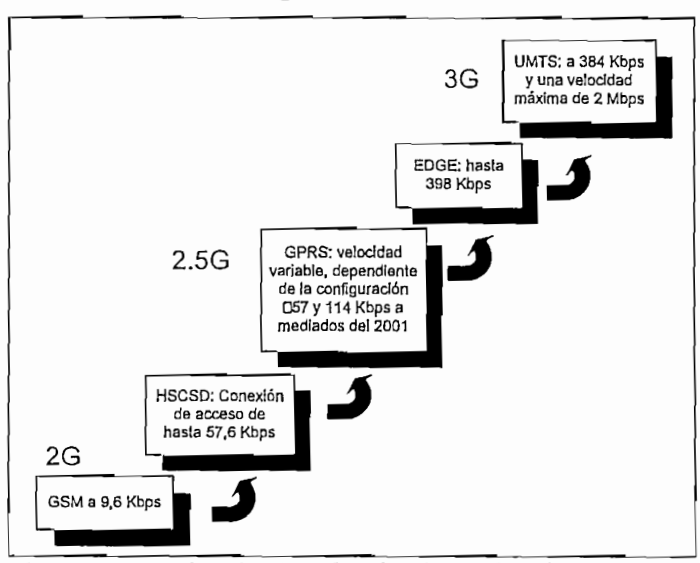


Figura 1-12: Los pasos de Evolución de GSM hacia IMT-2000 (UMTS)[20]

[20] Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards"

En la Tabla 1-3 se presenta la comparación de las tecnologías que forman parte del camino de evolución de GSM hacia UMTS.

Tabla 1-3: Comparación detallada de las tecnologías de la Primera, Segunda y Tercera generación[21].

		Technology	Bandwidth (Kbps)	Features
First Generation Mobile	AMPS/ NMT	Advanced Mobile Phone System Nordic Mobile Telephony	9.6	Analog voice service No data capabilities
Second Generation Mobile	GSM	Global System for Mobile Communication	9.6 → 14.4	Digital voice service Advanced messaging Global roaming Circuit-switched data
	HSCSD	High-Speed Circuit Switched Data	9.6 → 57.6	Extension of GSM Higher data speeds
	GPRS	General Packet Radio Service	9.6 → 115	Extension of GSM Always-on connectivity Packet-switched data
	EDGE	Enhanced Data Rate for GSM Evolution	64 → 384	Extension of GSM Always-on connectivity Faster than GPRS
Third Generation Mobile	IMT-2000/UMTS	International Mobile Telecommunications 2000 / Universal Mobile Telecommunications System	64 → 2,048	Always-on connectivity Global roaming IP-enabled

1.6.1 SISTEMA GSM

En 1982, un gestor público de servicios de telefonía móvil de los países nórdicos (Nordic PTT) envió una propuesta al CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) para la implantación de un servicio común de telefonía móvil europeo para los 900 MHz. El CEPT decidió entonces formar el

[21] Selian Audrey, "3G Mobile Licensing Policy: from GSM to IMT-2000 - A Comparative Analysis"

Groupe Speciale Mobile (del que proviene el nombre GSM), con el fin de desarrollar un estándar pan-europeo para las comunicaciones celulares. Actualmente el acrónimo GSM significa, Global System for Mobile Communication, donde se ha querido utilizar el término global a causa de la adopción de este estándar en cada continente del planeta.

GSM es un sistema digital de telefonía móvil que es ampliamente utilizado en Europa y en otros países del mundo. GSM utiliza una variación del acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). GSM digitaliza y comprime voz y datos, y después los envía en un canal junto con otras dos series de datos del usuario en particular. Opera en las bandas de frecuencia de 900MHz, 1800MHz y 1900MHz. GSM es el estándar de telefonía inalámbrica por excelencia en Europa.

El objetivo de esta red era poner fin a la incompatibilidad de sistemas en el área de las comunicaciones móviles y crear una estructura de sistemas de comunicaciones a nivel europeo.

GSM se diseñó para incluir una amplia variedad de servicios que incluyen transmisiones de voz y servicios de manejo de mensajes entre unidades móviles

La solución llegó con la digitalización y el actual sistema GSM, que nació como estándar internacional de comunicaciones digitales móviles en 1987 tras la firma por 13 países del MOU (Memorandum of Understanding)[22].

1.6.2 SISTEMA HSCSD

HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data) es una evolución natural de la existente capacidad de conmutación de circuitos de la red GSM de segunda generación.

HSCSD aumenta la capacidad de transmisión de GSM agrupando hasta 8 time-slots de un canal, con velocidades de Nx9,6 Kbps con valores de N desde 1 hasta 8. Así, HSCSD puede transmitir hasta 57,6 Kbps en modo circuito conmutado. Aquí el número de time-slots utilizado puede ser variable dependiendo de la saturación de la celda donde se encuentre el móvil pero el ancho de banda no se utiliza eficientemente, pues se trata de conmutación de circuitos. Aunque requiere

---

[22] Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards"

pocas inversiones en red, no parece ser muy adecuado y su adopción no se está llevando a cabo, salvo en contadas ocasiones[23].

1.6.3 SISTEMA GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) es visto como un paso cercano hacia UMTS con una incrementada velocidad de datos lo que lo coloca en la generación 2.5, esto introducirá más medios funcionales en el cual los consumidores apreciarán el potencial de 3G.

La tecnología GPRS es la evolución lógica de las redes GSM de 2G, hacia las redes de 3G (UMTS/WCDMA) y como tal habrá una transición gradual en la que varias tecnologías convivirán durante algún tiempo.

GPRS es un estándar introducido por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute), el cual complementa al GSM, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos. El concepto principal que rige GPRS y que lo diferencia de GSM, es la orientación a la conmutación de paquetes frente a la conmutación de circuitos.

GPRS añade conmutación de paquetes a todos los niveles de la red GSM, además con esta tecnología 8 usuarios pueden compartir un único intervalo de tiempo que antes se asignaba a uno sólo. Adicionalmente, cada usuario puede utilizar hasta 8 intervalos de tiempo (time-slots) logrando 115 Kbps teóricos, aunque en la práctica la velocidad es menor. Requiere la instalación de nuevas entidades funcionales en la red GSM, como son los nodos SGSN (Serving GPRS Support Node) y GGSN (Gateway GPRS Support Node) y hace un uso eficiente del ancho de banda, por lo que resulta la solución más adecuada.

Puesto que las redes GPRS están basadas en GSM, los terminales que vayan saliendo al mercado tendrán una capacidad dual GSM/GPRS. Permite la utilización de voz y datos a través del móvil[24].

---

[23] Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards"

[24] Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards"

1.6.4 SISTEMA EDGE

EDGE (Enhanced Data-rates for GSM Evolution) puede proveer un camino evolutivo de migración de GPRS a UMTS, efectuando los cambios en modulación que son necesarios para la posterior implementación de UMTS. La principal idea detrás de EDGE es igualar las elevadas velocidades de datos relacionadas con GSM y su portadora de radio de 200 KHz, cambiando el tipo de modulación usada, aunque siga trabajando con la actual conmutación de circuitos y paquetes.

EDGE también conocido como GSM384, utiliza un esquema de modulación y codificación alternativo que alcanza hasta 384 Kbps, o sea 48 Kbps por intervalo de tiempo GSM. Tiene aplicación en ambiente urbano con movimientos lentos o casi estacionarios. Se acerca a las velocidades de IMT-2000 (particularmente en exteriores), por lo que es una buena opción para aquellos operadores GSM que no han conseguido una licencia UMTS.

EDGE es una tecnología que facilita a las redes GSM la capacidad de suministrar servicios de telefonía móvil de tercera generación basados en IP y a unas velocidades reales de 384 Kbps.

EDGE utiliza una técnica de modulación de frecuencias que junto a evoluciones en el protocolo de radio permite a los operadores usar los espectros de frecuencias de GSM de manera más eficiente. EDGE utiliza un nuevo esquema de modulación para permitir a la especificación GSM soportar la transmisión de datos, servicios y aplicaciones multimedia a las velocidades antes mencionadas. Sería utilizado junto a GPRS, permitiendo un aprovechamiento máximo de las ventajas inherentes de GPRS. Para las operadoras, el impacto técnico de EDGE es muy pequeño, permitiendo una rápida implementación de las redes. La base instalada evoluciona incluyendo pequeños cambios a nivel de software y hardware, pero no se reemplaza ni se construye desde cero.

Las operadoras tendrían la posibilidad real de ofrecer contenidos multimedia antes de la llegada de UMTS (transferencia de ficheros, servicios de video, EMS, voz sobre Internet), lo que supondría la primera experiencia real de las operadoras en este tipo de servicios.

La necesidad de implantar EDGE es real debido a que GPRS no alcanza por si sólo las velocidades de transmisión requeridas para ofrecer servicios multimedia

con un nivel óptimo de calidad y en general servicios de datos de tercera generación[25].

1.6.5 TECNOLOGÍA WCDMA

WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha), es la tecnología de interfaz aire, en el que se basa el sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), el cual es un estándar europeo de Tercera Generación para los sistemas inalámbricos.

La tecnología WCDMA está altamente optimizada para comunicaciones de alta calidad de voz y comunicaciones multimedia, como pueden ser las videoconferencias. También es posible acceder a diferentes servicios en un solo terminal, por ejemplo, podemos estar realizando una videoconferencia y al mismo tiempo estar haciendo una descarga de archivos muy grande, etc.

Puede soportar completamente varias conexiones simultáneas como puede ser una conexión a Internet, una conversación telefónica, videoconferencia, etc.

Soportará todos los servicios multimedia que estarán disponibles a través de los terminales de Tercera Generación. WCDMA soporta eficientemente tasa de datos entre 144 a 512 Kbps para coberturas de áreas amplias y pueden llegar hasta 2Mbps para una cobertura local. Esto adicionalmente complementará la amplia cobertura y el roaming internacional de GSM para proveer la capacidad requerida para servicios personales multimedia.

Entre los aspectos técnicos se tiene que: soporta el protocolo IP, los terminales son menos difícil de fabricar, hace uso de la técnica de duplexación FDD. Utiliza muy eficientemente el espectro de radio disponible, mediante la reutilización de cada celda[26].

1.6.6 SISTEMA UMTS

Las siglas UMTS son la abreviación de Universal Mobile Telecommunications System, y constituye la visión europea de sistemas con capacidades 3G como parte de la familia de estándares IMT-2000. UMTS es la evolución lógica de la

---

[25] Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards"

[26] http://cibertele.com/nuevo/publicaciones/UMTS.pdf

comunidad GSM a la tercera generación, por lo que está siendo mayoritariamente adoptado en la Unión Europea. En enero de 1998, el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) adoptó la tecnología W-CDMA (Wideband CDMA) en modo FDD (Frecuency División Duplex) con provisión para TDD (Time Division Duplex) como la tecnología apropiada para UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA), cada una diferente, pero basada en tecnologías similares. Es por esta razón que W-CDMA y UTRA se usan como términos permutables. La combinación de los dos modos (FDD y TDD) ofrece la oportunidad de obtener la mayor eficiencia del mismo sistema bajo cualquier condición (urbana, suburbana, interiores y exteriores)[27].

1.7 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEFONÍA CELULAR EN EL ECUADOR

El servicio de telefonía celular en nuestro país es ofrecido por Conecel, Telefónica y Telecsa más conocidos por sus nombres comerciales Porta Celular, Movistar y Alegro PCS. El servicio que pueden ofrecer estas operadoras esta limitado a los contratos firmados con la Superintendencia de Telecomunicaciones, por lo tanto a continuación se detalla estos servicios.

El segmento de telefonía móvil superó los 5 millones de usuarios en noviembre del 2005, según cifras de la Superintendencia de Telecomunicaciones. Alegro PCS, la marca comercial de Telecsa, registró 202.587 clientes, de los cuales 36.108 se encuentran en planes de pospago. Porta sumó 3'833.949 de clientes. Del total, mantiene a 679.727 de líneas sobre sus redes TDMA, mientras que 3'154.222 migraron a GSM. La filial de BellSouth (recientemente adquirida por Telefónica) ahora conocida como Movistar totalizó 1'738.138 usuarios. Alrededor de 1'304.837 teléfonos operan en la actualidad sobre CDMA. Las cabinas de

---

[27] http://cibertele.com/nuevo/publicaciones/UMTS.pdf

telefonía pública ascendieron a 18.044, de las cuales Porta instaló 11.664 y Movistar 6.380 teléfonos[28].

1.7.1 TELEFONÍA MÓVIL CELULAR

Los sistemas de telefonía móvil celular son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes, estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos:

- ✓ Telefonía móvil
- ✓ Envío de mensajes cortos
- ✓ Datos a baja velocidad

Los sistemas de telefonía móvil celular se basan en un principio donde la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células, a las que se asigna un cierto número de radio canales, persiguiendo los siguientes objetivos:

- ✓ Gran capacidad de abonados.
- ✓ Calidad telefónica similar al servicio telefónico convencional.
- ✓ Utilización eficaz del espectro.
- ✓ Conmutación automática de radio canales.

Las operadoras que poseen sistemas de telefonía celular son Conecel y Telefónica[29].

1.7.1.1 Conecel (Porta)

Conecel (Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones S.A.) es líder en el mercado ecuatoriano en telefonía móvil celular, con una participación del 68,8% de dicho mercado. La empresa cuenta con aproximadamente 679.727 usuarios en

---

[28] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htm

[29] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htm

TDMA y 3'154.222[30] usuarios en 3GSM, de los cuales el 90,52% son usuarios de prepago y tan solo el 9,48% de pos pago. La empresa forma parte del grupo mexicano América Móvil, uno de los mayores grupos de telecomunicaciones en América Latina. En vista a la reciente competencia y para no quedarse atrás en la evolución de la tecnología a nivel mundial, Porta ha implementado en sus redes la tecnología 3GSM mas conocida como GPRS/EDGE la cual es una tecnología que se aproxima a la tercera generación.Esta empresa esta autorizada para utilizar la banda A que se encuentra en el orden de los 800Mhz.

A. Cobertura 3GSM

En la Figura 1-13 se muestra la cobertura en la cual se puede tener acceso a la tecnología 3GSM de la empresa Porta Celular

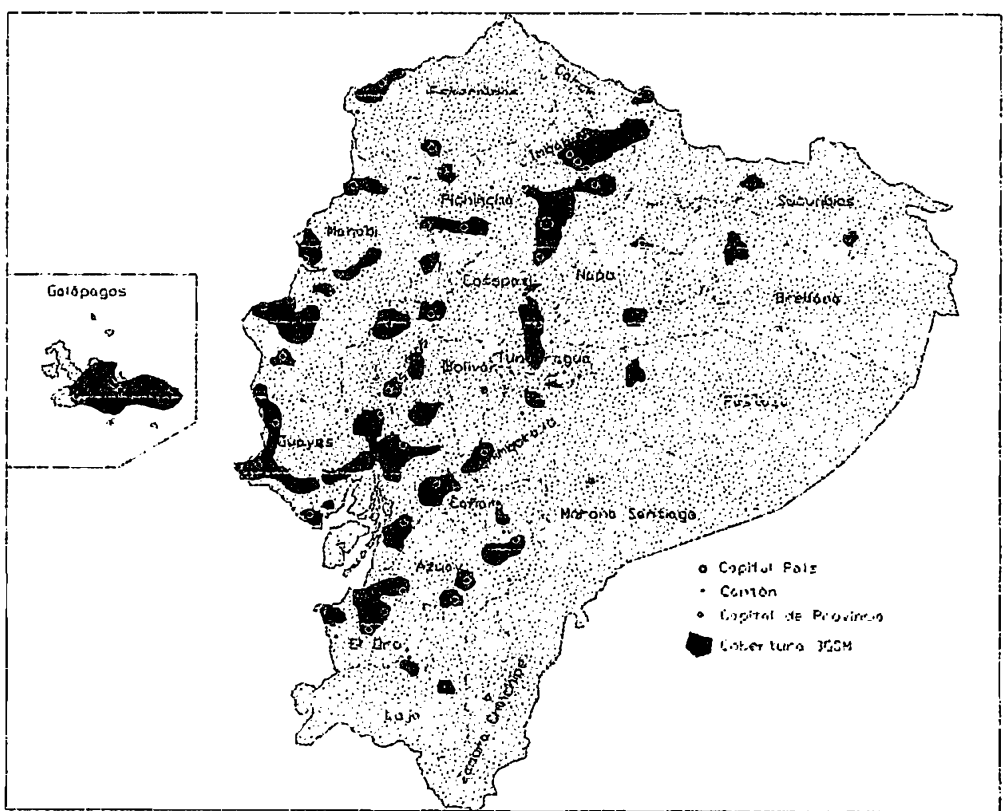


Figura 1-13: Cobertura de Porta Celular con su tecnología 3GSM[31].

[30] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htm

[31] www.porta.com.ec

B. Cobertura TDMA

En la Figura 1-14 se muestra la cobertura en la cual se puede tener acceso a la tecnología TDMA de la empresa Porta Celular

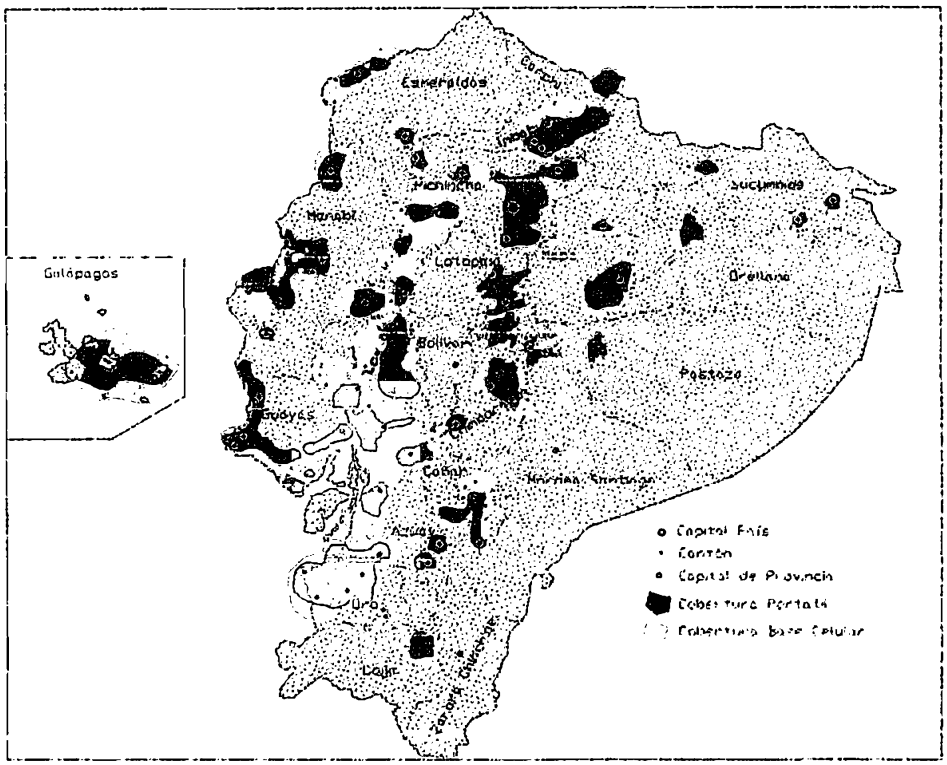


Figura 1-14: Cobertura de Porta Celular con su tecnología TDMA[32].

1.7.1.2 Telefónica (Movistar)

Movistar cuenta con aproximadamente 265.982 mil usuarios en TDMA, 1'304.837 en CDMA y 167.319 en GSM[33]. Del total de usuarios el 79.53% son de prepago.

La compañía TELEFONICA es dueña de todos los bienes que pertenecían a la compañía OTECEL S.A.

OTECEL suscribió el 29 de noviembre de 1993, un contrato de concesión con el Estado ecuatoriano, con el que se otorgó por 15 años la autorización para instalar, operar y mantener en óptimas condiciones un Sistema de Telefonía Móvil Celular (STMC), en diferentes áreas geográficas.

---

[32] www.porta.com.ec

[33] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/estadisticas.htm

La marca comercial de Otecel conocida como BellSouth ofrecía servicios de telefonía móvil, locutorios, Internet dedicado, transmisión de datos, telefonía pública, mensajes de texto y larga distancia internacional, con cobertura en más de 28 ciudades en 19 provincias del país, con más de 1'738.138 clientes. Cabe resaltar que todos los servicios que antes proporcionaba Bellsouth ahora son proporcionados por Movistar.

Bellsouth tiene implementada la tecnología CDMA2000 1XRTT.

Utiliza la banda B de frecuencias para proporcionar los servicios de telefonía móvil celular.

A. Cobertura CDMA

En la Figura 1-15 se muestra la cobertura en la cual se puede tener acceso a la tecnología CDMA de la empresa Movistar.

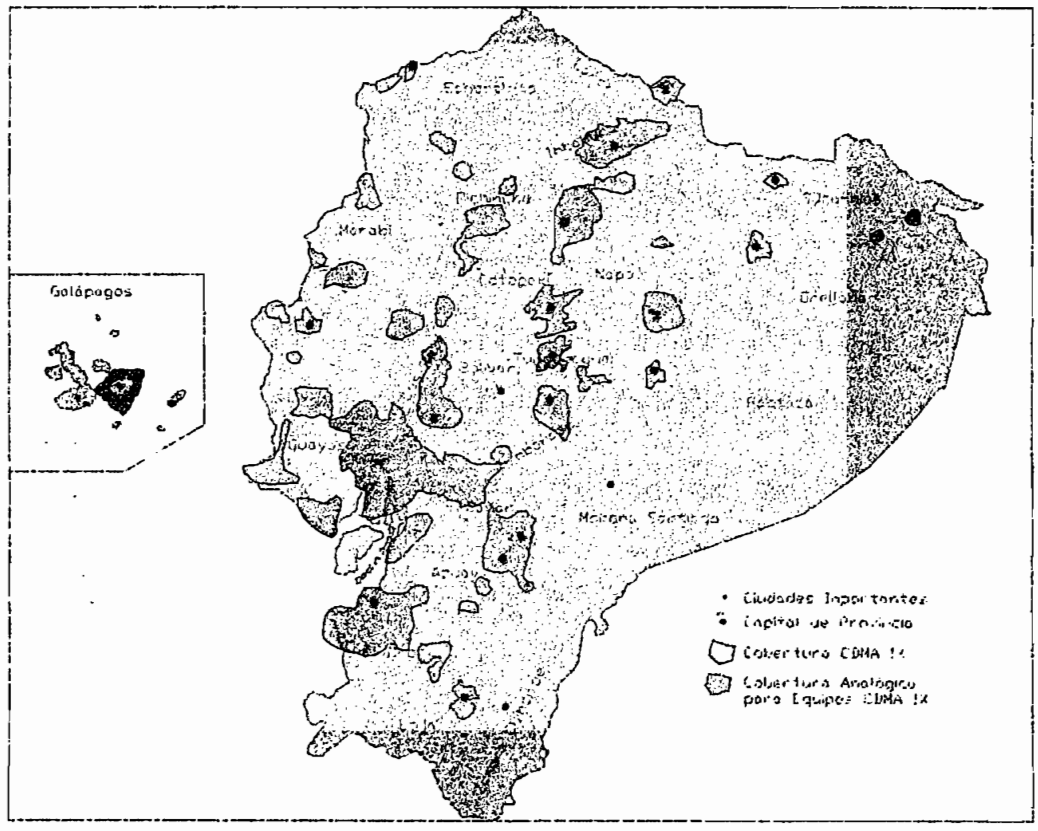


Figura 1-15: Cobertura de Movistar con su tecnología CDMA[34].

[34] www.movistar.com.ec

B. Cobertura TDMA

En la Figura 1-16 se muestra la cobertura en la cual se puede tener acceso a la tecnología CDMA de la empresa Movistar.

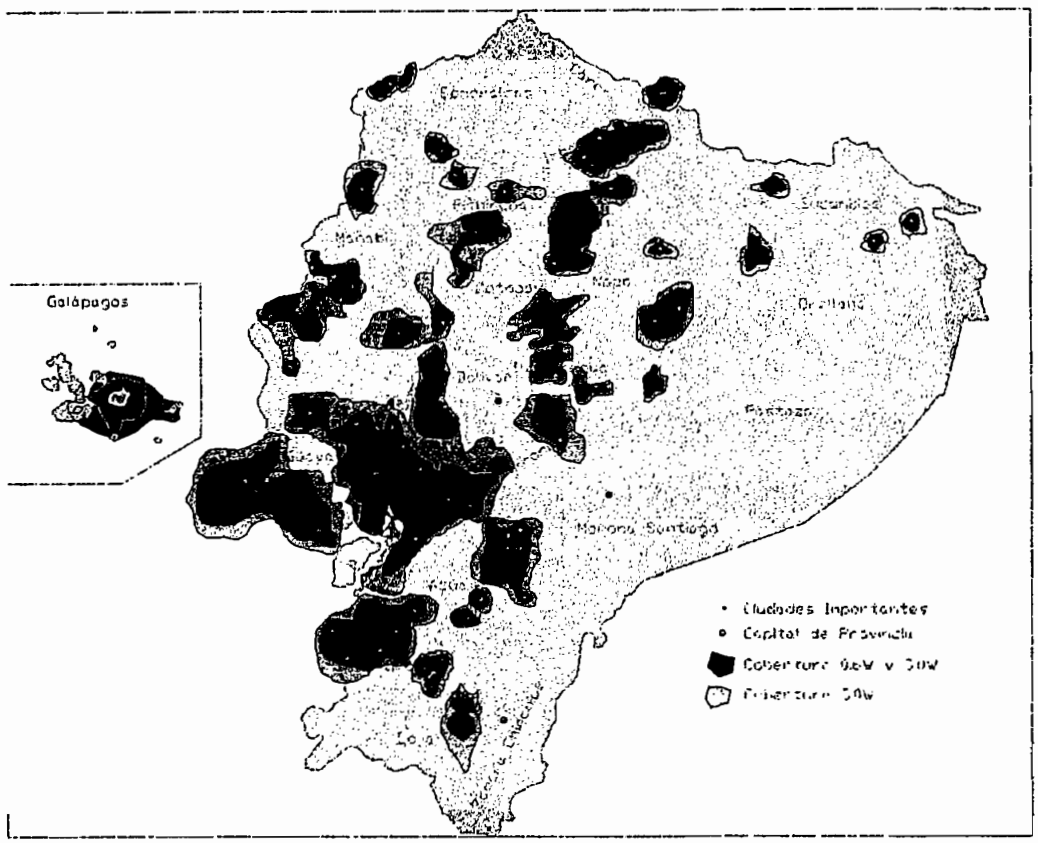


Figura 1-16: Cobertura de Movistar con su tecnología TDMA[35].

1.7.1.3 Resumen de los Abonados que Utilizan Telefonía Móvil Celular

De acuerdo con el contrato de concesión, las Operadoras de Telefonía Celular tienen la obligación de instalar terminales de telefonía pública, en un número de 0.5 % de abonados del año "n-1", a noviembre del 2005 CONECEL (Porta) ha instalado un total de 11.664 cabinas y TELEFONÍCA (Movistar) un total de 6.380 cabinas.

La evolución de los abonados de Telefonía Celular desde los inicios de este servicio ha experimentado un crecimiento como se indica en el Anexo B.

---

[35] www.movistar.com.ec

1.7.1.4 Parámetros Mínimos de Calidad

Las operadoras están en la obligación de cumplir con ciertos parámetros de calidad mínimos, los cuales se detallan a continuación.

» Reutilización de frecuencias con un diseño de cobertura basado en una relación portadora a interferencia mayor o igual que 17dB, para sistemas digitales y mayor o igual a 24dB para sistemas analógicos.

» Grado de servicio del canal de acceso ≤1% (menor o igual que uno por ciento)

» Grado de servicio del canal de voz ≤ 2% (menor o igual que dos por ciento), según la Tabla de Erlang B, en la hora cargada de cada estación del sistema.

» Grado de servicio de las troncales hacia la red telefónica pública ≤ 1% (menor o igual que uno por ciento).

» Bloqueo de llamadas transferidas (Hand-Off) ≤ 2% (menor o igual que dos por ciento).

» Caída de llamadas: Si durante la hora cargada se establecen Q llamadas en una hora y n llamadas se caen, con lo cual Q-n se mantienen, entonces el porcentaje de caída de llamadas es n x 100/Q. Se establece un valor no mayor que 2% para estaciones con celda o celdas adyacentes en todo su perímetro, no mayor que 5% para estaciones con celda o celdas adyacentes, pero que éstas no cubran el perímetro total de la estación, y no mayor que 7% para estaciones sin celdas adyacentes.

» Llamadas completadas: La tasa de completación de las llamadas, será superior al 60% hacia abonados fijos y superior al 80% hacia abonados celulares[36].

1.7.1.5 Servicios Adicionales

Para permitir la libre competencia bajo condiciones de igualdad la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones ha extendido permisos para la explotación de servicios adicionales como son Internet móvil, transferencia de datos, etc. a Movistar y Porta. Cada una de estos operadores deben solicitar a la Superintendencia de Telecomunicaciones se les permita la explotación de los

---

[36] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/estadisticas/parametros.htm

servicios que desean proporcionar a sus clientes. Alegro PCS por el contrario puede proporcionar los servicios que desee a sus clientes.

1.7.2 SERVICIO MÓVIL AVANZADO

1.7.2.1 Definición

Es un servicio final de telecomunicaciones del servicio móvil terrestre, que permite toda transmisión, emisión y recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, voz, datos o información de cualquier naturaleza.

La única empresa que tiene licencia para brindar el Servicio Móvil Avanzado es TELECSA S.A[37].

1.7.2.2 Telecsa (Alegro PCS)

Alegro PCS es la marca comercial de Telecomunicaciones Móviles del Ecuador TELECSA S.A., la nueva compañía de telefonía móvil, creada para prestar servicios de telecomunicaciones móviles avanzados (SMA), definidos por la regulación de telecomunicaciones vigente.

El Sistema de Comunicación Personal o PCS (Personal Communications Services) es el nombre dado a la tecnología y servicios inalámbricos que operan en la banda de los 1.900 Mhz.

La legislación ecuatoriana ha identificado los servicios PCS como servicios móviles avanzados (SMA).

Alegro PCS trabaja con tecnología CDMA2000 1xRTT y 1X EV-DO de tercera generación (3G) en la banda de los 1900Mhz.

TELECSA, Empresa de Telecomunicaciones Moviles de Ecuador, ha sido habilitada para prestar servicios de telefonía móvil avanzada en este país durante 15 años, bajo el Sistema de Comunicaciones Personales (PCS) y Tecnología CDMA2000 bajo el estándar 1X RTT con EV-DO". La compañía Alegro PCS se convierte en la tercera empresa de telefonía móvil en Ecuador.

Esta empresa utiliza la banda C de frecuencias para proporcionar el servicio móvil avanzado. Sus rangos de operación son de 1.895 a 1.910 MHz y de 1.975 a 1.990 MHz.

---

[37] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/sma/informacion.htm

A. Cobertura CDMA2000

En la Figura 1-17se muestra la cobertura en la cual se puede tener acceso a la tecnología CDMA2000 de la empresa Alegro.

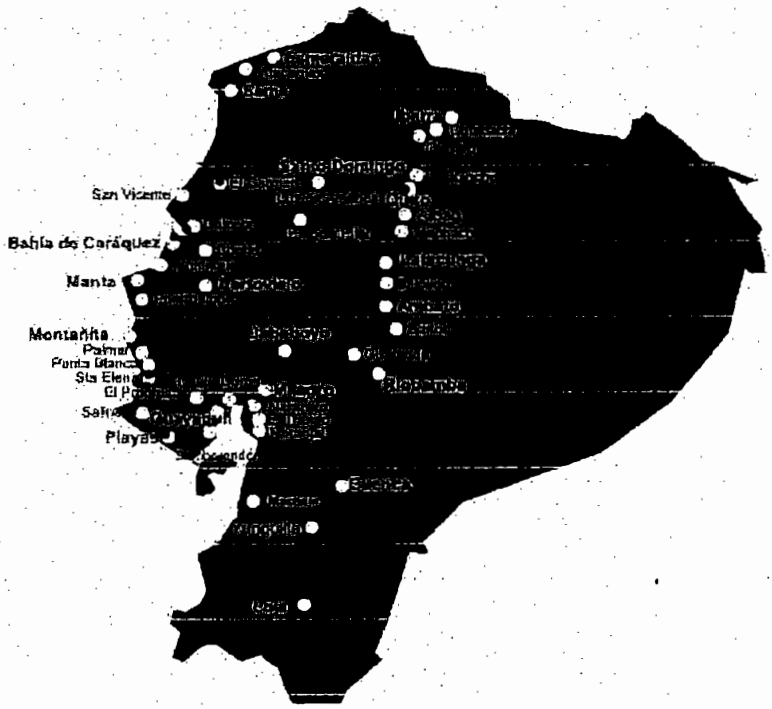


Figura 1-17: Cobertura de la Alegro con su tecnología CDMA2000 1xEV-DO[38].

La red de ALEGRO PCS está hoy en las siguientes provincias y ciudades:

- Azuay: Cuenca, Sidcay, Sinincay, Checa, Chiquintad,Patamarca, Sayauci, Baños de Cuenca, Valle, Yunguilla
- Bolivar: Guaranda
- Chimborazo: Riobamba
- Cotopaxi: Lasso, Latacunga y Salcedo
- El Oro: Machala, Huaquillas, Santa Rosa
- Esmeraldas: Atacames, Esmeraldas, Same y Tonsupa
- Guayas: Atahualpa, Boliche y Km 26, Cerecita, Cortijo, Daule,EL Progreso, El Triunfo, Guayaquil, Durán, La Libertad, Milagro, Montañita, Naranjal, Naranjito, Palmar, Playas, Punta Blanca, Salinas, Samborondón,

[38] www.alegropcs.com

Santa Elena, Zapotal, Vía Guayaquil-Salinas y Vía Salinas-MontañitaZapotal

- Imbabura: Cotacachi, Ibarra y Otavalo
- Loja: Loja
- Los Ríos: Babahoyo y Patricia Pilar
- Manabí: Bahía de Caráquez, Calceta, Chone, El Carmen, Manta, Montecristi, Portoviejo, Puerto López y Vía Manta-Portoviejo
- Pichincha: Alluriquín, Aloag, Amaguaña, Canchacoto, Cayambe, Guayllabamba, Luz de América, Machachi, Pifo, Quinche, Quito, San Pablo, Santo Domingo, Tabacundo, Puembo, Nayón, Cumbayá, Conocoto, Sangolquí, San Rafaely Vía Quito-Santo Domingo
- Tungurahua: Ambato y Baños[39]

El resumen de los abonados de Servicio Móvil Avanzado desde los inicios de este servicio indica en el Anexo B.

1.7.2.3 Parámetros de Calidad Mínimos

Los Parámetros mínimos de Calidad del Servicio que la Operadora debe cumplir son los siguientes:

» Reutilización de frecuencias con un diseño de cobertura basado en una relación portadora a interferencia mayor o igual que 17dB, para sistemas digitales y mayor o igual a 24dB para sistemas analógicos.

» Grado de servicio del canal de acceso ≤1% (menor o igual que uno por ciento)

» Grado de servicio del canal de voz ≤ 2% (menor o igual que dos por ciento), según la Tabla de Erlang B, en la hora cargada de cada estación del sistema.

» Grado de servicio de las troncales hacia la red telefónica pública ≤ 1% (menor o igual que uno por ciento).

» Bloqueo de llamadas transferidas (Hand-Off) ≤ 2% (menor o igual que dos por ciento).

» Caída de llamadas: Si durante la hora cargada se establecen Q llamadas en una hora y n llamadas se caen, con lo cual Q-n se mantienen, entonces el

[39] www.alegropcs.com

porcentaje de caída de llamadas es n x 100/Q. Se establece un valor no mayor que 2% para estaciones con celda o celdas adyacentes en todo su perímetro, no mayor que 5% para estaciones con celda o celdas adyacentes, pero que éstas no cubran el perímetro total de la estación, y no mayor que 7% para estaciones sin celdas adyacentes.

» Llamadas completadas: La tasa de completación de las llamadas, será superior al 60% hacia abonados fijos y superior al 80% hacia abonados celulares[40].

[40] http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/sma/control.htm

CAPÍTULO II

2 ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA CDMA2000 PARA LA IMPLANTACIÓN DE VIDEOTELEFONÍA

2.1 SISTEMA CDMA2000 IMPLEMENTADO EN EL ECUADOR

El sistema implementado en nuestro país es un sistema híbrido, en el que la conmutación de circuitos es realizada en la parte de CDMA2000 1X y la conmutación de paquetes en la parte de CDMA2000 1xEV-DO.

2.1.1 Descripción de la Red CDMA2000 1xRTT

La tecnología CDMA ("Code División Multiple Access") genérica aparece como la base tecnológica por excelencia de las comunicaciones móviles de tercera generación, habiendo entrado ya en la presente 2G. CDMA es una tecnología genérica que puede describirse, a grosso modo, como un sistema de comunicaciones digitales por radio celular que permite que un elevado número de comunicaciones de voz o datos, compartan simultáneamente el mismo medio de comunicación, es decir, utilizan simultáneamente un grupo común de canales de radio, de forma que cada usuario puede tener acceso a cualquier canal. El canal es un segmento del espectro de radio que se asigna temporalmente a un servicio específico, como por ejemplo, una llamada telefónica.

En CDMA, cada comunicación se codifica digitalmente utilizando una clave de encriptación que solamente conocen los terminales involucrados en el proceso de comunicación y únicamente durante el tiempo en que se realice la comunicación. La codificación digital y la utilización de la técnica de espectro esparcido, es otra característica inherente a CDMA.

La distribución celular y la reutilización de frecuencias son dos conceptos estrechamente relacionados con la tecnología CDMA; el objetivo es realizar una subdivisión en un número importante de células para cubrir grandes áreas de servicio. En los sistemas basados en la subdivisión celular y en el principio de reutilización de frecuencias, el nivel de prestaciones depende de modo crítico, del control de la interferencia mutua debido a la reutilización de frecuencias. CDMA se fundamenta en la técnica de espectro esparcido/disperso ("Spread Spectrum"), una técnica que se ha estado utilizando habitualmente en el sector de defensa de los EEUU como medio para eliminar interferencias o para encriptación. Esta técnica se basa en esparcir el espectro de frecuencias de una señal en un ancho

de banda mayor que el mínimo necesario para la transmisión. Al llegar la señal esparcida al receptor, esta se recompone, es decir, las frecuencias se juntan otra vez para obtener la señal inicial que ha partido del emisor. De esta forma, se pueden obtener una serie de enlaces que utilizan la misma banda de frecuencia simultáneamente sin que se produzcan interferencias. La técnica de espectro disperso presenta dos modalidades: "frequency hopping" (FH) o salto de frecuencia y "Direct Sequence" (DS) o secuencia directa.

El salto de frecuencia esparce el espectro de la señal transmitiendo una ráfaga corta en una frecuencia, para a continuación saltar a otra frecuencia emitiendo otra ráfaga corta y así sucesivamente.

La secuencia directa se puede describir en términos de que utiliza una secuencia de códigos de alta velocidad conjuntamente con la información básica que se quiere transmitir. En este esquema cada símbolo (grupo de bits) se multiplica por un código de esparcimiento llamado secuencia de chip de forma que el ancho de banda de las frecuencias de la señal es aumentado. La razón entre el número de chips por bit, que se conoce como la relación de esparcimiento, constituye un factor de gran importancia para evaluar la resistencia de la señal ante interferencias.

El sistema CDMA2000 especifica dos tecnologías para alcanzar los requerimientos de la tercera generación: 1X y 3X, sobre portadoras de 1,25 MHz y 3,75 MHz (3x1,25 MHz), respectivamente.

Con la misma finalidad, el 3GPP2 también ha normalizado los sistemas HDR (High Data Rate) como una evolución del sistema 1X. El sistema HDR comprende la red 1xEV-DO propuesto por el fabricante Qualcomm para la comunicación de datos para conmutación de paquetes (acceso a Internet) y el 1xEV-DV propuesto por Motorola (en fase de desarrollo), que incluye servicio de voz y datos simultaneamente.

Ya que la firma Alegro PCS trabaja con la Tecnología CDMA2000 1X para los servicios de voz, se realizará una descripción corta de este sistema.

2.1.2 Arquitectura de la Red CDMA2000

En la Figura 2-1 se muestra un sistema completo donde se muestra tanto la parte de CDMA2000 1x como la parte de CDMA2000 1xEV-DO.

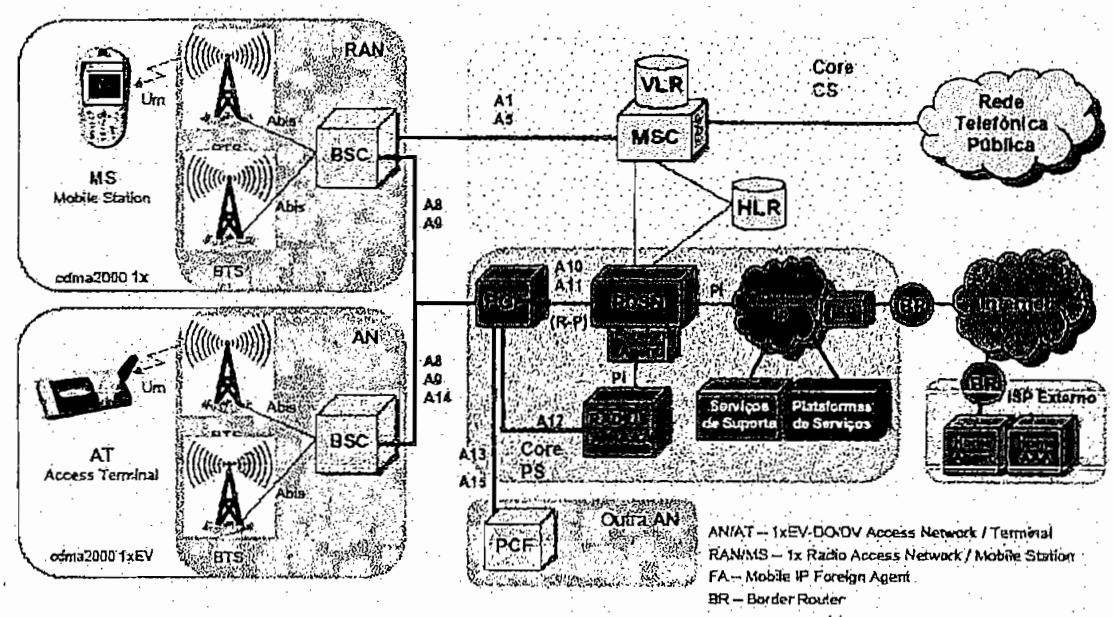


Figura 2-1: Arquitectura de la Red CDMA2000[41]

La parte CDMA2000 1XEV-DO es descrita posteriormente. En esta parte se comenzará describiendo los componentes de CDMA2000 1X a continuación:

- Red de Acceso al Radio 1x (RAN):

  MS.- Estación Móvil (Mobile Station en la terminología 1x)

  BTS.- Estación Base (Base Transceiver Station) estación base de transmisión y recepción.

  BSC.- Controlador de Estación Base (Base Station Controller)

- Núcleo (CS Conmutación de circuitos y PS Conmutación de Paquetes):

  HLR (Home Location Register): Base de datos con el registro de los subscritores y sus respectivos perfiles de servicios.

---

[41] Cruz Rui, "Computação Móvel-Comunicação de Dados em CDMA2000".

MSC/VLR (Mobile Switching Center/Visitor Location Register): Es un conmutador digital en modo conmutación de circuitos (CS, Circuit-Switch) tradicional. Normalmente tiene asociada una base de datos (VLR) que sirve a los terminales activos en la red[42].

2.1.3 Descripción de las Interfaces en CDMA2000 1X

La interfaz A1 lleva información de señalización entre las funciones de control de llamada (CC) y manejo de movilidad (MM) del MSC y el componente de control de llamada de la estación base (BSC).

La interfaz A2 lleva información a 64/56 Kbps o información digital sin restricciones (UDI, Unrestricted Digital Information) a 64 Kbps entre el componente de conmutación del MSC y la función de la unidad de distribución/selección (SDU, Selection/Distribution Unit) de la BTS.

La interfaz A3 lleva información de usuario codificada (voz/datos) y la información de señalización entre la función de la SDU perteneciente a la BTS de la fuente y el componente del elemento del canal del BTS objetivo. Este es una descripción lógica de los puntos finales del interfaz A3. El interfaz es compuesto de dos partes: señalización y tráfico de usuario. La información de señalización es llevada a través de un canal lógico separado del canal de tráfico de usuario, y controla la asignación y uso de canales para transportar el tráfico de usuario.

La interfaz A5 lleva un flujo full duplex de bytes entre el MSC y las funciones SDU del BSC.

La interfaz A7 lleva información de señalización entre una fuente BSC y un objetivo BSC[43].

2.1.4 Tecnología de Red CDMA2000 1xRTT

El sistema CDMA2000 se ha planteado como una evolución del sistema de segunda generación americano IS-95, el cual actualmente soporta datos en paquetes de hasta 64 Kbps (IS-95-B). En la Figura 2-2 se representa la arquitectura de las capas de CDMA2000.

---

[42] Cruz Rui, "Computação Móvel-Comunicação de Dados em CDMA2000"

[43] RADCOM Ltd., "Introduction to CDMA2000 1x/1x-EV-DO"

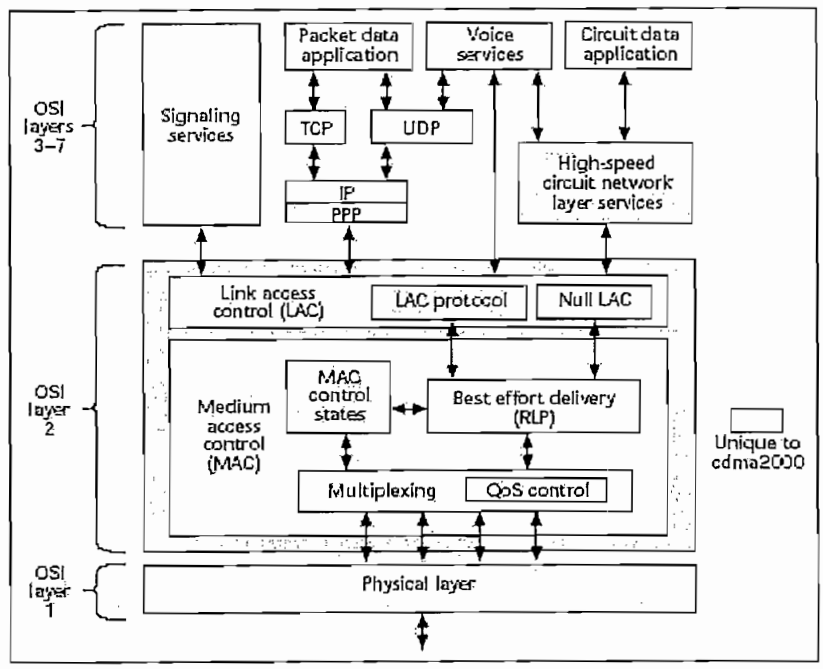


Figura 2-2: Arquitectura de capas del sistema CDMA2000[44]

La arquitectura de protocolos de CDMA2000 considera explícitamente las siguientes capas:

2.1.4.1 *Nivel Físico (L1)*

Responsable de la recepción y transmisión de bits al medio físico (Air Link), para lo cual es necesario efectuar la conversión de información a ondas electromagnéticas mediante mecanismos de modulación. Los bits de la señal son codificados antes de ser modulados.

2.1.4.2 *Nivel de Enlace (L2)*

Este nivel está subdividido en dos subniveles:

Subcapa MAC (Medium Access Control): controla el acceso de los niveles superiores al medio físico.

Subcapa LAC (Signaling Link Access Control): responsable por asegurar la confiabilidad de los mensajes de señalización y control[45].

---

[44] Evolution of Wireless Data Services: IS-95 to CDMA2000.

[45] Cruz Rui; "Computação Móvel: Comunicação de Dados em cdma2000"

2.1.4.3 *Nivel 3 – Capas Superiores (L3)*

Este nivel proporciona el control de flujo de la información del sistema, en términos de señalización, servicio de datos y servicio de voz.

La arquitectura propuesta soporta multiservicios y multimedia, es decir, que cualquier combinación de servicios de voz, datos en paquetes y datos en circuitos de alta velocidad, puede funcionar simultáneamente, siempre limitada por las capacidades de la interfaz aire. Incluye un mecanismo de control de calidad de servicio QoS (Quality of Service), para balancear los diferentes requisitos de múltiples servicios concurrentes.

Otra característica importante de esta arquitectura es que los servicios de la capa de enlace pueden ser utilizados por distintos tipos de clientes en las capas superiores.La red troncal se basa en ANSI-41, pero las especificaciones incluyen las capacidades necesarias para el funcionamiento sobre redes basadas en GSM MAP. En la RTT propuesta, 1X hace uso de un ancho de banda de 1,25 MHz y una tasa de chip de 1,2288 Mcps, siendo el funcionamiento similar a IS-95[46]

2.1.5 Canales Físicos y Canales Lógicos

En la terminología CDMA2000 se definen canales físicos y canales lógicos para el transporte de datos de usuario y para señalización como se muestra en la Tabla 2-1. El canal físico es un camino de comunicación entre un terminal móvil y una BTS, descrito en términos de codificación y caracterización de radiofrecuencia. El canal lógico es un camino de comunicación intrínseco a las llamadas de protocolos de la BTS y del terminal móvil. La información contenida en un canal lógico es llevada por uno o más canales físicos. Están definidos mapas entre los canales físicos y los canales lógicos. Los mapas pueden ser permanentes o apenas efectuados en el período de duración de una llamada (voz o datos).

[46] Cruz Rui; "Computação Móvel: Comunicação de Dados em cdma2000"

Tabla 2-1: Canales físicos y canales lógicos de CDMA2000 1x[47].

Canales Físicos

Enlace Directo		Enlace Reverso	
Denominación del Canal	Nombre del Canal	Denominación del Canal	Nombre del Canal
F-SCH	Forward Supplemental Channel	R-SCH	Reverse Supplemental Channel
F-SCCH	Forward Supplemental Code Channel	R-SCCH	Reverse Supplemental Code Channel
F-FCH	Forward Fundamental Channel	R-FCH	Reverse Fundamental Channel
F-DCCH	Forward Dedicated Control Channel	R-DCCH	Reverse Dedicated Control Channel
F-PCH	Paging Channel		
F-QPCH	Quick Paging Channel		
		R-ACH	Access Channel
		R-EACH	Enhanced Access Channel
F-CCCH	Forward Common Control Channel	R-CCCH	Reverse Common Control Channel
F-BCCH	Broadcast Control Channel		
F-CPCCH	Common Power Control Channel		
F-CACH	Common Assignment Channel		
F-SYNCH	Sync Channel		
F-PICH	Forward Pilot Channel	R-PICH	Reverse Pilot Channel
F-TDPICH	Transmit Diversity Pilot Channel		
F-APICH	Auxiliary Pilot Channel		
F-ATDPICH	Auxiliary Transmit Diversity Pilot Channel		

Canales Lógicos

Enlace Directo		Enlace Reverso	
Denominación del Canal	Nombre del Canal	Denominación del Canal	Nombre del Canal
f-csch	Forward Common Signaling Channel	r-csch	Reverse Common Signaling Channel

[47] Samuel C. Yang, "3G CDMA2000 wireless system engineering"

f-dsch	Forward Dedicated Signaling Channel	r-dsch	Reverse Dedicated Signaling Channel
f-dtch	Forward Dedicated Traffic Channel	r-dtch	Reverse Dedicated Traffic Channel

Los canales físicos (PHCH) en CDMA2000 pueden ser clasificados dentro de dos grupos, llamados canales físicos dedicados (DPHCH) y canales físicos comunes (CPHCH). Los DPHCHs llevan información entre la estación base y una sola estación móvil, mientras CPHCHs lleva información entre la estación base y varias estaciones móviles.

Cada estación base transmite su propio canal piloto directo (PICH), el cual es compartido por todas las estaciones móviles dentro del área de cobertura de la estación base. Las estaciones móviles pueden usar este canal piloto directo para realizar la estimación del canal para detección coherente, soft handover y la rápida adquisición de señales fuertes en ambientes donde una señal sigue múltiples trayectorias. El PICH es transmitido junto con todos los otros canales físicos directos de la estación base usando un código ortogonal único (código walsh 0). Los opcionales canales piloto comunes auxiliares (CAPICH) y canales piloto auxiliares dedicados (DAPICH) son usados para soportar la implementación de arreglos de antenas. Los CAPICHs proporcionan un rango de cobertura compartida entre un grupo de estaciones móviles, mientras un DAPICH es dirigido hacia una estación móvil particular. Cada estación móvil también transmite un canal piloto reverso multiplexado con un código ortogonal (PICH), el cual habilita la estación base para realizar una detección coherente en el enlace directo así como para detectar los múltiples caminos e invocar mediciones de control de potencia. Adicionalmente a los símbolos piloto, el PICH reverso también contiene bits de control de potencia multiplexados en tiempo ayudando en el control de potencia directo.

El uso de dos canales físicos dedicados de datos, es decir, los llamados canales fundamentales (FCH) y suplementarios (SCH), perfecciona el sistema durante múltiples transmisiones de servicios simultáneos. Cada canal lleva un diferente tipo de servicio el cual es codificado y entrelazado independientemente. Sin embargo en cualquier conexión puede haber solo un FCH, pero algunos SCHs pueden ser soportados.

El canal sincrónico (SYNCH) es usado para ayudar en la sincronización inicial de una estación móvil a la estación base y provee a la estación móvil un sistema de información relacionada, incluyendo la compensación de la secuencia de pseudo ruido (PN), la cual es usada para identificar las estaciones base y el código de enmascaramiento largo.

Las funciones de paginación y transmisiones de paquetes de datos son dirigidos por el canal directo de paginación (PCH) y el canal de control común directo (CCCH). El PCH es incluido en CDMA2000 para proveer funcionalidad a IS-95B[48].

2.1.5.1 *Ensanchamiento y Modulación*

Generalmente hay tres capas de ensanchamiento en CDMA2000. Cada señal en el enlace reverso es distinguida por diferentes identificadores (offsets) de un código extenso, asemejándose mucho este procedimiento al usado en IS-95. Este código largo es una secuencia con un período de 2^{42}-1 chips. Diferentes identificadores (offsets) de usuario se los obtiene utilizando una máscara de código largo. La ortogonalidad entre los diferentes canales físicos del mismo usuario pertenecientes a la misma conexión en el enlace reverso es mantenida mediante el ensanchamiento usando códigos Walsh.

En la Figura 2-3 se muestra el diagrama de bloques del transmisor de enlace descendente del sistema CDMA2000.

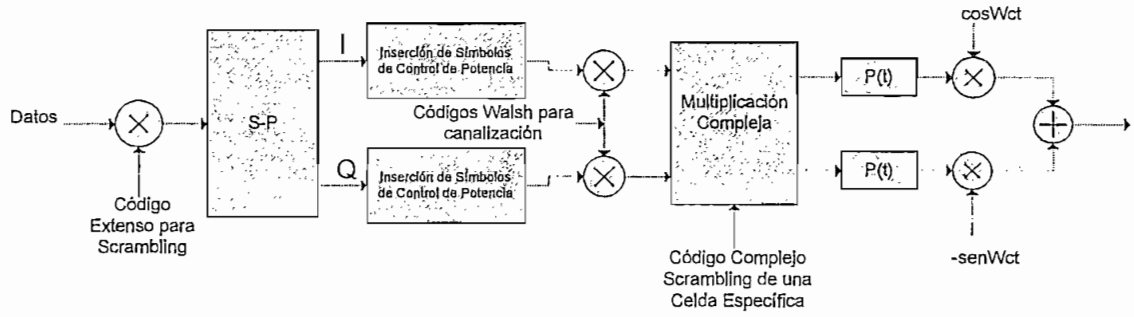


Figura 2-3: El transmisor de Enlace Descendente CDMA2000[49].

En el enlace directo de IS-95, la expansión con el código Walsh es realizado antes de la modulación QPSK, al contrario de CDMA2000 donde los datos son primero modulados con QPSK y luego los datos de las ramificaciones I y Q son

---

[48] Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

[49] Hanzo Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

extendidos con el mismo código Walsh, de esta manera el número de códigos Walsh disponibles se duplica debido a la ortogonalidad entre las portadoras I y Q. La longitud de los códigos Walsh de canalización reverso/directo (UL/DL) varía según la velocidad de los datos. Todas las estaciones base del sistema se las distingue mediante distintos identificadores (offsets) de la misma secuencia del enlace directo. Los polinomios de realimentación de intercambio de registros para las secuencias I y Q son $X^{15}+X^{13}+X^{9}+X^{8}+X^{7}+X^{5}+1$ y $X^{15}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^{6}+X^{5}+X^{4}+X^{3}+1$, respectivamente. El identificador de estos códigos debe satisfacer un valor mínimo, el cual es igual a 64xPilot_Inc, donde Pilot_Inc es un parámetro de reuso de código, el cual depende de la topología del sistema, análogo al factor de reuso de frecuencia en FDMA[50].

2.1.5.2 *Acceso Aleatorio*

La estación móvil inicia una petición de acceso a la red transmitiendo en varias ocasiones una presunta prueba de acceso hasta que un reconocimiento de la petición es recibida. Este proceso de enviar una petición es conocido como intento de acceso. Con un solo intento de acceso, la petición debe ser enviada a varias estaciones base. Un intento de acceso dirigido a una estación base específica es conocido como un subintento. Con un subintento varias pruebas de acceso con incremento de potencia pueden ser enviadas. La Figura 2-4 muestra un ejemplo de un intento de acceso. La transmisión de la prueba de acceso sigue el algoritmo de ALOHA ranurado.

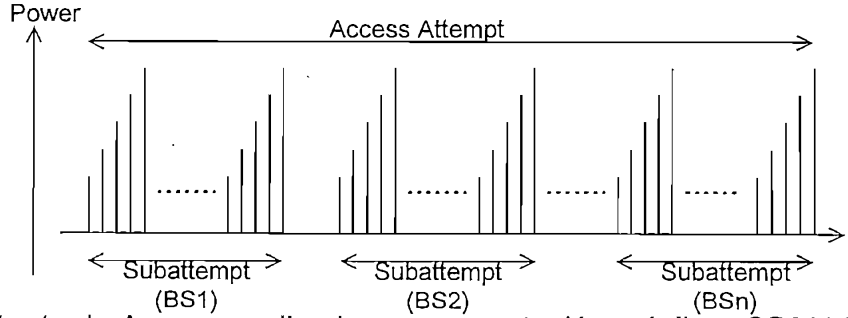


Figura 2-4: Intento de Acceso realizado por una estación móvil en CDMA2000[51].

[50] Hanzo Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

[51] Hanzo Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

Si un reconocimiento de la más reciente prueba transmitida no es recibida por la estación móvil después de un período de descanso, otra prueba es transmitida en otro intervalo aleatoriamente elegido, obedece el régimen de la Figura 2-4.

Dentro de un subintento (Figura 2-4), una secuencia de pruebas de acceso es transmitida hasta que un reconocimiento es recibido por la estación base.

Cada prueba de acceso sucesiva es transmitida con una alta potencia comparada a la prueba de acceso previa, como se muestra en la Figura 2-5. La potencia inicial (IP) de la primera prueba es determinada por el control de potencia de enlace abierto, más una potencia de compensación nominal que corrige el desequilibrio del control de potencia de enlace abierto entre los enlaces de subida y de bajada. Subsecuentes pruebas son transmitidas a un nivel de potencia mayor que la prueba previa. Este nivel de incremento es indicado por los Incrementos de Potencia (PI).

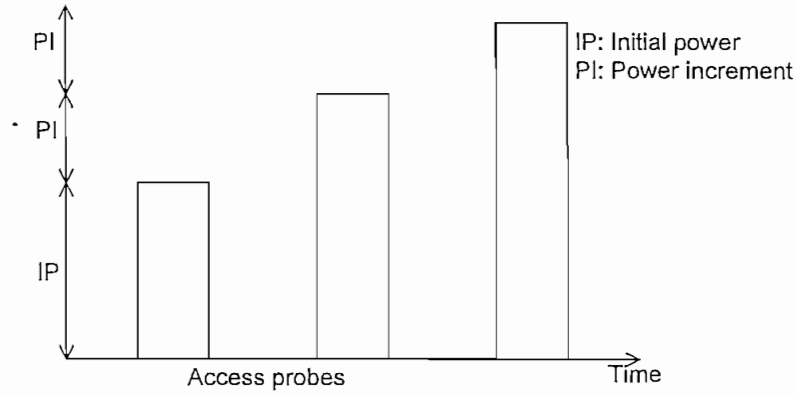


Figura 2-5: Pruebas de acceso dentro de un subintento de la Figura 2-4[52].

2.1.6 Tasas de Ensanchamiento y Configuraciones de Radio

La tasa de ensanchamiento se refiere a la velocidad de chip de la forma de onda, la cual ensancha la señal CDMA, determinando su ancho de banda espectral y su ganancia de procesamiento.

Tasa de ensanchamiento 1 es 1228800 cps (chips por segundo), igual que la actual operación IS-95. Esto hace señales de alrededor de 1.25MHz de ancho de banda, el cual puede llevar ciertas cantidades de datos por sector. Esto es llamado 1xRTT.

Tasa de ensanchamiento 3, es 3 veces la tasa de ensanchamiento 1, o 3686400 cps. Esta tasa de ensanchamiento es utilizada en el sistema CDMA2000 3xRTT.

---

[52] Hanzo Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

Esto hace señales alrededor 3.75 MHz de ancho de banda, el cual puede llevar grandes cantidades de datos por sector.

Las configuraciones de radio se refieren a los arreglos de codificación y como los canales y sus velocidades de datos son establecidos. Para los canales de tráfico se especifican varias configuraciones radioeléctricas (RC, Radio Configurations) que definen las velocidades de datos, la codificación del canal y los parámetros de modulación soportados.

Las velocidades relacionadas a las configuraciones radioeléctricas se presentan en la Figura 2-6.

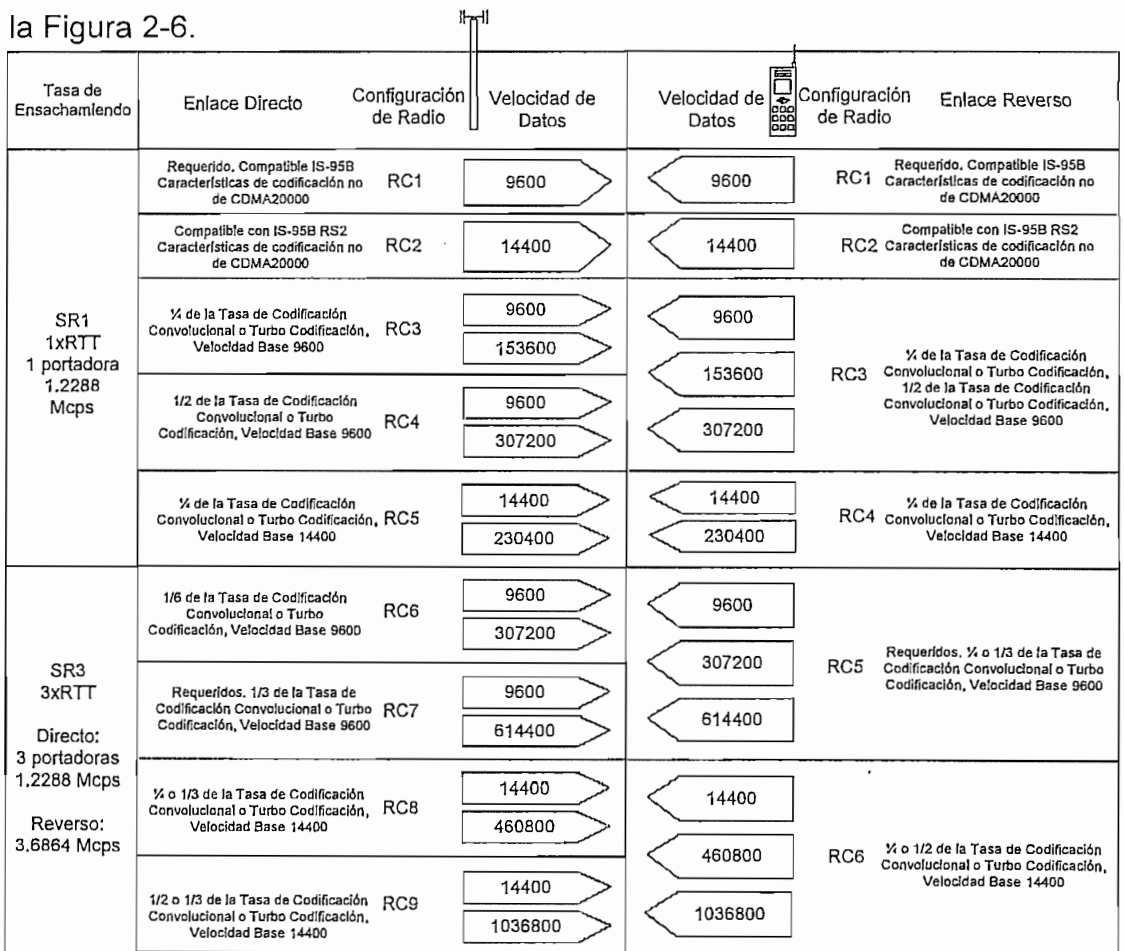


Figura 2-6: Tasas de Ensanchamiento y Configuraciones de radio[53]

Hay definidas seis configuraciones de radio para el enlace reverso y nueve para el enlace directo como se muestra en la .

Las configuraciones radioeléctricas RC1 y RC2 se han especificado para ser compatibles con IS-95-B.

[53] Baxter Scott, "Course 332 CDMA2000 Phase One:1xRTT CDMA2000"

2.1.6.1 *Handover*

Intra-frecuencia o handover suave (soft-handover) es iniciado por la estación móvil. Aún en la comunicación, la estación móvil puede recibir el mismo tipo de señal de varias estaciones base. Estas estaciones constituyen el conjunto activo de las estaciones móviles. La estación móvil continuara monitoreando el nivel de potencia del canal piloto recibido (PICH), transmitido de estaciones base vecinas, incluyendo aquellos del conjunto activo de las estaciones móviles. Los niveles de potencia de estas estaciones base son luego comparadas a un conjunto de valores límite de acuerdo a un algoritmo. El conjunto de valores límite consiste de los valores límite estáticos, los cuales son mantenidos en un nivel fijo, y los valores límite dinámicos, los cuales son dinámicamente ajustados basados sobre la potencia total recibida. Posteriormente, la estación móvil informará a la red cuando cualquiera de los niveles de potencia monitoreados exceden los valores límite.

El momento que las estaciones móviles detectan un PICH, cuyo nivel de potencia excede el valor límite, denotado como T1, este PICH será trasladado a un conjunto de candidatos y será buscado y comparado más frecuentemente en comparación con un valor límite ajustado dinámicamente denotado como T2. Este valor de T2 es una función de los niveles de potencia recibidos de los PICHs de las estaciones base en el conjunto activo. Este proceso determinará si la estación base candidata es merecedora a ser agregada al conjunto activo. Si el nivel de potencia total en el conjunto activo es débil, entonces agregando una estación base de la mayor potencia mejorará la recepción. En contraste, si el nivel de potencia total en el conjunto activo es relativamente alto, entonces resulta innecesario agregar otras estaciones base de alta potencia.

Para las estaciones base que están en el conjunto activo, el nivel de potencia de su correspondiente PICH es comparado a un valore límite dinámicamente ajustado, denotado como T3, el cual es también una función de la potencia total del PICH en el conjunto activo, similar a T2. Esto asegura que la estación base en el conjunto activo esta contribuyendo suficientemente al nivel de potencia total. Si cualquiera de los niveles de potencia de PICH que están por debajo de T3 después de un periodo específico de tiempo permitido para eliminar cualquier incertidumbre debido al desvanecimiento (fading) el cual pudo haber causado fluctuaciones en el nivel de potencia, la estación base otra vez será movida al

conjunto de candidatos donde se la comparará con un valor límite estático T4. Al mismo tiempo, la estación móvil reportará a la red la identidad de la estación base de baja potencia para permitir que la correspondiente estación base incremente su potencia de transmisión. Si el nivel de potencia disminuye mas allá de un valor límite estático, denotado como T4, entonces la estación móvil reportará esto de nuevo a la red y la estación base será subsecuentemente reducida del conjunto de candidatos[54].

2.1.7 Descripción de la red CDMA2000 1xEV-DO

Como se mencionó en el anterior capítulo los servicios móviles avanzados en los cuales se incluye la videotelefonía solo pueden ser prestados por Alegro PCS. Este es el motivo por el cual se ha escogido la tecnología CDMA2000 1xEV-DO, que es la tecnología con la cual trabaja la empresa Telecsa en el Ecuador.

1xEV-DO es un estándar de telecomunicaciones inalámbricas optimizado para la comunicación celular de datos de alta velocidad. Cdma2000 1X y Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) soportan voz y datos mientras que CDMA2000 1xEV-DO es único en el contexto de que es ideal para soportar comunicaciones de datos. La especificación es a veces llamada por el nombre calificativo High Data Rate (HDR), pero es mas comúnmente referido a 1xEV-DO.

El prefijo 1x procede de su uso, al tomar una vez la velocidad de ensanchamiento1.2288 Mcps, que es la velocidad de un canal CDMA estándar IS-95. EV enfatiza que es una tecnología evolucionista construida y perfeccionada sobre la tecnología 2G. El sufijo DO (datos optimizados o datos solamente) indica que 1xEV-DO está diseñado para eficiente transferencia de datos. Aunque es principalmente pensado solo para datos, con el adicional de la calidad del servicio (QoS) para limitar el estado latente, es enteramente posible proporcionar

El estándar CDMA20001XEV-DO define una velocidad de datos pico de 2.45 Mbps sobre el enlace directo y 153.6 Kbps sobre el enlace reverso. La diferencia entre las velocidades de estos dos enlaces se basa en la asunción de que la principal aplicación es proporcionar acceso a Internet inalámbrico.

---

[54] Hanzo Lajos, "Wireless Video Communications: Second to Third Generation and Beyond"

CDMA2000 1XEV-DO soporta un conjunto de velocidades de datos discretos en ambas direcciones comenzando en 38.4 Kbps en el enlace directo y 9.6 Kbps en el enlace reverso.

Todos los móviles periódicamente reportan la máxima velocidad de datos que ellos pueden recibir basados sobre las condiciones de radio del canal en ese momento. La red de acceso al radio tiene un organizador que observa las posibles velocidades de datos reportadas por todos los móviles y los paquetes recibidos del Internet para esos móviles. El organizador entonces planifica el uso del canal de radio para un paquete es decir un usuario en un tiempo. Cuando la transmisión del paquete es completada el organizador programa el próximo paquete y así sucesivamente.

2.1.8 Throughput de Datos

El enlace aéreo es espectralmente eficiente y proporciona un throughput pico en el enlace directo de 7.4 Mbps/celda (3 sectores) con una sola portadora de frecuencia (1.25 Mhz).

La más importante contribución de esta tecnología para tener un alto throughput puede ser atribuido a la aproximación dinámica que este sistema toma para entender las actuales condiciones de radio y reaccionar a ellas. La mayoría de las otras tecnologías inalámbricas asignan recursos basándose en los requerimientos del servicio sin observar las condiciones de radio en ese momento. 1XEV-DO obtiene las condiciones de radio de todos los terminales móviles. Los datos recolectados son utilizados para organizar los paquetes que van a ser transmitidos de tal forma que se maximice el throughput del sistema.

Otra razón para que CDMA2000 1XEV-DO proporcione un muy alto throughput es el uso de codificación adaptiva y modulación. Este sistema examina las actuales capacidades de recepción de datos de un terminal y adapta los parámetros de transmisión incluyendo la velocidad de codificación y la modulación, para transmitir la información. La codificación y modulación pueden cambiar de paquete a paquete.

Para tener un mayor throughput se utiliza una planificación aproximada al de una tubería gruesa para el manejo de recursos. A diferencia de cdma20001x, se asigna el uso del todo el ancho de banda en su canal de radio para un solo usuario a la vez en el enlace directo. En otras palabras durante la transmisión de

datos en paquetes de un usuario, el sistema efectivamente asigna todos los recursos a la transmisión de un sòlo usuario. Esto posibilita que la red use la máxima potencia disponible para el cliente, lo cual ayuda a tener una alta velocidad de datos sobre el aire.

Una razón más para tener un alto throughput, es el esquema de conocimiento temprano usado a nivel de capa física. Cuando un usuario está transmitiendo sobre el aire, los datos son usualmente protegidos para ayudar con la recuperación del error en el receptor. CDMA2000 1XEV-DO transmite múltiples copias de los datos codificados como es dictado por la actual velocidad de datos en paquetes. Si el receptor detecta la recepción válida de una copia de los datos a nivel de capa física, este inmediatamente enviará una respuesta positiva al transmisor. El emisor entonces detendrá la transmisión de futuras copias del mismo paquete. El tiempo que habrá usado para enviar el resto de copias, puede ser redistribuido en otro paquete y esto incrementará el throughput del sistema.

La mayoría de las aplicaciones de datos reciben mayores cantidades de datos de la infraestructura de red inalámbrica que la que es transmitida en la dirección reversa. Por lo tanto, 1xEV-DO proporciona velocidades de datos asimétricas sobre los enlaces Directo y Reverso.

La velocidad de datos pico de 1xEV-DO que se puede tener en un sector es:

Enlace Directo = 2,457 Mbps

Enlace Reverso = 153,6 Kbps

El enlace aéreo (enlace entre la MS y la BTS) usa eficientemente los recursos de red proporcionando un alto rendimiento del throughput promedio de datos con solo 1,25 MHz de espectro. Dado un sector completamente cargado, con un número de usuarios distribuido uniformemente a través del área de cobertura, el throughput promedio del enlace directo en una celda (3 sectores) es:

Enlace Directo:

Ambiente Pedestre =3,1 Mbps/celda (antena receptora sola)

=4,0 Mbps/celda (antena receptora dual)

Baja velocidad de movimiento del usuario

=1,3 Mbps/celda (antena receptora sola).

=2,5 Mbps/celda (antena receptora dual)

Alta velocidad de movimiento del usuario.

=2,0 Mbps/celda (antena receptora sola)

=3,1 Mbps/celda (antena receptora dual)

El throughput promedio del enlace reverso es de 600 Kbps/celda (3 sectores)[55].

2.1.9 Arquitectura de RED

Un modelo de arquitectura de referencia es presentado en la Figura 2-7.

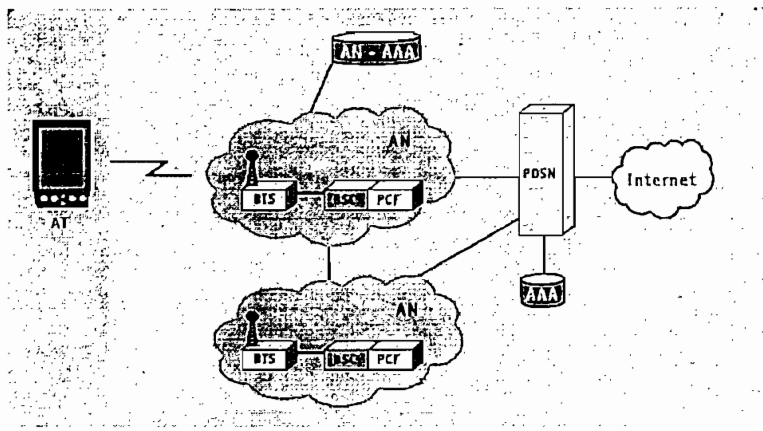


Figura 2-7: Modelo de Arquitectura de Referencia[56]

La arquitectura de CDMA2000 1XEV-DO consiste del dispositivo de usuario, la red de acceso por radio y la red de datos en paquetes.

2.1.9.1 *El Dispositivo del Usuario*

Es el dispositivo inalámbrico móvil referido como el Terminal de Acceso (AT). Un Terminal de acceso (AT) es un dispositivo principalmente para datos ya que 1XEV-DO está diseñado solo para datos, por lo tanto necesita soportar varias aplicaciones de datos según los requerimientos del usuario.

2.1.9.2 *La Red de Acceso (AN)*

Es la responsable por la interfaz de radio sobre el aire. La mayoría de las implementaciones usarán un controlador de estación base (BSC) con una función de control de paquetes (PCF) y múltiples estaciones base (BTS) para formar la red de acceso.

---

[55] QUALCOMM, Inc.,"1xEV: 1x EVolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview"

[56] http://www.awardsolutions.com/

Las AN son típicamente implementadas con un BSC y una o varias BTS. Las BSCs son responsables de la asignación de recursos de radio y la administración de la movilidad de radio, también proporcionan conectividad entre AN y los elementos de red de datos en paquetes. Ellas también son típicamente responsables por la administración de BTSs en la red de acceso. En una red 1XEV-DO define la función de control de paquetes (PCF) similar a CDMA2000. Las responsabilidades de PCF incluyen la administración del estado de los datos en paquetes, la administración del buffer de datos en paquetes y la administración de la interfaz entre la AN y los elementos de la red de datos en paquetes. Típicamente las implementaciones pueden combinar el PCF con el BSC.

Las BTSs son responsables por las funciones de recepción y transmisión de las señales de radio, procesamiento digital en banda base tal como codificación y decodificación, y modulación y demodulación en RF. El BTS es también responsable por la programación de la información difundida en el sistema, programación de búsqueda del usuario y paquetes de usuario por sobre el área de transmisión[57].

2.1.9.3 *La Red de Datos en Paquetes*

Los elementos relacionados a la red de datos en paquetes son el nodo de servicios de datos en paquetes (PDSN) y el servidor AAA.

El AN puede ser conectado a un servidor AN-AAA. El AAA es un soporte para Autentificación, Autorización y Contabilidad. AN-AAA sin embargo es solo responsable por la autentificación de acceso al radio, no proporciona autorización o autentificación para servicios de datos en paquetes y no está envuelto en las funciones de recolección de los datos de facturación. Este servidor es un elemento opcional en la arquitectura CDMA2000 1XEV-DO. El sistema CDMA2000 1XEV-DO no es conectados a redes IS-41 y no contienen nodos MSC y HLR. Por lo tanto el servidor AN-AAA es requerido en las redes CDMA2000 1XEV-DO si la autentificación de acceso al radio es deseada.

El PDSN es responsable de soportar la administración de direcciones IP, enrutamiento de paquetes entre las redes de datos y las redes inalámbricas, recolección de la información para la facturación y soporte de autentificación para

---

[57] http://www.awardsolutions.com/

servicios de datos en paquetes. El PDSN es similar al servidor de acceso remoto (RAS) o el servidor de acceso a la red (NAS) en las redes de proveedores de servicio de Internet (ISP). Si el soporte del servicio móvil IP es proporcionado en la red CDMA2000 1XEV-DO, el PDSN implementa la funcionalidad de agentes foráneos (FA).

El servidor AAA es una base de datos responsable por el almacenaje de los perfiles del usuario y soporta las funciones de autentificación, autorización y contabilidad para servicios de datos. Esto es diferente del servidor AN-AAA, el cual solo es responsable por la autenticación de acceso al radio. El servidor AAA es heredado del mundo Internet y es también usado en las redes CDMA2000 para soporte de datos en paquetes. El servidor AAA autentifica y autoriza a usuarios para servicios de datos en paquetes y conectividad a la red de datos en paquetes tal como el Internet. Adicionalmente el servidor AAA recolecta el consumo de radio y las estadísticas de datos en paquetes para cada sesión de usuario y los almacena como el registro de consumo de datos. El registro del consumo AAA son usados para la facturación[58].

2.1.10 Interfaces

En una red 1XEV-DO tenemos muchos interfaces entre cada uno de sus componentes como se puede ver en la Figura 2-8.

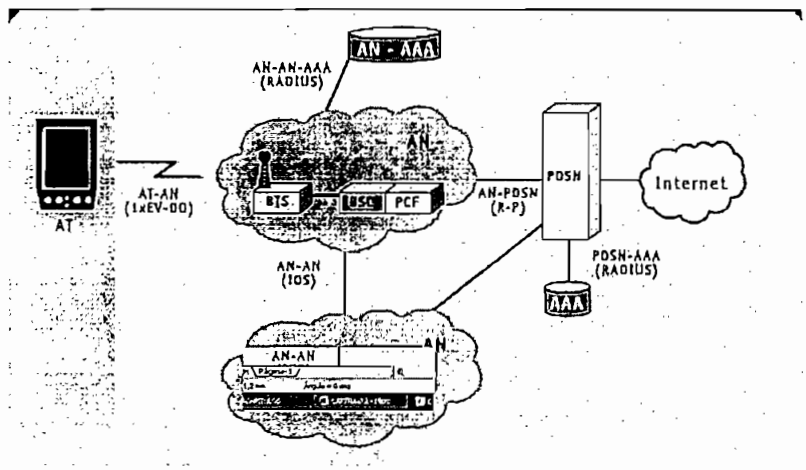


Figura 2-8: Interfaces existentes en una red CDMA2000 1XEV-DO[59]

[58] http://www.awardsolutions.com/

[59] http://www.awardsolutions.com/

La interfaz aire de CDMA2000 1XEV-DO está definido por IS-856, la cual es la especificación de la interfaz aire de alta velocidad de datos en paquetes CDMA2000. El estándar 1XEV-DO define al interfaz AT-AN como una pila de protocolo de 7 capas como se muestra en la Figura 2-9. Note que estas 7 capas corresponden a las dos capas mas bajas del modelo de pila de protocolos de OSI de 7 capas.

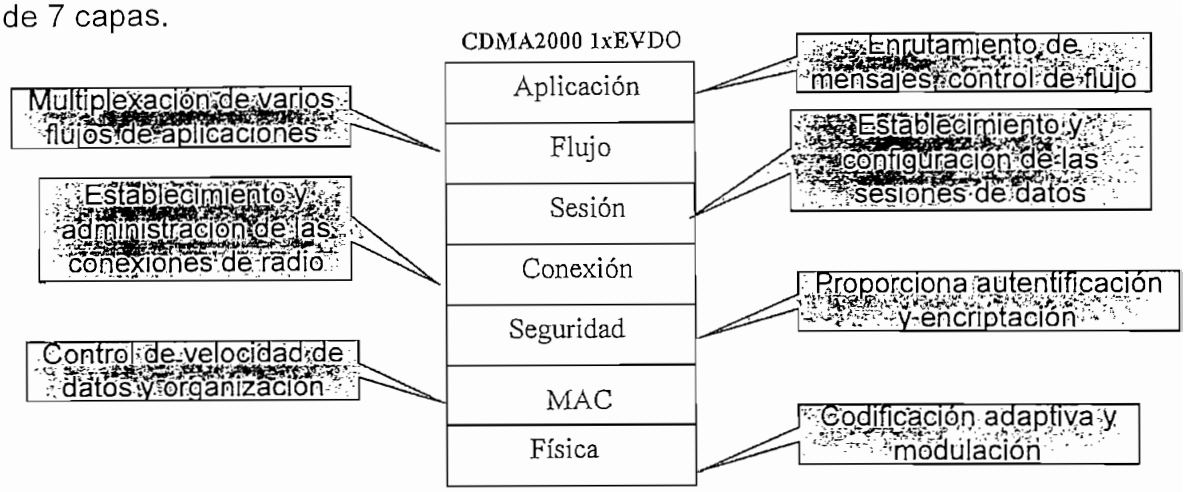


Figura 2-9: Estructura de Capas de la Interfaz Aérea entre el Terminal de Acceso y la Red de Acceso[60].

La interfaz AN-PDSN es también referido como la interfaz R-P (Radio-Paquetes) y se encuentra representada en la Figura 2-10. Esta interfaz conecta la red de acceso a la red de datos en paquetes. La interfaz R-P es definido por el estándar IS-2001, especificación de interoperabilidad para interfaces de red de acceso de CDMA2000.

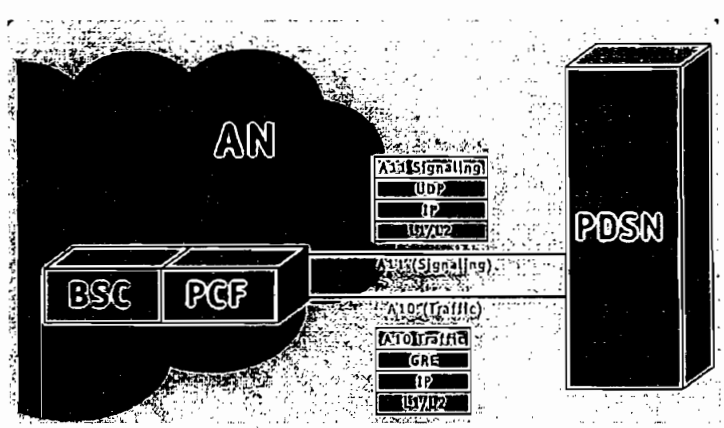


Figura 2-10: Interfaz entre la Red de Acceso y el PDSN[61]

[60] http://www.awardsolutions.com

[61] http://www.awardsolutions.com/

El interfaz R-P extiende la definición de la interfaz CDMA2000 R-P. Esta interfaz define el protocolo de señalización A11 para la configuración, manejo y liberación de las sesiones para la administración del tráfico de usuario. Con respecto al tráfico, R-P define el protocolo A10 para los mecanismos de transferencia de datos entre el PDSN y el BSC/PCF. Para la señalización y tráfico, R-P usa protocolos basados en IETF (Fuerza de Trabajo de ingeniería en Internet) tal como UDP e IP. Las capas 1 y 2 no están definidas en el estándar R-P y están pendientes como una alternativa de la implementación.

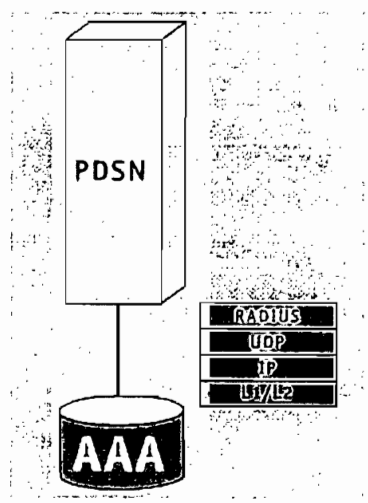


Figura 2-11: Interfaz entre el PDSN el servidor AAA[62]

La interfaz PSDN-AAA representada en la Figura 2-11, es una interfaz lógica. El protocolo de capa aplicación usado por el PDSN y el servidor AAA es el protocolo de servicio de usuario telefónico de acceso remoto (RADIUS). Radius no es un nuevo protocolo definido para redes CDMA2000 y CDMA2000 1XEV-DO. Radius es usado en redes ISP, esta definido por el IETF en el RFC 2865 y RFC relacionados. La PDSN usa esta interfaz para autentificar un usuario para servicios de datos en paquetes. El PDSN también usa esta interfaz para enviar los datos del registro de consumo, como es necesario para almacenar en el servidor AAA y procesamiento para la facturación.

[62] http://www.awardsolutions.com/

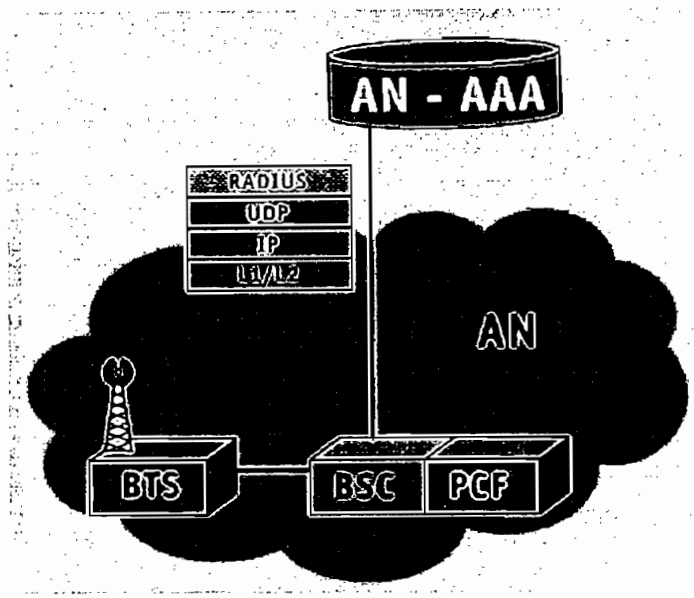


Figura 2-12: Interfaz entre la Red de Acceso y el servidor AN-AAA[63]

En la Figura 2-12 se muestra los protocolos que componen la interfaz entre AN-AAA y AN.

Antes de analizar esta interfaz hay que recordar que el servidor AN-AAA es un elemento opcional de la red. Por lo tanto este interfaz puede no ser usado en algunas implementaciones de red. AN-AAA sirve como nodo de autentificación de acceso para usuarios y dispositivos a nivel de radio. Por lo tanto esta es una interfaz solo de señalización y es referido como el interfaz A12. Este interfaz está definido en IS-878, la especificación de interoperabilidad de CDMA2000 1XEV-DO para la interfaz de la red de acceso CDMA2000. La interfaz entre AN y AN-AAA usa el protocolo RADIUS. Se debe notar que el AT no tiene IMSI o ESN como en un sistema CDMA20000. AT y AN-AAA usará el protocolo de autentificación (CHAP) para autentificación de acceso. Esta interfaz elimina la necesidad para MSC y HLR en redes CDMA2000 1XEV-DO y es el principal cambio respecto a la red CDMA2000.

[63] http://www.awardsolutions.com/

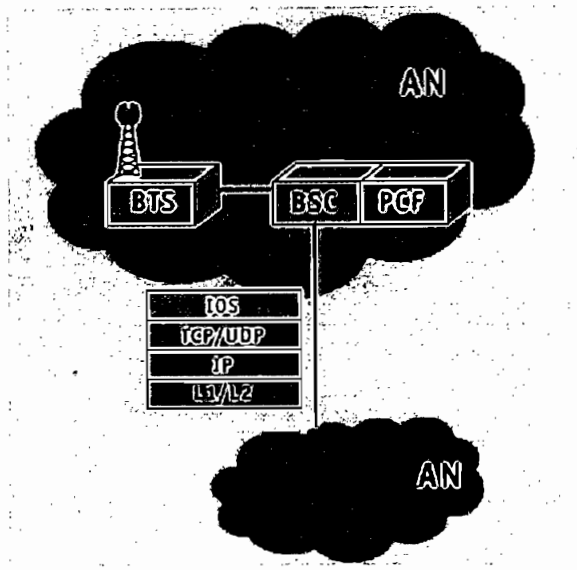


Figura 2-13: Interfaz entre dos Redes de Acceso[64]

La interfaz entre AN y AN es llamado interfaz A13 y es definido en IS-878. Esta también es una interfaz únicamente de señalización. Esta interfaz es definida para soportar una amplia área de movilidad para sesiones de datos en paquetes, cuando los AT se mueven del área de cobertura de un AN al área de cobertura de otro AN. Esta interfaz es usada para el intercambio de información de la configuración de la sesión entre ANs y soportar movilidad. Esta interfaz puede también ser usada para la autentificación del usuario/dispositivo para un AT roamer.

2.1.11 Canales de la Capa Física

1XEV-DO requiere un ancho de banda de 1.25 Mhz en cada dirección y usa una tasa de ensanchamiento de 1.2288 Mcps.

La estructura de las tramas enviadas en la capa física están conformadas por 16 slots de tiempo (cada slot dura 1.66 ms), con lo cual se tiene tramas con una duración de 26.67 ms. Las transmisiones de los paquetes de usuario son distribuidas en uno o más slots de tiempo. Todas las AN están sincronizadas mediante un temporizador basado en GPS. Las tramas comienzan al mismo tiempo dentro de una AN y a través de todas las ANs. Los ATs diferencial los sectores o las celdas mediante el uso de diferentes offsets en la señal piloto de

[64] http://www.awardsolutions.com/

referencia del BTS. La capa física define los canales de capa física y la organización del canal directo y reverso, los cuales son presentados en la Figura 2-14:

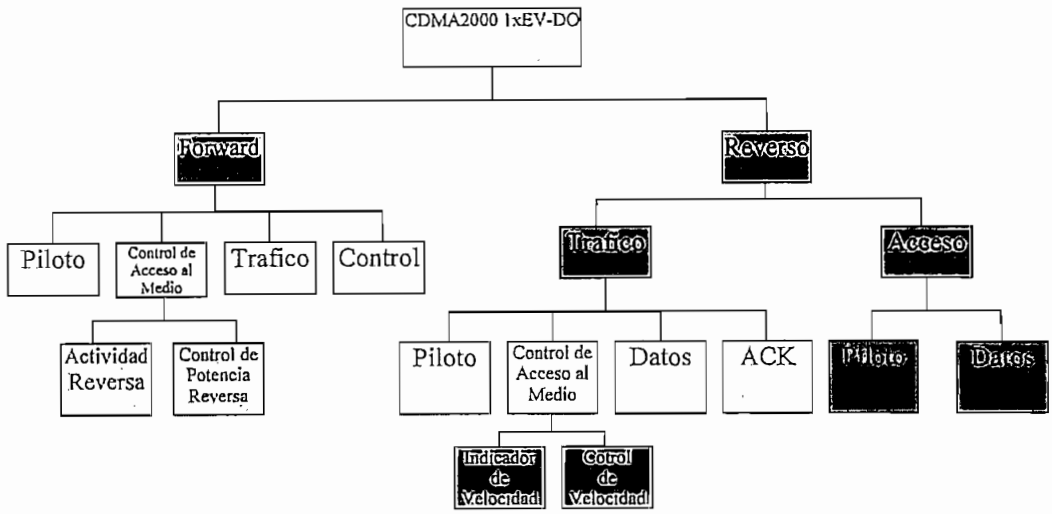


Figura 2-14: Estructura de Canal de 1xEV-DO[65]

2.1.11.1 *Canal del Enlace Directo*

El sistema 1xEV-DO emplea un enlace directo compartido y puede servir a un usuario en cualquier instante. Cuando se esté sirviendo a un usuario el AT recibe la totalidad de la potencia del transmisor de la celda como se observa en la Figura 2-15. El AT calcula su C/I y le dice a la AN la más alta velocidad de datos con la cual puede recibir información. Esto permite al transmisor de la AN operar a la máxima potencia y transmitir los datos a la más alta velocidad según los requerimientos de cada AT.

Existen beneficios adicionales de un enlace directo compartido. El algoritmo de organización aprovecha la multiplicidad de usuarios y optimiza la transmisión de datos sobre el enlace directo. Ya que más suscriptores acceden al sistema 1xEV-DO, el organizador ayuda a mejorar el flujo de tráfico mediante la organización equitativa de datos para cada suscriptor. La eficiencia lograda actualmente incrementa el throughput promedio del suscriptor.

[65] QUALCOMM, "1xEV: 1x Evolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview"

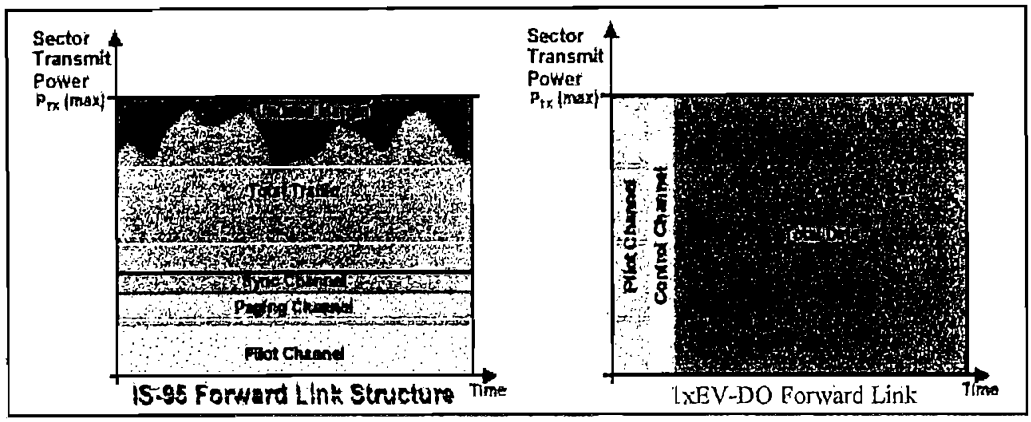


Figura 2-15: Uso Eficiente de la Potencia de Salida de la AN de 1xEV-DO en Comparación a IS-95.[66]

Se puede servir a un máximo de 60 usuarios por sector que se encuentren simultáneamente conectados en un tiempo dado. Note que este número representa los usuarios activos conectados (no en estado inactivo). Por ejemplo si los usuarios en un sector están usando aplicaciones con el 10% del factor de actividad, entonces en efecto 600 usuarios pueden ser servidos en un sector durante la hora ocupada.

1XEV DO soporta aplicaciones de alta velocidad y de alta capacidad. En el caso de aplicaciones de alta velocidad, teniendo decenas de usuarios activos por sector, a cualquier hora, se asegura que los usuarios logren altos throughputs. En el caso de aplicaciones de bajas velocidades de datos donde los usuarios están recibiendo pequeñas cantidades de información (ejemplo stock, telemetría, etc.), no usaran los canales por largos periodos de tiempo. Por lo tanto los usuarios recibirán su ráfaga corta de información y luego liberarán el canal del enlace directo. En este caso, un número muy grande de usuarios (en el orden de las centenas) pueden turnase para ser uno de los 60 usuarios activos en cada instante de tiempo.

La potencia de transmisión de los 60 usuarios activos en un sector es controlada mediante los bits de control de potencia reversa (RPC).

---

[66] QUALCOMM, "1xEV: 1x Evolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview"

Cuando un usuario no esta activamente usando el enlace aéreo pasa a un estado inactivo. Cuando el usuario comienza a usar otra vez, este automáticamente subirá sin ninguna intervención especial por parte del usuario.

El canal directo 1xEV-DO consiste de los siguientes canales multiplexados en el tiempo: el canal piloto, el canal de control de acceso al medio directo (MAC), y el canal de tráfico directo o el canal de control. El canal de tráfico lleva paquetes de datos del usuario. El canal de control lleva mensajes de control, y también puede llevar el tráfico del usuario.

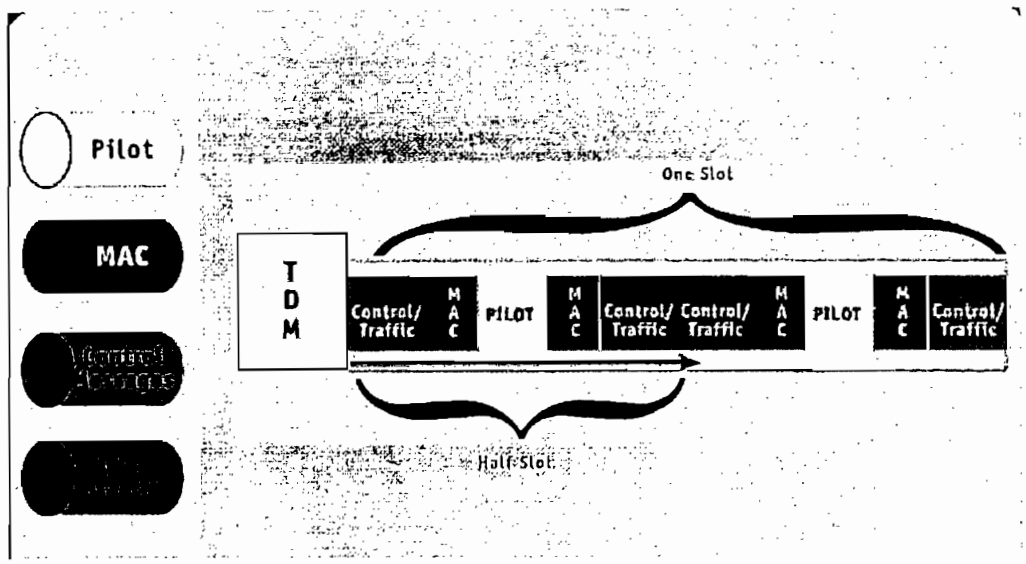


Figura 2-16: Estructura de un Slot del Enlace Directo[67].

La Figura 2-16 muestra la estructura de un slot del enlace directo, donde se observa que cada slot está dividido en dos medios slots. Dentro de cada medio slot el canal piloto se encuentran en el centro mientras que el canal MAC está dividido a cada lado del canal piloto, el canal de tráfico o el canal de control ocupan el resto del medio slot. De no haber datos de tráfico o control se transmite únicamente la información del canal piloto y el canal MAC. Los canales del enlace directo son multiplexados por división de tiempo (TDM), ésta es la principal diferencia con CDMA2000. En la Tabla 2-2 se presentan resumidas algunas de las características de la capa física del enlace directo, como son la velocidad de transmisión, la modulación utilizada, la velocidad de codificación, etc.

[67] http://www.awardsolutions.com/

Tabla 2-2: Enlace Directo de 1xEV-DO[68]

	PARÁMETROS DE LA CAPA FÍSICA											
Velocidad de Datos (Kbps)	38.4	76.8	153.6	307.2	307.2	614.4	614.4	921.6	1228.8	1228.8	1843.2	2457.6
Tipo de Modulación	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	8 PSK	QPSK	16 QAM	8 PSK	16 QAM
Bits por paquete Codificado	1024	1024	1024	1024	2048	1024	2048	3072	2048	4096	3072	4096
Velocidad de Codificación	1/5	1/5	1/5	1/5	⅓	⅓	⅓	⅓	⅓	⅓	⅓	⅓
Duración del Paquete Codificado (ms)	26.67	13.33	6.67	3.33	6.67	1.67	3.33	3.33	1.67	3.33	1.67	1.67
Numero de Slots	16	8	4	2	4	1	2	2	1	2	1	1

El enlace directo soporta velocidades dinámicas de datos. El terminal de acceso constantemente mide el C/I del canal, luego solicita la apropiada velocidad de datos para las condiciones del canal cada 1.67 ms. El punto de acceso recibe la solicitud del terminal de acceso para una velocidad de bits en particular, y codifica los datos del enlace directo exactamente a la mas alta velocidad que el canal inalámbrico puede soportar en el instante requerido. Se incluye un margen suficiente para permitir la decodificación de los datos del terminal de acceso con una baja velocidad de borrado. De esta manera, como varía las condiciones del canal y las necesidades de aplicaciones del suscriptor, la velocidad de datos óptima es determinada y proporcionada dinámicamente al usuario. En resumen los siguientes pasos son desarrollados:

» Mediciones rápidas y exactas del C/I recibido del conjunto de sectores que tengan el mejor servicio.
» Selección del mejor sector que esté siendo servido.
» Solicitud de transmisión a la más alta velocidad de datos posible para que pueda ser recibida con alta confiabilidad proporcionando la C/I medida.
» Transmisión del sector seleccionado, y solo de aquel sector, a la velocidad de datos solicitada.

[68] QUALCOMM, "1xEV: 1x Evolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview"

2.1.11.2 *Canal de Enlace Reverso*

Un terminal de acceso 1xEV-DO puede transmitir a velocidades de 9.6 Kbps a 153.6 Kbps sobre el enlace reverso.

El canal reverso se encuentra representado en la Figura 2-17 y consiste del canal de acceso y el canal de tráfico. El canal de acceso consiste de un canal piloto y un canal de datos. El canal de acceso es usado por el AT para iniciar la comunicación con la red de acceso o para responder a un mensaje dirigido a un AT. El canal piloto es una señal de referencia para ayudar a la AN con la demodulación mientras que el canal de datos contiene mensajes de señalización del AT para la AN.

El canal de tráfico consiste de un canal piloto, un canal da acceso al medio (MAC), un canal de acuse recibo (ACK), y un canal de datos. El canal MAC contiene un canal indicador de velocidad reversa (RRI) y un canal de control de velocidad de datos (DRC). El canal piloto es una señal de referencia usada por los ATs para la demodulación. El canal de datos, lleva el tráfico de datos del usuario asi como también los mensajes de control del AT al AN.

El canal ACK es usado por el AT para informar a la red de acceso si el paquete de datos transmitido sobre el canal de tráfico directo ha sido recibido con éxito o no.

El AT envía el valor de la velocidad a la cual está transmitiendo datos sobre el enlace reverso hacia la AN usando el RRI. El AT estima la velocidad que puede recibir basándose sobre el actual nivel de interferencia y lo reporta usando el DRC.

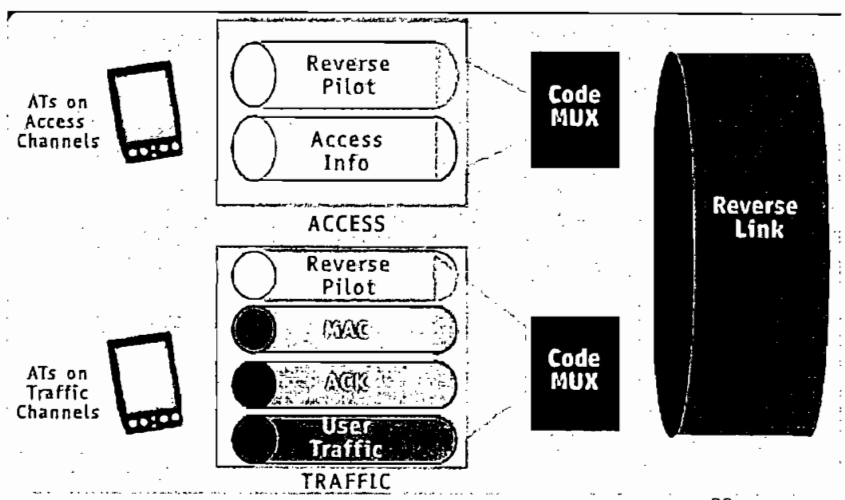


Figura 2-17: Estructura del Canal Reverso[69]

[69] http://www.awardsolutions.com/

Cuando un AT está usando tanto el canal de acceso como el canal de tráfico los datos son multiplexados en código antes de ser transmitidos sobre el aire.

Ya que múltiples ATs pueden estar transmitiendo información simultáneamente sobre el enlace reverso, las secuencias de PN largas con máscaras específicas para cada AT son utilizadas para diferenciar la información de un AT de la de otro AT.

El enlace reverso de 1xEV-DO soporta varias velocidades de datos como se muestra en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3: Enlace Reverso de 1xEV-DO[70]

	PARÁMETROS DE CAPA FÍSICA				
Velocidades de Datos (Kbps)	***9,6***	***19,2***	***38,4***	***76,8***	***153,6***
Tipo de Modulación	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK
Bits por Paquete codificado	256	512	1024	2048	4096
Velocidad de codificación	¼	¼	¼	¼	½
Duración del Paquete Codificado (ms)	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67
Numero de Slots	16	16	16	16	16

2.1.12 Protocolo Punto a Punto

Este protocolo no es parte de los protocolos de la especificación 1xEV-DO, sin embargo es un protocolo clave que las tecnologías 3G utilizan para proveer conectividad end-to-end entre el PSDN y cada terminal de acceso. Por lo tanto, es válido mencionar su rol en el sistema 1xEV-DO.

El protocolo Punto a Punto (PPP) es un protocolo de tunelización robusto, el cual establece un túnel entre el PDSN y el AT. El AT puede moverse dentro y fuera del

[70] QUALCOMM, "1xEV: 1x Evolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview"

área de cobertura de una AN y el PDSN mantendrá el estado PPP, y de este modo proporciona un túnel confiable para la transmisión de la información.

2.1.13 Handoffs de 1xEV-DO

El AT recibe datos de una sola AN en cualquier tiempo dado. En lugar de combinar la energía transmitida por múltiples AN, el AT es capaz de conmutar rápidamente la comunicación de una AN a otra.

El terminal de acceso mide el C/I, de todos los canal piloto medibles y solicita servicio a la AN con la señal piloto más fuerte. Esto sigue la regla del mejor servidor, donde el AT se comunica con el punto de acceso requerido en cualquier tiempo dado. El piloto del enlace directo permite al AT obtener una estimación rápida y exacta de C/I.

El enlace reverso hace uso de mecanismos de soft handoff. Las transmisiones del AT pueden ser recibidas por más de un punto de acceso, y por lo tanto la selección de tramas es realizada.

La ubicación actualizada de mensajes posibilita a la red de acceso conectarse al PDSN manteniendo el estado PPP al AT; por lo tanto puede re-enrutar el tráfico al AT inmediatamente sobre la recepción de la ubicación actualizada de mensajes del AT. Este método permite al AT mantener la misma dirección IP y la misma conexión PPP[71].

2.1.14 Configuración de una Sesión

Comenzamos examinando la operación de adquisición del sistema por un AT. Cuando un AT es encendido pasa por una secuencia de determinación del sistema donde el AT decide cual banda de frecuencia y que canal CDMA va a utilizar. Entonces el AT comienza escaneando la secuencia piloto para adquirir la AN. En CDMA2000 1XEV-DO el canal piloto no es transmitido continuamente y por lo tanto el procedimiento de adquisición debe buscar la secuencia piloto multiplexada en tiempo.

Cuando el AT exitosamente captura el piloto, este aún no conoce los parámetros cruciales del sistema tal como tiempo del sistema, las revisiones del protocolo de la interfaz aire usada y el offset PN piloto. Ahora el AT comienza monitoreando el canal de control. Este ignora todos los mensajes sobre el canal de control aparte

---

71

del mensaje "sync". El mensaje sync contiene la información de tiempo del sistema y el valor offset PN. El AT usa esta información y se sincroniza a si mismo con el AN.

En las redes 1XEV-DO cada AN difunde la información del sistema periódicamente sobre el aire. Esto permite que solamente un AT adquiera la AN para conocer todos los parámetros requeridos para la comunicación con el sistema. Esta información incluye los canales CDMA disponibles para usar, el conjunto de vecinos, y sus offsets PN. Una ves que un AT recibe la información del sistema, esta listo para iniciar una nueva sesión de datos en paquetes. Es preciso recordar que no se esta buscando la instalación de la sesión de datos en paquetes de "principio a fin". Solo se busca la instalación de la sesión entre el AT y el AN. Una instalación típica de la sesión de datos consiste de tres estados. En el primer estado el AN configura el AT con una dirección temporal única. El siguiente estado es la configuración de la sesión donde el AT y el AN negocian y se configuran todos los protocolos y parámetros. El estado final envuelve el procedimiento de intercambio de claves para el establecimiento, autentificación y encriptación de las claves que serán usadas durante la sesión.

El primer paso en el establecimiento y soporte de una sesión de servicios de datos en paquetes en CDMA2000 1XEV-DO es la administración de direcciones. El sistema 1XEV-DO no identifica un AT por un número serial electrónico (ESN) o un identificador de suscriptor móvil internacional (IMSI) como en sistemas CDMA2000. En lugar de eso la AN asigna dinámicamente una dirección a cada AT que se encuentre en su área de cobertura. Este identificador está referido como el identificador del terminal de acceso único (UATI). UATI es único dentro del área de cobertura de un AN. Un AT pide este identificador a la AN cuando es encendido o cuando el AT entra en una nueva subred.

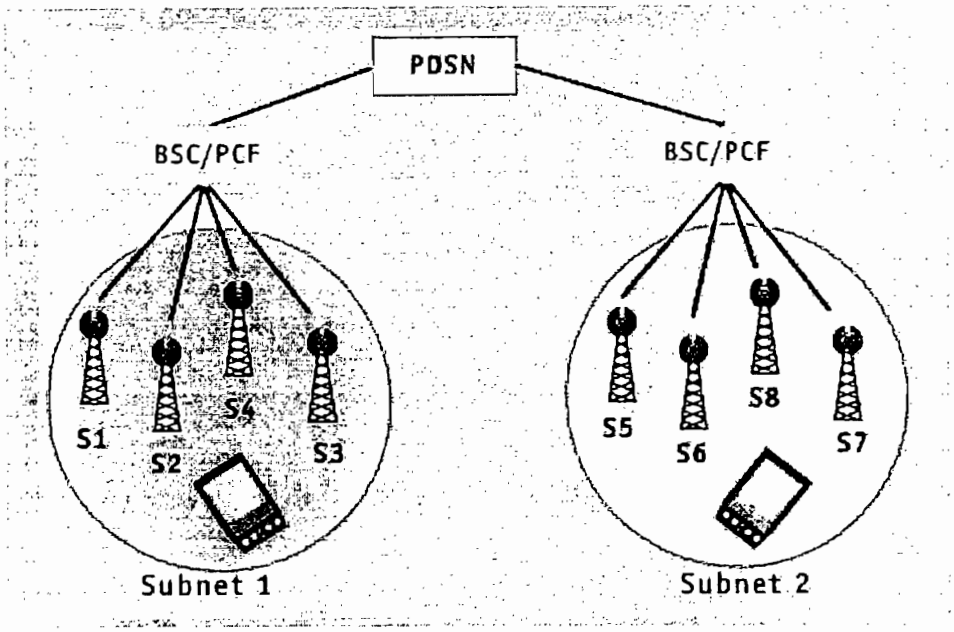


Figura 2-18: Organización de una red CDMA2000 1xEV-DO[72].

La Figura 2-18 muestra la jerarquía CDMA2000 1XEV-DO. Un subconjunto de sectores controlados por una AN es agrupado dentro de una sola subred. Cada subred es identificada por un único identificador de subred. Cada sector es identificado por un único identificador de sector dentro de una subred. En este ejemplo se muestra 2 subredes llamadas subred1 y subred2. La subred1 consiste de 4 sectores S1, S2, S3 y S4 y la subred2 incluye los sectores S5, S6, S7 y S8[73].

El AT y la AN comienzan la configuración de la sesión poniendo en funcionamiento una conexión de radio para intercambiar información. Esta conexión de radio será usada para negociar el conjunto de protocolos del interfaz de aire y los parámetros a ser usados por la sesión de datos. CDMA2000 1XEV-DO define un simple procedimiento para negociar los protocolos y los parámetros a ser usados por una sesión de datos. El procedimiento de negociación es compuesto de dos mensajes: un requerimiento de configuración enviado por el iniciador y una respuesta de configuración enviada por el receptor del requerimiento. El conjunto colectivo de información negociada usando este procedimiento es referida como los datos de configuración de la sesión. Cada

[72] http://www.awardsolutions.com/

[73] http://www.awardsolutions.com/

sesión de datos es específica del AT así los datos de la sesión incluyen el UATI del AT. La configuración de la sesión también incluye la autentificación y encriptación de las claves usadas para esta sesión. Estas claves son usadas para proporcionar funciones de seguridad para la sesión de datos en paquetes. El conjunto de protocolos usados en cada capa, junto con sus actuales estados, son también almacenados en los datos de configuración de sesión. Cada sesión de datos requiere un PDSN. Por lo tanto la dirección IP del PDSN para esta sesión es también almacenada como parte de los datos de configuración de sesión. La configuración de la sesión comienza con la negociación del conjunto de protocolos a ser usados en cada capa para esta sesión. Si todas las capas están yendo a ser usadas solo por los protocolos por defecto, esta etapa puede ser una secuencia vacía. En el siguiente estado los dos lados negocian y quedan de acuerdo sobre valores de los parámetros a ser usados por cada protocolo durante la sesión de datos. Este también puede ser una secuencia vacía si todos los valores a ser usados son los valores por defecto. Los valores por defecto para protocolos y parámetros son especificados en el estándar de la interfaz de aire CDMA2000 1XEV-DO. El último paso en la instalación de la sesión, el procedimiento de intercambio de claves es ejecutado. El procedimiento de intercambio de claves resulta en la identificación de las claves de la sesión. La clave de la sesión es entonces usada para generar claves de autentificación y encriptación para la sesión de datos. En este punto la instalación de la sesión es completa y está lista para el intercambio de tráfico entre el AN y el AT[74].

[74] http://www.awardsolutions.com/

2.2 DEFINICIONES DE VIDEOTELEFONÍA

2.2.1 Descripción de un Sistema de Videotelefonía en Redes Celulares

El rápido desarrollo tecnológico especialmente en el campo de las telecomunicaciones ha llevado al desarrollo de nuevos servicios que están acorde con la forma de vida de las personas en la actualidad.

El criterio de que el servicio prestado a una persona debe llegar a la misma, y no a un lugar donde ella pueda encontrarse ha motivado ha que nuevos servicios (tales como navegación en Internet, transmisión de fotografías, videotelefonía, etc.,) hayan sido llevados a las redes celulares proporcionando al usuario una extensa gama de servicios en un solo terminal.

Siendo la videotelefonía uno de los servicios mas complejos de proporcionar debido a las naturales limitaciones del sistema se hace necesario antes de empezar con el diseño del sistema objeto de este trabajo presentar algunas definiciones de videotelefonía y de los estándares relacionados con este tema.

La videotelefonía es definida como un teleservicio bidireccional, simétrico, audiovisual y en tiempo real en el cual se comunican imágenes en movimiento y voz. La información de imágenes es transmitida con una velocidad que permita representar el movimiento fluído de las personas.

El servicio de videotelefonía y videoconferencia tiene altos requerimientos en cuanto a las características en tiempo real. Durante estos servicios la latencia debe mantenerse al mínimo. Esto significa que el retardo de ida y vuelta entre las partes involucradas en la conversación debe ser tan bajo como sea posible (<400ms) para obtener una transferencia eficiente de la información de audio y video. Usualmente no se desea almacenar datos en una memoria temporal (búfer) para la videotelefonía ya que esto agregaría un componente de retardo extra en la conversación. A pesar de las grandes mejoras en la capacidad de la red, los proveedores de servicios están interesados en ofrecer una velocidad de bits constante (CBR) para los participantes en la videotelefonía. Para resolver esto los proveedores asignan recursos del sistema a la videotelefonía, sin embargo cuando la red se encuentra congestionada es deseable ofrecer velocidades de bits variables (VBR) las cuales producen tráfico que varía entre proporcionar CBR

y no tener nada. Los errores de transmisión causados entre los terminales no son corregidos debido a que esto agregaría un retardo a la transferencia de paquetes. El servicio y la arquitectura de videotelefonía es similar al servicio de videoconferencia, la diferencia es que en una videoconferencia es posible tener múltiples conexiones mientras que el servicio de videotelefonía proporciona una transmisión en tiempo real en ambos sentidos de video y audio entre dos diferentes localizaciones (persona a persona)[75].

Se utiliza el grupo de protocolos ITU-T H.324 sobre el protocolo de enlace de radio para brindar servicios de videoconferencia en redes de conmutación de circuitos y el H.323 para las redes con conmutación de paquetes.

Mientras 3GPP para redes UMTS y 3GPP2 para redes CDMA2000, visualizan 3G enteramente sobre una red de comunicaciones puramente basada en IP. Las actuales redes IP basadas sobre IPv4 no son suficientemente robustas para aplicaciones sensitivas al retardo y contiene un espacio de direccionamiento IP limitado. Además las comunicaciones inalámbricas tienen un elevado BER donde paquetes completos UDP/IP necesitarán ser retransmitidos después de ocurrir cualquier error, agravando el retardo y usando un ancho de banda adicional. Consecuentemente el estándar 3G-324M fue definido para permitir comunicaciones multimedia sensibles al retardo sobre la parte conmutada de la red inalámbrica.

En agosto 2002 el cuerpo de estándares 3GPP2 responsable para especificaciones CDMA2000, expidieron una especificación técnica para los requerimientos de operación de 3G-324M sobre redes CDMA2000 conocido como "3GPP2 C.S0042" (Circuit Switched Video Conferencing Services) para servicios de videoconferencia de circuitos conmutados[76].

2.2.2 Estructura del Sistema de Videotelefonía

La función de estación móvil (MS) es enviar los datos de cada fuente multimedia con el correspondiente codificador de audio o video. La salida de los codificadores y el sistema de control de la interfaz son multiplexados y enviados a la capa

---

[75] Kalpitkumar Gajera, "Video conferencing on 3G Wireless Network: Compression Related Issues"

[76] RADVISION, Ltd., "3G-324M TOOLKIT For Developing 3G Conversational Multimedia and Streaming Enable Entities"

transporte de la red inalámbrica. La función de recepción en la estación móvil, demultiplexa el flujo de datos recibidos y decodifica los datos con el correspondiente decodificador de audio y video luego se reproduce la señal. Después que se ha establecido el enlace, los mensajes de control son utilizados para procedimientos de actualización de llamadas de videoconferencia y para controlar otros componentes como se muestra en la Figura 2-19.

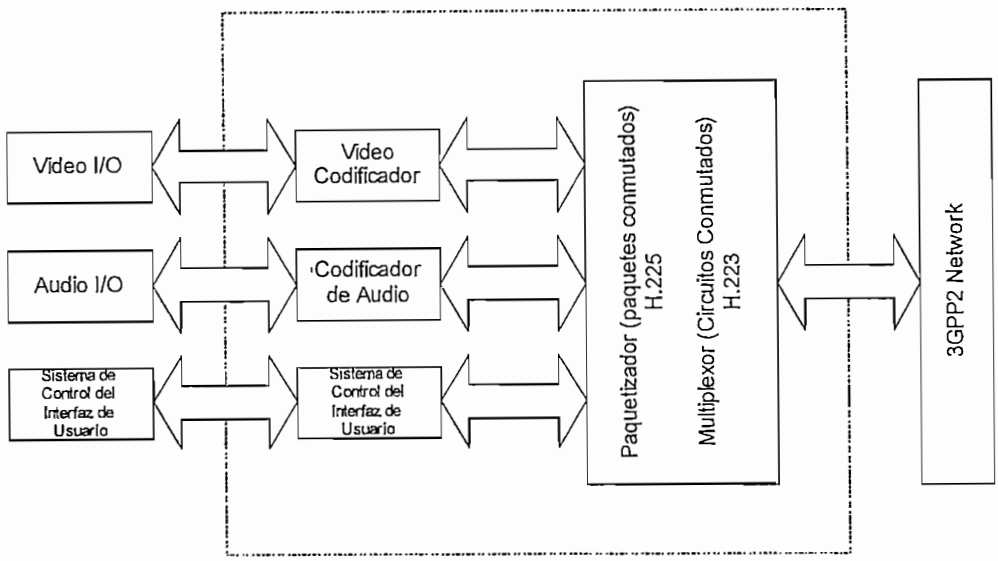


Figura 2-19: Estructura de un sistema de Videotelefonía/Videoconferencia[77].

2.2.2.1 *Estándar 3G 324M*

La recomendación ITU-T H.324 y su anexo C (H.324M) será usada para servicios de videoconferencia en las redes de conmutación de circuitos por el 3GPP2.

3G-324M está basada sobre la especificación H.324M para conferencias multimedia sobre redes de conmutación de circuitos.

3G-324M consiste de los siguientes subprotocolos:

- H.245 que es utilizado para realizar control de la llamada.
- H.223 organiza el flujo de bits (multiplexando/demultiplexando) en paquetes de datos.
- H.223 con sus anexos A y B manejan el error para tener una detección promedio baja del BER, además de realizar corrección y encubrimiento de errores.

[77] Kalpitkumar Gajera, "Video conferencing on 3G Wireless Network: Compression Related Issues"

- H.324 con sus anexos A y C fue desarrollado para realizar la operación en ambientes inalámbricos.

Los componentes 3G-324M en la red incluyen puntos finales tal como teléfonos celulares o PDAs inalámbricas, unidades de estaciones base que soportan un canal conmutado de circuitos para realizar llamadas, compuertas que permiten trabajar con SIP o H.323 para terminales IP en el en redes cableadas y con servidores que proporcionan multimedia y video sobre demanda. La red de paquetes inalámbrica puede proporcionar un robusto conjunto de servicios IP tolerantes al retardo tal como email, web, chat, MMS (mensajes multimedia), transmisión de MP3, transporte de fotografías, asistencia, servicios basados en localización GPS, juegos multipartido, banca a distancia.

Los protocolos NSRP y CCSRL definidos en el anexo C de ITU-T H.324 son utilizados para transportar confiablemente los mensajes de control H.245 sobre la capa múltiplex H.223. En la Figura 2-20 se muestra un esquema del protocolo H.324 para videoconferencia sobre redes 3GPP2.

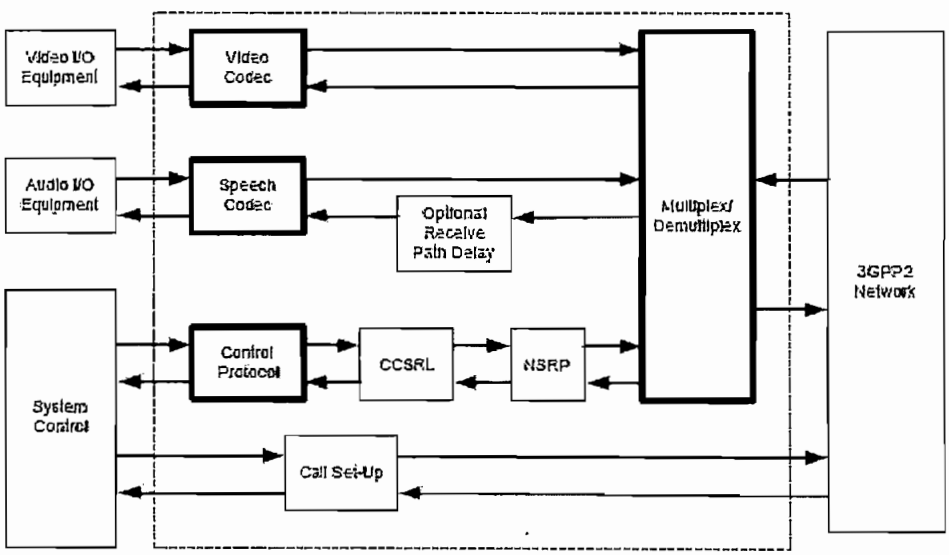


Figura 2-20: Especificaciones de Videoconferencia para H.324[78].

No existe un conjunto de estándares de la clase de codificadores de video que pueden ser usados por los terminales inalámbricos 3G, pero el 3GPP2 ha sugerido que los codecs H.263+ y MPEG-4 sean soportados. Estos dos

[78] 3GPP2, "Circuit Switched Video Conferencing Services"

estandares son diseñados para soportar la transmisión a bajas velocidades de bits. El reporte de los estados de 3GPP2 es que el servicio de videotelefonía/videoconferencia operará con un througput de 32 Kbps y mayores, incluyendo 384 Kbps y 128 Kbps para los modos de paquetes conmutados (PS) y circuitos conmutados (CS) respectivamente.

Dependiendo del tipo de servicio la información de audio y video es paquetizada /multiplexada antes que sea enviada a los participantes en la videoconferencia. En el receptor la información es despaquetizada/demultiplexada antes que sea decodificada con los correspondientes decodificadores de audio y video.

2.2.2.2 *Estándar H.323*

Este estándar fue pensado para la comunicación multimedia en redes de área local. La Figura 2-21 muestra la estructura de un terminal H.323.

Este estándar esta construido por bloques usando partes de otros protocolos de comunicaciones multimedia: H.225, RAS, Q.931, H.245, RTP/RTCP, codificadores de audio (G.711, G723.1, G728), codificadores de vídeo (H.261, H.263).

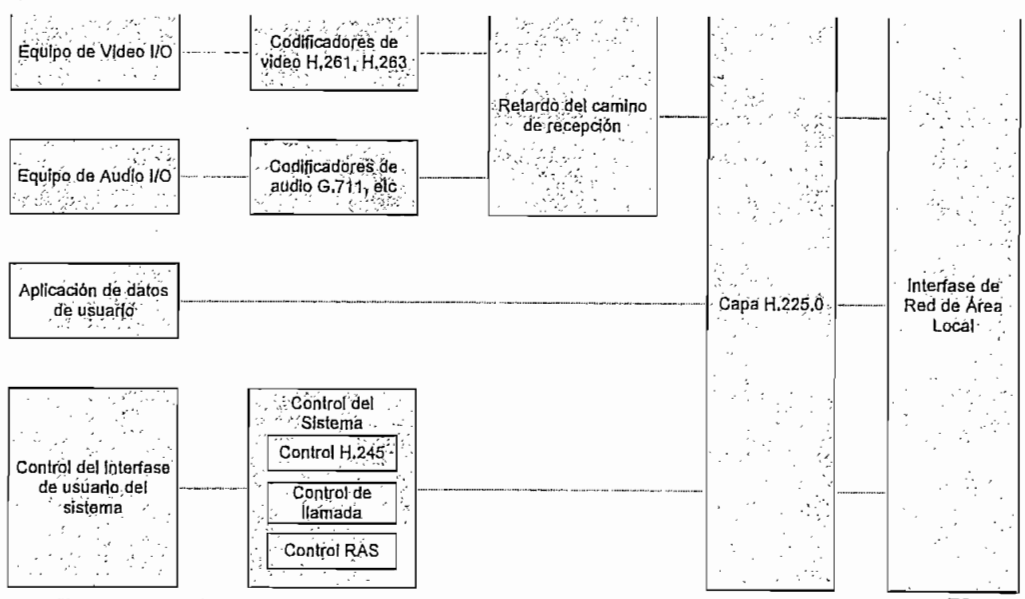


Figura 2-21: Especificaciones de Video Conferencia para H.323[79].

Los "flujos de audio y vídeo" son transportados usando los protocolos RTP/RTCP. RTP transporta el audio y vídeo, mientras la información de estado y control se

[79] Curcio Igor, "Videotelephony in the 3rd Generation Mobile Networks"

transporta con RTCP, la señalización es transportada sobre TCP. Los siguientes protocolos son usados en la señalización:

RAS: Maneja el registro, admisión y status.

Q.931: Maneja la configuración de la llamada, inicio y terminación

H.245: Negocia el uso y capacidades del canal.

H.235: Seguridad y autenticación.

H.225 muestra las propiedades del flujo multimedia y algunas propiedades de control común.

Para la codificación de video H.261, QCIF (Quarter Common Intermediate Format) es obligatorio, mientras que CIF (Common Intermediate Format) y todos los modos de H.263 son opcionales. Los dos estándares comunes a H.323 y H.324 son H.245 para control y T.120 para aplicaciones de datos.

Un importante concepto para terminales H.323 es que posee un gatekeeper, el cual proporciona funciones como control de admisión, que puede ser usado para controlar la cantidad de tráfico de videotelefonía en la red. Los terminales deben conseguir permiso del gatekeeper para aceptar o para realizar una llamada. El gatekeeper también proporciona servicio de traslación de direcciones, el cual es usado para convertir direcciones externas (números telefónicos) y direcciones de alias (nombres) a direcciones de red.

Existen dos especificaciones que se encuentran en estudio por parte del 3GPP2 para servicios de videotelefonía y videoconferencia sobre redes que trabajan con conmutación de paquetes. Esta especificación se denomina "Packet Switched Video Telephony" (S.P0106-0) y "Packet Switched Video Conferencing Service" (C.P0055-0), las cuales aún no se encuentran disponibles. Sin embargo existe una recomendación general denominada "Video Conferencing Services" que define la video conferencia tanto en redes inalámbricas conmutadas en circuitos como en redes inalámbricas conmutadas en paquetes[80].

2.2.2.3 *Codificador de Video*

El video es una señal analógica que se muestrea y codifica para pasarla a bits. Se tienen dos formatos, PAL y NTSC para las imágenes. Fundamentalmente las diferencias entre estos son que PAL utiliza 25 cuadros o tramas o fotogramas por

---

[80] http://www.3gpp2.org/Public_html/Misc/newprojects.cfm#top

segundo (fps) mientras que se usan 30 fps en NTSC, además en PAL se tienen 625 líneas y en NTSC existen 525 líneas por imagen.

Para que estas señales sirvan en un sistema de videoconferencia, se normalizaron dos formatos intermedios: CIF y QCIF.

CIF posee una resolución de 352x288 y QCIF tiene la mitad de esta resolución de la imagen 176x144 (resolucion horizontal x vertical)

Aún con estas reducciones en la resolución de la imagen se hace necesario utilizar técnicas de compresión ya que si se tratara de tener una videoconferencia a 15 fps y se asignará 8 bits por muestra para cada color RGB (rojo, verde, azul) con una resolución CIF necesitaríamos aproximadamente 36 Mbps (15x352x288x8x3), lo cual es demasiado para un medio de comunicación.

El codificador de la fuente toma los datos de video original y los comprime reduciendo la redundancia temporal y espacial. Existen principalmente dos familias de estándares de compresión de video: la familia H.26x y la MPEG. Estos estándares son aplicaciones dirigidas a un amplio rango de aspectos tales como velocidad de bits, complejidad, calidad de las imágenes y resistencia al error.

Los estándares de la familia H.26x desarrollados por la UIT-T, fueron diseñados para aplicaciones en telecomunicaciones y son usados en muchos tipos de redes tales como PSTN, redes inalámbricas móviles, redes LAN/Internet, etc. El primer estándar de esta familia es H.261, el cual fue diseñado para comunicaciones de video a velocidades de px64 Kbps donde $1 \leq p \leq 30$ con bajo retardo de codificación. El estándar H.263 (típicamente opera bajo los 64 Kbps), a pesar de haber sido diseñado originalmente para aplicaciones de muy baja velocidad de bits, podría proporcionar una importante mejora sobre H.261 a cualquier velocidad de bits. Como una extensión de este tenemos el H.263+ y el H.263++, que proveen 12 nuevos modos y características adicionales tal como un modo del vector de movimiento sin restricciones, modo de estructura en láminas, escalabilidad, etc. Estos modos y características mejoran la compresión y la resistencia al error. H.26L, es un estándar dirigido a alcanzar una calidad de video sustancialmente más alta que los estándares de video existentes en todas las velocidades[81].

---

[81] Fan Zhai "Optimal Cross-Layer Resource Allocation for Real-Time Video Transmission over Packet Lossy Networks"

La familia de estándares MPEG fue desarrollada por el grupo de expertos en imágenes en movimiento (Moving Picture Experts Group MPEG) de la organización internacional de estándares ISO (Internacional Standards Organization). El estándar MPEG-1 fue diseñado para aplicaciones de CD-ROM con velocidades por debajo de 1.5 Mbps. El estándar MPEG-2 también llamado H.262 fue diseñado para DVD, HDTV (High Definition Television) y aplicaciones satelitales digitales con velocidades entre 2 y 20 Mbps.

Como un gran mejora se desarrolló el estándar visual MPEG-4 (MPEG-4 parte 2), el cual se extiende a video basado en objetos, dirigido a aplicaciones dentro de ambientes que tengan velocidades de bits bajas además de aplicaciones multimedia interactiva.

El objetivo del estándar MPEG-4 es soportar nuevas funcionalidades tales como mayor eficiencia en la codificación, fortaleza al error, acceso basado en el contenido, manipulación y escalabilidad. El mas reciente estándar es el H.264/AVC, apunta a proveer las tecnologías vanguardistas de compresión. Es el resultado de la fusión entre el grupo MPEG-4 y el H.26L del comité UIT en el 2001, conocido como JTV (Joint Video Team), y es una extensión lógica a los previos estándares adoptados por los dos grupos. Por lo tanto también es llamado H.264, AVC o MPEG-4 parte 10.

Los estándares MPEG-7 y MPEG-21 están dirigidos a la descripción de la interfaz de contenidos multimedia, el cual es diferente de la codificación multimedia tradicional[82].

La compresión de la señal de vídeo digital se realiza mediante la eliminación de la información redundante en la misma. Existen básicamente dos tipos de redundancias, por un lado la relacionada con la naturaleza de la señal, y por otro, la que atañe a las características del receptor, es decir, del sistema de visión humano:

• La primera se denomina redundancia estadística y viene motivada por la alta correlación espacio-temporal entre las muestras adyacentes de la señal de vídeo. Como dicha señal es tridimensional (espacio y tiempo) el término adyacencia se

---

[82] Fan Zhai "Optimal Cross-Layer Resource Allocation for Real-Time Video Transmission over Packet Lossy Networks"

refiere a la que existe entre muestras dentro de una misma imagen (redundancia espacial) y a la que existe entre imágenes sucesivas (redundancia temporal).

• En cuanto al segundo tipo, denominado redundancia de percepción, trata de aprovechar las deficiencias del sistema de visión humano, para eliminar de la señal de vídeo aquella información que el receptor no es capaz de apreciar. Como ejemplo de este tipo de imperfecciones pueden citarse: la mayor sensibilidad a la luz que al color o la baja sensibilidad a las altas frecuencias espaciales.

La codificación híbrida combina las técnicas de predicción y transformación para reducir la redundancia de la señal de vídeo. Aunque puede realizarse de diversos modos, el esquema más popular de codificador híbrido es el mostrado en la Figura 2-22 que emplea la predicción en la dimensión temporal, usando compensación de movimiento, y la transformación en las dos dimensiones espaciales (sobre bloques de imagen).

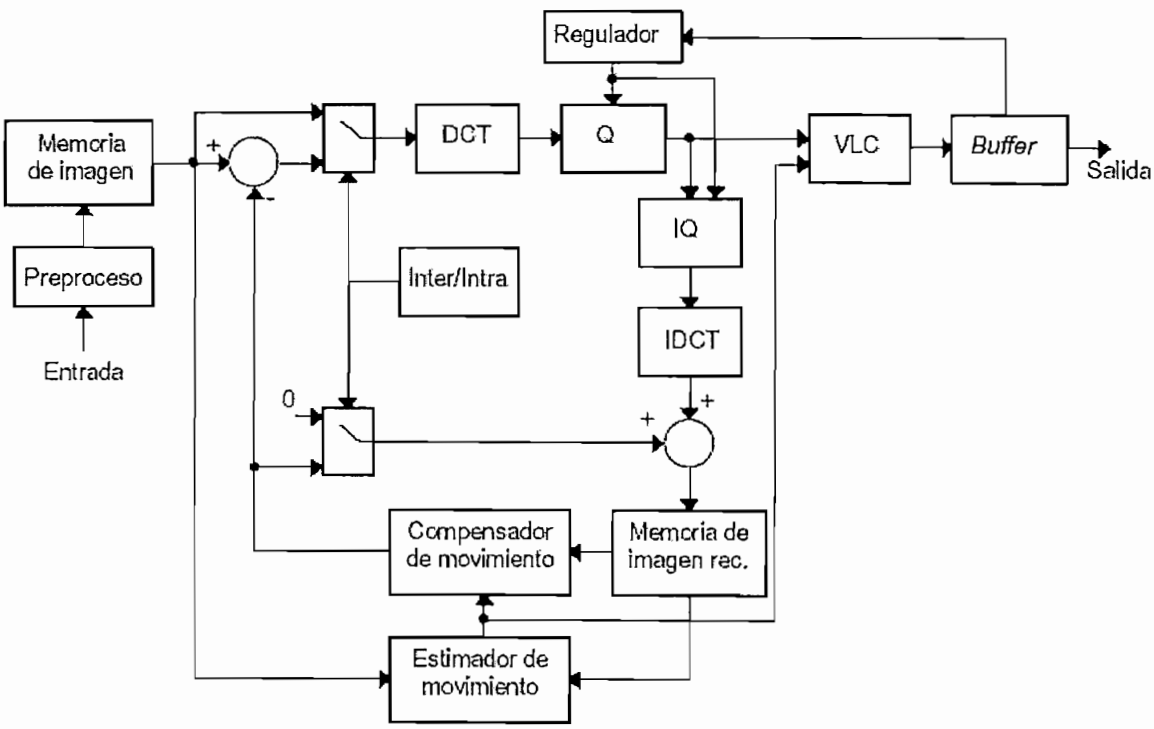


Figura 2-22: Codificador de video híbrido basado en bloques con movimiento compensado[83].

[83] Sanz César, "Arquitecturas VLSI para la Estimación de Movimiento en Codificación de Imágenes"

La imagen que se desea codificar se divide en bloques de N × N píxeles y para cada uno de ellos se genera una predicción con compensación de movimiento a partir de una imagen distinta que ya ha sido codificada. Si entre ambas imágenes existe cierta redundancia espacial, el error entre la predicción y el bloque original tendrá menor energía (varianza) que el propio bloque y sobre dicho error se aplica la transformación de dominio (modo inter). Por otro lado, si la predicción no es lo suficientemente buena, se aplica la transformación sobre el bloque original (modo intra).

La transformación más empleada en codificación de imágenes es la Transformada Discreta del Coseno (DCT), por ser ortogonal, separable y existir algoritmos rápidos para su cómputo. Además, para imágenes con alto grado de correlación espacial, la eficiencia de la DCT se aproxima a la de la transformada de Karhunen-Loeve (KLT) considerada como la óptima.

La DCT descompone el bloque de imagen en una suma de frecuencias espaciales. Se trata de una suma ponderada, en la que cada uno de los patrones de frecuencia espacial lleva asociado un coeficiente que indica su contribución al bloque de imagen. La DCT aprovecha la redundancia espacial de la imagen compactando la información en los coeficientes de menor orden que corresponden a las bajas frecuencias.

En el lazo de predicción se emplea la compensación de movimiento, que consiste en usar el conocimiento acerca del desplazamiento de los bloques de píxeles entre imágenes sucesivas para la codificación (y decodificación) de los mismos. La estimación del movimiento es el proceso que permite adquirir tal conocimiento.

Las técnicas descritas hasta aquí no reducen la velocidad binaria de la señal de vídeo, sino que la transforman en una nueva señal que resulta más adecuada para su codificación con un menor número de bits por muestra que la original.

Para reducir la tasa binaria se emplean las siguientes técnicas, que también aparecen incluidas en el diagrama de bloques de la Figura 2-22:

• Cuantificación (Q): La cuantificación permite reducir el número de bits necesarios para representar los coeficientes de frecuencia de la DCT. El proceso de cuantificación es irreversible y es la principal fuente de pérdidas en el codificador. El resultado de este proceso es hacer cero el mayor número posible de coeficientes de la DCT manteniendo un nivel de calidad aceptable. El uso de valores altos en los elementos de la matriz de cuantificación correspondientes a

las altas frecuencias espaciales, permite eliminar esta información que el ojo humano no es capaz de apreciar (redundancia de percepción).

• Codificación de Longitud Variable (Variable Length Coding, VLC): También llamada codificación por entropía, aprovecha las propiedades estadísticas de la señal de salida del cuantificador y codifica con menor número de bits aquellos códigos más probables y con un número de bits mayor los que tienen una frecuencia de aparición más baja.

Debido a la baja correlación entre los coeficientes, la codificación de cada uno de ellos es independiente de la de los demás; sin embargo, la posición que ocupan en el bloque sí debe ser considerada. Una vez cuantificados, los coeficientes que ponderan las altas frecuencias son casi todos cero, mientras que los de las bajas frecuencias a menudo no lo son. Para aprovechar este comportamiento, los coeficientes se ordenan de menor a mayor frecuencia recorriendo el bloque en zigzag. Así ordenados, y para obtener una mayor eficiencia en la codificación, se compactan las cadenas de ceros con el siguiente coeficiente distinto de cero empleando para ello símbolos compuestos: (Nº_de_ceros, Coeficiente_no_nulo). Los símbolos resultantes se codifican con códigos de longitud variable como por ejemplo el código de Huffman.

La codificación de longitud variable origina un flujo de datos no constante. Para adaptarlo a canales de transmisión con velocidad fija, se suele emplear un buffer regulado mediante la variación del paso de cuantificación.

Por último, y aunque no es privativo de la codificación híbrida, para reducir el régimen binario también se emplea el submuestreo. Significa una pérdida de resolución en la imagen, pero se aplica habitualmente a las señales de diferencia de color aprovechando la menor sensibilidad del sistema de visión humano a este tipo de información. Así por ejemplo, se utiliza la estructura de muestreo 4:2:0, en la que por cada cuatro muestras de Y, se toma solo una de CR y una de CB.

2.2.2.4 *Codificador de Audio para Telefonía Celular*

La digitalización de las señales de audio se realiza mediante convertidores A/D, en los cuales se muestrea la señal analógica de audio a una cierta frecuencia, luego se realiza la cuantificación, en donde se asigna un número finito de bits a las muestras obtenidas.

La técnica conocida como PCM (Pulse Code Modulation), es usada para la digitalización de señales de audio.

Existe dos tipos de cuantificación que se describen como:

- Cuantificación PCM lineal: En la que los niveles de cuantificación están espaciados de manera equitativa.
- Cuantificaciones no-lineales (logarítmica): Aquí los pasos de cuantificación decrecen logarítmicamente. Esto se debe a que el oído humano es más sensible a sonidos débiles.

Entre los algoritmos de compresión de voz tenemos:

DPCM (Differential Pulse Code Modulation) que explota la redundancia temporal entre las muestras. Se transmite la diferencia entre muestras obteniendo un número de bits por muestra bastante menor. Este algoritmo tiene un problema denominado sobrecarga de gradiente, el cual consiste en que las diferencias en altas frecuencias no se pueden representar con el mismo número de bits ya que es un valor muy alto.

Para solucionar el problema anterior se desarrolló la codificación diferencial adaptativa ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) que predice la muestra y la cuantiza adaptativamente. Para realizar la predicción, codifica la diferencia entre la muestra actual y una estimación basada en las últimas "n" muestras. Para realizar la cuantización adaptativa usa pasos más largos para codificar diferencias entre muestras muy distintas en magnitud (de alta frecuencia) y pasos más pequeños para muestras que son similares (bajas frecuencias).

En el caso de telefonía digital se definen los siguientes estándares:

G.701: Utiliza digitalización PCM

G.711: Codificación logarítmica utiliza transformación μ-law (Japón y USA) y transformación A-law (resto del mundo). Tiene una señal de audio de 3.5 KHz de ancho de banda, una frecuencia de muestreo de 8 KHz, asigna 8 bits/muestra obteniendo una tasa de bits de 64 Kbps (N-ISDN)[84].

---

[84]http://www.rares.com.ar/telecomunicaciones/archivos/albums/Manual%20de%20Telecomunicaciones/2-02%20Compresion%20vocal,%20audio%20y%20sonido.PDF

G.721: Utiliza la técnica ADPCM con una frecuencia de muestreo de 8 Khz y asigna 8 bits a cada muestra teniendo una velocidad de 64 Kbps. Por ultimo utiliza diferencias de 4 bits para obtener una tasa de bits final de 32 Kbps.
G.722: Utiliza la técnica conocida como Sub-Band ADPCM con una frecuencia de muestreo de 16 Khz y asigna 14 bits a cada muestra teniendo una velocidad de 224 Kbps. En esta técnica se codifica las señales de audio de hasta 7 KHz (por el muestreo), además se descompone la señal en dos bandas de 4 KHz a cada una de las cuales se les aplica ADPCM obteniendo tasas de bits finales de 48, 56 y 64 Kbps.
G.723, G.726, G.727: Utilizan variaciones del estándar G.721 (ADPCM).
LPC (Linear Predictive Coding) US-FS-1015 define un modelo analítico del aparato fonador (que interviene en la emisión de la voz). Reduce cada segmento de audio a los parámetros del modelo que más se aproximan al original. El decodificador recoge estos parámetros y sintetiza la voz correspondiente. LPC-10E puede bajar hasta 2.4 Kbps.
CELP (Code Excited Linear Prediction) US-FS-1016 es una versión mejorada del LPC y la diferencia fundamentalmente consiste en que utiliza una base de datos de códigos con secuencias predefinidas para aplicarlas a cada trama de audio, eligiendo aquella que más se aproxima al original: Además, calcula los errores cometidos. Se envían los parámetros y la versión comprimida de los errores. Trabaja con una tasa de bits de hasta 4.8 Kbps (calidad similar a ADPCM G.721 a 32 Kbps)
Variantes CELP: entre las cuales tenemos GSM, VSELP, LD-CELP, ITU G.729, QCELP, MELT, etc[85].

En la Tabla 2-4 se presentan algunas características de las técnicas de codificación, como son: la velocidad luego de ser codificada la voz, el año en que fue presentado el estándar, la puntuación que obtuvo en comparación con las otras técnicas y el tamaño de la trama a ser transmitida.

[85]http://www.rares.com.ar/telecomunicaciones/archivos/albums/Manual%20de%20Telecomunicaciones/2-02%20Compresion%20vocal,%20audio%20y%20sonido.PDF

Tabla 2-4: Comparación entre Sistemas de Codificación[86]

Codificación	Velocidad Kbps	Norma	Año	MOS (Mean Opinion Score)	Tamaño de la trama (ms)
PCM	64	G.711/712	1972	4,3	0,125
ADPCM	32	G.721	1984	4,1	0,125
ADPCM	16,24,32,40	G.726	1990		0,125
LD-CELP	16	G.728	1992	4,0	0,625
CS-CELP	8	G.729	1995		10
MPC-MLQ	5,3y6,4	G.723.1	1995		30
RPE-LTP	13	GSM	1991	3,5	20
VSELP	8	IS-54	1993	3,5	20
IMBE	6,4	Inmarsat-M	1993	3,4	
QCELP	1...8	IS-95	1993	3,4	20
CELP	4,8	FS-1016	1991	3,2	30
LPC-10	2,4	FS-1015	1984	2,3	22,5

Es posible tener una tasa de bits en audio sin comprimir de 64 Kbps (calidad telefónica) o de 1.411 Mbps (calidad CD), y en audio comprimido de 32, 16 o 4 Kbps con calidad telefónica (ADPCM, CELP) o 19.2 Kbps con calidad de CD (audio MPEG).

La varianza del retardo (jitter) es el parámetro más crítico en el flujo de las señales de audio. Para resolver este problema se utilizan las técnicas de ecualización del retardo, en las cuales se suministra un tiempo adicional antes de comenzar la reproducción, para esto se almacenan los paquetes en un buffer de entrada.

Las tasas de error en una comunicación con calidad telefónica deben ser menores a 10^{-2} y con calidad CD debe ser menor a 10^{-3}.

[86]http://www.rares.com.ar/telecomunicaciones/archivos/albums/Manual%20de%20Telecomunicaciones/2-02%20Compresion%20vocal,%20audio%20y%20sonido.PDF

2.2.2.5 *Protocolo de Multiplexación H.223*

La estación móvil soportará el estándar ITU-T H.223 para multiplexar y demultiplexar video, audio, y mensajes de control.

El protocolo H.223 consiste de la capa multiplexación/demultiplexación y la capa adaptación. La capa multiplexación/demultiplexación, multiplexa los canales lógicos y el canal de control dentro de un solo flujo de bits que puede ser enviado sobre la capa física.

La capa multiplexación no realiza ningún control de errores sobre los canales lógicos de control.

La capa adaptación maneja la detección de errores de acuerdo al tráfico contenido de cada canal lógico. Los tres formatos de la capa adaptación son:

- AL1—usado por el canal de control H.245 y por los canales de datos.
- AL2—usado por los canales de audio y video.
- AL3—usado por los canales de video.

El canal de control requiere un enlace confiable, el cual es proporcionado por el protocolo de retransmisión simple (SRP), SRP numerado (NSRP), o procedimiento de acceso al enlace para módems (LAPM). El protocolo H.223 especifica una multiplexación orientada a paquetes para comunicación multimedia a bajas velocidades de bits. Este protocolo puede ser usado entre dos terminales multimedia de baja velocidad, o entre un terminal multimedia de baja velocidad de bits y una unidad de control multipunto o un adaptador interworking. H.223 permite la transferencia de cualquier combinación de voz/audio digital, video/imagen digital e información de datos sobre un solo enlace de comunicación. Además proporciona bajo retardo y overhead usando segmentación, reensamblado, y combinado información de diferentes canales lógicos en un solo paquete.

El módulo multiplexor/demultiplexor H.223 es responsable de la comunicación con el modem. Este módulo reemplaza la interfaz TCP/IP usado en protocolos de VoIP[87].

[87] RADVISION Ltd., "3G Powered 3G-324M Protocol"

2.2.2.6 *Protocolo de Paquetización H.225*

H.225 define los formatos de paquetización y multiplexación de paquetes multimedia para la transmisión sobre una red que no garantiza la Calidad de Servicio.

H.225.0 describe como la información de video, audio y control sobre una red basada en paquetes puede ser manejada para proporcionar servicios conversacionales en equipos H.323. Este estándar tiene dos partes principales:

- Señalización de llamadas

  Especifica los protocolos de señalización (mensajes para el control) de la llamada incluyendo la paquetización y sincronización de los flujos de los distintos medios.

- RAS (Registración, Admisión y Estatus)

  Este estándar también incluye control de registro, admisión, y estatus (RAS), el cual es usado para comunicarse con el gatekeeper. Un canal de señalización RAS realiza las conexiones entre el gatekeeper y los componentes disponibles H.323.

Como parte de las transmisiones de audio y video, H.225.0 usa el formato de paquete especificado por la IETF (Internet Engineering Task Force), en las especificaciones RTP, y RTCP para las siguientes tareas:

- Marco lógico define como en las tramas del protocolo (paquetes), los datos de audio y video son preparados para el transporte sobre un canal de comunicación seleccionado.
- Numeración de secuencias determina el orden de los paquetes de datos transportados sobre un canal de comunicaciones.
- Detección de errores después de inicializar una llamada.
- Una o más conexiones RTP o RTCP son establecidas. Múltiples flujos permiten a H.225.0 enviar y recibir diferentes tipos de datos multimedia simultáneamente, cada uno con su propio número de secuencia de trama y opciones de Calidad de Servicio. Con soporte RTP y RTCP, el nodo de recepción sincroniza los paquetes recibidos en el propio orden, así el usuario escucha o ve la información correctamente[88].

[88] http://www.microsoft.com/windows/NetMeeting/Corp/reskit/Chapter11/default.asp

2.2.3 Parámetros necesarios para realizar videotelefonía

Como la mayoría de servicios multimedia, el servicio de videoconferencia tiene requerimientos para obtener una alta Calidad de Servicio. Primero es importante que la calidad del video sea de un estándar aceptable. En las redes inalámbricas 3G, hay un gran número de factores que intervienen con el mantenimiento de la calidad del servicio de video. Los servicios de conferencia de acuerdo al 3GPP2 soportará transmisión bidireccional de video, en redes inalámbricas de transmisión de conmutación de paquetes y conmutación de circuitos con los parámetros se muestran en la tabla Tabla 2-5.

Tabla 2-5: Características de QoS para el servicio de videoconferencia[89].

Característica	Descripción
Sincronización	El servicio debe mantener sincronización entre los componente de video y audio. Asimetría entre los medios < 20ms
Video Codificador	El video codificador debe ser un estándar conveniente (ejemplo MPEG-4 y H.263+). Adicionalmente la eficiencia de codificación y robustez al error debe estar presente.
Codificador de Voz	Codificador apropiado de voz (ejemplo MP3)
Throughput	>32 Kbps, incl 384 Kbps y 128 Kbps para modos conmutados en paquete y circuitos
Paquetización	Esquema de paquetización estandar internacional para voz y video sobre servicios de red de paquetes conmutados.
Retardo	Retardo principio a fin <400 ms

[89] Kalpitkumar Gajera, "Video conferencing on 3G Wireless Network: Compression Related Issues"

Jitter Retadado	El sistema debe ser operacional bajo un jitter retardado de transmisión superior a los 200 ms.
Tamaño de la Imagen	CIF (352x288 pixels) y QCIF (176x144 pixels)

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DE UN SISTEMA QUE SOPORTE VIDEOTELEFONÍA CON TECNOLOGÍA CDMA2000.

Comenzaremos con el diseño de la videotelefonía para una red celular que trabaje con CDMA2000, para lo cual se procede de la siguiente forma:

a. Análisis de la velocidad de transmisión teórica necesaria para la implementación de la videotelefonía.
b. Diagrama de bloques de la red para que soporte videotelefonía.
c. Mediciones de las velocidades que se presenta en las redes CDMA2000 y LAN cuando se tiene una videollamada.
d. Estimación del número de usuarios que pueden acceder a este servicio simultáneamente.
e. Especificar los equipos y software necesario.

3.1 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN TEÓRICA NECESARIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA VIDEOTELEFONÍA.

Según lo expuesto en el capítulo anterior podemos tener videotelefonía en redes que trabajan con conmutación de circuitos (H.324) y en redes que trabajan con conmutación de paquetes (H.323).

Como se analizó en el capítulo 2, la red celular que posee la empresa Alegro PCS es una red híbrida en la cual la parte de voz es transmitida por la red CDMA2000 1xRTT y la de datos por CDMA2000 1xEV-DO.

En caso de trabajar con CDMA2000 1xEV-DO (red de conmutación de paquetes) utilizaremos el estándar H.323. Por otro lado si se trabaja con la red CDMA2000 RTT 1X (conmutación de circuitos) se utilizará el estándar H.324M.

Como podemos ver en las Figuras 2-20 y 2-21, se tiene varios tipos de protocolos para las codificaciones de audio y video. Para determinar el mejor codificador de audio y de video debemos realizar un análisis de los codificadores que pueden ser utilizados. Además este análisis nos permitirá tener una idea de la velocidad necesaria para la videotelefonía.

3.1.1 Audio

Para realizar la videotelefonía se puede utilizar el codificador de audio que mejor se adapte a nuestras necesidades. Para determinar el que más nos convenga se presentan dos tablas, en la primera (Tabla 3-1) se muestran los codificadores y el ancho de banda que utilizan y en la segunda (Tabla 3-2) se muestra una comparación entre la calidad y la complejidad.

Tabla 3-1: Requerimientos de Ancho de Banda para Diferentes Codificadores de Voz[90]

Codificador	Duración equivalente de las muestras de voz en un paquete	Ancho de Banda Requerido (kbps)
G.711 (PCM) 64kbps (sin compresión)	10 ms (80 muestras)	96
G.711 (PCM) 64kbps (sin compresión)	20 ms (160 muestras)	80
G.711 (PCM) 64kbps (sin compresión)	30 ms (240 muestras)	75
G.711 (PCM) 64kbps (sin compresión)	40 ms (320 muestras)	72
G.711 (PCM) 64kbps (sin compresión)	80 ms (640 muestras)	68
G.723.1 (ACELP) 5.3kbps (compresión)	30 ms (1 muestra)	16
G.723.1 (ACELP) 5.3kbps (compresión)	60 ms (2 muestra)	11
G.723.1 (ACELP) 5.3kbps (compresión)	90 ms (3 muestra)	9
G.723.1 (MP-MLQ) 6.4kbps (compresión)	30 ms (1 muestra)	18
G.723.1 (MP-MLQ) 6.4kbps (compresión)	60 ms (2 muestra)	12
G.723.1 (MP-MLQ) 6.4kbps (compresión)	90 ms (3 muestra)	10
G.726 (ADPCM) 32kbps (compresión)	10 ms (80 muestras)	64
G.726 (ADPCM) 32kbps (compresión)	20 ms (160 muestras)	48
G.726 (ADPCM) 32kbps (compresión)	30 ms (240 muestras)	43
G.726 (ADPCM) 32kbps (compresión)	40 ms (320 muestras)	40
G.726 (ADPCM) 32kbps (compresión)	80 ms (640 muestras)	36
G.728 (LD-CELP) 16kbps (compresión)	10 ms (16 muestras)	48
G.728 (LD-CELP) 16kbps (compresión)	20 ms (32 muestras)	32

[90] Bandwidth requirement for the different codecs and QoS

G.728 (LD-CELP) 16kbps (compresión)	30 ms (48 muestras)	27
G.728 (LD-CELP) 16kbps (compresión)	40 ms (64 muestras)	24
G.728 (LD-CELP) 16kbps (compresión)	80 ms (128 muestras)	20
G.729A (CS-CELP) 8kbps (compresión)	10 ms (1 muestras)	40
G.729A (CS-CELP) 8kbps (compresión)	20 ms (2 muestras)	24
G.729A (CS-CELP) 8kbps (compresión)	30 ms (3 muestras)	19
G.729A (CS-CELP) 8kbps (compresión)	40 ms (4 muestras)	16
G.729A (CS-CELP) 8kbps (compresión)	80 ms (8 muestras)	12

El ancho de banda necesario que se presenta en la Tabla 3-1 toma en consideración las cabeceras correspondientes a IP, UDP y RTP (320 bits) que son agregadas para la transmisión del audio por la red.

Tabla 3-2: Parámetros de voz sobre IP según cada uno de los estándares[91].

Codec	Método de Compresión	Velocidad de Bits [Kbps]	Retardo [ms]	MOS
G.711	PCM Pulse Code Modulation	64	0.75	4.1
G.723.1	CELP Code Excited Linear Prediction	5.3	30	3.65
G.723.1	MP-MPLQ Low bit rate vocoder far Multimedia	6.4	30	3.9
G.726	ADPCM Adaptive Differential PCM	32	1	3.85
G.728	LD-CELP Low Delay CELP	16	5	3.61
G.729	CS-ACELP Conjugate Structure Algebrsic CELP	8	10	3.92

En la Tabla 3-2 se toma en consideración el retardo que introduce cada algoritmo en el esquema global y la calidad de la voz que se mide mediante el parámetro denominado MOS. El MOS se obtiene de una prueba denominada ACR (absolute category rating) en la cual se realizan pruebas de audición a un grupo heterogéneo de personas, con diez grabaciones diferentes, las que se califican con una puntuación en el rango 5: excelente y 1: inaceptable y luego se obtiene la media.

Tomando en cuenta las Tabla 3-1 y Tabla 3-2 podemos observar que el estándar de codificación mas óptimo es el G.728, el cual presenta una velocidad de transmisión no demasiado alta (16 Kbps), además tiene un retardo de

[91] Gabriel Fernández Crocco. "Voz sobre IP".

procesamiento relativamente bajo (5 ms) y con una buena calidad, la cual está representada por el parámetro MOS (3.61).

3.1.2 Video

Los formatos de los gráficos que podemos tener se representan en la Tabla 3-3, donde se presentan las velocidades de bits antes que sean codificadas por H.261 o H.263.

Tabla 3-3: Formatos de las Imágenes Soportadas por los Codificadores H.261 y H.263[92]

Formato de la Imagen	Dimensiones		Soporta H.261	Soporta H.263	Velocidad de bits no Comprimido (Mbps)			
					10 imag/s		30 imag/s	
	Columnas	Líneas			Gris	Color	Gris	Color
SQCIF	128	96	No	Si	1.0	1.5	3.0	4.4
QCIF	176	144	Si	Si	2.0	3.0	6.1	9.1
CIF	352	288	Opcional	Opcional	8.1	12.2	24.3	36.5
4CIF	704	576	No	Opcional	32.4	48.7	97.3	146.0
16CIF	1408	1152	No	Opcional	129.8	194.6	389.3	583.9

Como se muestra en la Tabla 3-3 el esquema H.263 soporta 5 diferentes resoluciones de video, a diferencia de H.261 que puede soportar QCIF Y CIF. El esquema H.263 también puede codificar imágenes de video sub-QCIF (SQCIF), 4CIF, y 16CIF. La habilidad de soportar estas resoluciones de video implica que el codificador H.263 puede competir con otros esquemas de codificación de video de altas velocidades como es el codificador estándar MPEG. En el caso de videotelefonía inalámbrica de baja velocidad, los modos QCIF y SQCIF son realistas en términos de velocidad de bits. Adicionalmente en la Tabla 3-3 se presentan las dimensiones de cada uno de los formatos que soportan estos estándares y las velocidades de bits antes de ser codificados con una velocidad de imágenes de 10 o 30 imágenes/seg.

[92] Interactive Cellular and Cordless Video Telephony: State-of-the-Art System Design Principles and Expected Performance.

3.1.3 Comparación del Funcionamiento de H.263 y H.261

El estándar H.263 es similar al H.261, pero debido a un número de medidas introducidas, éste tiene una alta eficiencia en la codificación y es capaz de codificar una amplia variedad de formatos de video de entrada. Entre las principales diferencias entre los algoritmos de codificación H.261 y H.263 tenemos que en el esquema H.263 se utiliza la precisión de medio píxel para compensación de movimiento, mientras que H.261 usa precisión de píxel completa y un lazo de filtro. Algunas partes de la estructura jerárquica del flujo de datos son ahora opcionales; por lo tanto los codificadores pueden ser configurados para una velocidad de datos baja y con una mejor recuperación del error. Además en la configuración H.263, cuatro opciones negociables de codificación son ahora incluidas para mejorar el funcionamiento de la codificación. Vectores de movimiento sin restricción, codificación aritmética basada en la sintaxis, predicción avanzada, y tramas predichas y bidireccionales (P-B).

La Figura 3-1, muestra una comparación de los codificadores de video H.261 y H.263 en términos de la calidad de la imagen expresada en PSNR (relación señal a ruido pico) versus la velocidad de bits (Kbps). Como se puede observar en dicha figura el rendimiento del codificador H.263, es significativamente mejor que el del esquema H.261. Además la útil operación en el rango de velocidad de bits del codificador H.261 fue también extendida por el esquema H.263, asegurando una mejora en PSNR aproximadamente de 9 dB/década a través el rango de velocidad de bits de 5-500 Kbps. También es claro que el esquema H.263 funciona mejor que el codificador H.261.

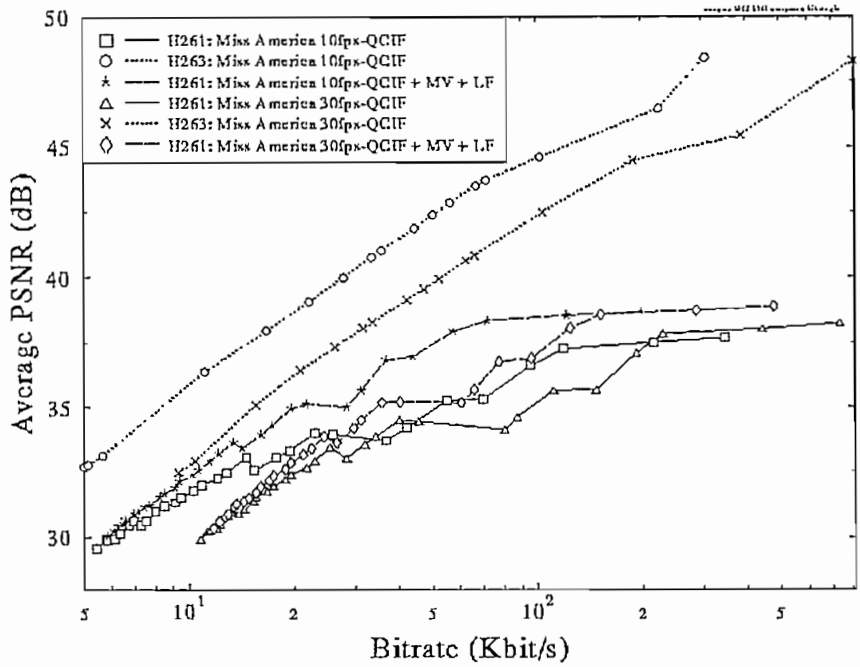


Figura 3-1: Calidad de la Imagen Versus la Velocidad de Bits para los Esquemas de Codificación H.261 y H.263 Usando las Mismas Secuencias de Video QCIF en la Escala de los Grises.[93].

Para realizar ésta figura se utilizó el modo de codificación estándar H.263 a 10 y 30 imágenes/s mientras, que con el estándar H.261 fueron realizadas sin y con compensación de movimiento y lazo de filtrado (+MV +LF) a 10 y 30 imágenes/s. H.263 es comúnmente usado para aplicaciones con bajo retardo y con velocidades de bits de bajas a medias, tal como videoconferencia.

3.1.4 Comparación de los codificadores H.264 y H.263

Este nuevo estándar supera a H.261 y H.263 en términos de calidad de video, compresión efectiva y resistencia a la pérdida en las transmisiones, dando el potencial de reducir a la mitad los requerimientos de ancho de banda para servicios digitales de video sobre Internet o redes inalámbricas 3G.

Las Tabla 3-4Tabla 3-5 muestran la ganancia de codificación obtenida por el codificador H.264 sobre el codificador H.263 para secuencias con resoluciones CIF y QCIF respectivamente.

[93]http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/peter/h263/compare-h263-h261-averpsnr-v-compression.gif.

Tabla 3-4: Ganancia de codificación de H.264 sobre el perfil línea base H.263 para varias secuencias CIF[94].

Secuencia Utilizada	Ganancia en la Codificación
IRENE	53%
MOBILE & CALENDAR	58%
PARIS	42%
STUDENTS	45%
TEMPETE	41%
GANANCIA PROMEDIO	49,20%

Tabla 3-5: Ganancia en la codificación de H.264 sobre H.263 para varias secuencias QCIF[95].

Sequence	Coding Gain
AKIYO	51%
CAR PHONE	40%
CLAIRE	48%
COAST GUARD	38%
CONTAINER	41%
FOREMAN	42%
IRENE	50%
MISS AMERICA	44%
MOBILE& CALENDAR	48%
NEWS	56%
PARIS	52%
TEMPETE	37%
AVERAGEGAIN	45:6%

H.264 consigue una ganancia promedio de 49.2% para las cinco secuencias CIF a 30 fps, y 45.6% de ganancia promedio para las 12 secuencias QCIF a 15 fps. Las curvas en las cuales se realizan una comparación entre H.264 y H.263 para las secuencias PARIS (formato CIF) y FOREMAN (formato QCIF) son mostradas en las Figura 3-2Figura 3-3 respectivamente.

[94] Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the Existing Standards.

[95] Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the Existing Standards.

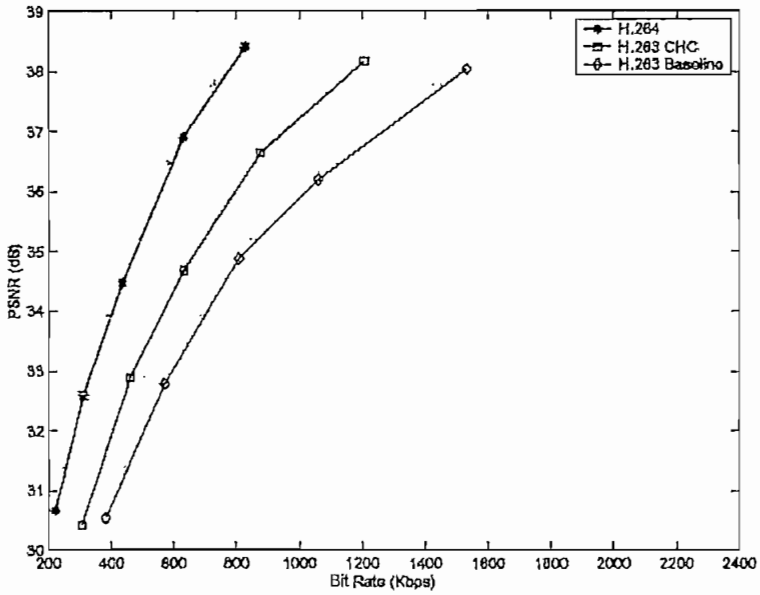


Figura 3-2: Curvas Bit Rate-PSNR de la secuencia Paris con formato CIF codificado usando H.264, basico H.263 y H.263 CHC[96].

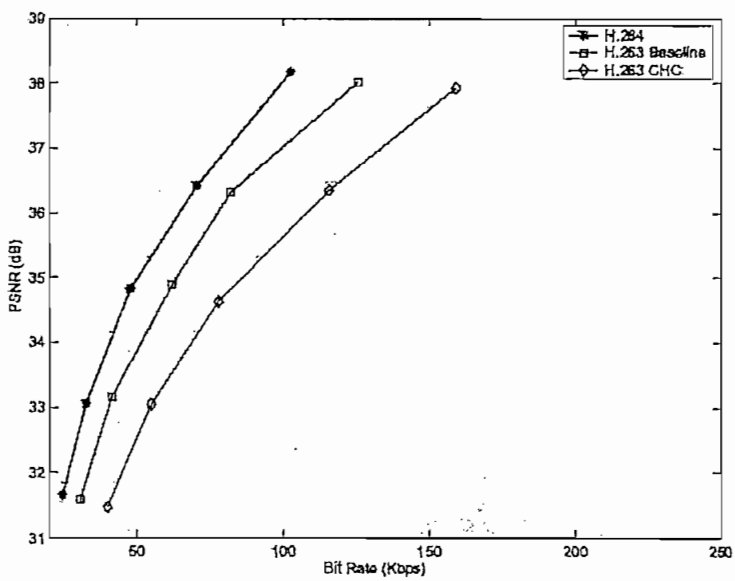


Figura 3-3: Curvas Bit Rate-PSNR de la secuencia Foreman con formato QCIF codificado usando H.264, basico H.263 y H.263 CHC[97].

[96] Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the Existing Standards.

[97] Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the Existing Standards.

Esta recomendación representa una evolución de los existentes estándares de codificación de video (H.261, H.263) y fue desarrollado en respuesta a la creciente necesidad de alta compresión de gráficos en movimiento para varias aplicaciones como videoconferencia, medios de almacenamiento digital, difusión de televisión, streaming y comunicación en Internet.
H.264/AVC ha logrado una mejora significativa en la eficiencia de la tasa de distorsión, proporcionando típicamente un factor de dos en el ahorro de la velocidad de bits comparado con los estándares existentes.

Es claro que el codificador más óptimo para el caso de video es H.264 ya que ofrece excelentes características tanto en compresión como en calidad. Cabe resaltar que es posible utilizar los codificadores H.261 y H.263 para realizar la videotelefonía, a pesar de que no es muy conveniente, pues el nivel de calidad que presentan es inferior al H.264.

3.1.5 Cálculo de la Velocidad de Transmisión mínima necesaria para tener Videotelefonía en una red CDMA2000 1xEV-DO.

En base a lo expuesto hasta este punto, se procede a realizar un análisis de la velocidad promedio necesaria para la transmisión de audio y video conjuntamente utilizando los codificadores antes mencionados.
Cabe agregar que las aplicaciones de videoconferencia generalmente soportan velocidades de 10 a 128 Kbps con una resolución QCIF, y de 128 a 512 Kbps con una resolución CIF.
Como se manifestó en la sección 3.1.1, se ha escogido el estándar G.728, el cual presenta una velocidad de transmisión de 16 Kbps además de las mejores características de retardo y calidad.
El estándar H.264 nos ofrece un amplio rango de velocidades, las cuales están en el mismo rango que H.263 (20 Kbps a 2 Mbps) de las cuales vamos a utilizar para nuestros cálculos 32 Kbps para SQCIF, 64 Kbps en caso de una resolución QCIF y 256 Kbps en el caso de tener una resolución CIF.
De aquí tenemos, que utilizando los estándares G.728 y H.264 podemos tener velocidades de bits en el rango de 32 Kbps hasta 2 Mbps. Con una velocidad de

uso promedio de 48 Kbps para SQCIF, 80 Kbps para QCIF y de 272 Kbps en el caso de CIF.

Como antes se mencionó se deben analizar dos casos; utilizar la red CDMA2000 1x EV-DO con lo cual tendríamos que realizar videoconferencia con el estándar H.323 y el caso de usar la red CDMA2000 1xRTT, para lo cual el estándar H.324 será utilizado.

3.1.6 Videotelefonía en CDMA2000 1xEV-DO

Según lo expuesto en el capítulo 2, para la red CDMA2000 1xEV-DO se pueden tener velocidades desde 38.4 Kbps hasta 2457.6 Kbps para el enlace directo y desde 9.6 Kbps hasta 156.3 Kbps en el enlace reverso. En la realidad el throughput es 10 a 15% menor a consecuencia del overhead. El cálculo de la velocidad que representa el overhead se presenta en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6: Overhead aproximado en una red CDMA2000 1xEV-DO

	Overhead aproximado en una red CDMA2000 1xEV-DO			
	Velocidad Inferior		Velocidad Superior	
	10%	15%	10%	15%
Enlace Directo	3.84 Kbps	5.76 Kbps	245.76 Kbps	368.64 Kbps
Enlace Reverso	0.96 Kbps	1.44 Kbps	15.63 Kbps	23.445 Kbps

De los datos de la Tabla 3-6 podemos determinar las velocidades promedio mínimas consideradas para realizar la videoconferencia, considerando la velocidades (48 Kbps, 80 Kbps, 272 Kbps) antes encontrada, estos datos se resumen en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7: Velocidades mínimas necesarias para proporcionar Videotelefonía sobre la red CDMA2000 1xEV-DO con una resolución SQCIF.

	Velocidades para Videotelefonía sobre CDMA2000 1xEV-DO			
Enlace Directo	51,84 Kbps	53,76 Kbps	293,76 Kbps	416,64 Kbps
Enlace Reverso	48,96 Kbps	49,44 Kbps	63,63 Kbps	71,445 Kbps

En las Tabla 3-8Tabla 3-9 se indican las velocidades mínimas necesarias para proporcionar videotelefonía con los formatos QCIFy CIF en la red CDMA2000 1xEV-DO.

Tabla 3-8: Velocidades mínimas necesarias para proporcionar Videotelefonía sobre la red CDMA2000 1xEV-DO con una resolución QCIF.

	Velocidades para Videotelefonía sobre CDMA2000 1xEV-DO			
Enlace Directo	83.84 Kbps	85.76 Kbps	325.76 Kbps	448.64 Kbps
Enlace Reverso	80.96 Kbps	81.44 Kbps	95.63 Kbps	103.445 Kbps

Tabla 3-9: Velocidades mínimas necesarias para proporcionar Videotelefonía sobre la red CDMA2000 1xEV-DO con una resolución CIF.

	Velocidades para Videotelefonía sobre CDMA2000 1xEV-DO			
Enlace Directo	275,86 Kbps	277,76 Kbps	517,76 Kbps	640,64 Kbps
Enlace Reverso	272,96 Kbps	273,44 Kbps	287,63 Kbps	295,445 Kbps

Ya que las velocidades de transmisión en CDMA2000 1xE-DO son:

a. Enlace Directo:

   38.4, 76.8, 153.6, 307.2, 614.4, 921.6, 1228.8, 1843.2, y 2457.6 Kbps.

b. Enlace Reverso:

   9.6, 19.2, 38.4, 76.8, y 153.6 Kbps

Tomando en cuenta los datos presentados en las Tabla 3-7, Tabla 3-8 y Tabla 3-9, y comparándolos con las velocidades que presta la red CDMA2000 1xEV-DO que se resumen en los ítems a y b de esta sección, se puede apreciar que para una resolución CIF es muy difícil que se pueda tener una sesión de videotelefonía, ya que las velocidades del enlace reverso no lo permitirían, esto se evidencia en que se necesita una velocidad promedio de alrededor de 272.96 hasta 295.445 Kbps, y la velocidad máxima que proporciona la red en este enlace es de 153.6 Kbps. En todos los casos el enlace reverso es el que limita la velocidad de transmisión de la información, por lo tanto al comparar las velocidades de transmisión que se necesitan para poder de tener una resolución

QCIF y SQCIF con las velocidades del enlace reverso de la red, se puede apreciar que son adecuadas para la videotelefonía. Por lo tanto se puede concluir que únicamente se puede proporcionar este servicio con las dos resoluciones antes mencionadas.

3.1.7 Videotelefonía en la red CDMA2000 1xRTT

Según lo expuesto en el capítulo 2 para la red CDMA2000 1xRTT se pueden tener velocidades desde 9.6 Kbps hasta 307.2 Kbps tanto para el enlace directo como para el enlace reverso.

Según el documento del Anexo C denominado "Circuit-Switched Video Conferencing Service" (C.S0042) donde se define los servicios de video conferencia punto a punto. En este documento las opciones de servicio denominadas 57 y 58 permiten la transferencia de datos de audio, video y control multiplexados a velocidades de 32 y 64 kbps respectivamente sobre la interfaz aire entre la estación móvil y otros terminales.

Para poder acceder a estos dos servicios se toma en cuenta los valores de velocidad que se presentan en la Figura 2-6, donde se observa que las velocidades 153.6, 307.2, 230.4 Kbps que corresponden a las configuraciones de radio 3, 4 y 5 en el enlace directo y 3 y 4 para el enlace reverso.

Según el documento antes mencionado para CDMA2000 1X se especifica las configuraciones de radio 3 y 4 para el enlace directo y 3 para el enlace reverso.

Cabe resaltar que según el estándar del Anexo C los servicios 57 y 58 utilizan el estándar H.324 con todos los estándares relacionados. Según el estándar C.S0042 (Anexo C) los codificadores de video H.263 y MPEG-4 y para la parte de voz los codificadores QCELP, AMR, EVRC y SMV a más de otros codificadores que pueden también ser soportados. Además el control es realizado de acuerdo al estándar H.245 y la multiplexación por el estándar H.223.

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RED PARA QUE SOPORTE VIDEOTELEFONÍA.

Según lo expuesto en el capítulo 2 se observa que la interfaz aire en CDMA2000 1xEV-DO se describe como una pila de protocolos de 7 capas como se muestra en la Figura 3-4.

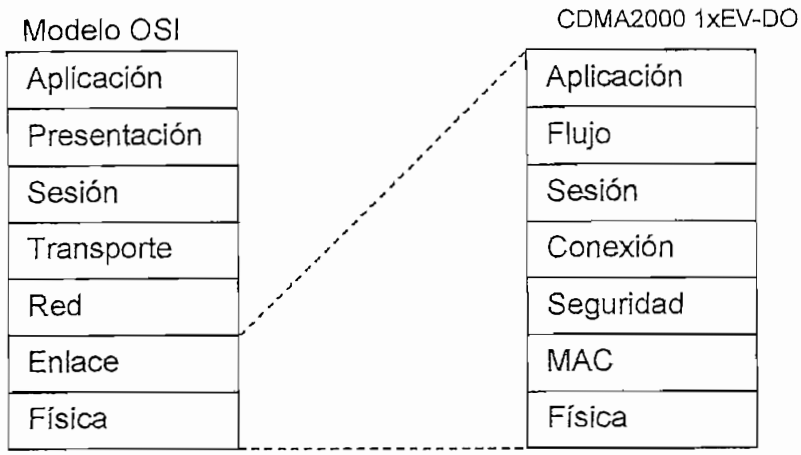


Figura 3-4: Equivalente de las capas de la Red CDMA2000 1xEV-DO en comparación con el modelo OSI.

Es claro según la Figura 3-4 que la pila de protocolos de CDMA2000 1xEV-DO equivale a las 2 capas inferiores del modelo de referencia OSI, por lo tanto para videotelefonía debemos tener las capas física y enlace destinadas para la interfaz aérea. Las capas 3 a 7 deben cumplir los requerimientos del estándar H.323, con lo cual se tendrá una diagrama de bloque como el que se muestra en la Figura 3-5.

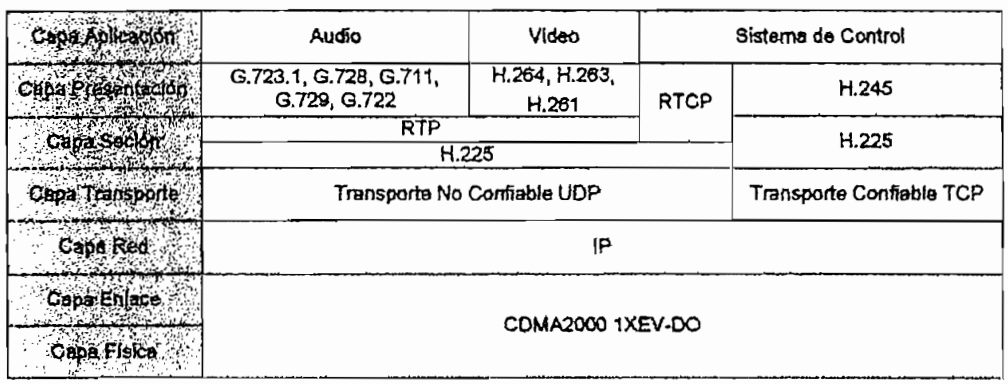


Figura 3-5: Arquitectura de capas del sistema que soporta videotelefonía con conmutación de paquetes en una red CDMA2000 1xEV-DO.

El diagrama de bloques de este sistema deberá soportar cada uno de los protocolos que se especifican en la arquitectura de capas. Este diagrama se indica en la Figura 3-6.

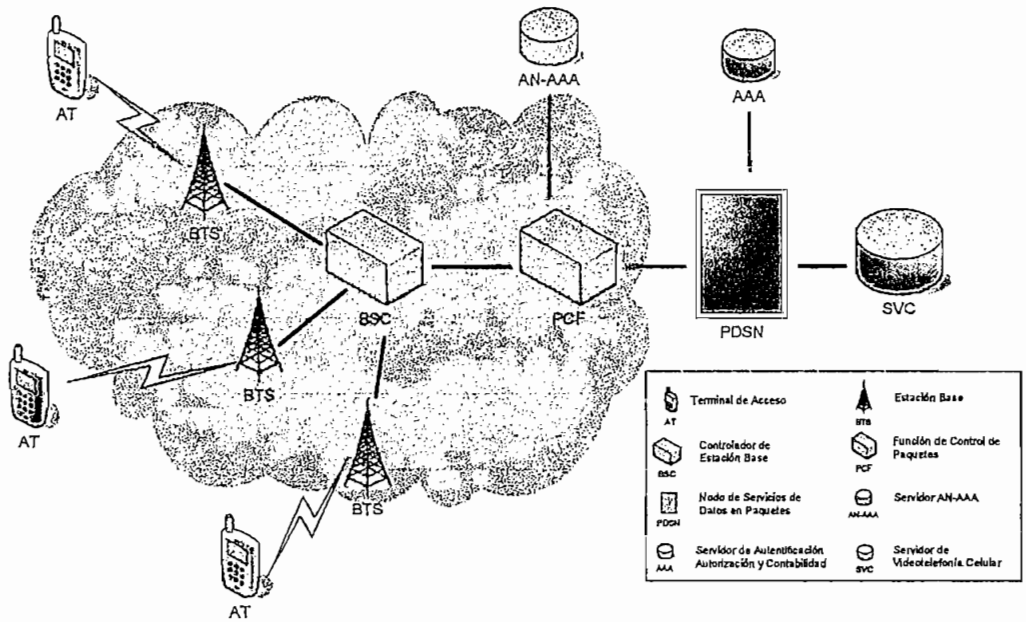


Figura 3-6: Diagrama de bloques de la red que soporta videotelefonía con conmutación de paquetes.

Se ha agregado un componente adicional al diagrama presentado en la Figura 2-7 denominado servidor de videotelefonía celular (SVC), el cual puede estar unido al PDSN y sirve para identificar al usuario que desea tener una sesión de videotelefonía y analiza si es posible esta sesión con el terminal de acceso que recibe la llamada. Es de gran importancia, pues además deberá analizar si los parámetros necesarios para dicho servicio son alcanzables en la red CDMA2000 1xEV-DO.

El funcionamiento de los otros elementos ya fue explicado en el capítulo 2.

Con respecto a la videotelefonía en la parte de CDMA2000 1xRTT se necesita utilizar el estándar H.324, para lo cual debemos tener en cuenta que se definen las capas 3 a 7, como servicios de capas superiores. Por lo tanto podemos presentar una arquitectura de capas como la que se indica en la Figura 3-7

Capa Aplicación	Audio	Video	Sistema de Control
Capa Presentación	QCELP, AMR, EVRC, SMV, etc	MPEG-4 y H.263	H.245, CCRL, NSRP
Capa Sesión	H.223 Multiplexación y Demultiplexación		
Capa Transporte			
Capa Red			
Capa Enlace	RLP Protocolo de Enlace de Radio		
Capa Física	CDMA2000 1XRTT		

Figura 3-7: Arquitectura de capas del sistema que soporta videotelefonía con conmutación de circuitos en una red CDMA2000 1xRTT.

Los elementos de la red que pueda proporcionar servicios de videotelefonía deberá soportar los protocolos descritos en la Figura 3-7. Esta red esta representada en la Figura 3-8.

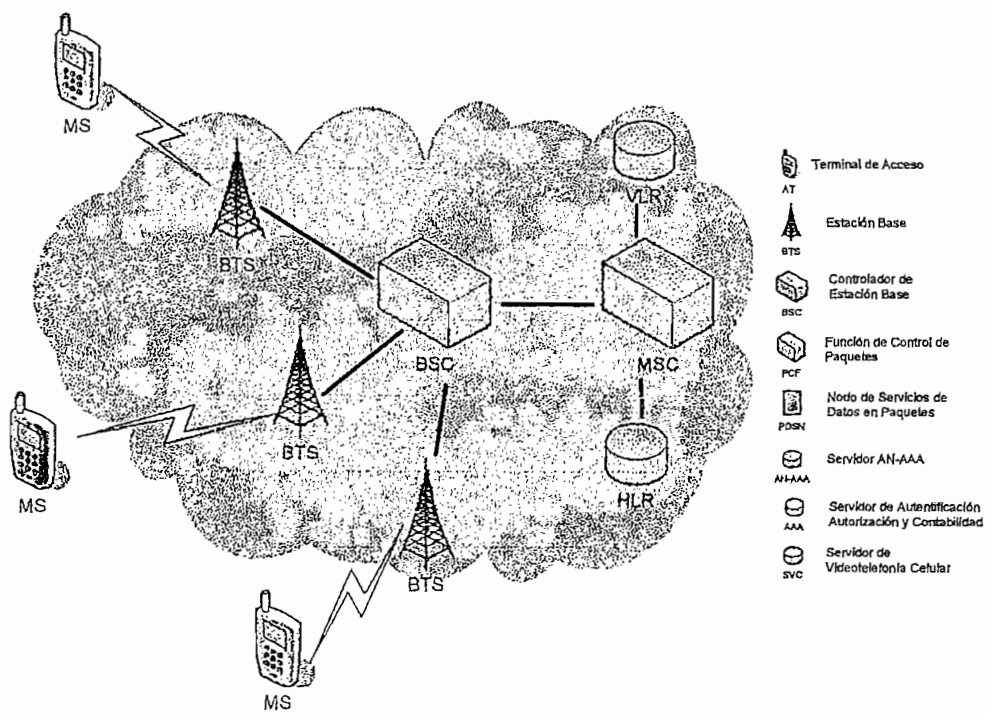


Figura 3-8: Diagrama de bloques de la red que soporta videotelefonía con conmutación de circuitos.

Como se observa en la Figura 3-8, no se ha añadido ningún elemento adicional para poder realizar la videotelefonía. Esto se debe a que en la red CDMA2000 1x, ya se encuentran especificados las opciones de servicios que permiten realizar una videollamada. Los elementos que se presentan en la Figura 3-8 ya se especificaron en el capítulo anterior.

Para poder tener una videoconferencia entre videoteléfonos de distintas redes se hace necesaria la inclusión de un nuevo componente denominado gateway el cual realiza una transcodificación entre las redes de conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes además de las interfaces necesarias para la unión de estas dos redes. Para ilustrar mejor esto se presenta la Figura 3-9.

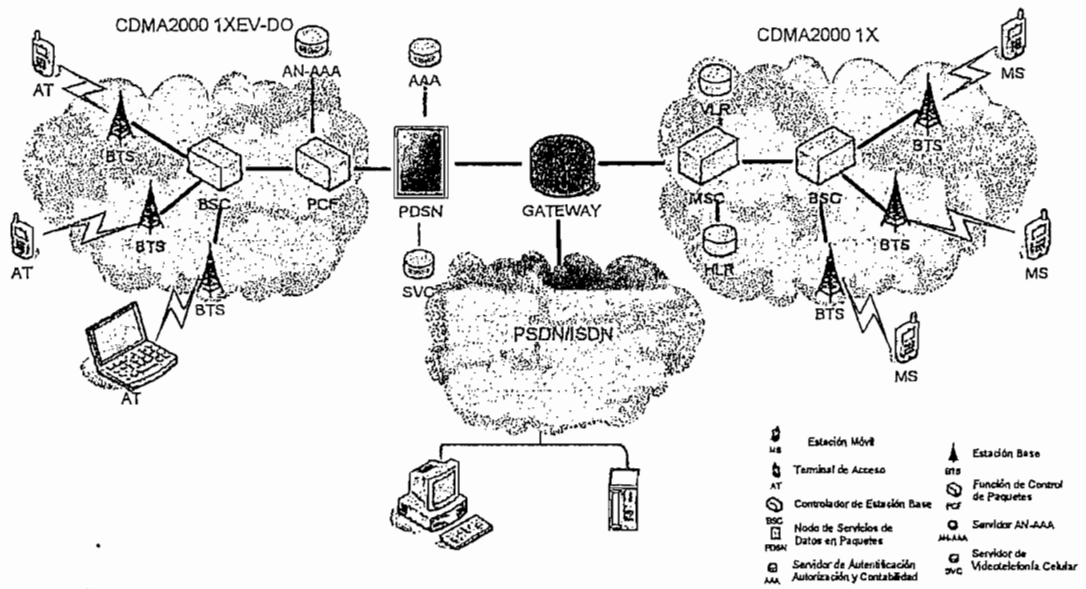


Figura 3-9: Diagrama de bloques de la red que soporta videotelefonía y sus interacción con otras redes.

3.3 MEDICIONES DE LAS VELOCIDADES QUE SE PRESENTA EN LAS REDES CDMA2000 1XEV-DO Y LAN CUANDO SE TIENE UNA VIDEOLLAMADA.

Para realizar las mediciones de velocidad se pidió la colaboración de Alegro PCS. Dichas mediciones se realizaron en las instalaciones de esta compañía. Las mediciones fueron realizadas utilizando el esquema mostrado en la Figura 3-10, el cual presenta los equipos utilizados en la práctica.

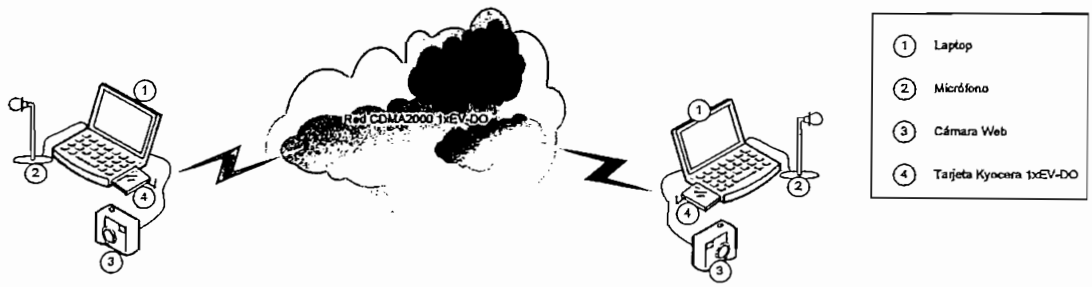


Figura 3-10: Esquema para la realización de pruebas

En la Figura 3-11 se indican las fotografías del equipo con el cual se realizaron las pruebas:

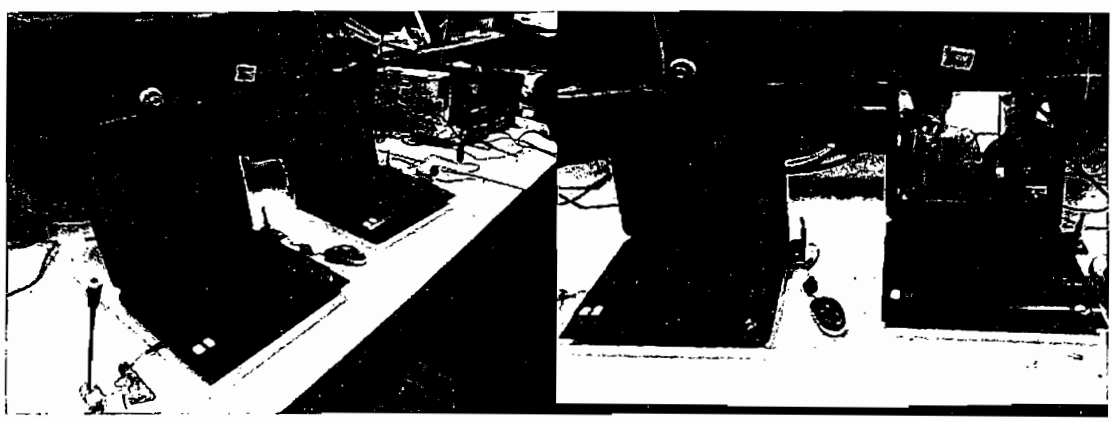


Figura 3-11: Fotografías de los equipos utilizados en las pruebas.

Los equipos utilizados en las pruebas fueron:

- Computadoras

  - IBM ThinkPad T42 notebooks
    Intel Pentium® M Processor 745 (1.8GHz9, 2MB L2, 400MHz)
    1 GB de RAM
    15" TFT SXGA+/1400x1050
    40GB de ROM
    256MB PC2700 DDR SDRAM
    CD-RW/DVD Combo

Modem; Gigabit Ethernet
2 puertos USB 2.0; 1 puerto paralelo; salida de video.
Puerto Infrarrojo; adaptador de AC; RJ-11; RJ-45
Audio: audifono/(sin linea), microfono externo
PC Card tipo III
Microsoft® Windows® XP Professional

- Tarjetas de Enlace KYOCERA

  - PASSPORT KPC650

    Tarjeta PCMCIA de siguiente generación 1xEVDO.
    Acceso de datos inalámbricos de alta velocidad de hasta 2.4 Mbps.
    Diversidad de recepción de banda dual y diseño de antena de alto rendimiento ,permite tener altas velocidades y mejoras en la cobertura.
    Capacidad de mensajes de texto SMS integrados.
    Rápido acceso para aplicaciones corporativas, e-mail, Redes Privadas Virtuales (VPNs), y búsquedas en Internet mediante su laptop para.

  - Requerimientos Mínimos del Sistema:

    Microsoft Windows 2000 o XP
    Ranura de tarjeta PCMCIA con estándar tipo II.
    Manejador de CD-ROM
    Memoria de 32 MB
    Espacio libre en disco de 14 MB

- Cámaras Web

Cámara 1

- Genius

  Modelo: VideoCAM Messenger
  Fabricante: Genius

- Características:
  - Interfaz USB 1.1
  - Resolución del sensor 350K
  - Resolución del video de hasta 640x480
  - Resolución de una imagen fija de hasta 1.3M píxeles.
  - Tasa de transferencia automática.
  - Tipo de lente de enfoque manual.
  - Máxima profundidad del color es de 32 bits.
  - Formato de las imágenes fijas capturadas es JPEG
  - Número máximo de imágenes AVI capturadas de hasta 30 fps
  - Compresión AVI

- Requerimientos del sistema mínimos
  - IBM PC Pentium II 400 compatible o superior
  - 64MB DRAM
  - 25MB de espacio libre en el disco duro
  - Windows 98SE, 2000, Me, XP
  - Puerto USB disponible.
  - CD-ROM Driver

Cámara 2

- QuickCam
  - Modelo: QuickCam Express
  - Fabricante: Logitech
- Características:
  - Monitor base
  - Sensor CMOS de alta calidad
  - Enfoque manual
  - Conexión USB
  - Captura de video de hasta 640x480 píxeles
  - Tasa de actualización de imágenes de hasta 30 imágenes por segundo.

- Requerimientos mínimos del sistema

  Pentium II 266 MHz o superior (u otro procesador compatible).
  32 MB de RAM
  Puerto USB, Unidad de CD-ROM
  Disco duro con 100 MB de espacio libre
  Tarjeta de sonido compatible con Windows (recomendable tarjeta de sonido con full duplex).
  Windows 98, Windows 2000, Windows Me, Windows XP.

Las especificaciones técnicas completas de estos equipos son presentados en el Anexo D.

El software utilizado para realizar las pruebas es el siguiente:

- Una descripción de la configuración e instalación del software de conexión a la red CDMA2000 1xEV-DO se presenta a continuación:
  El software de la tarjeta Passport denominado Navigator, el cual sirve para poder conectarse a la red celular. Para poder usar la tarjeta Passport es necesario activarla, dicha activación se debe seguir los siguientes pasos teniendo en cuenta que es necesario instalar el software antes de insertar por primera vez la tarjeta PC Card Passport en la computadora.

  1. Se cierra todos los programas de Windows que se estén ejecutando y se introduce el CD entregado con Passport en la unidad de CD-ROM. Al hacerlo, el programa de configuración comenzará a ejecutarse automáticamente. Nota: Si el programa no se ejecuta automáticamente, se selecciona Inicio → Ejecutar en la barra de tareas. Ingrese D:Setup.exe (en donde D es la letra de la unidad de CD-ROM) y haga clic en Aceptar para ejecutar el asistente de instalación.

  2. Luego se selecciona el idioma en el menú desplegable y haga clic en OK.

  3. A continuación se hace clic en Siguiente para comenzar a instalar los componentes de la tarjeta Passport en su computadora.

4. Luego de leer el Contrato de licencia, se selecciona Acepto y un clic en Siguiente.

5. Se selecciona la carpeta de destino de los archivos o se utiliza la carpeta predeterminada y se hace un clic en Siguiente.

6. Se selecciona la carpeta para los atajos del programa o se usa la carpeta predeterminada y luego se hace clic en Siguiente.

7. Luego es necesario colocar una marca de verificación en la casilla Crear iconos en el escritorio y un clic en Siguiente.

8. A continuación se hace un clic en Instalar.

9. Luego se hace clic en Finalizar, se cerrará el programa inicial de instalación y aparecerá el icono de Passport Navigator en su escritorio.

10. Se hace doble clic en el icono de Passport Navigator . Aparecerá la ventana de conexiones. En el ángulo inferior izquierdo se leerá "Introducir Tarjeta" como se muestra en la Figura 3-12.

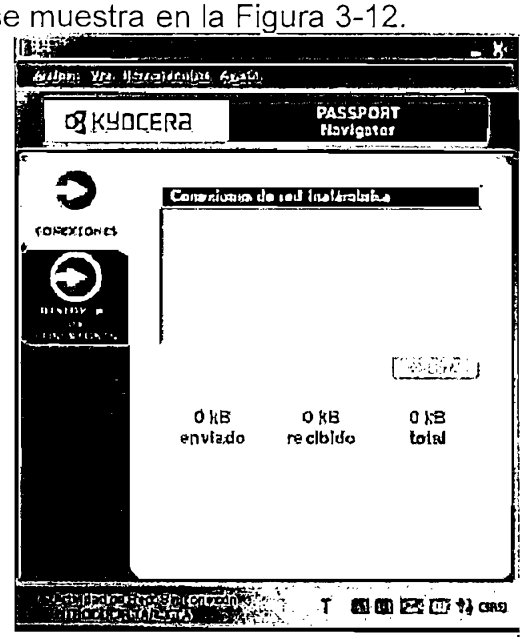


Figura 3-12: Pantalla de conexiones[98]

[98] Kyocera Wireless Corp., "Guía del Usuario de la Tarjeta Passport de Kyocera".

11. Luego se introduce la tarjeta Passport PC card en la ranura para tarjetas PC card de su computadora portátil con la etiqueta hacia arriba. Extienda totalmente la antena para que quede apuntando a un ángulo de 90° como se muestra en la Figura 3-13. El uso en cualquier otra configuración puede exceder los límites de exposición a RF establecidos por la FCC. El reconocimiento de la tarjeta puede llevar unos minutos, ya que la computadora debe reconocer los nuevos controladores de software instalados en los pasos anteriores.

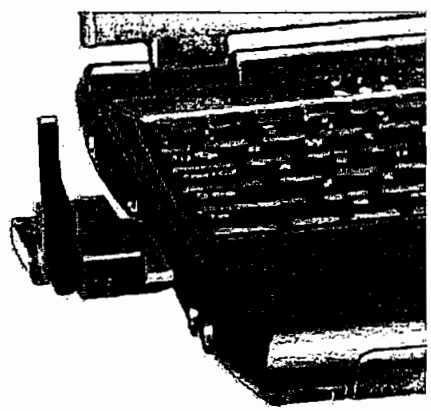


Figura 3-13: Forma de uso de la Tarjeta Passport[99].

Si el programa de conexión detecta que la tarjeta PC card no ha sido activada todavía, aparecerá una ventana emergente solicitando que ejecute el Asistente de activación. Si la tarjeta PC card ya ha sido activada, se continúa en el paso 18.

12. Luego se hace clic en Siguiente cuando aparezca el mensaje acerca de la ejecución del asistente. Aparecerá el Asistente de configuración de Passport Navigator.

13. Luego se hace clic en Siguiente.

14. Se Introduce el código de bloqueo (proporcionado por el fabricante de la tarjeta PC card) y un clic en Siguiente. El asistente activará la tarjeta PC card. La activación puede llevar varios minutos.

[99] Kyocera Wireless Corp., "Guía del Usuario de la Tarjeta Passport de Kyocera".

15. Se hace clic en Siguiente. El asistente solicitará su número telefónico (MDN) y MSID (IMSI_M). Ambos números son proporcionados por el fabricante de la tarjeta PC card.

16. Se introduce los números MDN y MSID y haga clic en Siguiente. El asistente indicará que la configuración fue realizada correctamente.

17. Haga clic en Finalizar para salir del asistente y regresar a la pantalla de Passport Navigator. Una vez que el sistema reconozca la tarjeta Passport PC card, aparecerán en la pantalla las opciones de conexión (EVDO, 2G, 3G, etc.) como se muestra en la Figura 3-14.

Figura 3-14: Pantalla de Opciones de Conexión[100].

18. Finalmente se selecciona el tipo de conexión deseada y se hace clic en Conectar. Ahora puede usar Passport Navigator para controlar las conexiones que se deseen realizar.

- Una descripción del software MSN Messenger se presenta a continuación:
  Este software puede bajarse de la dirección electrónica http://messenger.msn.com y tiene el aspecto de la Figura 3-15.

[100] Kyocera Wireless Corp., "Guía del Usuario de la Tarjeta Passport de Kyocera".

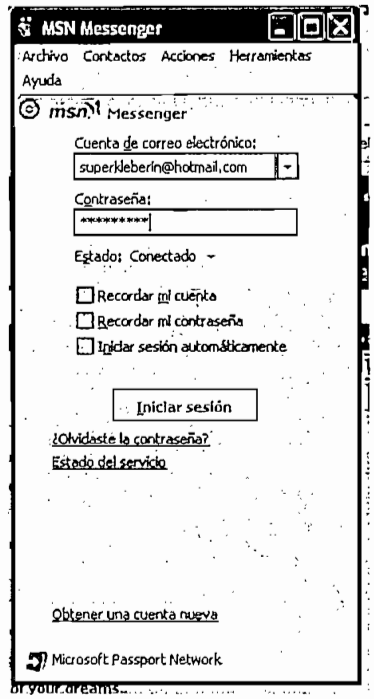


Figura 3-15: Pantalla de Acceso al MSN Messenger.

1. En esta ventana se debe ingresar la cuenta de correo electrónico y la contraseña se hace un click en Iniciar sesión.
2. En ese momento aparecerán todos los usuarios que se encuentran en su lista de contactos como se muestra en la Figura 3-16, y luego se puede conectar a cualquiera de ellos que se encuentre en estado activo.

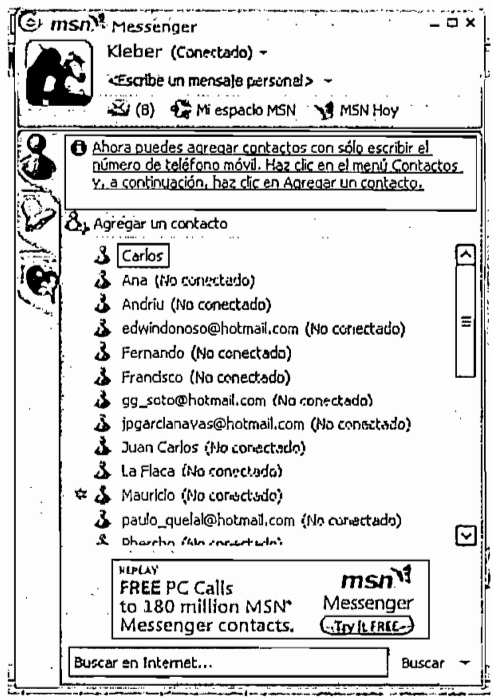


Figura 3-16: Pantalla de Acceso a Usuarios de la Lista de Contactos.

3. Antes de realizar una videollamada se necesita realizar la configuración de audio y video tal como se indica en la Figura 3-17.

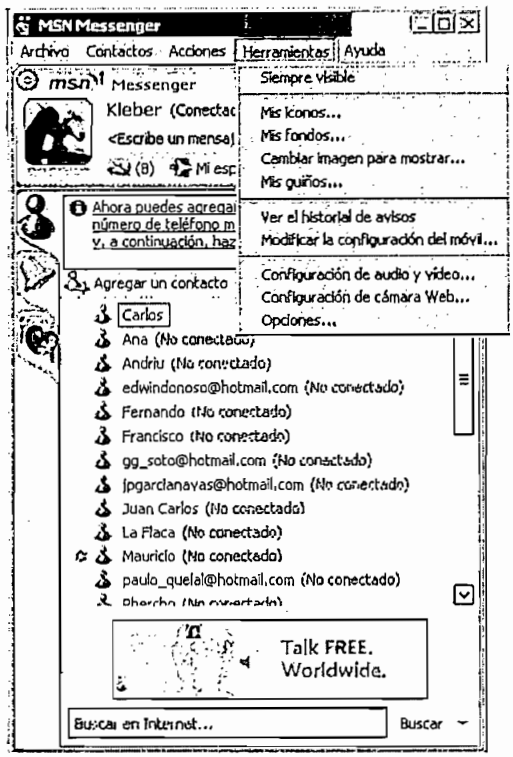


Figura 3-17: Menú de ingreso a la Configuración de Audio y Video.

4. La configuración de audio y video se realiza ingresando al menú Herramientas, y se presenta el asistente de la Figura 3-18.

Figura 3-18: Pantalla de Configuración de Audio y Video.

5. Luego se presiona siguiente y aparecen tres pasos para la configuración.

6. El primer paso sirve para la configuración de los parlantes y presenta la pantalla que se muestra en la Figura 3-19.

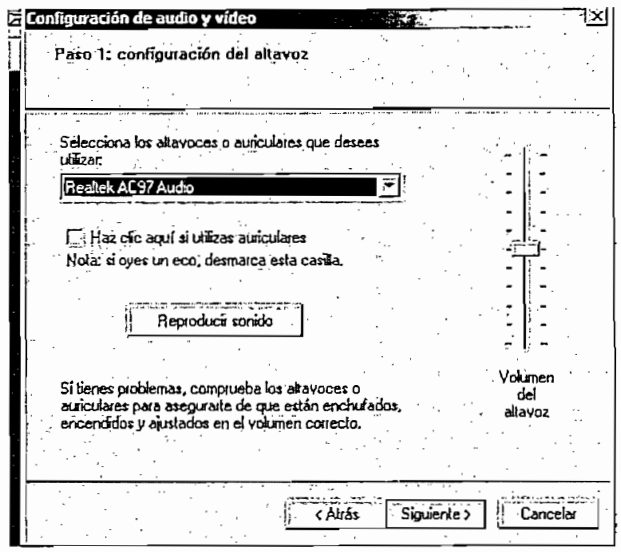


Figura 3-19: Pantalla de Configuración de Parlantes.

7. El segundo paso sirve para la configuración del micrófono como se muestra en la Figura 3-20.

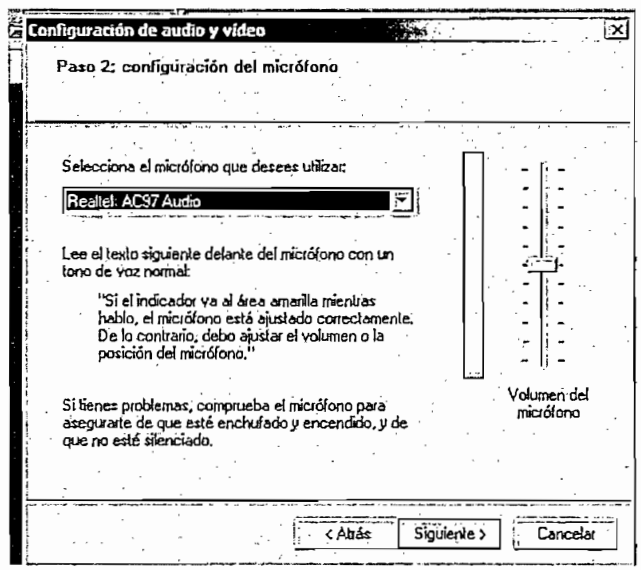


Figura 3-20: Pantalla de Configuración del Micrófono.

8. El tercer paso trata de la configuración de la cámara web, en el cual se debe escoger una cámara de las que se encuentran en la lista como se presenta en la Figura 3-21.

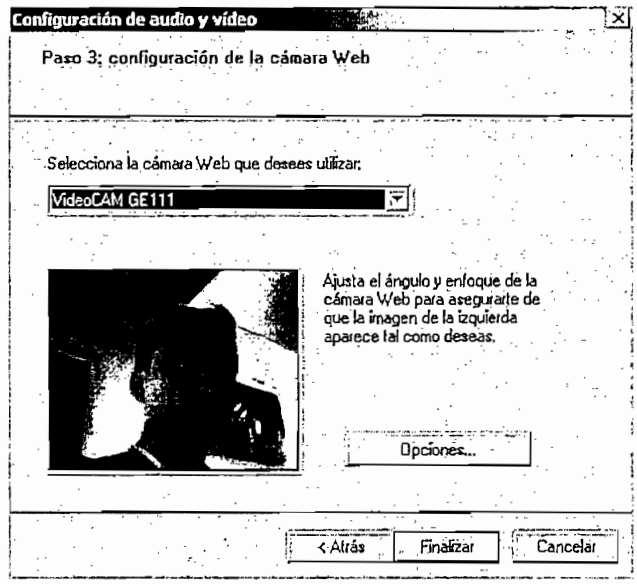


Figura 3-21: Configuración de la Cámara Web.

9. Y se presiona Finalizar para culminar con la configuración de audio y video.

10. Luego se puede realizar la video llamada en el submenú "Voz y Video" del menú "Acciones", como se indica en la Figura 3-22.

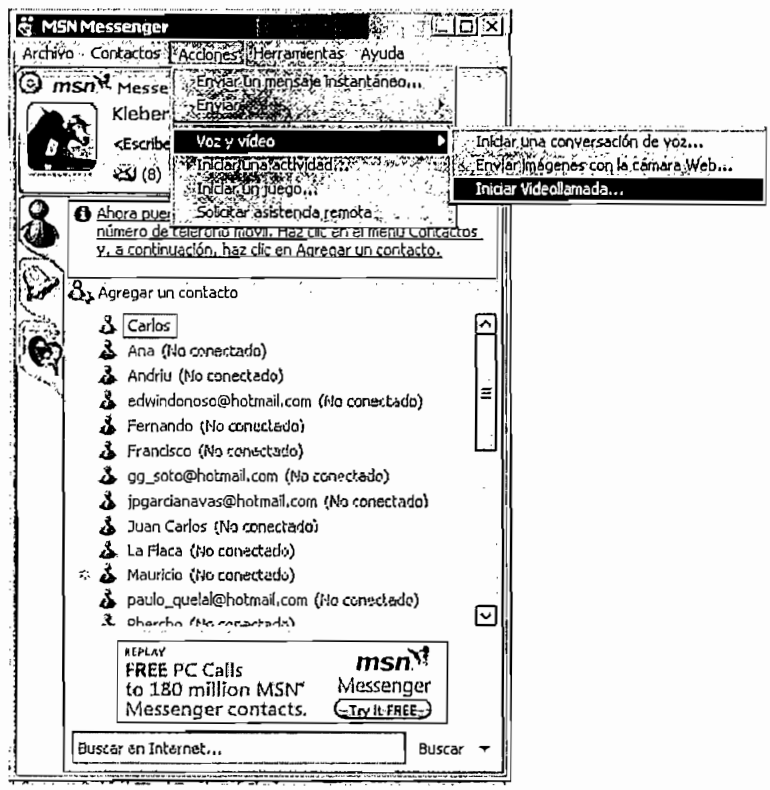


Figura 3-22: Menú para Realizar una Videollamada.

- Una descripción del software NetPerSec se presenta a continuación:

NetPerSec permite chequear su velocidad de conexión en tiempo real. Este monitorea toda la actividad TCP/IP hacia y desde el Internet u otras redes, y grafica la velocidad de comunicación. Además muestra la actividad en función de la velocidad de envió, recepción y el promedio en una presentación gráfica configurable. Es posible modificar la tasa de muestreo y la cantidad de datos usados para calcular el promedio de la velocidad de transmisión. NetPerSec fue creado por Mark Sweeney, primero aparece en PC Magazine el 16 de Enero, 2001 (v20n02) como se muestra en la Figura 3-23.

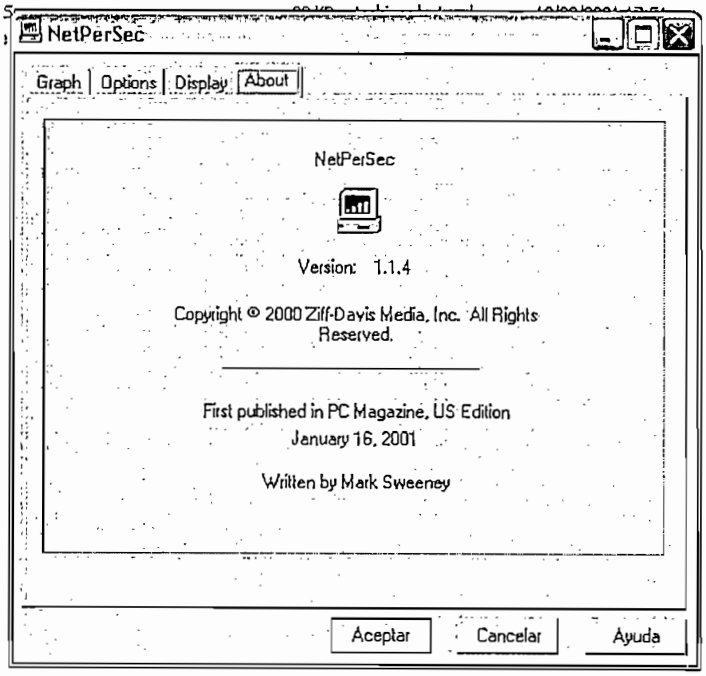


Figura 3-23: Pantalla de información General de NetPerSec.

Para la instalación de este software únicamente es necesario ejecutar el archivo NetPerSec.exe y automáticamente comienza a trabajar.

El procedimiento para realización de las pruebas se presenta a continuación:

a) En primer lugar se conecta todos los equipos (Laptop, tarjeta inalámbrica, cámara y micrófono).
b) Luego se conectan las laptops a la red celular CDMA2000 1xEV-DO mediante el software denominado "Passport Navigator" que viene con las tarjetas inalámbricas. En esta parte es necesario el ingreso de un password y un número que previamente debe ser proporcionado por la operadora celular.
c) Seguidamente se debe acceder al software MSN Messenger, con el cual se va ha realizar la conexión de video y voz. Este software debe estar instalado y funcionando en cada una de las laptos
d) Luego se escoge el usuario con el que se desea conectarse y se presiona videollamada, en ese momento aparecerá en la otra computadora un mensaje en forma de enlace web, que dice que el usuario desea establecer una videollamada y es necesario aceptar esta petición para comenzar la conexión.
e) A partir de este momento se puede comenzar la conversación de video, por lo tanto es necesario comenzar a medir la velocidad a la cual se está transmitiendo la información.
f) Para poder realizar esta medición, es necesario tener instalado en una computadora el software NetPerSec, el cual nos permite cuantificar la velocidad de transmisión que está enviando y recibiendo dicha computadora.
g) Los datos de velocidad cambian constantemente por lo tanto se toman 10 muestras cada 2 minutos con ayuda de la tecla "Impr. Pant", la cual nos permite capturar la pantalla y se las pega en un documento de Word para su posterior análisis.
h) El mismo procedimiento se realizó con la red LAN de Alegro PCS, desconectando las tarjetas inalámbricas y conectando el cable de red.

Los resultados de las pruebas se presentan a continuación:

1. Se realizó mediciones de las velocidades de datos con el software MSN Messenger en la red LAN de Alegro PCS, las cuales se presentan en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10: Resultados obtenidos en la red LAN de Alegro PCS.

	Recepción		Transmisión	
	Velocidad Promedio [Kbps]	Velocidad Máxima [Kbps]	Velocidad Promedio [Kbps]	Velocidad Máxima [Kbps]
Prueba 1	72,3	201,7	55,7	149,8
Prueba 2	71,6	1800	50,9	779,2
Prueba 3	73	86,1	57,8	77,4
Prueba 4	68,8	233,5	54,8	179,1
Prueba 5	69,5	106	51,5	87,6
Promedio	71,04	485,46	54,14	254,62

2. Se toman medidas de las velocidades de datos en la red CDMA2000 1xEVDO con el software MSN Messenger. Estos datos se presentan en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11: Resultados obtenidos en la red CDMA2000 1xEV-DO de Alegro PCS.

	Recepción		Transmisión	
	Velocidad Promedio [Kbps]	Velocidad Máxima [Kbps]	Velocidad Promedio [Kbps]	Velocidad Máxima [Kbps]
Prueba 1	57,3	92,5	57,3	81,3
Prueba 2	72,1	89,7	60,5	100,3
Prueba 3	69,3	85,8	56,4	80
Prueba 4	73,7	92,6	53,1	75,1
Prueba 5	71,9	92,6	54,6	86,9
Promedio	68,86	90,64	56,38	84,72

El detalle de los datos pueden observarse en el Anexo E.

3.4 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS QUE PUEDEN ACCEDER A ESTE SERVICIO SIMULTÁNEAMENTE.

Para realizar el cálculo del número de usuarios que accedan al servicio, en primer lugar se necesita escoger el sistema más óptimo donde se preste el servicio de videotelefonía.

Como se viene observando en este capítulo, el mejor sistema para proporcionar el servicio de videotelefonía es la red CDMA2000 1x con el estándar H.324 ya que la naturaleza propia del sistema (conmutación de circuitos) permite asegurar una

cierta calidad en el servicio y por lo tanto las velocidades necesarias que cumplen con el estándar que permite tener una videoconferencia punto a punto. Además ya que no es necesario el aumento de equipos para proporcionar este servicio, el sistema sería idóneo para la videotelefonía. Según el articulo "Fundamentals of Multimedia: Wireless Networks[101]" el número máximo de usuarios puede ser calculado como se especifica en la Ecuación 3-1.

$$M \cong \frac{W/R}{Eb/Nb}$$ Ecuación 3-1

Donde:

M	Número máximo de usuarios por celda.
W/R	Índice entre ancho de banda de W y la velocidad de datos del usuario R. Este valor esta en el rango de 10^2 a 10^7.
Eb/Nb	Es el nivel de bits SNR se encuentra en el rango de 6 a 9 dB.

Según el artículo W/R se asumirá como 10^2 a que necesitamos una alta velocidad en el mismo ancho de banda para poder tener una sesión de videotelefonía Adicionalmente Eb/Nb según el artículo "Evolution of Wireless Data Services:IS-95 to cdma2000[102]" es de 7dB ≅ 5.01. Por lo tanto la Ecuación 3-1 quedaría como:

$$M \cong \frac{10^2}{5.012} = 19.953\ usuarios$$ Ecuación 3-2

Por lo visto en la Ecuación 3-2 se puede tener alrededor de 20 usuarios por celda simultáneamente para este servició.

Para el caso de la red CDMA2000 1xEV-DO, el número máximo de usuarios según el artículo "A Forward Link Performance Study of the 1xEV-DO System Through Simulations and Field Measurements[103]" se pueden tener de 10 a 12 usuarios con el servicio FTP. Teniendo en cuenta una característica inherente de

---

[101] Li & Drew, "Fundamentals of Multimedia: Wireless Networks"

[102] Knisel Douglas, "Evolution of Wireless Data Services:IS-95 to cdma2000"

[103] Q. Bi, "A Forward Link Performance Study of the 1xEV-DO System Through Simulations and Field Measurements"

este servicio como es el completo uso del canal para la transmisión de datos, podemos hacer una relación con el servicio de videotelefonía, ya que también utiliza el canal completo para la transmisión. Según esta relación se puede sugerir que para el servicio de videotelefonía se pueden tener aproximadamente 10 usuarios en forma simultanea.

3.5 ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS Y SOFTWARE NECESARIOS.

La empresa Radvision provee una solución tanto en software como en hardware para la implementación del servicio de videotelefonía en la red CDMA2000, así como también otros muchos servicios. A continuación se realiza una síntesis de la solución proporcionada por esta empresa, la cual se denomina "3G Video Telephony / Streaming".

Esta solución se fundamenta en el surgimiento de redes móviles de 3G, protocolos estándar, y avanzados teléfonos que están haciendo del video inalámbrico una realidad. Esto se puede observar en el surgimiento de una gran cantidad de servicios basados en video tal como videotelefonía y videoconferencia, video sobre demanda, transmisión ininterrumpida de contenidos multimedia, vigilancia remota, además de otros entretenimientos en tiempo real y servicios de comunicaciones.

Uno de los componentes esenciales en una red de servicios de video es el puente (Gateway) entre redes móviles, los cuales usan protocolos de comunicación en tiempo real tal como 3G-324M, y la red cableada (IP/ISDN) donde se encuentran la mayoría de contenidos multimedia y los actuales usuarios del videoteléfono.

El gateway de servicios móviles de video RADVISION, soporta sesiones de videotelefonía y streaming bidireccional en tiempo real entre dispositivos móviles basados en 3G-324M y terminales de video basados en IP o ISDN, servidores streaming RTSP, y cámaras red.

La compañía ofrece infraestructura, herramientas de desarrollo, y servicios profesionales que permitirá a los desarrolladores de equipo y proveedores de servicio desarrollar y/o ofrecer soluciones y servicios a sus clientes pudiendo tener una amplia cantidad de ingresos por comunicaciones multimedia y servicios de entretenimiento incluyendo: telefonía IP, videotelefonía punto a punto, servicios de conectividad de video inalámbrico a convencional IP, chats de video grupal,

videotelefonía residencial, vigilancia/monitoreo remoto de banda ancha, video streaming, servicios de televisión en tiempo real, video mail, y juegos multimedia en tiempo real sobre 3G inalámbrico.

Proporciona servicios de comunicaciones multimedia cableada IP (SIP y H.323) y móvil (WCDMA y CDMA2000), la arquitectura de RADVISION es una solución basada en proporcionar una estructura la cual entrega los módulos, herramientas de gestión, inventariado, y funcionalidad que reúne los requerimientos de funcionamiento de los portadores del mundo entero.

La arquitectura Radvision soporta todas las señalizaciones multimedia y protocolos de transporte, entregando a las portadoras máxima flexibilidad en ofrecer el servicio, soportando nuevos dispositivos de acceso (end points), y trabajando con diversas redes, usuarios y dispositivos dentro de una sola red integrada.

La plataforma RADVISION también exhibe un sofisticado manejo de servicios, monitoreo de red y herramientas de detección de fallas, diseñado para asegurar que la red de portadoras y servicios alcance un valor cercano al 99,999%.
La arquitectura RADVISION también ostenta los interfaces SNMP (Protocolo para la administración simple de una red) de clase portadora, permitiendo al sistema y sus interfaces ser manejadas por terceros.

Debido a la naturaleza modular de la tecnología y el enfoque de Radvision, los proveedores de servicio y ASP son ahora capaces de poner en marcha fácilmente nuevas aplicaciones y servicios simplemente agregando nuevos componentes de software y hardware a la estructura.

En esta parte se describen los equipos que están en el mercado para poder acceder al servicio de videotelefonía en redes CDMA2000.
Se ha encontrado en este contexto el videoteléfono denominado Qvideophone como se muestra en la Figura 3-24.

Figura 3-24: Videoteléfono "Qvideophone" para realizar videoconferencia punto a punto[104].

Un resumen de las características de este terminal se presenta a continuación:

Wireless Launchpad™ VideoConference Technology "QVideoPhone"

- Bidireccional, aplicación de videoconferencia punto a punto para MSM6250 y MSM6500.
- Sevicio: H.324M (circuitos conmutados)
- Velocidades de bits: 64 Kbps
- Velocidades de las imágenes: QCIF a 15 fps y SQCIF a 25 fps
- Audio: AMR, G.723, y EVRC

El detalle de las características de este videoteléfono se describe en el Anexo F.

Además del videoteléfono pueden ser utilizados teléfonos móviles con capacidades de video, los cuales se encuentran disponibles para redes 3G. Estos aparatos pueden ser utilizados para prestar este servicio con una modificación de su software, esto se debe a que la empresa Radvision ofrece un software denominado "3G-324M Protocol Tookit" el cual integra en el dispositivo los estándares necesarios para proveer este servicio. Estos aparatos son presentados en el Anexo F.

[104] http://cibertele.com/nuevo/publicaciones/UMTS.pdf

CAPÍTULO IV

4 VIABILIDAD FINANCIERA

4.1 CONCEPTOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS.

Se presenta el costo que tiene la implementación de este servicio y se analiza su financiación para la recuperación del capital invertido en este proyecto.

4.1.1 Flujo de Fondos

El flujo de fondos provee información sobre los costos implícitos en cada alternativa y nos ayuda a identificar en que medida estos pueden cubrirse mediante el diseño de un plan de financiamiento. En otras palabras permite conocer la fecha en que se deben hacer los desembolsos, tanto de inversión como de costos de producción y otros gastos, y como poder sincronizarlos con las entradas de efectivo producto del financiamiento y de los ingresos por ventas.

4.1.2 Elementos del Flujo de Fondos

4.1.2.1 *Ingresos*

Corresponde a los fondos percibidos por prestación y venta de bienes o servicios. Su registro contable se realiza en el período que se espera recibir utilizando contabilidad de caja.

4.1.2.2 *Costos de Operación*

Dentro de estos gastos se incluyen remuneraciones al personal, materiales, insumos, servicios utilizados a lo largo de la etapa de ejecución del proyecto.

Estos egresos hacen referencia a los desembolsos por utilización periódica de recursos (insumos, servicios) dentro del ciclo productivo del proyecto.

Se contempla bajo esta categoría: arrendamientos, servicios públicos, gastos de mantenimiento, insumos, mano de obra calificada no calificada (costos de interventoría, costos del personal contratado, reasignado o promovido con el proyecto) y otros.

4.1.2.3 *Depreciación y Amortización*

Desde el punto de vista contable la depreciación y la amortización son mecanismos para distribuir el costo de un activo a lo largo de su vida útil. La

depreciación no representa una salida de efectivo por lo tanto no refleja un costo efectivo. La depreciación se considera dentro del flujo de fondos para calcular la utilidad gravable y por lo tanto el impuesto a la renta, por esta razón se resta en primera instancia para calcular el ingreso gravable y los impuestos sobre la renta luego se vuelve a sumar para que no entre como costo dentro del flujo de fondos. Existen varios métodos para el cálculo de la depreciación, pero el más común es el método lineal en el cual se distribuye uniformemente el valor del bien en el número de períodos de su vida útil.

Existen otros gastos como son amortización de activos intangibles y agotamiento de recursos renovables que son deducibles de impuestos y cuyo tratamiento sería igual al de la depreciación.

4.1.2.4 *Valor de Salvamento*

Corresponde al valor de los activos después de su uso al finalizar el proyecto, este valor generalmente es un valor comercial estimado y se incluye al final del proyecto sin importar si se vende o no.

Como primer paso debemos obtener el valor en libros así:

$$Valor\ en\ Libros = Valor\ registrado\ al\ ser\ adquirido - Depreciación\ acumulada \quad \text{Ecuación 4-1}$$

La depreciación acumulada corresponde a la suma de las depreciaciones realizadas hasta la fecha.

4.1.3 Índices relacionados con la Rentabilidad Económica del Proyecto

Para realizar la evaluación de la rentabilidad es necesario definir los siguientes conceptos:

- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Valor Presente Neto (VPN)
- Relación Beneficio /Costo (B/C)
- Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

4.1.3.1 *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

Representa el rendimiento (en porcentaje) que ofrece el proyecto, esto se debe a que la TIR se define como la tasa de interés que hace que el VPN sea igual a cero.

$$VPN = \sum_{t=0}^{n} \frac{FFN_t}{(1+i)^t} = 0$$ Ecuación 4-2

Para aceptar un proyecto se requiere que este rendimiento sea mayor al Costo Ponderado del Capital de la Empresa (Cpk).

La TIR se obtiene al analizar los flujos de caja netos del proyecto en un período determinado y con la misma fracción de tiempo proyectada.

4.1.3.2 *Valor Presente Neto (VPN o VAN)*

Valor que se obtiene al descontar para cada período, los flujos de caja netos después del pago de impuestos para un cierto período, dado la Tasa del Costo Ponderado del Capital de la Empresa (Cpk).

Si el VPN es positivo, la rentabilidad del proyecto será mayor al Cpk exigido, es decir se recupera el capital invertido más un beneficio y por lo tanto puede ser aceptado.

Si el VPN es igual a cero, el flujo actualizado se iguala al desembolso es decir se recupera la inversión.

Si el VPN es negativo, no se recupera el capital invertido, es decir hay pérdida real a la tasa de interés deseada.

El Valor Presente Neto (VPN) se calcula con la siguiente fórmula:

$$VPN = -Inversión\ Inicial + \sum_{n=1}^{i} \frac{Flujo\ de\ Caja\ Neto}{\left(1+TIO\ o\ C_{pk}\right)^n}$$ Ecuación 4-3

4.1.3.3 *Relación Beneficio / Costo (B/C)*

Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de un proyecto y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total. Se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados. Para el cálculo generalmente, se emplea la misma tasa que la aplicada en el VAN.

Si la relación B/C es mayor que la unidad, el proyecto es aceptable, por que el beneficio es superior al costo.

Si la relación B/C es menor que la unidad, el proyecto debe rechazarse porque no existe beneficio.
Si la relación B/C es igual a la unidad, es indiferente llevar adelante el proyecto, porque no hay beneficio ni pérdidas.

4.1.3.4 *Período de Recuperación de la Inversión PRI*

Se interpreta como el tiempo necesario para que el proyecto recupere el capital invertido, además mide la rentabilidad en términos de tiempo. Considera los flujos de fondos adecuadamente descontados.

4.1.3.5 *Costo Ponderado del Capital*

Costo de Capital Ponderado de una empresa, es lo que le cuesta en promedio a la compañía cada unidad monetaria que está utilizando, sin importar si es financiado por recursos ajenos o propios.
Toma en cuenta el monto del préstamo multiplicado por una tasa bancaria de préstamo a largo plazo y el monto del capital propio multiplicado por una tasa bancaria que se obtiene en un depósito a plazo fijo, de manera que se toma en cuenta el costo de oportunidad.

4.2 DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS

4.2.1 Costos de Inversión

Hay que tener claro que para la implementación de este servicio es necesario que se cambie la parte del hardware y el software de la red para que sea compatible con los equipos que van a acceder a la misma para tener llamadas de voz y video simultáneamente. Este proyecto consta de tres fases las cuales se detallan a continuación:

Primera Fase:
Prueba de concepto: Elaboración el sistema y puesta en funcionamiento en los laboratorios del cliente de Radvision. Adaptación de los servicios de acuerdo a los requerimientos del cliente, pruebas de interoperabilidad con el conmutador de usuarios. El dispositivo del cliente será una laptop conectada a la red EVDO a

través de una tarjeta PCMCIA EVDO. Demostración sobre otros hadsets, es sujeto a discusión con el cliente.
Costo estimado (incluyendo hardware, software e integración) es de 250.000 USD.

Segunda Fase:
Proporcionar el servicio sobre handsets seleccionados que soporten EVDO y SIP. Esto depende mucho de los handsets seleccionados, y el software disponible en cada uno de ellos. El costo varía entre 0 USD (en caso de que Radvision estuviera integrado con dicho modelo de handset y la aplicación de software) a unas pocas decenas de miles de dólares por modelo de handset.

Tercera Fase:
Implementación de la producción: el precio por puerto varia significativamente con la actual funcionalidad. Puesto que Radvision es incapaz de definir exactamente el contenido de cada canal, insta a usar el siguiente rango de precios por puerto:
Para 1.000 puertos (es decir 1000 usuarios simultáneos, típicamente 10000 suscriptores al servicio): precio por puerto 900-1.200 USD.
Para 10.000 puertos (en otras palabras 10.000 usuarios simultáneos, típicamente 100.000 suscriptores al servicio): precio por puerto 600-800 USD.

Además es necesario realizar la compra de 3 computadoras para la utilización de los nuevos empleados con un valor de 5.000 USD y el costo de sus respectivos escritorios con sus sillas es de 500 USD.

4.2.2 Costos de Operación

Dentro de este tipo de costos se encuentran los costos por salarios, servicios, arriendos, etc.
Se supone que es necesario contratar a 8 ingenieros para atender a los usuarios y 4 para el monitoreo de la red monitoreo de la red.
Se estima que el salario mensual para cada empleado nuevo es de 1.000 USD gastando un total de 12.000 USD al mes por este concepto. Además se prevé arrendar 3 oficinas, cada una con un costo de arriendo de 600 USD, estas oficinas serán utilizadas para proporcionar el servicio.

4.2.3 Costos Muertos

Aquí se toman en cuenta los costos por estudios y asesoría.

Costo del estudio de factibilidad	1.000 USD
Costo del estudio de aceptación del servicio	4.200 USD

4.2.4 Costos de las Llamadas

Para realizar un estimado de los ingresos se toma en cuenta los valores cobrados por cada una de las empresas de telefonía celular, los cuales se encuentran detallados en el Anexo G y a continuación se presenta un resumen de dichos datos.

En la Tabla 4-1 se presentan los costos del servicio que ofrece la empresa Porta.

Tabla 4-1: Costo de planes pospago de Porta.

	Costo mensual por linea	Precio Minuto a otras operadoras	Precio Minuto Porta a Porta (dcto. 50%)
Motorola C115 por $0	$ 25	$ 0,29	$ 0,15
Nokia 2600 por $29	$ 34	$ 0,24	$ 0,12
Siemens C61 por $0	$ 43	$ 0,22	$ 0,11
Nokia 3120 por $19	$ 54	$ 0,19	$ 0,10
Samsung Bravo por $0	$ 67	$ 0,18	$ 0,09
Nokia 6800 por $0	$ 79	$ 0,18	$ 0,09
Sagem MYX-T por $0	$ 95	$ 0,17	$ 0,09
Motorola V3 por $299	$ 120	$ 0,17	$ 0,08
Nokia 1100 por $29	$ 18	$ 0,34	$ 0,20
Motorola C115 por $0	$ 20	$ 0,31	$ 0,18
Sagem MYX-T por $0	$ 22	$ 0,31	$ 0,18
Motorola C115 por $0	$ 25	$ 0,29	$ 0,15
Siemens A56i por $0	$ 34	$ 0,24	$ 0,12
Sony Ericsson T237 por $19	$ 43	$ 0,22	$ 0,11
Samsung X426 por $79	$ 54	$ 0,19	$ 0,10
Motorola C650 por $0	$ 67	$ 0,18	$ 0,09
Promedio		$ 0,2337	$ 0,1221
Promedio Total		$ 0,1779	

En la Tabla 4-2 se presentan los costos relacionados a los planes que ofrece la empresa Movistar

Tabla 4-2: Costo de planes pospago libres de Movistar

PLANES	Tarifa Básica Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		Movistar	Otro operador	movistar/no pico
Mi Grupo	$ 50,00	357	$ 0,2200	$ 0,1100
Cool SMS 500	$ 18,00	60	$ 0,4200	$ 0,2100
Cool SMS 1000	$ 20,00	44	$ 0,4200	$ 0,2100
Cool SMS 250	$ 22,00	110	$ 0,4200	$ 0,1800
Mi Plan Controlado 86	$ 18,00	86	$ 0,4100	$ 0,2000
Mi Plan Controlado 110	$ 22,00	110	$ 0,4000	$ 0,2000
Mi Plan Controlado 150	$ 25,00	150	$ 0,3300	$ 0,1700
Mi Plan Controlado 250	$ 34,00	250	$ 0,2700	$ 0,1400
Mi Plan Controlado 350	$ 43,00	350	$ 0,2500	$ 0,1200
Mi Plan Controlado 500	$ 54,00	500	$ 0,2200	$ 0,1100
Mi Plan Plus Controlado 120	$ 22,00	120	$ 0,3700	$ 0,1800
Mi Plan Plus Controlado 165	$ 25,00	165	$ 0,3000	$ 0,1500
Mi Plan Plus Controlado 275	$ 34,00	275	$ 0,2500	$ 0,1200
Mi Plan Plus Controlado 385	$ 43,00	385	$ 0,2200	$ 0,1100
Mi Plan Plus Controlado 550	$ 54,00	550	$ 0,2000	$ 0,1000
Mi Plan 150	$ 25,00	150	$ 0,3300	$ 0,1700
Mi Plan 250	$ 34,00	250	$ 0,2700	$ 0,1400
Mi Plan 350	$ 43,00	350	$ 0,2500	$ 0,1200
Mi Plan 500	$ 54,00	500	$ 0,2200	$ 0,1100
Mi Plan 650	$ 67,00	650	$ 0,2100	$ 0,1000
Mi Plan 800	$ 79,00	800	$ 0,2000	$ 0,1000
Mi Plan 1000	$ 95,00	1000	$ 0,1900	$ 0,1000
Mi Plan 1300	$ 120,00	1300	$ 0,1900	$ 0,0900
Mi Plan Plus 165	$ 25,00	165	$ 0,3000	$ 0,1500
Mi Plan Plus 275	$ 34,00	275	$ 0,2500	$ 0,1200
Mi Plan Plus 385	$ 43,00	385	$ 0,2200	$ 0,1100
Mi Plan Plus 550	$ 54,00	550	$ 0,2000	$ 0,1000
Mi Plan Plus 715	$ 67,00	715	$ 0,1900	$ 0,0900
Mi Plan Plus 880	$ 79,00	880	$ 0,1800	$ 0,0900
Mi Plan Plus 1100	$ 95,00	1100	$ 0,1700	$ 0,0900
Mi Plan Plus 1430	$ 120,00	1430	$ 0,1700	$ 0,0800
PROMEDIO			$ 0,2658	$ 0,1313
PROMEDIO TOTAL			$ 0,1985	

En la Tabla 4-3 se muestran el costo de los minutos en los planes de Alegro.

Tabla 4-3: Costo de tarifas Alegro

PLAN ALEGRO FLEX			PLAN ALEGRO EXACTO						
Minutos incluídos			Tarifa Socio Fundador			Tarifa personal			Tarifa única
Alegro a Alegro	Alegro a Fijo nacional	Alegro a otros Celulares / MONDO	Alegro	Fijo nacional	Celulares nacionales / Mondo	Alegro	Fijo nacional	Celulares nacionales / Mondo	A cualquier destino nacional / MONDO
$ 0,17	$ 0,26	$ 0,36	$ 0,10	$ 0,29	$ 0,39	$ 0,19	$ 0,29	$ 0,39	$ 0,35
$ 0,16	$ 0,25	$ 0,35	$ 0,10	$ 0,28	$ 0,39	$ 0,18	$ 0,28	$ 0,39	$ 0,35
$ 0,14	$ 0,22	$ 0,34	$ 0,10	$ 0,26	$ 0,36	$ 0,17	$ 0,26	$ 0,36	$ 0,34
$ 0,12	$ 0,20	$ 0,33	$ 0,10	$ 0,25	$ 0,35	$ 0,16	$ 0,25	$ 0,35	$ 0,32
$ 0,10	$ 0,18	$ 0,31	$ 0,10	$ 0,23	$ 0,34	$ 0,14	$ 0,23	$ 0,34	$ 0,30
$ 0,09	$ 0,17	$ 0,31	$ 0,10	$ 0,20	$ 0,33	$ 0,12	$ 0,20	$ 0,33	$ 0,28
$ 0,09	$ 0,16	$ 0,31	$ 0,10	$ 0,18	$ 0,32	$ 0,10	$ 0,18	$ 0,32	$ 0,26
PROMEDIO									
$ 0,124	$ 0,206	$ 0,330	$ 0,10	$ 0,240	$ 0,355	$ 0,149	$ 0,240	$ 0,355	$ 0,314

PROMEDIO TOTAL:	$ 0,2412

La Tabla 4-4 presenta un promedio del cobro por minuto realizado por las empresas de telefonía celular, y al final se obtiene el promedio del costo del minuto de la telefonía celular.

Tabla 4-4: Promedio de precios de las llamadas de todas las operadoras

Promedio Porta Postpago	$ 0,18
Promedio Movistar Postpago	$ 0,20
Promedio Alegro Postpago	$ 0,24
Promedio Total	$ 0,21

Para determinar los ingresos por el servicio de videotelefonía se necesita calcular los siguientes factores:

- Número de usuarios que podrían acceder al servicio de videotelefonía.
- Costo a pagar por minuto
- Número realizado en promedio por cada usuario

- Demora promedio en cada llamada.

Para realizar estos cálculos de tal forma que se apeguen a la realidad se efectúa una encuesta dirigida a los usuarios potenciales del servicio de videotelefonía de la ciudad de Quito.

4.2.5 Realización de la Encuesta

El objetivo de la encuesta es establecer las condiciones socioeconómicas, las preferencias en la empresa celular, las costumbres de uso de su dispositivo móvil, el nivel de conocimiento y aceptación del servicio de videotelefonía, el costo promedio que están dispuestos a pagar, la demora aproximada de cada llamada, y el número de llamadas realizadas en promedio por cada usuario.

El tamaño de la muestra fue de 150 encuestas basándose en el siguiente método:

Muestreo aleatorio simple.- para calcular el tamaño de la muestra se requiere conocer los siguientes parámetros:

Error (e).- es la máxima diferencia deseable que existe entre un determinado parámetro de la población y el correspondiente parámetro de la muestra.

Nivel de confianza.- es la probabilidad con la que se puede asegurar que un parámetro de la muestra no sobrepase el error e.

El nivel de confianza se traduce en un valor Zc denominado Z crítica que se presenta en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Valores de Zc correspondientes a diferentes niveles de confianza[105]

Nivel de confianza %	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Zc	1.65	1.70	1.75	1.81	1.88	1.96	2.05	2.16	2.33	2.58

En la práctica el nivel de confianza escogido normalmente está entre 90 y 99%, el más común es 95%.

El tamaño de la población N.- corresponde a la población en cuestión.

---

[105] Sánchez Tarquino, "Viabilidad técnica y comercial"

El tamaño de la muestra n.- corresponde al tamaño de la muestra seleccionada. Si se considera que el tamaño de la muestra corresponde al caso de proporciones o variables dicotómicas debido a que se cumplen las siguientes condiciones:

$$n > 5 \quad y \quad np \geq 5$$ Ecuación 4-4

Donde n es el tamaño de la muestra y p es la proporción de éxitos en la población estadística. Para este caso $p \geq 1$.

La Ecuación 4-5 permite calcular el tamaño de la muestra n:

$$n = \frac{Zc^2 Np(1-p)}{e^2 N + Zc^2 p(1-p)}$$ Ecuación 4-5

El estudio matemático de la expresión permite concluir que el valor máximo de n se obtiene cuando p=0.5, por lo tanto, para tener un factor de seguridad, la ecuación se puede reemplazar por:

$$n = \frac{Zc^2 N(0.5)^2}{e^2 N + Zc^2 (0.5)^2}$$ Ecuación 4-6

Se considera la Ecuación 4-6 y los siguientes datos pertenecientes al número de usuarios de telefonía celular en el país para el cálculo del tamaño de la muestra.

Usuarios de la empresa Porta: 3'833.949
Usuarios de la empresa Movistar: 1'738.138
Usuarios de la empresa Alegro: 202.587

Para los cálculos de tamaño de la encuesta se considera

N= 5'774.674 (suma de los usuarios de las tres empresas)
Zc=1.96 (para un nivel de confianza del 95%)

La proporción de la muestra no debe diferir de la proporción de la población en más del 10% (para este caso e=8%).

$$n = \frac{(1.96)^2 (5774674)(0.5)^2}{(0.08)^2 (5774674) + (1.96)^2 (0.5)^2}$$ Ecuación 4-7

$$n = 150 \ personas \ a \ ser \ encuestadas$$

La encuesta fue diseñada de tal manera que el encuestado fácilmente pueda seleccionar la respuesta de su preferencia, y se la realizó en los siguientes lugares:

- Escuela Politécnica Nacional.
- Universidad Central del Ecuador.
- Universidad Tecnológica América
- Instituto Durkheim

El formato de la encuesta puede observarse en el Anexo H.

La encuesta está constituida por tres bloques que se identifican de la siguiente forma:

- Identificación del sector socioeconómico: se analiza datos sobre la edad, zona en la cual reside, dispositivo móvil que poseen, preferencia en las empresas celulares, forma de utilización del celular o dispositivo móvil y la actividad económica a la que se dedican.
- Nivel de conocimiento y aceptación del servicio de videotelefonía: determina el grado de conocimiento, la forma de funcionamiento del servicio de videotelefonía y su aceptación.
- Identificadores económicos: investiga sobre la preferencia a pagar por el minuto del servicio de videotelefonía. Además se indaga sobre el nivel de consumo de la telefonía celular representada como la demora promedio de una llamada y la cantidad de llamadas en promedio realizadas.

Los resultados de las encuestas se presentan en la Tabla 4-6.

Tabla 4-6: Resultados de las encuestas

91,33%	15-30 AÑOS	EDAD	IDENTIFICACIÓN SOCIO-ECONOMICA
7,33%	30-45 AÑOS		
1,33%	45 EN ADELANTE		
91,33%	URBANO	ZONA EN LA QUE VIVE	
7,33%	RURAL		
1,33%	URBANO MARGINAL		
86,67%	CELULAR	DISPOSITIVO MÓVIL	
2,00%	LAPTOP		
2,00%	PALM		
9,33%	NINGUNO		
28,67%	PORTA	EMPRESA CELULAR	
50,67%	MOVISTAR		
12,67%	ALEGRO		
8,00%	NINGUNA		
34,00%	LLAMADAS	PORCENTAJE DE USO	
63,74%	CHATEAR		
2,26%	ARCHIVOS		
84,00%	ESTUDIO	ACTIVIDAD	
6,00%	NEGOCIOS		
0,67%	AGRICOLA		
4,00%	OCUPACIÓN		
5,33%	OTROS		
69,33%	SI	¿QUE ES VIDEOTELEFONÍA?	NIVEL DE CONOCIMIENTO Y ACEPTACIÓN
30,67%	NO		
72,00%	SI	¿SABE QUE VIDEOTELEFONÍA ES VIDEO Y VOZ EN TIEMPO REAL?	
28,00%	NO		
88,00%	SI	¿LE GUSTARÍA TENER VIDEOTELEFONÍA?	
12,00%	NO		
32,67%	ENTRE 0 Y 15 CENT.	PRESIO A PAGAR	IDENTIFICADORES ECONÓMICOS
13,33%	ENTRE 10 Y 15 CENT		
47,33%	ENTRE 15 Y 20 CENT.		
6,67%	MAS DE 20 CENT.		
11,33%	ENTRE 0 Y 15 SEG.	DEMORA EN CADA LLAMADA	
13,33%	ENTRE 15 Y 30 SEG.		
14,67%	ENTRE 30 Y 45 SEG.		
21,33%	ENTRE 45 SEG. Y 1 MIN		
39,33%	MAS DE UN MINUTO		
20,67%	UNA	LLAMADAS REALIZADAS DIARIAMENTE	
25,33%	DOS		
8,00%	TRES		
16,67%	MAS DE TRES		
29,33%	MENOS DE UNA		

Del análisis de los resultados de la encuesta se plantean las siguientes conclusiones que servirán como base fundamental para el desarrollo de los cálculos necesarios para el análisis financiero.

- El 91.33% de la población encuestada es menor de 30 años, lo que implica que hay un gran porcentaje de población joven que aceptaría el servicio de videotelefonía.
- En la zona urbana reside el 91.33% de población encuestada de lo cual se obtiene que el lanzamiento de este servicio debe realizarse en las zonas urbanas.
- El 86.67% de los encuestados posee un dispositivo celular lo que significa que el uso del celular es mucho mas generalizado que otros dispositivos como una laptop o una palm. Cabe resaltar que el 9.4% no posee un dispositivo móvil.
- Según los resultados de esta encuesta la mayor cantidad de personas tiene servicio de telefonía celular con la empresa Movistar (50.67%), mientras que las otras dos operadoras se reparten a los usuarios restantes de la siguiente manera: Porta (29.67%) y Alegro (12.67%) además queda un 8% de las personas encuestadas que respondieron que no tenían servicio celular
- Es claro según los resultados, que se utiliza mayoritariamente el dispositivo móvil para chatear (63.74%), sin embargo el porcentaje de uso para llamadas es del 34%, mientras que el uso del celular para otras actividades como enviar archivos (fotos, videos, etc.) es de solo el 2.26%. Esto muestra que la forma de uso de la gran mayoría de la población.
- Es de mucha importancia saber que la gran mayoría de los encuestados son estudiantes (84%), lo que significa que este servicio tiene mucha acogida en este importante sector de la población.
- Según los resultados de la segunda parte de la encuesta (conocimiento y aceptación), se puede concluir que el 69% de la gente sabe o tiene una idea de lo que es la videotelefonía, y el 72% tiene una noción de para que sirve la videotelefonía. Además el nivel de aceptación de este servicio es del 88%. Lo que significa que la población en general tiene un gran interés en éste servicio.

- De la parte de los identificadores económicos se puede concluir que el 54% de los encuestados están dispuestos a pagar por lo menos 15 centavos de dólar por el minuto consumido del servicio de videotelefonía. Además el 60.7% se demora por lo menos 45 segundos en cada llamada realizada. Es importante destacar que el 70.7% realiza por lo menos una llamada diaria.
- Los datos de la encuesta se presentan en el Anexo H.

Con los datos antes mencionados se prosigue a realizar los cálculos correspondientes.

Según el Anexo B se puede ver que Alegro PCS tiene a noviembre del 2005 un total de 202.587 abonados de los cuales 36.108 abonados tienen servicio pospago. Si se considera que el 80% de ellos pueden estar interesados en tener el servicio de videotelefonía, lo que es el 8% menos de lo obtenido en la encuesta a razón de que la proporción de la muestra no difiere en más que esa cantidad de la proporción de la población, se tiene que 28886,4 abonados accederían a este servicio. Este dato es muy importante y sirve para calcular el los ingresos relacionados con el servicio.

Los ingresos responden a la siguiente fórmula:

$$I = C \times N \times T \times P \times M \qquad \text{Ecuación 4-8}$$

Esta fórmula ha sido deducida por el autor de este trabajo.

Donde tenemos

I se refiere a los ingresos.

C es el costo por cada minuto consumido.

N es el número de usuarios que acceden al servicio.

T es el tiempo determinado para el cálculo de dichos ingresos.

P es el promedio de llamadas realizadas por cada usuario diariamente.

M son los minutos que en promedio se demora cada usuario en cada llamada telefónica.

El costo de cada minuto consumido será de 15 centavos como se especifico en los resultados de la encuesta.

El número de usuario (N) se determinó como 28886,4 por los resultados de la encuesta.

El promedio de llamadas que se realizan por cada usuario es de 1 por día según los datos de la encuesta.

Los minutos que cada usuario se demora en promedio en cada llamada también se los obtienen de los resultados de la encuesta y es de 45 segundos.

Estos valores servirán para realizar un cálculo más real de los costos e ingresos de este proyecto.

Ahora se calculará los ingresos anuales obtenidos por la empresa utilizando la formula con los valores antes mencionados.

$$I = C \times N \times T \times P \times M = 0.15 \times 28.886,4 \times 365 \times 1 \times 0.75 = 1'186.147,8 USD$$ Ecuación 4-9

Como en los 15 centavos estaba incluido el IVA obtendremos el valor descontando este impuesto de la siguiente manera:

$$I' = \frac{I}{1+12\%} = \frac{1'186.147,8}{1.12} = 1'059.060,54\ USD$$ Ecuación 4-10

4.2.6 Inversiones que necesitan realizarse

Las inversiones que se deben realizar para poden en marcha el proyecto se resumen en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7: Inversiones para el Proyecto.

RUBRO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipos y Software para la Implem	2.392.048	-	-	239.204,80	-	-
Muebles y eq. de Oficina	1.200	-	-	-	-	-
Equipos de Computación	12.000	-	-	-	-	-
Equipos de Computación 2	-	-	-	12.000,00	-	-
TOTAL	**2.405.248**	-	-	**251.205**	-	-

Como se observa en la Tabla 4-8 en este proyecto se pretende invertir un 10% de la inversión necesaria para desarrollar el proyecto como capital propio y un 90% del préstamo obtenido por una entidad financiera.

Tabla 4-8: Financiamiento de Inversión

Fuente	Valor	%
Capital Propio	240.525	10%
Credito	2.164.723	90%
Total	2.405.248	100%

El costo de los equipos y software necesarios se encuentran especificados en las Tabla 4-9 y
Tabla 4-10. Además el valor por concepto de salario para los empleados contratados se presentan en la
Tabla 4-11. También se describe la forma de pago del préstamo a realizarse para poder solventar el costo del proyecto, estos datos pueden visualizarse en la
Tabla 4-14. Las Tabla 4-12 Tabla 4-13 proporcionan respectivamente los datos de los gastos generales y los costos de operación del proyecto.
En lo que respecta al rubro de equipos y software, este valor se refiere a la implementación en si del sistema el cual será dividido en fases de la siguiente forma:
Primera fase: El costo de lo que respecta a la primera fase es de 250.000 USD.
Segunda fase: Para el costo de esta fase se ha supuesto que el costo es de 30000 USD por cada modelo y se supondrá que se tiene 4 modelos, con lo cual esta fase costará 120000 USD.
Tercera fase: Como se mencionó antes el costo por puerto es de 1.000 USD y se ha asumido tener 28.886,4 usuarios asumiremos utilizar 2.888,64 puertos, con lo cual tendríamos un costo de 2'022.048 USD.

Tabla 4-9: Presupuesto de Implementación del Sistema (Equipos y Software Necesarios para poner en Marcha el Proyecto)

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	VALOR
1	Primera Fase	1	250.000	250.000
2	Segunda Fase	1	120.000	120.000
3	Tercera Fase	1	2.022.048	2.022.048
	TOTAL			2.392.048

Puesto que se piensa contratar 12 personas es necesario realizar la compra de computadoras para que los nuevos empleados realicen sus tareas y el valor es de 12.000 USD.
Dichas computadoras requieren la compra de los escritorios y sillas correspondientes cuyo valor asciende a 1.200 USD.
Estos datos se presentan a continuación:

Tabla 4-10: Presupuesto de Muebles y Equipos de Oficina y Equipos de Computación

ITEM	ESPECIFICACION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	VALOR
1	Mesas y Sillas	USD	12	100	1.200
2	Computadoras	USD	12	1.000	12.000

El salario de las tres personas a ser contratadas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4-11: Nómina del Personal

CARGO	SUELDO NOMINAL	BASICO ANUAL	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	SUBSIDIO TRANSP.	APORTE IESS	COST. TOTAL ANUAL	CANTIDAD N° PERSON	TOTAL AÑO 1
Ingenieros	830,52	9.966	831	122		1.081,34	12.000	12	144.000,0
TOTAL								12	144.000,0

En la parte de gastos generales se encuentran especificados el costo por teléfonos, luz, agua y demás insumos necesarios anualmente, para lo cual se ha asumido un valor de 6000 USD, además el costo por mantenimiento de equipos que es calculado como el 20% del valor del costo de los equipos (36.548 USD). Los gastos de publicidad y promoción se estimaran en 20.000 USD ya que es un valor adecuado como publicidad del servicio. Con lo que tenemos un total de gastos generales de 62.548 USD como se muestra en la Tabla 4-12.

Tabla 4-12: Gastos Generales Anuales.

RUBRO	VALOR
TELEFONO LUZ AGUA	6.000
MANTENIMIENTO EQUIPOS	47.841
GASTOS DE PUBLICIDAD Y PROMOCION	20.000
TOTAL	73.841

Con los datos antes presentados se puede tener los costos de operación en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13: Costos de Operación del Proyecto

Costos de Operación	Año 0	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
SALARIO		144.000	144.000	144.000	144.000	144.000
SERVICIOS	6.000	73.841	73.841	73.841	73.841	73.841
Arriendo (3*600)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Total costos de Operación	7800	219641	219641	219641	219641	219641

El desarrollo del préstamo se muestra en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14: Tabla de Amortización del Crédito.

Tasa	12%				
Periodos	5				
periodo	Inversión	pago capital	pago interees	cuota	saldo
1	2164723,2	$ 340.748,50	$ 259.766,78	$ 600.515,28	$ 1.823.974,70
2	$ 1.823.974,70	$ 381.638,32	$ 218.876,96	$ 600.515,28	$ 1.442.336,38
3	$ 1.442.336,38	$ 427.434,92	$ 173.080,37	$ 600.515,28	$ 1.014.901,47
4	$ 1.014.901,47	$ 478.727,11	$ 121.788,18	$ 600.515,28	$ 536.174,36
5	$ 536.174,36	$ 536.174,36	$ 64.340,92	$ 600.515,28	$ 0,00

4.2.7 Ingresos

Los ingresos que se esperan tener por este servicio se presentan en la Tabla 4-15 que se muestra a continuación:

Tabla 4-15: Proyección de Ventas.

PROYECCION DE VENTAS				
AÑO	MINUTOS CONSUMIDOS	PRECIO	Ingresos Anuales	Ingresos Anuales sin IVA
0				
1	7907652	0,15	1186147,8	1059060,54
2	7907652	0,15	1186147,8	1059060,54
3	7907652	0,15	1186147,8	1059060,54
4	7907652	0,15	1186147,8	1059060,54
5	7907652	0,15	1186147,8	1059060,54

Estos ingresos se calculan con los datos que se utilizaron en las Ecuación 4-9 y Ecuación 4-10.

Para el análisis de costos es necesario definir ciertos parámetros como la depreciación anual y el valor de rescate de los equipos que se han adquirido para este proyecto. Estos datos se nuestra a continuación:

4.3 ANÁLISIS DE DATOS

Un análisis de los costos y los ingresos se presenta en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16: Análisis del Estado de Fuentes y Usos de Fondos.

	CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
+	INGRESOS DE OPERACIÓN	-	1.059.060,54	1.059.060,54	1.059.060,54	1.059.060,54	1.059.060,54
-	COSTOS DE OPERACIÓN	7.800,00	219.640,99	219.640,99	219.640,99	219.640,99	219.640,99
-	DEPRECIACIÓN		801.469,33	801.469,33	801.469,33	4.120,00	4.120,00
-	Amortización de Activos Diferidos	-	-	-	-	79.734,93	79.734,93
-	Pago de Interés por créditos recibidos		259.766,78	218.876,96	173.080,37	121.788,18	64.340,92
	Utilidad Antes de Participación e Impuestos	-7.800,00	-221.816,57	-180.926,75	-135.130,16	633.776,43	691.223,69
-	Participación a Trabajadores (15% de la Utilidad)		-33.272,49	-27.139,01	-20.269,52	95.066,47	103.683,55
	Utilidad antes de Impuestos a la Renta		-188.544,09	-153.787,74	-114.860,63	538.709,97	587.540,13
-	Impuesto a la Renta 25%		-47.136,02	-38.446,94	-28.715,16	134.677,49	146.885,03
	Utilidad Neta		-141.408,07	-115.340,81	-86.145,47	404.032,48	440.655,10
+	Utilidad en venta de Activos (Valor de Venta-Valor en Libros)	-	-	-	1.200,00	-	-
-	IMPUESTOS A LA UTILIDAD EN VENTA DE ACTIVOS 25%	-	-	-	300,00	-	-
+	VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)				-		
+	DEPRECIACIÓN	-	801.469,33	801.469,33	801.469,33	4.120,00	4.120,00
+	Amortizaciones de Activos Diferidos	-	-	-	-	79.734,93	79.734,93
-	Costos de Inversión	2.405.248,00	-	-	251.204,80	-	-
-	Capital de Trabajo	240.524,80					
+	Recuperación de Capital de Trabajo						240.524,80
+	Crédito Recibido	2.164.723,20					
-	Pago de Capital (Amortización del Principal)		340.748,50	381.638,32	427.434,92	478.727,11	536.174,36
	Flujo de fondos para el Inversionista o con Financiamiento	-481.049,60	319.312,77	304.490,21	37.584,14	9.160,30	228.860,47

TIR	33,74%
VAN 14%	182.999,47
PRI	2
RELACIÓN COSTO - BENEFICIO	4,20

4.3.1 Cálculo del Costo Ponderado

Con motivo de tener una visión mas amplia, y para poder comparar resultados se necesita realizar el cálculo del costo ponderado del capital. El cual se lo obtiene multiplicando el monto del préstamo por una tasa bancaria de préstamo a largo plazo y el monto del capital propio multiplicado por una tasa bancaria que se obtiene en un depósito a plazo fijo. El resultado de este cálculo para los 5 años se presenta en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17: Costo Ponderado del Capital.

	Taza de Interes	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capital Propio	0,1	240524,8	99116,73377	-16224,07231	-102369,547	301662,9294	742318,0295
Credito Largo Plazo	0,12	2164723,2	$ 1.442.336,38	$ 1.014.901,47	$ 536.174,36	$ 0,00	$ 0,00
Costo Promedio Ponderado del Capital		11,80%	11,87%	12,03%	12,47%	10,00%	10,00%

Las conclusiones obtenidas del análisis financiero se presentan en el capítulo 5.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La evolución de las telecomunicaciones se le ha dividido en generaciones para un mejor entendimiento de los cambios que se han producido en el avance tecnológico en el campo de las comunicaciones celulares, todos estos cambios tienen como objetivo principal el proporcionar una mejor calidad y un mayor número de servicios adicionales en un mismo dispositivo móvil. Una de estas aplicaciones es la videotelefonía, la cual es una innovación tecnológica que permitirá a los usuarios visualizar la persona con la cual se están comunicando y de esta forma hacer mas personal las comunicaciones.

- Las comunicaciones de tipo celular son proporcionadas por las empresas Otecel, Telefónica y Telecsa, siendo la primera la que presenta la mayor cantidad de usuarios y la mayor cobertura a nivel nacional, esta empresa posee en su red la tecnología GSM a diferencia de las otras dos operadoras que utilizan la tecnología CDMA2000, auque la empresa Telefónica este también incursionando en GSM. Según los datos presentados en el capítulo 1 se conoce que 1.507.424 usuarios tienen su servicio celular con la tecnología CDMA2000, mientras que el número total de usuarios de la telefonía móvil celular es de 5.774.674, lo que nos muestra que esta investigación está dirigida al 26% de los usuarios totales de este servicio de comunicación.

- La red CDMA2000 implementada en el Ecuador por la empresa Alegro PCS es una red híbrida en la cual los servicios de alta velocidad de datos son proporcionados por la parte de CDMA2000 1xEV-DO mientras que los servicios que tienen que ver con la conmutación de circuitos lo proporciona la parte de CDMA2000 1xRTT por lo tanto los estándares necesarios para la implementación de la videotelefonía deben tener en cuenta estas características. Por lo tanto para proporcionar el servicio de videotelefonía los estándares principales son el H.323 desarrollado para redes de conmutación de paquetes y H.324 para redes de conmutación de circuitos, aunque la 3GPP2 define el 3G-324M para permitir las comunicaciones multimedia

sensibles al retardo sobre la parte conmutada de la red inalámbrica, según esto se puede asegurar que estos estándares pueden ser utilizados para la implantación de la videotelefonía en una red CDMA2000.

- En la Red CDMA2000 de Alegro PCS se puede acceder a datos de alta y baja velocidad dependiendo del lugar donde se encuentre el usuario, ya que la cobertura EV-DO (necesaria para brindar el servicio de datos a elevada tasa de transmisión) no cubre en su totalidad el área de cobertura de CDMA2000 1xRTT pues no posee el número necesario de estaciones base para este efecto. En caso de no estar cerca de una de estas estaciones base se accede a las velocidades de datos proporcionadas por la parte CDMA2000 1xRTT de la red, por lo tanto para proporcionar el servicio de videotelefonía a elevadas velocidades, las empresas celulares deben primero aumentar la cobertura EV-DO en todo el país.

- La principal diferencia entre 1XEVDO y CDMA2000 1xRTT es, que el primero no requiere MSC y HLR para la autentificación del acceso al radio y la instalación de la llamada de datos en paquetes, en lugar de eso define un servidor opcional AN-AAA que es responsable por el acceso al radio y la autentificación de dispositivos, por lo tanto una red híbrida que tenga las dos tecnologías necesita estos componentes para poder prestar todos los servicios entre ellos la videotelefonía.

- Una sesión de videotelefonía corresponde a una videoconferencia entre dos usuarios. Por lo tanto estos servicios funcionan de forma similar, es decir que los datos multimedia enviados por la estación móvil son adecuadamente codificados y enviados a ser multiplexados con las señales de control para luego poder ser enviados por la red a utilizarse (en este caso red celular), a continuación de ser recibidos en el receptor son demultiplexados y decodificados para luego reproducirlos de tal forma que se pueda tener una conversación fluida entre los usuarios.

- Para que una sesión de videotelefonía sea realizada en forma correcta se debe cumplir ciertas condiciones, entre las mas importantes están que el

retardo sea menor de 400 ms, que el throughput sea mayor de 32 Kbps, que se utilicen los codificadores adecuados tanto en audio como en video y que el tamaño de las imágenes sea acorde al dispositivo a utilizar.

- Puesto que en la red CDMA2000 1xEV-DO el enlace ascendente es diferente al ascendente es preciso mencionar que la velocidad del enlace reverso es la que determina los formatos de video y audio a utilizar para poder realizar una sesión de videotelefonía. Las resoluciones de video con las cuales se pueden prestar este servicio son QCIF y SQCIF teniendo una compresión optima al utilizar el estándar H.264 y para el audio se ha escogido el formato G.728 ya que su nivel de complejidad y retardo de procesamiento son mejores en comparación a otros formatos.

- Para el caso de CDMA2000 1xRTT se tienen estandarizadas dos opciones de servicio para proporcionar videotelefonía que son la SO 57 y la SO 58 con velocidades de 32 y 64 Kbps respectivamente. Cabe resaltar que cada una de estas velocidades son iguales tanto para el enlace ascendente y el descendente. El estándar que determina este servicio y sus velocidades se denomina C.S0042, el cual es un estandar de 3GPP2 y tiene por nombre "Circuit-Switched Video Conferencing Service", lo cual garantiza que este servicio puede ser proporcionado por las empresas que tienen una red CDMA2000 las cuales son Alegro PCS y Movistar.

- La implementación de este servicio en la red CDMA2000 1xRTT es muy sencilla ya que únicamente se requiere ciertos cambios en la parte de software y no es necesario hardware adicional, mientras que en la red CDMA2000 1xEV-DO se necesita la implementación tanto en software como en hardware. Ya que es indispensable unificar los dos tipos de redes para tener una comunicación con todas las redes y todos los usuarios se realizó un análisis conjunto de ellas.

- En la red CDMA2000 1xEV-DO para proporcionar la videotelefonía se ha agregado un elemento adicional a la red denominado "Servidor de Videotelefonía Celular", el cual está destinado para realizar la identificación del

usuario que este intentando tener una sesión de videotelefonía, si esta habilitado este servicio para dicho usuario, además analizará si el terminal de acceso que recibe la llamada puede tener este tipo de sesiones. Otra importante función de este elemento es determinar si hay las condiciones necesarias en la red para poder tener una sesión de videotelefonía por lo tanto este dispositivo según el criterio del autor de este trabajo es que este dispositivo es indispensable para proporcionar el servicio de videotelefonía.

- La tecnología avanza a diario y uno de los campos de mayor investigación son las telecomunicaciones por tanto la idea de poder tener una video-llamada desde una laptop, una palm, un teléfono celular u otro equipo no parece una idea descabellada, es por esto que en países como Japón y parte de Europa ya se ha integrado a la vida diaria de las persona, por lo cual tener esta tecnología a nuestro alcance sería muy benéfico, ya que personalizaría aún mas las comunicaciones y permitiría el desarrollo de nuevas aplicaciones como telemedicina, consultas de averías mecánicas en sitios remotos, etc.

- Para poder tener un servicio totalmente integrado, es necesario que se puedan realizar videollamadas hacia usuarios de otras redes, para lo cual es necesario la inclusión de un nuevo elemento denominado "Gateway" este elemento realizara la transcodificación de una red a otra y permitirá su comunicación con diferentes tipos de redes como CDMA2000 y EVDO. Esto quiere decir que cualquier usuario sin importar la red a cual este conectado pueda tener una videollamada con los usuarios de otra red que pueda prestar este servicio.

- Los datos medidos al realizar las pruebas en las instalaciones de la red de Alegro PCS podemos ver claramente que los datos de velocidades se asemejan a los datos teóricos calculados esto se presenta claramente en la siguiente tabla.

Datos Mínimos Necesarios Para Videotelefonía		
Datos de las Pruebas Realizadas	Recepción	Transmisión
Red LAN	71,04 Kbps	54,14 Kbps
Red CDMA200 EVDO	68,86 Kbps	56,38 Kbps
Cálculos Teóricos	Recepción	Transmisión
CDMA2000 Servicio 57	32,00 Kbps	32,00 Kbps
CDMA2000 Servicio 58	64,00 Kbps	64,00 Kbps
Red EVDO Formato SQCIF	53,76 Kbps	49,44 Kbps
Red EVDO Formato QCIF	85,76 Kbps	81,44 Kbps

Además la fluidez de las imágenes es aceptable, aunque hay que resaltar que el programa utilizado para realizar las pruebas no fue diseñado exclusivamente para trabajar en este tipo de redes, pues si se tuviera un programa con dicho fin se tendría una mejora considerable por lo tanto es claro que las redes son perfectamente capaces de prestar el servicio de videotelefonía.

- El número máximo de usuario que pueden acceder al servicio por celda es de alrededor de 12 según una analogía con el servicio FTP, cuyos datos fueron recogidos del artículo "A Forward Link Performance Study of the 1xEV-DO System Through Simulations and Field Measurements". Es necesario puntualizar que se pidió a la empresa Alegro los datos del número promedio de llamadas al día pero esta información no puede ser revelada y por lo tanto no se pudo acceder a ella.

- Los equipos y software necesarios para prestar este servicio pueden ser adquiridos por la empresa Radvision, la cual provee una solución denominada "3G Video Telephony / Streaming" la cual puede ser utilizada en redes como CDMA2000 por lo tanto las empresas Alegro PCS y Movistar pueden aplicarlo a sus redes proporcionar este servicio a sus usuarios.

- Para la realización de los cálculos del análisis financiero se realizó una encuesta a 150 personas las cuales representan a 2'693.358 de usuarios de la telefonía celular, con un nivel de confianza del 95% y un error del 8% lo cual garantiza que los datos sean fieles a la realidad. Es preciso resaltar de los resultados de la encuesta, que el 88% de los encuestados desean tener el servicio de videotelefonía en su dispositivo móvil por lo tanto este servicio

puede abrir un mercado totalmente nuevo en el Ecuador y producir una mayor ganancia para las empresas celulares.

- Como podemos ver en los resultados del capítulo 4 de este trabajo la "Tasa Interna de Retorno (TIR)" es igual a 33,74% y el "Costo Ponderado del Capital" es máximo 12,47% en los 5 años, por lo tanto se cumple que la TIR es mayor que el Costo Ponderado del Capital para que un proyecto sea aceptado.

- Ya que el "Valor Presente Neto (VPN)" con una tasa de descuento de 14% es igual a 182.999,47. Puesto que este valor es positivo se asegura que el capital invertido puede ser recuperado y se obtendrá un beneficio.

- Otro indicador financiero que no se puede dejar de lado es la relación "Costo – Beneficio" que tiene un valor de 4,20 esto quiere decir que este indicador cumple con la condición de ser mayor que cero para que un proyecto sea aceptado.

- El período de recuperación del capital (PRI) es igual a 2 años, lo que quiere decir que el capital invertido será recuperado en el período de tiempo antes mencionado.

5.2 RECOMENDACIONES

- El servicio de videotelefonía es un servicio nuevo que puede mejorar mucho la forma de comunicarse de las personas a larga distancia por lo tanto es preciso se debería realizar estudios del impacto social que podría provocar.

- Para que este servicio sea una realidad en el Ecuador, se debe tener una red de tercera generación (3G), que cumpla con las características impuestas por la IMT2000.

- Los procesos de compresión de imágenes ha avanzado mucho últimamente y cada uno de los códigos de compresión nuevos son motivo de una

investigación exhaustiva, por lo tanto se recomienda para su investigación el método H.264/AVC por ser el que presenta la mejor calidad de imagen con la mayor compresión.

- Es importante saber que la cantidad de información en una llamada de video es variable dependiendo de la movilidad de las imágenes y del ruido del entorno por lo tanto se recomienda realizar pruebas con equipos destinados para ello. Entre las empresas que se dedican a este campo de investigación son Radvision (www.radvision.com), Dilithium Networks (www.DilithiumNetworks.com), entre otros.

- Algo importante que se debe tomar en cuenta en la implantación de este servicio es la cobertura, ya que no tendría sentido implantar un servicio para un sector reducido de usuarios puesto que en primer lugar no sería rentable y tampoco ayudaría al crecimiento de los usuarios de la empresa.

- Si una empresa quiere tomar esta investigación como base para la implantación de este servicio en su red debe tomar en cuenta para el análisis financiero datos reales de número de usuarios, tiempo promedio de la llamada y el número de llamadas realizadas a diario en promedio por un usuario, aunque en esta investigación los datos se deben aproximar mucho a la realidad ya que los datos que se utilizaron para este análisis fueron obtenidos de una encuesta.

- Cabe resaltar que los proyectos no solo deben analizarse desde una óptica puramente financiera, ya que la inclusión de uno u otro servicio puede favorecer mucho la forma como las personas observan dicha empresa y puede generar un aumento sustancial en el número de usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÌA

LIBROS Y MANUALES

- HANZO, Lajos; CHERRIMAN, Peter J.; STREIT, Jurgen; Wireless Video Communications: second to third generation systems and beyond". IEEE PRESS. New York. 2004.

- MUÑOZ R., David; "Sistemas Inalámbricos de Comunicación Personal". No. 2317. Alfaomega. 2001.

- HARTE, Lawrence; "Introduction to EVDO". Althos Publishing. 2004.

- KALPITKUMAR V.,Gajera; KIMISHKUMAR R., Patel; "Video conferencing on 3G Wireless Network: Compression Related Issues". Nirma. 2001.

- YANG Samuel C., "CDMA RF System Engineering", Artech House, London, 1998.

Artículos

- ROCHOL Juergen, BARCELOS Marcelo B., PUFAL Henrique E., "Análise Comparativa dos Sistemas AMPS, TDMA e CDMA de Telefonia Celular Móvel em Serviços de Comunicação de Dados", Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre - RS – Brasil.

- Audrey N. Selian, "From 2G to 3G – The Evolution of International Cellular Standards", The 29th Research Conference on Information, Communication, & Internet Policy TPRC 2001, September 2001.

- WEITZEN Jay, BELL Eric, "1xEV-DO Technology Overview". Airvana Technical Services.

- CURCIO, Igor; MOSTAFA, Miraj; PITKAMAKI, Antti; "Videotelephony in the 3rd Generation Mobile Networks".

- Ericsson Wireless Communications Inc., "CDMA2000 Evolution to 1xEV-DO", USA, August 16, 2002.

- PERRY Reggie, "CDMA2000 1xEV-DO Business Case", Nortel Networks, December 2001.

- RADCOM Ltd., "Introduction to CDMA2000 1x/1x-EV-DO", Network Test Solutions, August 2003

- FERNANDEZ C. Gabriel, "Voz sobre IP". UNIVERSIDAD DE BELGRANO, Ingeniería en Telecomunicaciones, Departamento de Investigación, Agosto 2002.

- QUALCOMM, Inc.,"1xEV: 1x EVolution IS-856 TIA/EIA Standard Airlink Overview", November 7, 2001.

- BAXTER Scott, "Introduction to Third Generation Wireless", 2002.

- ELEODORI Claudio "CDMA & cdma2000 Technology", 19 de Marzo de 2004.

- KNISELY Douglas N., KUMAR Sarath, LAHA Subhasis, NANDA Sanjiv, "Evolution of Wireless Data Services:IS-95 to cdma2000", IEEE Communications Magazine, October 1998.

- BI Qi, CHEN Pi-Chun, LI Patrick, VITEBSKY Stan, "Forward Link Performance Analysis of the CDMA2000* 3G1X Data System", Lucent Technologies Inc., 2003.

- SMITH John R., "The 3G-324M Protocol for Conversational Video Telephony", IEEE Computer Society, 2004.

- LARSSON Gwenn, "Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación", Ericsson Review No. 2, 2000.

- Q. Bi, "A Forward Link Performance Study of the 1x EV-DO System through Simulations and Field Measurements," Lucent Technologies, March 2004.

- HERRERA Francisco J., MORENO Juan A., VÁQUEZ Juan M., GUTIERRES Luis M., MORATA Emilio M., GUTIERRES César, "Panorámica actual de la estandarización de los sistemas celulares de tercera generación", Comunicaciones de Telefónica I+D, No. 21, Junio 2001.

- MADRID MOLINA Juan Manuel, "Codificación de fuente, Compresión de imágenes, audio y video", Teoría de la Información y la Codificación, Septiembre, 2003.

- SONG Hwangjun, KIM Jongwon, KUO Jay, "Real-time Encoding Frame Rate Control for H.263+ Video over the Internet", August, 1998.

- ADSUMILLI Chowdary, HU Yu Hen, "ADAPTIVE WIRELESS VIDEO COMMUNICATIONS: CHALLENGES AND APPROACHES".

- COTE Guy, WINGER Lowell "Recent Advances in Video Compression Standards", IEEE Canadian Review-Spring, Printemps, 2002.

- FAÚNDEZ ZANUY Marcos, "H.323 Estándar de sistemas de comunicaciones multimedia sobre redes basadas en paquetes", Escuela Universitaria Politécnica de Mataró.

- STOCKHAMMER Thomas, WIEGAND Thomas, "H.264/AVC for Wireless Applications", Germany, 2003.

- ITU-T Recommendation H.324 "Terminal for low bit-rate multimedia communication", Marzo, 2003.

- ITU-T Recomendación Q.1742.3 "Referencias IMT-2000 (aprobadas el 30 de junio de 2003) a la red medular desarrollada ANSI-41 con red de acceso cdma2000", Enero, 2004.

- ITU-T Recomendación H.223 "Protocolo de multiplexación para comunicación multimedios a baja velocidad binaria", Julio, 2001.

- ITU-T Recommendation H.264, "Video coding for low bit rate communication".

- ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bit rate communication".

- KAMACI Nejat, ALTUNBASAK Yucel, "Performance Comparison of the Emerging H.264 Video Coding Standard with the Existing Standards", Center for Signal and Image Processing, Atlanta, GA, USA.

- Riley and Richardson, "Digital Video Communications", Artech House 1997.

- RAPPAPORT, Theodore. "Wíreles Communications". Segunda Edición. Prentice Hall. Estados Unidos. 2002.

- QIU Robert C., ZHU Wenwu, ZHANG Ya-Qin, Third-Generation and Beyond (3.5G) Wireless Networks and Its Applications.

- Development of IMT-2000 in Japanese Vendors and Hitachi's Activity, Telecommunication Systems Division, Hitachi, Ltd., June.21, 2000.

- MANRIQUEZ Gabriela, "Acceso Inalámbrico a Internet a Alta Velocidad", III Foro de Telecomunicaciones del CCP. I HDR:, 27 de Junio del 2000.

- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ Plan de Comunicación sobre la Telefonía Móvil. Barcelona, 30 de Junio. de 2000.

- GLOVER Ian A., GRANT Meter M., "Digital Communications", Pearson Education, Segunda Edición, Sep 2003.

- Hanzo Lajos, CHERRIMAN Peter, KUAN Ee-Lin, "Interactive Cellular and Cordless Video Telephony: State-of-the-Art System Design Principles and Expected Performance", Proceedings of the IEEE, September 2000.

- KHAN, Asad. "Bandwidth requirement for the different codecs and QoS". Snom. USA. October 2003.

- Daniel Minoli y Emma Minoli. "Delivery voice over IP".

- BAXTER Scott; Course 332 cdma2000 Phase One:1xRTT CDMA2000; v1.85; 2003

- 3GPP2; "Circuit Switched Video Conferencing Services"; Version 1.00; Agosto 6, 2002.

- Samuel C. Yang, "3G cdma2000 wireless system engineering"; Artech House, 2004

- SANZ César, "Arquitecturas VLSI para la Estimación de Movimiento en Codificación de Imágenes", Marzo 1998.

- CRUZ Rui; "Computação Móvel: Comunicação de Dados em cdma2000"; 2005.

- Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Ciencia Y Tecnología de la Información II, 1999.

- Li & Drew, "Fundamentals of Multimedia: Wireless Networks", Prentice Hall 2003

- SELIAN Audrey, "3G Mobile Licensing Policy: from GSM to IMT-2000 - A Comparative Analysis"; 1988.

- Kyocera Wireless Corp., "Guía del Usuario de la Tarjeta Passport de Kyocera", 10300 Campus Point Drive, San Diego, California, 92121 USA.

- RADVISION, Ltd., "3G-324M TOOLKIT For Developing 3G Conversational Multimedia and Streaming Enable Entities", 266 Harristown RD., Suite#201, Glen Rock, NJ USA 07452

- ZHAI Fan Zhai "Optimal Cross-Layer Resource Allocation for Real-Time Video Transmission over Packet Lossy Networks", Northwestern University, Evanston, Illinois, June 2004

- RADVISION Ltd., "3G Powered 3G-324M Protocol", Publication 1, August, 2002.

- Sánchez Tarquino, "Viabilidad técnica y comercial", Curso de Formulación, Evaluación y Gestión de Proyectos. EPN-1999.

Direcciones Electrónicas

- http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/sma/estadisticas.htm
- http://www.ncs.gov/n2/content/tibs/FILES/TIB96-5.pdf
- www.uanl.mx/publicaciones/ingenierias/11/pdf/11_Guadalupe_Medina_et_al_Telefonia.pdf
- http://www.iusacell.com.mx/iusacell_corporativo/Tecnologia/Conceptos_Basicos_de_Telefonia/conceptos_basicos_de_telefonia.html

- http://telecom.fi–b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular
- http://www.ncs.gov/n2/content/tibs/FILES/TIB96-5.pdf.
- http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol42/factores/factores.html
- http://mailweb.udlap.mx/~lgojeda/apuntes/sistcom/capitulo1.htm
- http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/18/alumno.html
- http://www.artech-house.com/
- http://www.4i2i.com/
- http://www.radvision.com
- http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk
- http://www.udlap.mx/~tesis/lem/hernandez_c_a/capitulo1.pdf.
- http://server2.southlink.com.ar/vap/contabilidad.htm
- http://teleco.spymac.net/apuntes/Varios/Biblia%20de%20Telecomunicaciones/1002.pdf.
- http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/18/alumno.html
- http://purl.org/dc/elements/1.1/
- http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular
- http://www.awardsolutions.com/
- www.alegropcs.com
- http://www.3gpp2.org/Public_html/Misc/newprojects.cfm#top
- www.movistar.com.ec
- www.porta.com.ec

- http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Telefonia_Celular2.htm#Telefonía%20Celular
- http://www.americasaves.org/
- http://www.afsaonline.com/
- http://www.dilithiumnetworks.com/
- http://www.choosetosave.org/
- http://www.rares.com.ar/telecomunicaciones/archivos/albums/Manual%20de%20Telecomunicaciones/2-02%20Compresion%20vocal,%20audio%20y%20sonido.PDF
- http://www.microsoft.com/windows/NetMeeting/Corp/reskit/Chapter11/default.asp
- http://cibertele.com/nuevo/publicaciones/UMTS.pdf
- http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/sma/informacion.htm

ANEXOS

ANEXO A

ACRÓNIMOS

ACRÓNIMOS

1XEV-DO	1 x Evolution Data Only,Evolution Data Optimized
1XEV-DV	1x Evolution Data and Voice
1XRTT	1 x Radio Transmission Technology
3G	Third Generation
3GPP2	Third Generation Partnership Project 2
AC	Alternating Current
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
AL1	Adaptation Layer 1
AL2	Adaptation Layer 2
AL3	Adaptation Layer 3
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AN	Access Network
ANSI-41	American National Standards Institute 41
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
C/I	Carrier to Interference (Ratio)
CC	Call Control
CCSRL	Control Channel Segmentation and Reassembly Layer
CDMA	Code Division Multiple Access
CDMA2000	Code Division Multiple Access 2000
CDMAONE	IS-95 CDMA standard
CELP	Code Excited Linear Prediction
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CIF	Common Intermediate Format
Cpk	Costo Ponderado del Capital
CS	Circuit Switched
CS-CELP	Conjugate-Structure CELP
DCT	Discrete Cosine Transform
DMS-MTX	Digital Multiplex Switch - Mobile Telephone Exchange
DPCM	Differential Pulse Code Modulation
DPHCH	Dedicated Physical Channels

EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
ERB	Estación Radio Base
ESN	Electronic Serial Number
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Divison Multiple Access
FPS	Frame Per Second
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
GSM-MAP	GSM Mobile Application Part
H.26L	H.264 originally was referred by the UIT like H.26L
HDR	High Data Rate
HLR	Home Location Register
HSCSD	High Speed Circuit-Switched Data
IETF	Internet Engineering Task Force
IMBE	Improved Multi Band Excitation
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IMSI_M	MIN based IMSI
IMT-2000	International Mobile Telecommunications 2000
IP	Internet Protocol
IS-2000	Interim Standard 2000
IS-2000-A	Interim Standard 2000 A
IS-95	Interim Standard 95
IS-95-A	Interim Standard 95 A
IS-95-B	Interim Standard 95 B
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunications Union
LAPM	Link Access Procedure for Modems
LD-CELP	Low Delay Code Exited Linear Prediction
LPC	Linear Predictive Coding
LPC-10E	Linear Predictive Coder 10E

MDN	Mobile Directory Number
MM	Mobility Management
MOS	Mean Opinion Score
MOU	Memorandum of Understanding
MP3	MPEG-1 Audio Layer 3
MPC-MLQ	Multipulse LPC with Maximum Likelihood Quantization
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switch Center
MSID	Mobile Station Identifier
MTSO	Mobile Switching Office
N-ISDN	Narrowedband ISDN
NSRP	Numbered SRP
NTSC	National Television Standards Committee
PAL	Phase Alternation by Line
PCF	Packet Control Function
PCH	Paging Channel
PCM	Pulse Code Modulation
PDA	Personal Digital Assistant
PHCH	Physical Channels
PN	Pseudo Noise
PS	Packet Switched
PSNR	Peak Signal to Noise Ratio
PSTN	Public Switched Telecommunications Network
QCELP	Qualcomm Code Excited Linear Prediction
QCIF	Quarter Common Intermediate Format
QoS	Quality of Service
RAS	Registration, Admision and Status
RC	Radio Configurations
RPE-LTP	Regular Pulse Excitation - Long Term Prediction
RSL	Receive Signal Level
RTCP	Real-Time Control Protocol
RTP	Real Time Protocol
SDU	Selection/Distribution Unit

SGSN	Serving GPRS Support Node
SIP	Session Initiated Protocol
SMS	Short Message Servoce
SQCIF	Sub Quarter Common Intermediate Format
SRP	Simple Retransmission Protocol
STMC	Sistema de Telefonía Móvil Celular
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TIA	Telecommunications
UDI	Unrestricted Digital Information
UIT	Union Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
US-FS-1016	Name of Standard of Algorithm CELP
VoIP	Voice Over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
VSELP	Vector-Sum Excited Linear Prediction
WCDMA	Wide-band CDMA

ANEXO B

USUARIOS DE LAS OPERADORAS CELULARES

CATIDAD DE USUARIOS DE CADA UNA DE LAS OPERADORAS CELULARES

Todos los datos que se encuentran en este anexo fueron sacados de la página web de la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (www.suptel.gov.ec).

Tabla 1: Usuarios de la Telefonía Móvil Celular en los meses del 2005[1]

FECHA		OTECEL (Movistar)		CONECEL (Porta)		TOTAL	TOTAL NACIONAL
Enero	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	458.359	3.623.249
		20.194	225.927	22.752	189.486		
	Prepago	356.403	603.662	1.058.589	1.146.236	3.164.890	
	Terminales de telefonía pública	6.453 cabinas y 5.322 locutorios (diciembre del 2004)		9.000 (enero de 2005)		-	
Febrero	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	486.901	3.767.039
		20.785	244.999	21.694	199.423		
	Prepago	351.197	639.346	1.049.107	1.240.488	3.280.138	
	Terminales de telefonía pública	6.453 cabinas y 5.322 locutorios (diciembre del 2004)		9.002 (febrero de 2005)		-	
Marzo	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	520.598	3.945.294
		21.050	267.209	20.629	211.710		
	Prepago	351.270	678.724	1.035.646	1.359.056	3.424.696	
	Terminales de telefonía pública	6.474		9.002 (febrero de 2005)		-	
Abril	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	550.011	4.287.711
		25.931	281.288	17.705	225.087		
	Prepago	353.112	818.731	1.014.945	1.550.912	3.737.700	
	Terminales de telefonía pública	6.418 (marzo de 2005)		9.808 (abril de 2005)		-	
Mayo	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	590.336	4.547.996
		28.193	305.499	14.934	241.710		
	Prepago	354.522	914.795	964.978	1.723.365	3.957.660	
	Terminales de telefonía pública	6.400 (abril de 2005)		10.908 (mayo de 2005)		-	
Junio	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	610.348	4.711.121
		26.433	312.146	13.843	257.926		
	Prepago	353.710	965.327	904.565	1.877.171	4.100.773	

[1] SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR

	Terminales de telefonía pública	6.410 (junio de 2005)		11.596 (junio de 2005)		-	
Julio	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	627.502	4.888.797
		26.572	314.122	10.531	276.277		
	Prepago	340.215	991.686	864.005	2.065.389	4.261.295	
	Terminales de telefonía pública	6.410 (junio de 2005)		11.629 (julio de 2005)		-	
Agosto	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	650.000	5.043.381
		26.375	317.605	9.735	296.285		
	Prepago	316.475	996.433	816.284	2.264.189	4.393.381	
	Terminales de telefonía pública	6.390 (julio de 2005)		11.629 (julio de 2005)		-	
Septiembre	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	TDMA	GSM	323.959	3.534.605
		-	-	9.118	314.841		
	Prepago	-	-	766.455	2.444.191	3.210.646	
	Terminales de telefonía pública	6.397 (septiembre de 2005)		11.664 (septiembre de 2005)		-	

FECHA		OTECEL (Movistar)			CONECEL (Porta)		TOTAL NACIONAL
Octubre	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	GSM	TDMA	GSM	5.342.425
		26.631	269.720	56.468	8.562	335.999	
	Prepago	326.408	982.050		713.408	2.623.179	
Total de Usuarios		1.661.277			3.681.148		
Terminales de telefonía pública		6.380 (octubre de 2005)			11.664 (octubre de 2005)		-
Noviembre	Usuarios postpago	TDMA	CDMA	GSM	TDMA	GSM	5.572.087
		28.455	326.434	865	8.050	355.321	
	Prepago	237.527	978.403	166.454	671.677	2.798.901	
Total de Usuarios		1.738.138			3.833.949		
Terminales de telefonía pública		6.380 (octubre de 2005)			11.664 (noviembre de 2005)		-

Tabla 2: Usuarios de la empresa Alegro PCS en el 2005[2].

FECHA	TELECSA (Alegro) (CDMA)		TOTAL
	PREPAGO	POSTPAGO	
Enero - 05	93.401	26.456	119.857
Febrero - 05	104.856	26.440	131.296
Marzo - 05	112.874	27.766	140.640
Abril – 05	117.70 7	29.141	146.848
Mayo - 05	125.173	29.548	154.721
Junio - 05	130.707	30.027	160.734
Julio – 05	138.149	30.444	168.593
Agosto – 05	146.387	31.767	178.154
Septiembre-05	153.405	3 3.081	186.486
Octubre-05	160.784	34.805	195.589
Noviembre-05	166.479	36.108	202.587

[2] SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR

ANEXO C

RECOMENDACIÓN C.S0042 DE LA 3GPP2

1

3GPP2 C.S0042

Version 1.00
Date: August 6, 2002

3RD GENERATION
PARTNERSHIP
PROJECT 2
"3GPP2"

2

Circuit-Switched Video Conferencing Services

3

COPYRIGHT

3GPP2 and its Organizational Partners claim copyright in this document and individual Organizational Partners may copyright and issue documents or standards publications in individual Organizational Partner's name based on this document. Requests for reproduction of this document should be directed to the 3GPP2 Secretariat at secretariat@3gpp2.org. Requests to reproduce individual Organizational Partner's documents should be directed to that Organizational Partner. See www.3gpp2.org for more information.

4

CONTENTS

1. Introduction 1-1
1.1. Scope 1-1
1.2. References 1-1
1.3. Abbreviations 1-2
2. Overview of Video Conferencing Services 2-1
2.1. General Descriptions 2-1
2.2. Structure of the Video Conferencing Service System in the MS 2-1
2.3. Video Conferencing Service Protocol Stack Reference Model 2-2
3. Um Interface Requirements for Establishhing the Video Conferencing Bearer 3-1
3.1. RLP Requirements 3-1
3.2. Initialization and Connection of Video Conferencing Service Options 3-1
3.2.1. Mobile Station Procedures 3-1
3.2.2. Base Station Procedures 3-2
3.2.3. Traffic Channel Handoff 3-3
3.3. Quality of Service (QoS) 3-3
3.3.1. QoS Parameters 3-3
3.3.2. Mobile Station Procedures for QoS 3-4
3.3.3. Base Station Procedures for QoS 3-4
4. Video Conferencing Services Multimedia Systems 4-1
4.1. Multiplex Protocol 4-1
4.2. Control Protocol 4-1
4.3. Video Codec 4-2
4.3.1. Mandatory Video Codecs 4-2
4.3.2. Optional Video Codecs 4-2
4.3.2.1. MPEG-4 Simple Scalable Profile 4-2
4.3.2.2. H.263 Profile 3 4-2
4.3.2.3. H.263 Profile 4 4-2
4.4. Speech Codec 4-2
5. Examples of Call Setup Procedures 5-1
5.1. Mobile-to-mobile video conference call 5-1
5.1.1. cdma2000 Call Setup Procedure 5-3
5.1.2. H.324 Call Setup Procedure 5-3
5.2. Call between the mobile station and a 3GPP-324M 5-3
5.2.1. cdma2000 and 3GPP Call Setup Procedure 5-5
5.2.2. H.324 Call Setup Procedure 5-5

FIGURES

Figure 2-1 Scope and Structure of Circuit-Switched Video Conferencing Services 2-2
Figure 2-2 cdma2000 Bearer Call Setup Protocol Stack 2-2
Figure 2-3 Video Conferencing Call Setup and Bearer Protocol Stack 2-3
Figure 4-1 H.324 for Video Conferencing Specifications 4-1
Figure 5-1 Mobile-to-mobile video conference call 5-2
Figure 5-2 Call between the mobile station and a 3GPP-324M terminal 5-4

TABLES

Table 1 Valid Service Configuration Attributes for Service Options 57 and 58 3-2
Table 2 QoS Parameters Applicable to Service Options 57 and 58 3-3

1. INTRODUCTION

1.1. Scope

This specification defines the functional characteristics and requirements of the circuit-switched video conferencing services. The service features and system requirements are defined to provide video conferencing services in 3GPP2 wireless telecommunications networks.

1.2. References

1. **A.S0001-A** Inter-operability Specification (IOS) for cdma2000 Access Network Interfaces

2. **C.R1001-C ver1.0** Administration of Parameter Value Assignments for cdma2000 Spread Spectrum Standards

3. **C.S0001-C** Introduction to cdma2000 Standards for Spread Spectrum Systems

4. **C.S0002-C** Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems

5. **C.S0003-C** Medium Access Control (MAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems

6. **C.S0004-C** Signaling Link Access Control (LAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems

7. **C.S0005-C** Upper Layer (Layer 3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems

8. **C.S0006-C** Analog Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems

9. **C.S0014-0** Enhanced Variable Rate Codec (EVRC), Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems

10. **C.S-0017-0-2** Data Service Options for Spread Spectrum Systems

11. **C.S0020-0** High Rate Speech Service Option 17 for Wideband Spread Spectrum Communication Systems

12. **C.S0030-0** Selectable Mode Vocoder (SMV) Service Option for Wideband Spread Spectrum Communication Systems

13. ISO/IEC 14496-2
Information Technology - Generic Coding of Audio-Visual Object, March 2002

14. ITU-T Recommendation G.723.1
Dual rate speech coder for multimedia communication transmitting at 5.3 & 6.3 kbit/s

15. ITU-T Recommendation G.729
Coding of Speech at 8kbit/s using Conjugate- Structure Algebraic- Code- Excited Linear- Prediction (CS- ACELP)

16. ITU-T Recommendation H.223
Multiplexing protocol for low bitrate multimedia communication

17. ITU-T Recommendation H.223 — Annex A
Multiplexing protocol for low bitrate multimedia communication over low error-prone channels

18. ITU-T Recommendation H.223 — Annex B
Multiplexing protocol for low bitrate multimedia communication over moderate error-prone channels

19. ITU-T Recommendation H.245
Control protocol for multimedia communication

20. ITU-T Recommendation H.263
Video coding for low bitrate communication, November 2001

21. ITU-T Recommendation H.324
Terminal for low bitrate multimedia communication

22. TS 26.071 Adaptive Multi-Rate (AMR) Speech Codec; General Description

23. TS 26.110 Codec for Circuit switched Multimedia Telephony Service; General Description (Version 5.0.0), June 2002

24. TS 26.111 Codec for Circuit switched Multimedia Telephony Service; Modifications to H.324 (version 5.0.0), June 2002

1.3. Abbreviations

For the purpose of this document, the following abbreviations apply:

3G	Third Generation system
3GPP2	Third Generation Partnership Project 2
3GPP-324M	Mobile Station for 3GPP Circuit-Switched Video Conferencing

Terminal	compliant with [23, 24]
BLOB	BLock Of Bits.
BS	Base Station. A fixed station used for communicating with mobile stations. Depending upon the context, the term base station may refer to a cell, a sector within a cell, or other part of the wireless system.
BSAP	Base Station Application Part. The application layer signaling protocol that provides messaging to accomplish the functions of the IOS A1 Interface component of the MSC-BS Interface.
IOS	Inter-Operability Specification for interfaces between an MSC and a BS (see [1]).
IOS A1	The IOS interface that carries signaling information between the Call Control (CC) and Mobility Management (MM) functions of the MSC and the call control component of the BS (BSC).
IOS A2	The IOS interface that carries 64/56 kbps PCM information (voice/data) between the Switch component of the MSC and the Selection/Distribution Unit (SDU) function of the BS (BSC).
ISUP	ISDN User Part
IWF	Interworking Function. In this document, this refers specifically to the interworking between different speech codecs (e.g., EVRC and 3GPP-AMR).
Mobile Station	A station in the Public Cellular Radio Telecommunications Service intended to be used while in motion or during halts at unspecified points. Mobile stations include portable units (e.g., hand-held personal units) and units installed in vehicles.
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
QoS	Quality of Service. The set of parameters and procedures associated with a service indicating the capabilities and constraints related to the delivery of the service.
QoS BLOB	The set of QoS parameters exchanged via cdma2000 signaling that defines the QoS context for a particular service instance.
RC	Radio Configuration. A set of Forward Traffic Channel and Reverse Traffic Channel transmission formats that are characterized by physical layer parameters such as transmission rates, modulation characteristics, and spreading rate.
RLP	Radio Link Protocol
RLP_BLOB	The set of RLP parameters that defines the RLP configuration (e.g., retransmission scheme, round trip time)

2. OVERVIEW OF VIDEO CONFERENCING SERVICES

2.1. General Descriptions

The document defines point-to-point video conferencing services.

Service options 57 and 58 provide video conferencing services capable of transferring multiplex audio, video and control data at speeds of 32 and 64 kbps respectively, over the air-interface (Um) between mobile stations and other terminals.

Service options 57 and 58 use the Radio Link Protocol defined in [10] to provide an octet stream transport service over forward and reverse traffic channels.

The MSC provides the protocol conversion between cdma2000 upper layer signaling and ISUP signaling.

Above the Radio Link Protocol, the ITU-T H.324 [21] group of protocols is used for the video conferencing service. ITU-T H.245 is used for conducting capability exchange and negotiations between the terminals, and for opening and closing of logical channels and other components of the video conferencing services. ITU-T H.223 [16, 17, 18] is used for multiplexing/demultiplexing video, audio and control data. The NSRP and CCSRL protocols defined in Annex C of ITU-T H.324 are used to transport the H.245 control messages reliably over the H.223 multiplex layer.

Interoperability with other networks, such as the 3GPP network, is provided.

2.2. Structure of the Video Conferencing Service System in the MS

The mobile station uses the encoders and decoders, and multiplexer specified in section 4. Input/output (I/O) interfaces for video, audio, and system control provided in the mobile station are out of scope of this specification.

The sending function in the mobile station encodes the data from each media source with the corresponding visual and audio encoder. The output of the encoders and the system control interface are multiplexed and sent to transport layer of the underlying wireless network.

The receiving function in the mobile station de-multiplexes the received data stream, and decodes the data with the corresponding video and audio decoders. The output is then sent to be played at local visual and audio players (see Figure 1).

After the Um interface has been established, control messages defined in [19] are used for video conferencing call setup procedures and for controlling other components specified in section 4.

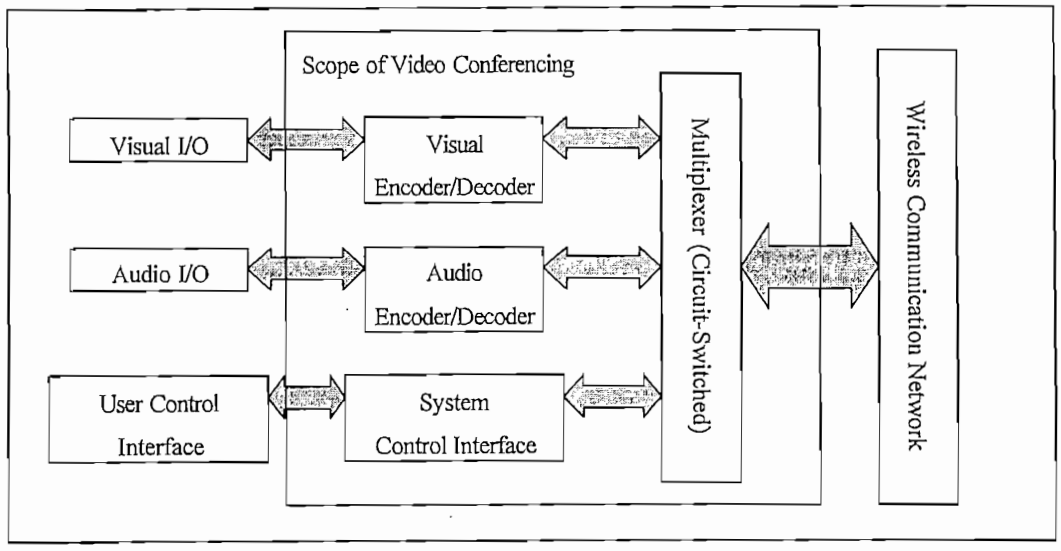


Figure 2-1 Scope and Structure of Circuit-Switched Video Conferencing Services

2.3. Video Conferencing Service Protocol Stack Reference Model

The video conferencing service architecture is defined by the protocols used across the different interface points. Figure 2-2 depicts the video conferencing service protocol stack for establishing the required bearer on the cdma2000 wireless link.

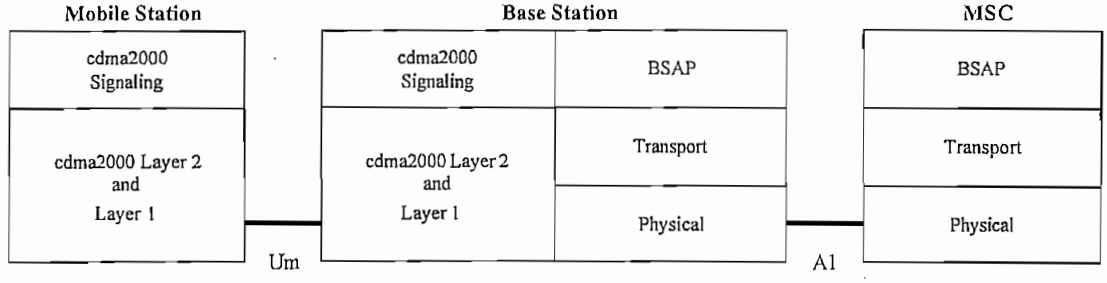


Figure 2-2 cdma2000 Bearer Call Setup Protocol Stack

Figure 2-3 depicts the protocol stack for the video conferencing bearer after establishing the cdma2000 wireless link.

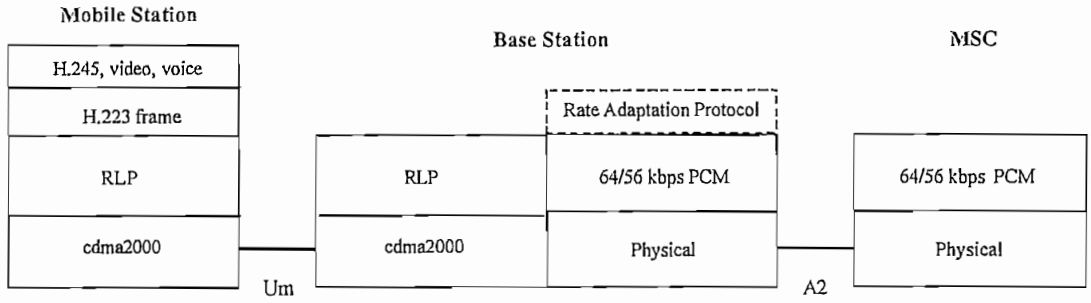


Figure 2-3 Video Conferencing Call Setup and Bearer Protocol Stack

The cdma2000 Layer 1, Layer 2, and signaling protocols between the MS and the BS in Figure 2-2 and Figure 2-3 are described in [3], [4], [5], [6], [7], and [8]. The 3G IOS A1 interface is used for signaling information for cdma2000 call setup as specified in [1]. The 3G IOS A2 interface is used for H.324 video conferencing call setup and the video conferencing bearer as specified in [18].

For the 32 kbps video service, the BS performs rate adaptation between the data stream carried over the RLP transport layer and the 64/56 kbps PCM link on the A2 interface.

3. UM INTERFACE REQUIREMENTS FOR ESTABLISHHING THE VIDEO CONFERENCING BEARER

The MS and the BS shall support the physical layer, multiplex sublayer, radio link management, and call control protocols as defined in [3], [4], [5], [6], [7], and [8]. The H.223 frames carrying multiplexed H.245 call control messages, video data, and voice data shall be sent over RLP at a maximum rate of 32 kbps for service option 57, and at a maximum rate of 64 kbps for service option 58.

The BS shall construct RLP frames carrying a user data rate of 32 or 64 kbps from a single channel of 64/56 kbps PCM received from the MSC.

3.1. RLP Requirements

At the U_m interface, the MS and the BS shall use Radio Link Protocol Type 3 as defined in [10]. In this specification, Radio Link Protocol Type 3 will be called simply RLP. To control the reliability and delay provided by RLP, the BS uses the RLP_BLOB defined in [10] to send the RLP retransmission scheme to the MS.

3.2. Initialization and Connection of Video Conferencing Service Options

The MS shall support service options 57 and 58. The BS should support service options 57 and 58.

The MS shall initiate the connection of the video conferencing service by requesting service option 57 or 58 in either a *Page Response Message, Origination Message,* or an *Enhanced Origination Message* as defined in [7].

If the BS receives a *Paging Request Message* for a video conferencing call from the MSC, the BS shall page the specific MS with the identified video conferencing service option.

3.2.1. Mobile Station Procedures

The MS shall connect the video conferencing service using the procedures defined in [7]. If service negotiation is required the MS shall perform the service negotiation procedures defined in [7].

The MS shall not propose or accept a service configuration whose attributes are inconsistent with the valid service configuration attribute table for service options 57 and 58 as shown in Table 1 . The default service configuration for video conferencing service options 57 and 58 shall be as shown in Table 1 .

Table 1 Valid Service Configuration Attributes for Service Options 57 and 58

Service Configuration Attribute	Valid Selections
Forward FCH/DCCH Multiplex Option	0x1
Reverse FCH/DCCH Multiplex Option	0x1
Forward FCH/DCCH Transmission Rates	For the FCH, Rates 1, 1/2, 1/4, and 1/8 enabled. For the DCCH, Rate 1 enabled, Rates 1/2, 1/4, and 1/8 not enabled.
Reverse FCH/DCCH Transmission Rates	For the FCH, Rates 1, 1/2, 1/4, and 1/8 enabled. For the DCCH, Rate 1 enabled, Rates 1/2, 1/4, and 1/8 not enabled.
Forward Traffic Type	**Primary** or Secondary
Reverse Traffic Type	**Primary** or Secondary
Forward FCH/DCCH Radio Configuration	RC **3**, 4, 6, 7
Reverse FCH/DCCH Radio Configuration	RC **3**, 5
Forward Supplemental Channel Multiplex Option	0xf20
Reverse Supplemental Channel Multiplex Option	0xf20
Forward Supplemental Channel Frame Length	20 ms
Reverse Supplemental Channel Frame Length	20 ms
Forward Supplemental Radio Configuration	RC **3**, 4, 6, 7
Reverse Supplemental Radio Configuration	RC **3**, 5
where multiple options are supported the default is in bold	

3.2.2. Base Station Procedures

The BS shall connect the video conferencing service using the procedures defined in [7]. If service negotiation is required the BS shall perform the service negotiation procedures defined in [7].

The BS shall not propose or accept a service configuration whose attributes are inconsistent with the valid service configuration attribute table for service options 57 and 58 as shown in Table 1 . The default service configuration for video conferencing service options 57 and 58 shall be as shown in Table 1 .

The BS shall assign Forward and Reverse Supplemental channels to constantly deliver a user data rate of at least 32 or 64kbps over the Supplemental channel. Variable supplemental channel rate operation below 32 and 64 kbps shall not be allowed for service options 57 and 58, respectively.

3.2.3. Traffic Channel Handoff

Following a CDMA-to-CDMA hard handoff (see [7]) involving transitions between disjoint sets of BS/MSCs or a frequency change, RLP shall be immediately initialized according to the initialization procedures described in [10].

3.3. Quality of Service (QoS)

3.3.1. QoS Parameters

The set of QoS parameters that apply to service options 57 and 58 are defined in Table 2.

For each QoS parameter in Table 2, the set of allowable values that can be selected by service options 57 and 58 are defined. If a parameter value is not specified in Table 2, it shall be considered reserved and it shall not be used.

For service options 57 and 58, QoS parameters shall be identical for the forward and reverse links.

Table 2 QoS Parameters Applicable to Service Options 57 and 58

QoS Parameter	SO	Allowable Value(s)

Assured Mode	57, 58	Assured mode service. This is the default value.
Forward Link Priority Reverse Link Priority	57, 58	The user's priority should not be reduced.
Forward Link Minimum User Data Rate	57	32 kbps. This is the default value.
Reverse Link Minimum User Data Rate	58	64 kbps. This is the default value
Forward Link Data Loss Rate Reverse Link Data Loss Rate[1]	57, 58	There are no specific values defined for this parameter. Both the MS and BS should provide appropriate FER for this service.
Forward Link Maximum Delay Reverse Link Maximum Delay[2]	57, 58	There are no specific values defined for this parameter. Both the mobile station and base station should provide the minimum amount of delay for this service.

In Table 2 the data loss rate is the error rate provided above the RLP layer. The maximum delay is defined as the amount of time user data can be held in the transmit queue (i.e., from the moment it is submitted to RLP for transmission until its actual transmission on a physical channel).

3.3.2. Mobile Station Procedures for QoS

The MS shall use the default set of QoS parameters as defined in Table 2 for service options 57 and 58.

As there is only one set of default parameters, there is no MS QoS BLOB defined for service options 57 and 58.

3.3.3. Base Station Procedures for QoS

The BS shall use the default set of QoS parameters as defined in Table 2 for service options 57 and 58.

---

[1] The data loss rate is the error rate provided above the RLP layer.

[2] Maximum delay is defined as the amount of time user data can be held in the transmit queue (i.e., from the moment it is submitted to RLP for transmission until its actual transmission on a physical channel).

As there is only one set of default parameters, there is no BS QoS BLOB defined for service options 57 and 58.

4. VIDEO CONFERENCING SERVICES MULTIMEDIA SYSTEMS

ITU-T H.324 recommendation with Annex C shall be used for the 3GPP2 circuit-switched video conferencing service. For the rest of this section H.324 refers to ITU-T H.324 with Annex C.

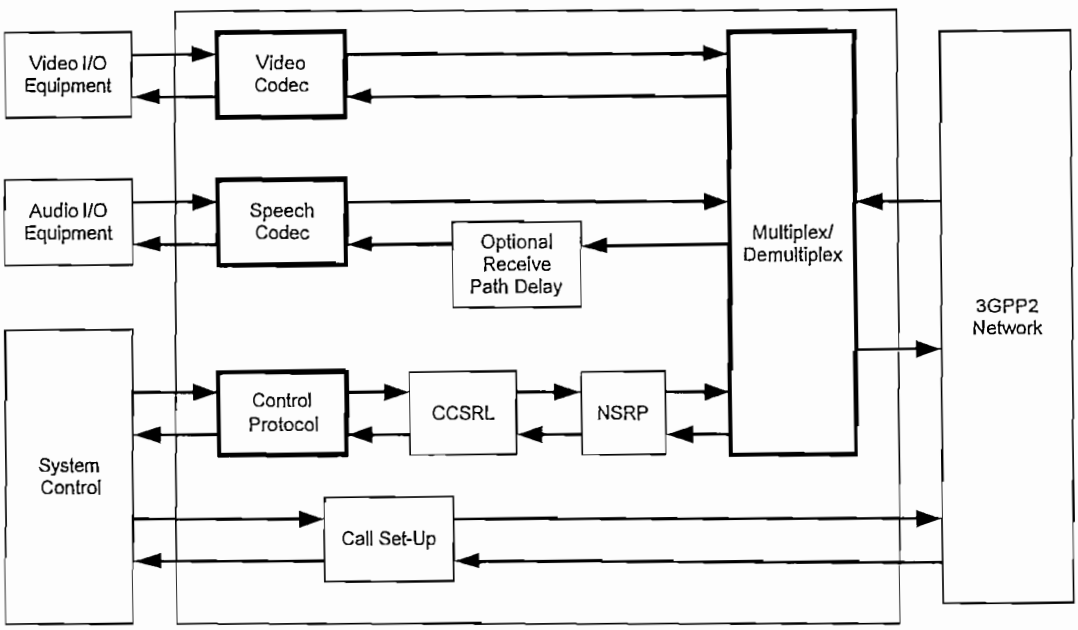


Figure 4-1 H.324 for Video Conferencing Specifications

4.1. Multiplex Protocol

The MS shall support ITU-T H.223 with both Annexes A [17] and B [18] in order to multiplex and demultiplex video, audio, and control messages. The MS may support other annexes in H.223.

4.2. Control Protocol

The MS shall support version 7 of ITU-T H.245 as the control protocol for capabilities exchange, master/slave determination, opening and closing of logical channels, and transmission of other control messages. The MS may support newer versions of ITU-T H.245.

4.3. Video Codec

4.3.1. Mandatory Video Codecs

The MS shall support MPEG-4 Simple Profile Level 0 [13] and H.263 baseline [20] video codecs.[3]

4.3.2. Optional Video Codecs

4.3.2.1. MPEG-4 Simple Scalable Profile

The MS should support the MPEG-4 Visual codec with Simple Scalable Profile, Level 0 [13].

4.3.2.2. H.263 Profile 3

The MS should support profile 3 for the H.263 video codec [20], which includes the following annexes:

- Annex I – Advanced Intraframe Coding;
- Annex J – Deblocking Filter;
- Annex K – Slice Structure Mode, without RS and ASO submodes;
- Annex T – Modified Quantizer.

4.3.2.3. H.263 Profile 4

The MS should support profile 4 for the H.263 video codec [20], which includes the following annexes in addition to the annexes in profile 3:

- Annex V – Data Partitioned Slice Mode;
- Annex W (subclause W 6.3.8) - Previous Picture Header Repetition.

4.4. Speech Codec

No mandatory speech codec is required for the mobile station.

The mobile station should support 13k (PureVoice) QCELP [11], AMR [22], EVRC [9], and SMV [12] speech codecs. Other speech codecs may also be supported.

---

[3] The MS can decode and generate bit streams that are compliant with MPEG-4 Simple Profile Level 0 and H.263 baseline.

5. EXAMPLES OF CALL SETUP PROCEDURES

The video conferencing call setup procedure is divided into two phases: the cdma2000 call setup and the H.324 call setup.

cdma2000 call setup is first performed using the procedures defined in [3], [4], [5], [6], [7], and [8] to establish the bearer for the H.324 protocols. The service option field within the *Origination Message* is set to service option 57 or 58 defined in [2].

When the MSC receives the *CM Service Request Message* with a video conferencing service option, the MSC sends an ISUP message corresponding to the service option to the MSC of the mobile station being called. The BS sends a *Paging Message* with that service option to the mobile station.

After the cdma2000 call setup procedures have established the H.324 bearer, the negotiation, control, and multiplexing procedures defined in ITU-T Recommendation H.245/H.223 are performed.

If codec conversion is not needed, both terminals exchange H.245/H.223 messages directly with each other. If codec conversion (such as between EVRC and 3GPP-AMR) is needed, each terminal exchanges H.245/H.223 messages with the gateway function performing the conversion.

5.1. Mobile-to-mobile video conference call

Figure 5-1 illustrates an example call where both terminals are 3GPP2 mobile stations that select a 32 kbps video call.

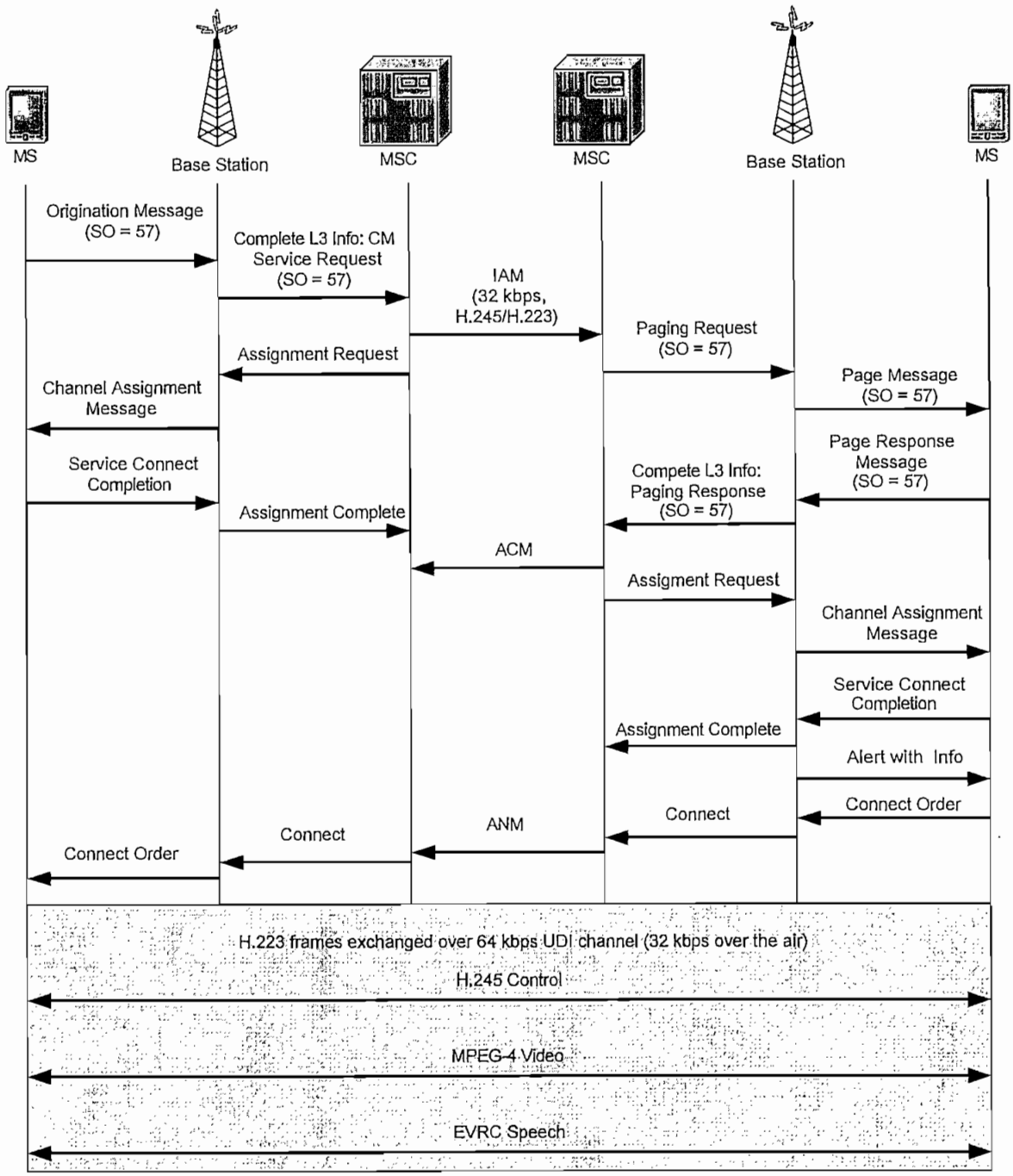


Figure 5-1 Mobile-to-mobile video conference call

5.1.1. cdma2000 Call Setup Procedure

The mobile station sends an *Origination Message* requesting service option 57. The MSC generates an ISUP parameter requesting 32k bandwidth and H.245/H.223, and sends it to the MSC of the mobile station being called. The called mobile station responds to the *Paging Message* with service option 57.

5.1.2. H.324 Call Setup Procedure

After the cdma2000 call setup procedure, the negotiation, control and multiplex messages defined in [19] are exchanged between the two mobile stations.

5.2. Call between the mobile station and a 3GPP-324M

Figure 5-2 illustrates an example call made from a 3GPP2 mobile station to a 3GPP-324M terminal.

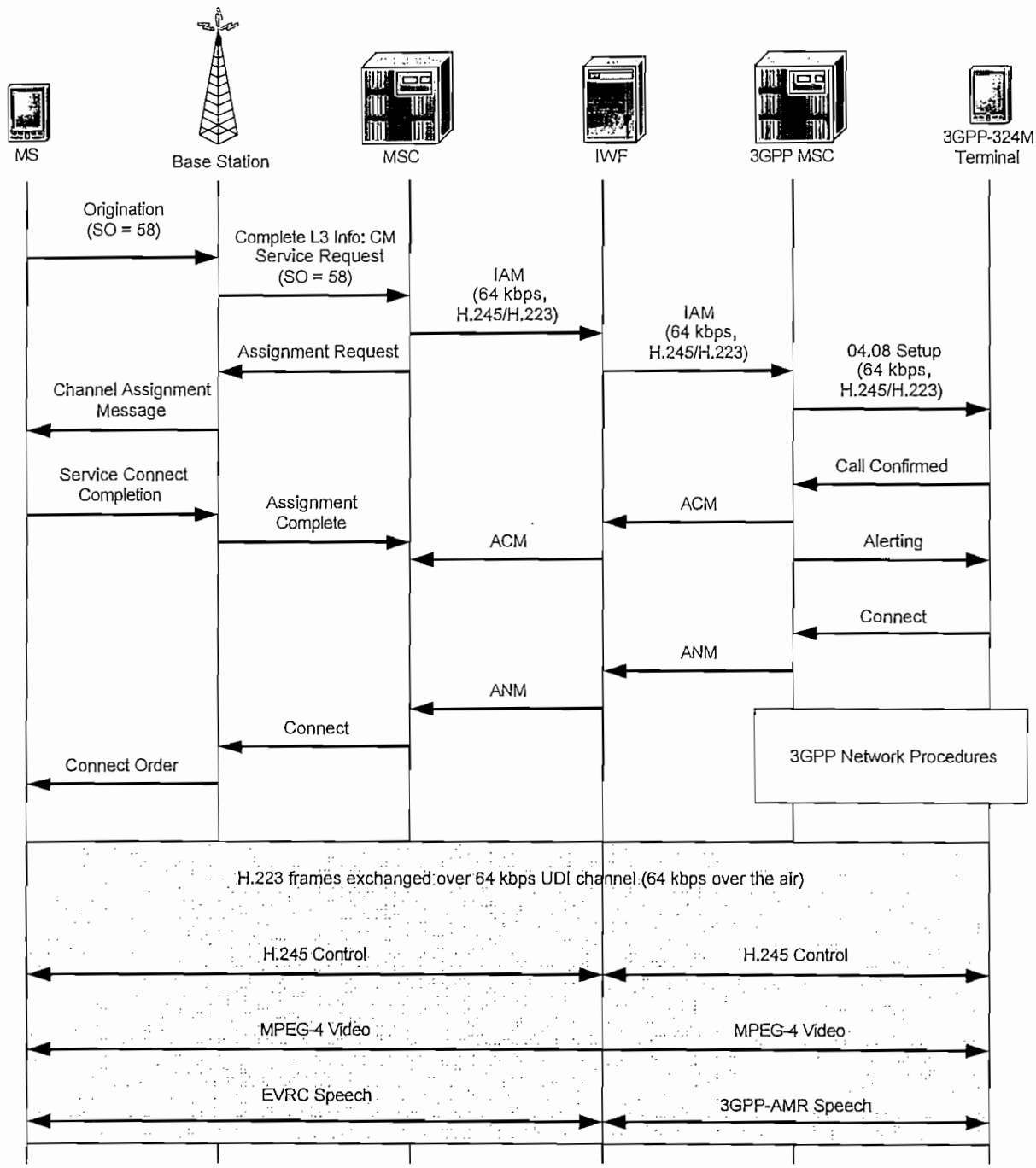


Figure 5-2 Call between the mobile station and a 3GPP-324M terminal

5.2.1. cdma2000 and 3GPP Call Setup Procedure

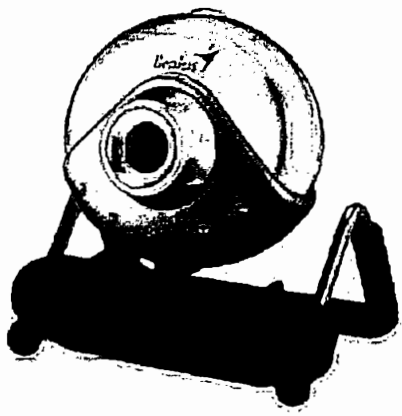
The mobile station sends an *Origination Message* requesting service option 58. The MSC generates an ISUP parameter requesting 64 kbps bandwidth and H.245/H.223, and sends it to the MSC of the 3GPP-324M terminal being called. The MSC of the called terminal sends a *Setup message* for the 64kbps service to the 3GPP-324M terminal, which responds.

5.2.2. H.324 Call Setup Procedure

After the cdma2000 and 3GPP call setup procedures, both terminals exchange the negotiation and control messages defined in [19] with the IWF. In this example, the IWF negotiates different video and speech codecs for the two terminals. The IWF performs the necessary conversion between the EVRC and 3GPP-AMR speech formats.

ANEXO D

ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS



VideoCAM Messenger

350K Pixel Internet Video Camera

The best choice for you to chat on MSN and share real image with friends is our latest VideoCAM Messenger. It comes with much better resolution of true 640 x 480 and the interpolation can be up to 1.3M pixel resolution that makes your images much more clearer on the Internet.

The special ID design is not only the lightweight for you to take it with you everywhere but also the adjustable base can be swiveled 306° smoothly to capture any exciting movement around you. It can convert AVI files into MEPG1 format to make your files become smaller. There is also an easy touch snapshot button on the top for quick image capture. It can also be a security camera that can record any movements that appear in front of your monitor automatically to record for 12 hours or until the HD is full. If there's no movement, it will shut down automatically after four seconds or until there is new movement. It makes for a great security monitoring system and you can set the software to work at times when you're not around.

True 350K pixel Internet Video Camera

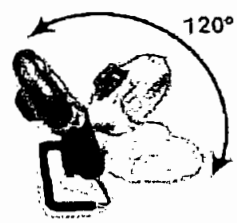
Resolution of true 350K pixels brings clarity to your images. And with interpolation, it can be up to 1.3M pixels for still image capture.

Special ID design:

Base clips to notebooks easily

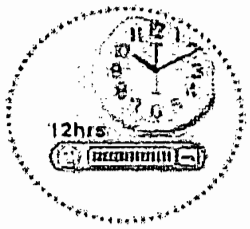
Easy touch snapshot button for quick image capture

Adjustable base swivels 360°smoothly

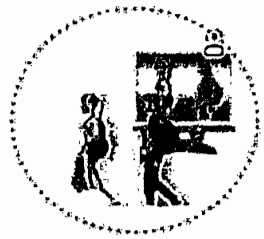


Camera rotates 120°

Super Mini Security / Internet Video Camera:

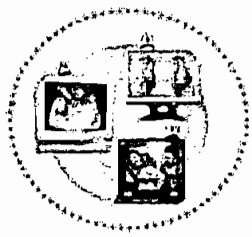


It can record for 12 hours or until the hard disk is full. Also includes timer software

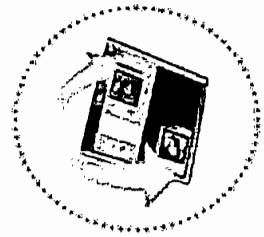


You can record any movements that appear in front of your monitor automatically

It's a great security monitoring system and you can set the software so it works at times when you're not around



Suitable for Notebook, LCD monitor and Desktop PC's



Live video conference over the Internet

- Enjoy true 640x480 resolution
- Still image capture resolution interpolation up to 1.3M pixel resolution
- Suitable for both Notebooks and Desktop PC's
- Use it as a security monitoring system
- Convert AVI files into MPEG1 format
- Easy touch snapshot for quick image capture
- Adjustable base rotates 360° smoothly

- Platform: Notebooks or PC
- Interface: USB 1.1
- Resolution: 640x480, 350K pixels
- Still image resolution interpolation up to 1.3M pixel resolution
- Transfer rate: automatic
- Lens type: manual focus
- Max color depth: 32 bits
- Still capture formats: JPEG
- Max AVI frame capture rate:
  GIF: 30 frames per second
  VGA: 12~15 frames per second
- AVI compressions: Yes
- TWAIN compliant' Yes
- Dimensions: 31.5 x 81 x 59.5 (W x H x D)

[redacted]

- IBM PC Pentium II 400 compatible or higher
- Minimum 64MB DRAM
- Minimum 25MB hard disk drive space
- Windows XP/Me/2000/98SE
- Available USB port
- CD-ROM drive for software installation

[redacted]

- Web camera
- CD driver includes:
    - Genius Camera Software
    - Microsoft NetMeeting software
    - Multi-Languages User's Manual
- User's manual

Perfect balance of performance and portability

IBM ThinkPad T42 notebooks

U.S Special Offers

IBM recommends Microsoft® Windows® XP Professional for Business.

Highlights

- *Count on excellent wireless performance and extended battery life with Intel® Centrino™ Mobile Technology (select models).*
- *Keep carry-ons light. Certain models feature 14.1" TFT displays and start at about 1" thin[1] with a travel weight of 4.5 lb[2].*

NEW

- *See the big picture. New design with 15" TFT displays start at 1.2" thin and a travel weight of 5.3 lbs (select models).*
- *Enjoy all-day computing, up to 7.5 hours[3], with the optional high capacity battery and the optional ThinkPad Ultrabay™ Slim Li Polymer battery.*

NEW

- *Help yourself. IBM Rescue and Recovery™ with Rapid Restore™ software helps users recover systems by themselves.*

NEW

- *Stretch your investment dollar with integrated 11b/g[4] wireless technology on select models. It supports some of the latest industry standards and is backwards compatible with 11b technology.*

Go. Go. Go.

Introduce your on-the-go staff to new ThinkPad T42 notebooks with Intel Centrino Mobile Technology (select models). They're thin, light and can go unplugged for hours. Certain models feature 11b/g wireless technology. All include generous TFT displays—now available in 15".

Help—without the help desk

Meet IBM Rescue and Recovery with Rapid Restore software. It's preloaded on all ThinkPad T42 notebooks. With this enhanced, one-button solution, employees can diagnose problems and restore systems in as little as 20 minutes—often without calling the help desk.

Business advantage. It's in here.

To help decrease expenses, look inside for IBM ThinkVantage™ Technologies and ThinkVantage Design elements. You'll see how to work more confidently and efficiently—and gain more time to focus on strategic goals.

Call **1 888 SHOP IBM** or go to
ibm.com (U.S.) or **ibm.ca** (Canada)
to buy direct, locate an IBM reseller or for more information.

intel inside
centrino
MOBILE TECHNOLOGY

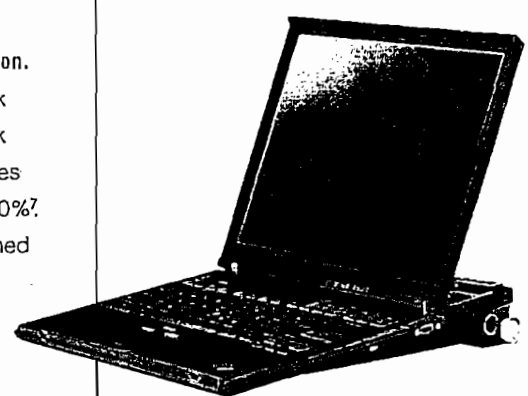
Unwire.

Get the edge: IBM ThinkVantage Technologies and Designs

- **Support your mobile workforce** with select wireless ThinkPad T42 notebooks and IBM Access Connections software. It's the easiest way to switch between wired and wireless networks.
- **Deploy the most secure wireless notebooks in the industry** with the IBM Embedded Security Subsystem 2.0. It offers a double layer of built-in hardware and downloadable software-based protection. No other manufacturer offers stronger security as a standard feature.
- **Improve signal reception** with the IBM UltraConnect™ Antenna. To maximize range, this antenna is built into the display of ThinkPad T42 notebooks. Plus, it supports multiple frequencies to optimize coverage and performance[5].
- **Point and click two ways** with the IBM ThinkPad UltraNav™ multi-pointing system. It features touchpad technology and the TrackPoint® pointing device.
- **Put online[6] and on-system information at your employees' fingertips** with Access IBM. With the push of a button, staff can gain answers to common IT questions.
- **Help guard data against damage from drops and bumps.** The IBM Active Protection System features built-in motion sensors. When a fall is detected, this innovation provides the hard disk drive up to 4 times greater impact protection than in notebooks without it. That makes it less likely data on your hard disk drive will be lost because of some bumps or drops.
- **Increase hard disk drive protection.** When compared to a notebook cover alone, the IBM Hard Disk Drive Shock Absorber increases hard disk drive protection by 30%[7]. This technology is now combined with the IBM Active Protection System for greater protection.

"... if an average corporation were to apply best operational practices and IBM's ThinkVantage Technologies as defined today, these customers would potentially see reduced ongoing operating costs greater than the cost of new PC or notebook computer hardware itself."

—Aaron Goldberg,
Vice-President, Ziff-Davis Market Experts



IBM ThinkPad T42 notebook shown, with optional IBM ThinkPad Dock II.

Wireless security made easy.

Cisco Compatible

Control wireless access and strengthen network security with select ThinkPad T42 notebooks that support Cisco Compatible Extensions. You'll get a PC that's tested to run at the highest levels of performance in a secure, Cisco wireless environment. That includes wireless network password protection and dynamic encryption capabilities available only to users connected to Cisco Aironet wireless networks.

The IBM ThinkPad T42 notebook has been tested in accordance with interoperability criteria set by Cisco Systems, Inc. and is compatible with Cisco Aironet access points running software versions 12.01, 12.02, 12.03, 12.2(8)JA, or 12.2(11)JA. For full disclaimer, see IBM ThinkPad T42 notebook product documentation or the following Web sites: **ibm.com**/thinkpad (U.S.) or **ibm.ca**/thinkpad (Canada).

Service in São Tomé? Sure.

Rely on award-winning IBM Service and Support. Choose an IBM ThinkPad T42 notebook. With just a few clicks, workers can enjoy a wealth of on-system and online resources. Plus, they'll have support in more than 160 countries[8] worldwide, from São Tomé to Saskatchewan.

IBM ThinkPad T42 notebook specifications

	Machine type 2373
Processor (Processor speed, Level 2 Cache, FSB)	Intel® Centrino™ Mobile Technology (select models) • Intel Pentium® M Processor 745 (1.8GHz[5], 2MB L2, 400MHz), Intel Pentium M Processor 735 (1.7GHz, 2MB L2, 400MHz) or Intel Pentium M Processor • Intel PRO/Wireless 2200BG Network Connection 802.11b or Intel PRO/Wireless Network Connection 802.11b
Preloaded operating system[10]	Microsoft® Windows® XP Professional
Display/Resolution	15" TFT SXGA+/1400x1050 or 15" TFT XGA/1024x768 14.1" TFT SXGA+/1400x1050 or 14.1" TFT XGA/1024x768
Hard disk drive	30GB[11] (4200rpm), 40GB (5400rpm) or 80GB (5400rpm)
Memory (std[12]/max[13])	256MB, 512MB or 1GB/2GB PC2700 DDR SDRAM
Optical drive	CD-RW/DVD Combo, 8X Max[14] DVD or Multi-burner DVD recordable
Video graphics	ATI MOBILITY RADEON 7500 32MB DDR 4X AGP or ATI MOBILITY RADEON 9600 64MB DDR 4X AGP
Integrated communications	Modem; Gigabit Ethernet IBM 11b/g Wi-Fi wireless[4] (select models) IBM 11a/b/g Wi-Fi wireless (select models) Intel PRO/Wireless 2200BG Network Connection 802.11b (select models) Intel PRO/Wireless Network Connection 802.11b (select models) Bluetooth™[15] (select models)
Li-Ion battery life[3]	15": up to 4.9hrs (standard 6-cell), 14.1": up to 5.0hrs (standard 6-cell) 15": up to 7.0hrs (optional 9-cell), 14.1: up to 7.2hrs (optional 9-cell)
With optional high capacity and UltraBay™ Slim batteries	15": up to 6.9hrs (6-cell), 14.1": up to 7.5hrs (6-cell) 15": up to 9.0hrs (9-cell), 14.1": up to 9.5hrs (9-cell)
Ports	2 USB 2.0; parallel; S-video out; infrared; dock/port replicator; external display; AC adapter; RJ-11; RJ-45; audio: headphone/line-out, external microphone
Slots	2 Type II or 1 Type III PC Card
IBM Active Protection System	Yes
IBM Embedded Security Subsystem 2.0	Yes
Keyboard	Ergonomic keyboard with palm rest, IBM ThinkPad® UltraNav™ multipointing system including TrackPoint® pointing device with "Press-to-Select", Internet Scroll Bar[5], intuitive volume and Access IBM
Dimensions[1]	15": 13x10.6x1.2-1.4" (329x268x31-36mm) 14.1": 12 2x10.0x1 0" (311x255x26.3mm)
Travel weight/with optical drive[2]	15": starting at 5.3lb/5.7lb (2.4kg/2.6kg), 14.1": starting at 4.5lb/4.9 (2.05kg/2.22kg)
Port replicator/Dock support	Yes/yes
Limited warranty[16]	3 years/1 year battery

For important warranty information, see page 4.

IBM ThinkPad T42 software

Supported operating systems[17]	Microsoft Windows XP Professional, Microsoft Windows XP Home Edition, Microsoft Windows 2000 Professional, Microsoft Windows 98 Gold, Microsoft Windows 98 Second Edition, Microsoft Windows NT® 4.0 SP6a, OS/2® Warp Convenience Package, Red Hat Enterprise Linux® WS 3.0, SuSE Linux Desktop 1.0[18]	
Included software[19] (preloaded)	• Access IBM • Access Connections • Adobe Acrobat Reader • IBM RecordNOW and IBM DLA powered by Sonic products (CD-RW/DVD models) • IBM Rescue and Recovery™ with Rapid Restore™	• InterVideo WinDVD Creator (DVD-RW models) • Norton AntiVirus 2004 • PC-Doctor • ThinkPad Utilities • Update Connector™[20]
(downloadable)	• IBM Client Security Software (Embedded Security Subsystem models only) • IBM Director Agent	• Software Delivery Assistant • System Migration Assistant
(license–*CD not included*)	• Lotus® SmartSuite® Millennium	• Lotus Notes® Stand-alone Client

IBM recommends Microsoft® Windows® XP Professional for Business.

Enhance performance

IBM ThinkPad Mini Dock

28P7810U

Connect to your network, keyboard, monitor and other peripherals in one easy motion. They ThinkPad Mini Dock also includes a 4-port USB 2.0 hub, power supply and keylock.

08K8197

ThinkPad T40/R50 Series Li-Ion High Capacity Battery
Work unplugged for up to 7.5 hours with a spare battery.

31P9832

IBM ThinkPad Multi-Burner Ultrabay Slim Drive
The slimmest IBM DVD recordable drive ever, it reads and writes both DVD and CD media.

22P9229

IBM USB 2.0 Memory Key—128MB
Thumb-size, portable files storage.

Visit **ibm.com**/pc/options (U.S.) or **ibm.ca**/options (Canada) to browse the complete selection of IBM accessories and upgrades.

MOBILE TECHNOLOGY Unwire.

Your next step is easy.

Check the Web.

- ThinkVantage Technologies
  U.S. **ibm.com**/thinkvantage
  Canada **ibm.ca**/think
- ThinkPad
  U.S. **ibm.com**/thinkpad
  Canada **ibm.ca**/thinkpad
- Accessories and upgrades
  U.S. **ibm.com**/pc/options
  Canada **ibm.ca**/options
- eSupport
  U.S. **ibm.com**/support
  Canada **ibm.com**/support/ca/en
- Presentations and 3D Tours
  U.S. **ibm.com**/pc/webcast
  Canada **ibm.com**/ca/webcast
- PC Services
  U.S. **ibm.com**/pc/services
  Canada **pc.ibm.com**/ca/migration
  can.ibm.com/snd/solutioncentre
  can.ibm.com/helpware
- Financing
  ibm.com/financing
- PC Product Training
  U.S. **ibm.com**/pc/training
  Canada **ibm.ca**/education

Read on.

Download product literature.

- ThinkPad
  ibm.com/pc/us/thinkpad/literature
- ThinkCentre
  ibm.com/pc/us/desktop/literature

Call us.

PCD HelpCenter®
U.S. 1 800 426-7378
Canada 1 800 565-3344

Buy Direct (U.S. and Canada)
1 888 SHOP IBM

Reseller locator
U.S. 1 800 IBM-4968
Canada 1 800 IBM-2255

IBM Asset Recovery Solutions (U.S. only)
1 888 SHOP IBM
(option 1, enter 7615)

Request an IBM PC Catalog (U.S. only)
1 888 SHOP IBM

MOBILE TECHNOLOGY Unwire.

IBM®

© Copyright IBM Corporation 2004

Produced in the USA
05-04
All Rights Reserved

Visit **ibm.com**/pc/safecomputing periodically for the latest information on safe and effective computing.

Warranty Information:
For a copy of applicable product warranties, write to: Warranty Information, P.O. Box 12195, RTP, NC, 27709, Attn: Dept JDJA/B203. IBM makes no representation or warranty regarding third party products or services.

1 Thinness may vary at certain points on the system.
2 Includes battery and optional travel bezel, instead of standard optical drive in Ultrabay Slim; weight may vary due to vendor components, manufacturing process and options.
3 These model numbers achieved the Ziff Davis Media Inc.'s Business Winstone 2002 BatteryMark™ Version 1.0. Battery Rundown Time of at least the time shown. This test was performed without independent verification by the VeriTest testing division of Lionbridge Technologies, Inc. ("VeriTest") nor Ziff Davis Media Inc.; neither Ziff Davis Media Inc. nor VeriTest makes any representations or warranties as to these test results. Winstone is a registered trademark and BatteryMark is a trademark of Ziff Davis Publishing Holdings Inc., in the U.S. and other countries. A description of the environment under which the test was performed is available at **ibm.com**/pc/ww/thinkpad/batterylife. Battery life (and recharge times) will vary based on many factors including screen brightness, applications, features, power management, battery conditioning and other customer preferences. Refer to **ibm.com**/pc /support and enter your machine type and model number for more information.
4 11a, 11b and 11g wireless are based on IEEE 802.11a, 802.11b and 802.11g, respectively. An adapter with 11a/b, or 11a/b/g can communicate on any of its supported formats; the actual connection will be based on the access point to which it connects.
5 Requires wireless-enabled options, sold separately.
6 Requires separate Internet access account, not included.
7 Claim based on IBM operating tilt-drop test.
8 International Warranty Service is available in any country in which this product is sold and serviced. Service delivery methods and parts availability vary by country, may be different from that in the country of purchase, and are subject to change without notice. Fees and restrictions may apply in some countries.
9 Mobile Intel Pentium Processors feature Intel SpeedStep™. With Intel SpeedStep, processor speed may be reduced to conserve battery power.
10 Delivered with Microsoft Windows XP Professional preloaded and a Recovery Partition on the hard disk drive.
11 For hard disk drive, GB=billion bytes. Accessible capacity is less; up to 4GB is service partition.
12 For PCs without a separate video card, memory supports both system and video. Accessible system memory is up to 64MB less than the amount stated, depending on video mode.
13 Maximum memory and hard disk drive capacity may require the replacement of standard component with largest supported component available.
14 CD and DVD drives list maximum rates; rates are variable and are often less than the maximum possible.
15 The Bluetooth word mark and logos are owned by the Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by IBM is under license.
16 Support unrelated to warranty issues may be subject to additional charges.
17 Level of support varies by operating system. Operating systems not preloaded on the system may not provide full feature functionality. Refer to **ibm.com**/pc/support and enter your machine type and model number for more information.
18 Linux certification reports can be found at http://www-306.ibm.com/pc/support/site.wss/MIGR-48NT8D.html
19 Some software may differ from its retail version (if available), and may not include user manuals or all program functionality. Software license agreements may apply.
20 Update Connector is available at no charge to registered ThinkPad customers during the limited warranty period. Line charges may apply.

As an ENERGY STAR partner, IBM has determined that this product meets the ENERGY STAR guidelines for energy efficiency. ENERGY STAR is a U.S. registered mark.

IBM reserves the right to change specifications or other product information without notice. This publication could include technical inaccuracies or typographical errors. References herein to IBM products and services do not imply that IBM intends to make them available in other countries. IBM PROVIDES THIS PUBLICATION "AS IS," WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Some jurisdictions do not allow disclaimer of express or implied warranties in certain transactions; therefore, this disclaimer may not apply to you.

IBM, the IBM logo HelpCenter, OS/2, Rapid Restore, Rescue and Recovery, ThinkCentre, ThinkPad, ThinkVantage, TrackPoint, Ultrabay, UltraConnect, UltraNav and Update Connector are trademarks of IBM Corporation in the U.S. and other countries. Intel, Intel Inside, the Intel Inside logo, Intel Centrino, the Intel Centrino logo, Pentium and SpeedStep are trademarks or registered trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the United States and other countries. Linux is a registered trademark of Linus Torvalds. Lotus, Lotus Notes and Lotus SmartSuite are registered trademarks of Lotus Development Corporation. Microsoft, Windows and Windows NT are trademarks of Microsoft Corporation. Other company, product and service names may be trademarks or service marks of others.

Made in Japan, Korea, Mexico, Scotland and Taiwan.

TPD00022-WWEN-01

PASSPORT KPC650

True mobility.

Highlights

- Next- generation 1x EVDO PC card.
- High-speed wireless data access of up to 2.4 Mbps.
- Dual-band receive diversity and high-performance antenna design allows for higher data rates and improved coverage.
- Seamless SMS text-messaging capability.
- Fast access to corporate applications, e-mail, Virtual Private Networks (VPNs), and browsers via your laptop to meet your IT needs. (May require IT support)

Additional Features

- Easy to install and use – no wires, phone jacks, or separate Internet–service provider (ISP) required.
- Adjustable, rotating primary antenna for maximum signal strength
- 32-bit CardBus interface (3.3 V) for lower power consumption
- LED indicator for power availability and data transfer status
- Intuitive Passport Navigator software for easy installation and connection management
- Compatible with EVDO and CDMA2000® 1X connection services in your area*
- Hybrid mode support for increased functionality*

* Depending on services available from your carrier.

† Depending on product model.

Passport Navigator

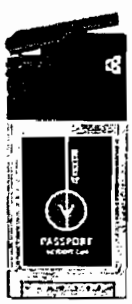
- Passport Navigator software enables easy installation and intuitive navigation.

Data Services

- Capable of data speeds of up to 2.4 Mbps on EVDO services, with typical download speeds of 300-500 kbps.
- Provides CDMA2000 1X connections at 60-80 kbps, with bursts of up to 153 kbps.

Accessory

- Performance-enhancing external accessory antenna that clips to your laptop or stands alone – sold separately.



Technical Specifications:

Size:

- 2.13 in x 4.84 in x 0.51in (54 mm x 123 mm x 13 mm)

Weight:

- 2.01 oz. (57g)

System Requirements for Laptops:

Microsoft® Windows® 2000 or XP
Standard Type II PC card slot (CardBus)
CD-ROM drive
32 MB memory
14 MB free hand-disk space

KYOCERA

Visit our Web site at www.kyocera-wireless.com
Kyocera Wireless Corp., 10300 Campus Point Drive, San Diego, CA 92121
USA 1-800-349-4188, Outside USA 1-858-882-1410

©2004 Kyocera Wireless Corp., San Diego California, USA. All rights reserved. No reproduction in whole or in part is allowed without prior written approval. Kyocera is a registered trademark of Kyocera Corporation. The Genuine Accessories by Kyocera logo is a trademark of Kyocera Wireless Corp. CDMA2000 is a registered trademark of TIA USA. Microsoft and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation in the United States. All other marks are held by their respective owners.

Features and specifications are subject to change without notice. Non-metric weights and measures are approximate. Not all products may be available in your area.

02/05

TMM001178-2

Logitech

QuickCam® Express

PC • USB

Easy to use and economical. Great for video e-mails and face-to-face video calls. Plus you can add live video to Yahoo! Messenger.

Now you can meet face-to-face online with live video calls. Or make your instant messages come alive by adding live video to your Yahoo! Messenger, MSN® Messenger and AOL Instant Messenger℠ (AIM). Or set up a webcam to share your world. Or snap and send photos and video along with your e-mail as easily as you send text. All you need is QuickCam® Express and the Internet.

- Easy to share videos and still images
- Simple set-up: install the software, plug it in, and start shooting
- Snap button for instant pictures and photos

The Simple Way to Get Closer™

- Add live images to your instant messages
- Meet face-to-face online with video calls
- Capture stills and videos
- E-mail photos and video quickly
- Set up a webcam, create a web album
- Broadcast live video over the web
- Play cool camera games
- Two-year limited hardware warranty

Software:

- One click video e-mail software
- Webcam-enabled Yahoo! Messenger
- SpotLife™ Personal Video Broadcasting
- SpotLife™ Web Album Creator Software
- SpotLife™ Web Cam Software
- Reality Fusion® GameCam SE™ and screen saver software
- Logitech® Smart Internet Updater™

Product Specifications:

- Video capture resolutions: up to 640 x 480 pixels
- Image size: up to 640 x 480 pixels
- Interface: USB
- Sensor type: CMOS
- Compression: fixed data rate hardware intraframe
- Still image data formats: BMP, TIF, JPEG, PCX, PNG, TGA, PSD (3.0)
- Video frame rate: up to 30 frames per second at 320 x 240 pixels with recommended systems
- Exposure and color contrasts: automatic or manual
- Lighting: ambient indoor incandescent, fluorescent (50 or 60 Hz flicker-free), daylight
- Lens: manual focus
- Audio capture: optional microphone
- Power consumption: USB 100ma @5V

System Requirements:

- Windows® 98, Windows® 2000, Windows® Me, or Windows® XP
- Pentium® II 266 MMX, Celeron™, AMD Athlon® processor, or higher (Pentium® III 400, Celeron™, AMD Athlon® processor, recommended)
- 32 MB RAM
- 100 MB free hard drive space
- CD-ROM drive
- Available USB port
- 16-bit color display adapter
- Windows®-compatible sound card (full duplex sound card recommended)

Other Requirements

For SpotLife™ Activities and to Send or Receive Video E-mail:

- Web browser such as Microsoft® Internet Explorer 4.0 or higher or Netscape® Navigator 4.0 or higher
- E-mail application that supports file attachment such as AOL® 6.0, Microsoft® Outlook® Express or Netscape® Mail 4.x or earlier
- 28.8K modem and Internet connection with e-mail account
- Sound card and speakers needed for audio playback

To Play Reality Fusion® Games:

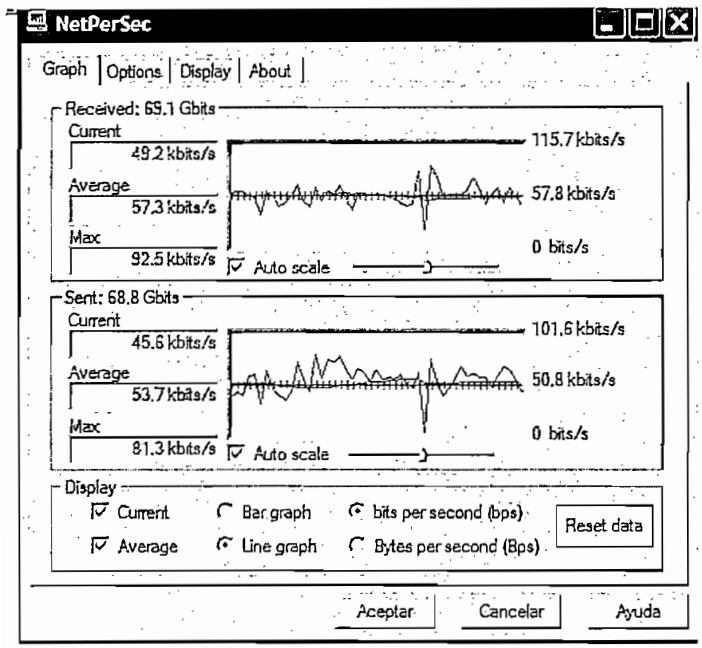
- Pentium® II 300 or better

ANEXO E

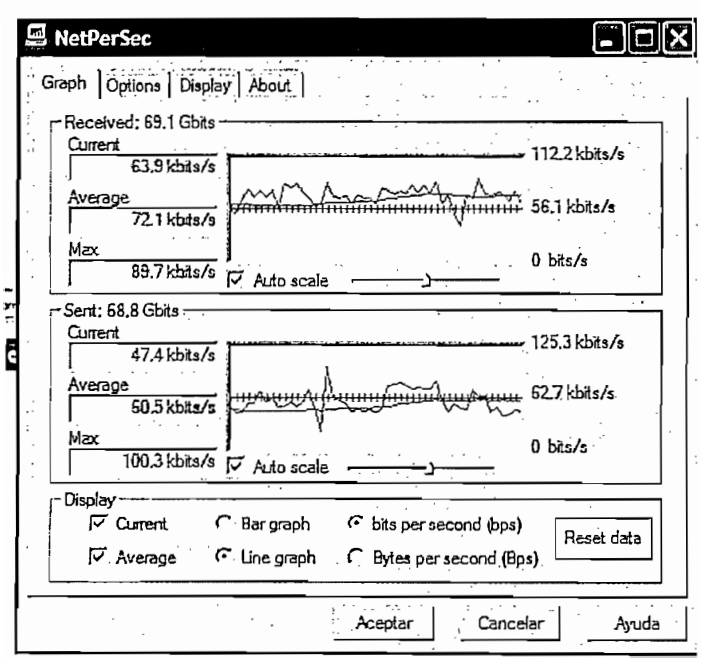
DATOS DETALLADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Pruebas Realizadas con MSN Messenger en la Red EVDO

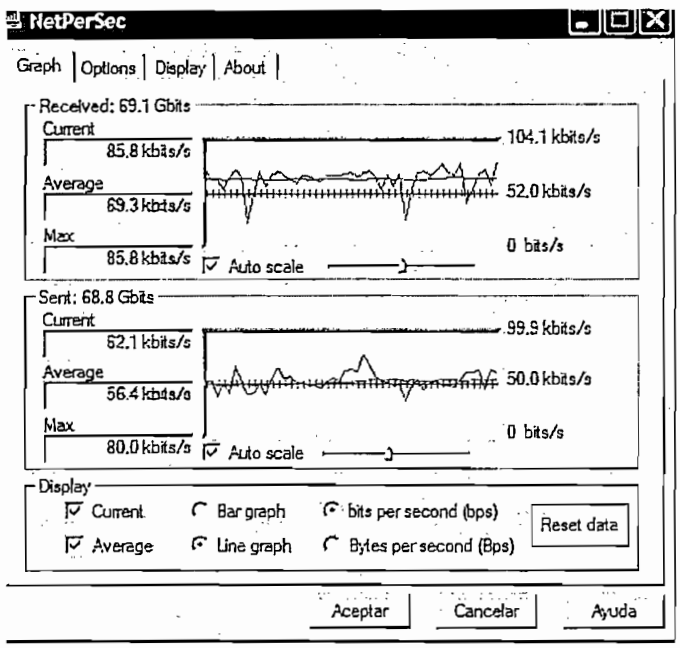
Prueba 1



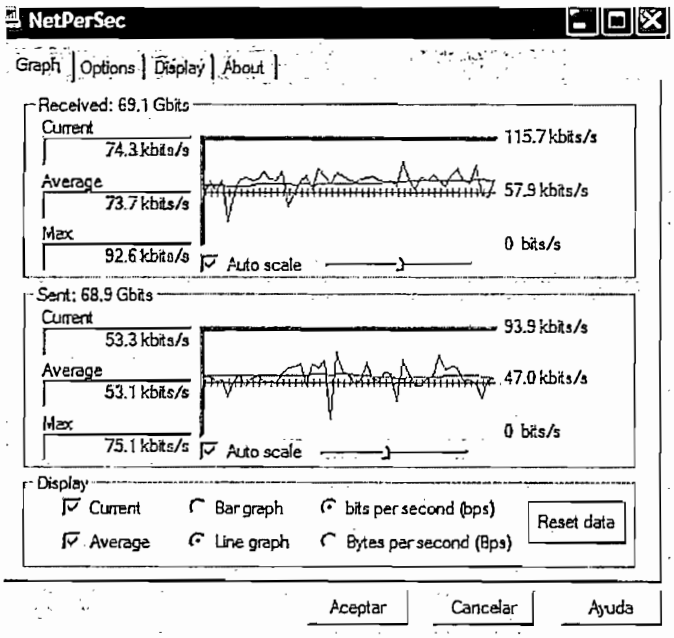
Prueba 2



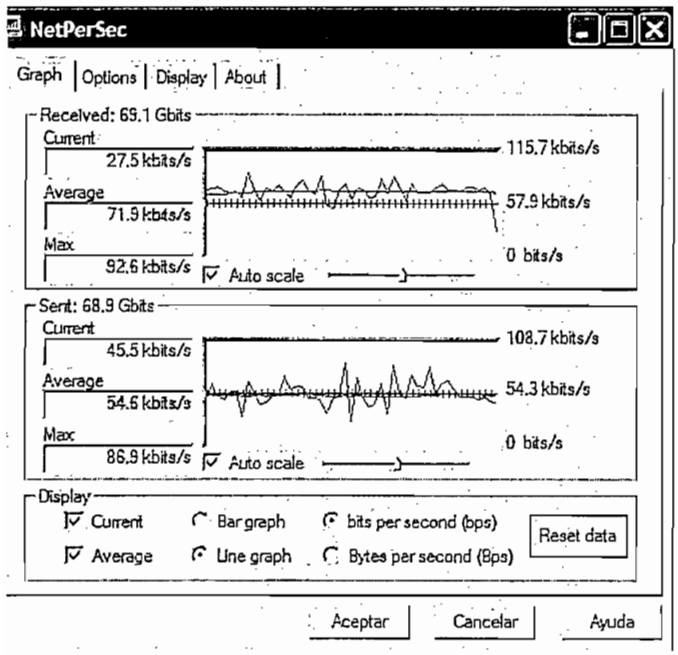
Prueba 3



Prueba 4

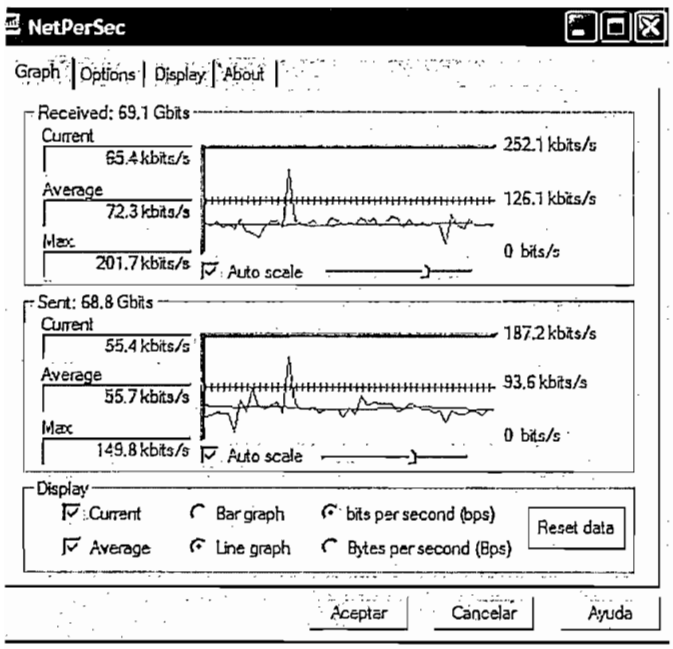


Prueba 5

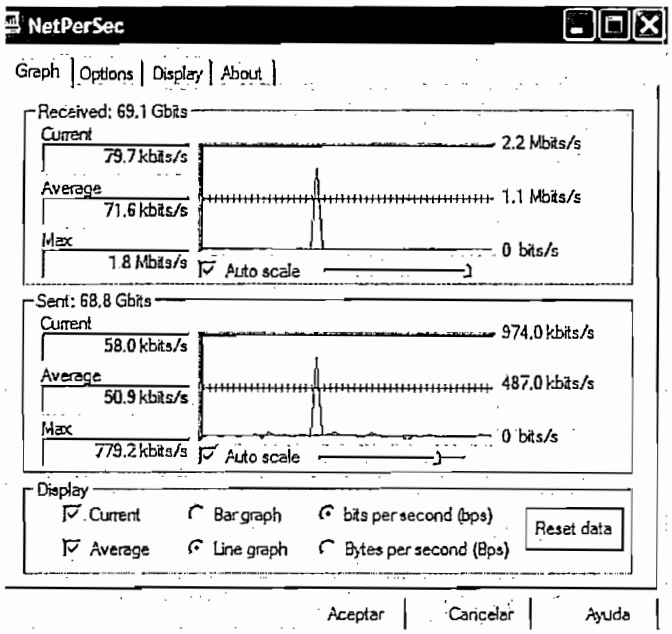


Pruebas realizadas con MSN Messenger en una red LAN

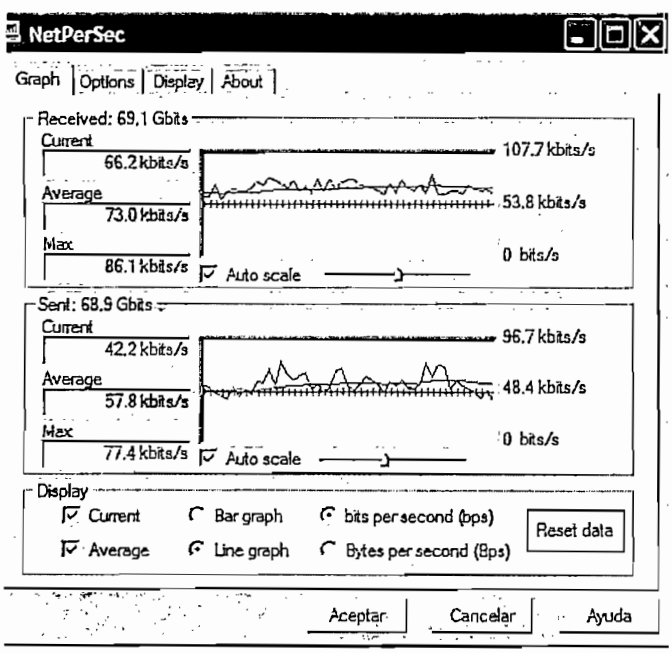
Prueba 1



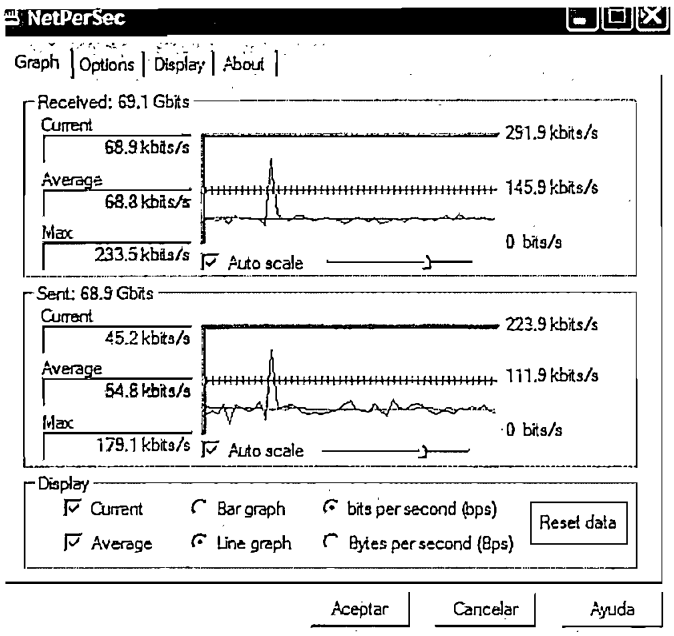
Prueba 2



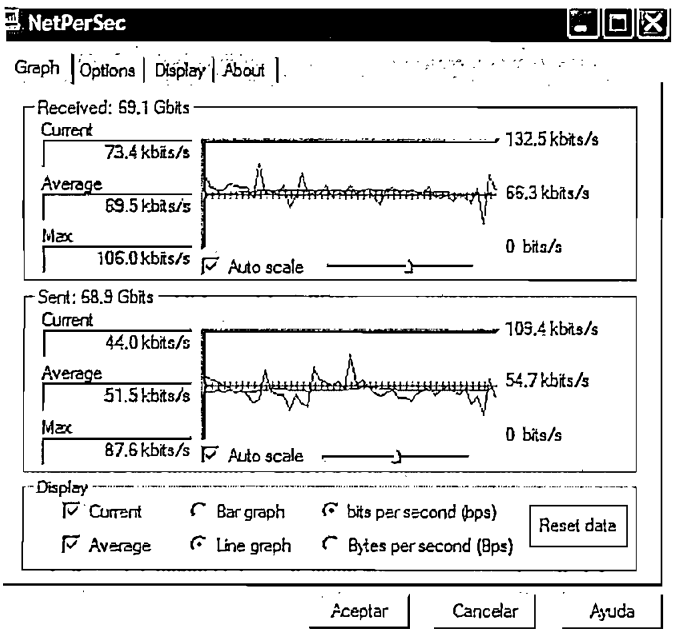
Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5



ANEXO F

CELULARES PARA VIDEOTELEFONÍA

Qtv™
LAUNCHPAD™ SUITE OF INTEGRATED APPLICATIONS

Live Streaming Video

Qcamcorder™
LAUNCHPAD™ SUITE OF INTEGRATED APPLICATIONS

Capture Video and Share

Qvideophone™
LAUNCHPAD™ SUITE OF INTEGRATED APPLICATIONS

See and Talk to Others

Mobile Video Solutions

Overview

Wireless carriers and handset manufacturers worldwide see mobile video applications for 3G wireless networks as the driving force behind mass adoption of multimedia services. To address this fast-growing key market, QUALCOMM CDMA Technologies (QCT) offers three mobile video solutions, key components of the Launchpad™ suite of applications. These enhanced mobile video solutions include: Qtv™, a real-time decoder that enables the streaming and downloading of video content; Qcamcorder™, a real-time encoder that records video; and Qvideophone™, a two-way, videotelephony solution that enables mobile videoconferencing.

Now wireless handset manufacturers can quickly and affordably add compelling video applications to a range of wireless products that address tiered market segments. The Qtv, Qcamcorder and Qvideophone solutions are fully integrated, software-based video solutions that maximize the use of QUALCOMM's powerful chipset solutions to help decrease the development costs and board space required to implement video solutions. QCT's mobile video solutions require no additional hardware- providing cost-effective solutions that enable superior and market-differentiating video playback, recording and videoconferencing capabilities for mobile handsets.

Qtv

The Qtv decoder is a feature-rich software video decoder that enables mobile devices to stream, download and playback multimedia content. The Qtv solution is integrated into and optimized for the MSM chipset solution platform, ensuring high performance for a better video experience. The Qtv solution is a fully compliant, standards-based (3GPP/3GPP2) MPEG-4/H.263/H.264 software solution and is the heart of wireless video applications, including streaming video-on-demand (VOD), streaming audio-on-demand (AOD), mobile viewing of real-time content (live cameras) and video messaging. Qtv also supports many popular proprietary video and audio codecs including Microsoft® Windows Media™ and RealNetworks®.

Qcamcorder

The Qcamcorder encoder is a real-time video encoding solution that lets wireless consumers record video and audio using their mobile phone. Mobile users can now record video, save the file in memory, then share their experience with friends by sending it as a video message. Built upon QUALCOMM's existing chipset-integrated camera architecture and APIs, the Qcamcorder solution integrates quickly and easily into mobile devices. The Qcamcorder encoder is a fully compliant, standards-based (3GPP/3GPP2) MPEG-4/H.263 encoding software solution.

Qvideophone

The Qvideophone solution is a two-way videoconferencing solution that has been tailored to 3G networks such as CDMA2000® 1xEV-DO and WCDMA (UMTS). Consumers can conduct real-time, mobile videotelephony calls with other mobile users to "see" the person on the other end of the call. The Qvideophone solution provides manufacturers and operators with a high-performance, fully integrated videoconferencing solution based on industry standards to meet the growing enterprise and consumer demand for two-way video communication worldwide.

Benefits

- Eliminates the need for expensive multimedia companion processors and memory subsystems, enabling manufacturers to create customized, unique multimedia-rich devices that address broader market segments and help maintain a loyal customer base
- Delivers high performance and low power in an optimized single-chip solution
- Enables mobile video applications, such as VOD and mobile messaging, to differentiate device manufacturers' products and offer wireless carriers new revenue-generating opportunities
- Creates a flexible and creative development environment, allowing developers to produce innovative applications
- Enables worldwide deployment of video solutions by supporting 3G wireless standards, including CDMA2000 1X, 1xEV-DO and WCDMA (UMTS) modes

Features

Qtv Decoder:

- 3GPP/3GPP2 standards-based video decoder solution
- Video codecs supported: MPEG-4, H.263, H.264, RealNetworks and Windows Media
- Audio codecs supported: QCELP, EVRC, AMR-NB, MPEG-4 AAC and aacPlus for high-fidelity audio applications
- Multiple Display Size Support: 96x80, sQCIF, QCIF, QVGA
- Protocol Support: RTSP over TCP, RTP/RTCP UDP and Session Description Protocol (SDP)
- High decoding performance: up to 30fps, QVGA @ 384kbps
- DSP acceleration to ensure high performance (e.g., Motion Estimation, Frame Reconstruction and Post Processing)
- Feature-rich reference application that can be customized to meet specific customer UI requirements including:
  - Play, stop, pause, fast-forward and rewind functions
  - Brightness, looping and contrast control
  - Media-file information function

Qcamcorder Encoder:

- 3GPP/3GPP2 standards-based MPEG-4/H.263 video encoder solution
- Video codecs supported: MPEG-4, H.263 and H.264
- Audio codecs supported: QCELP, EVRC, AMR-NB and AAC
- Multiple display size support: 96x80, sQCIF, QCIF, QVGA
- High encoding performance: up to 30fps, QVGA @ 384kbps
- DSP acceleration to ensure high performance (e.g. Motion Estimation)
- Feature-rich reference application that can be customized to meet specific customer UI requirements including:
  - Video preview and viewfinder; record, stop, pause and resume recording functions
  - Zoom, brightness and contrast control
  - Audio dubbing

Qvideophone Videotelephony:

- 3G-324M or SIP standards-based videotelephony solution
- Video codecs supported: MPEG-4 & H.263
- Audio codecs supported: AMR-NB, EVRC and G.723.1
- High performance: 15fps @ QCIF
- Feature-rich reference application that can be customized to meet specific customer UI requirements including:
  - Picture-in-picture support; video zooming
  - Video- or audio-mute capability
  - Consumer-defined encode-quality settings

The Launchpad Suite of Technologies

The Launchpad suite of applications technologies offers wireless operators and manufacturers a cost-effective, scalable and timely solution for providing advanced wireless data services. This seamlessly integrated solution enables advanced next-generation applications and services that incorporate multimedia, position location, connectivity, customized user interface and storage capabilities. Launchpad features are available for each QUALCOMM chipset, closely matching the specific functionality and cost-target objectives agreed upon in joint product planning with manufacturers and wireless service operators worldwide.

QUALCOMM's BREW Solution

BREW is a complete product and business solution for the development and over-the-air deployment of data services on wireless devices. The BREW system provides the necessary tools and value-added services to developers, device manufacturers and wireless operators for application development and distribution, device configuration, and billing and payment.

QUALCOMM's Complete Solution — Our Commitment to Our Partners

QUALCOMM CDMA Technologies is enabling the future of communications. We work closely with our manufacturer and operator partners to develop solutions that meet market needs today and provide the technology foundation for the wireless communications of tomorrow. Our world-class CDMA engineers create detailed reference designs to accelerate testing and deployment for our partners. And our chipsets and system software are fully integrated and able to bring advanced features and functionality to today's wireless devices. With QUALCOMM CDMA Technologies, manufacturers and operators can offer sophisticated wireless solutions that succeed in the global marketplace.

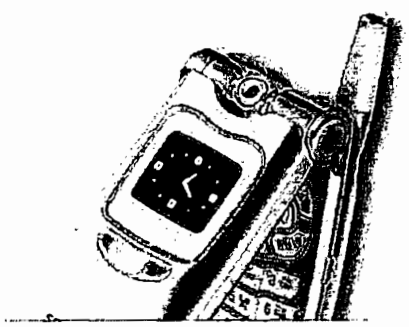
Copyright © 2005 QUALCOMM Incorporated. All rights reserved. QUALCOMM and QCELP are registered trademarks, and Launchpad, Qtv, Qcamcorder, Qvideophone and MSM6xxx are trademarks of QUALCOMM Incorporated. CDMA2000 is a registered trademark of the Telecommunications Industry Association (TIA USA). Microsoft and Windows Media are registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and/or other countries. RealAudio and RealVideo are registered trademarks of RealNetworks, Inc. aacPlus is a trademark of Coding Technologies AB. All other trademarks and service marks are the property of their respective owners. Data subject to change without notice.
Printed in USA 2/2005 Qtv-SS X13

Product Guide

"List of All *Camera Phones* in Korea"

Camera phone have been the craze in the nation since last year. All the users are certain that it will be the next-generation killer application and the mobile phone equipped with a camera will be the basic model just two years from now. The market prospect for the camera phone is hopeful at the moment. A list of all the state-of-the-art camera phones in Korea is as follows.

Reported by Shim Woo-sung(wsung@mobilecomi.com)



The Domestic Market Status of Camera Phone

According to the recent report published by LG Economic Research Institute, 5.7 million units of camera phone will be produced in the domestic market, accounting for 41 % of the total products in 2003. The statistics shows domestic manufacturers of camera phones can compete with their rivals in Japan.

It is not everything that can be said. In 2004, 9.4 million units of camera phones are expected to be launched, occupying 72 % of the market share with the number increasing to 10 million, expanding its market share into 84% in 2005.

The data revealed by Gartner Dataquest last February shows a brilliant outlook for this market. Expecting the market of 2002 to grow to about 2.1 million units worth, Gartner projected 6.5 million units of camera phone will be distributed in 2003, 9.5 million units in 2004 and 10.5 million units in 2005.

There is much evidences to testify to the drastic growth of camera phone in the domestic market.

The survey that has been conducted through selling agencies of mobile phones in Seoul during May shows that camera phone accounts for 40% of the mobile phones that were recently sold. The same result was revealed in the data collected from the products of mobile carriers by Pantech & Curitel. According to this data, camera phones provided by well-known manufacturers such as Samsung Electronics, Curitel, LG Electronics and FTFT from January to May in 2003 surpassed 1 million units. Given that SK Teletech and Motorola were not considered and the distributed products of Samsung Electronics were also excluded, the number of total supplies is estimated to be over 1.3 million units.

Recent trends also offer a rosy prospect for camera phones in 2003.

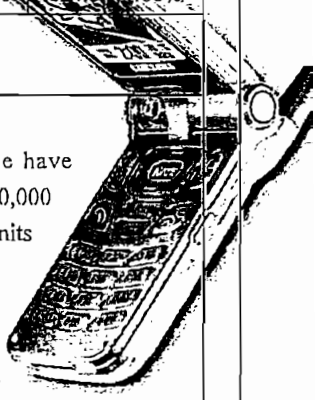
The average quantity of demand for camera phone has increased from 200,000 units in April to 300,000 units in May and more than 1.3 million units were sold by the end of May 2003.

Furthermore, considering that camera phones that recently debuted are occupying a large part of the mobile phone market, the market will increase up to 2.5 million

Sales Status of Camera Phone in domestic Market by Month in 2003 (Unit : 1,000)

Company	January		February		March		April		May		Total	
Samsung Electronics	114.7	55%	107	46%	113	60%	73.9	54%	144	57%	552.6	54%
Curitel	22.8	11%	58	25%	52	28%	33	24%	64.3	25%	230.1	22%
KTFT	46.3	22%	46.5	20%	9	5%	16	12%	25.5	10%	143.3	14%
LG Electronic	26.6	13%	23	10%	14	7%	15	11%	20.2	8%	98.8	10%
Total	210.4	101%	234.5	101%	188	100%	137.9	101%	254	100%	1024.2	100%

※Sources: Based on the Supply of Producers (except for the self-distributing volumes)
※Provided by Mobile Carriers.



units by the end of this year.

Meanwhile, in respect to the trend focusing on the basic models that the mobile carriers have been actively advertising, the total number of models launched during the first half of the year amounted to over 20. Considering both basic models such as the SCH-V300 series and the modified models such as SCH-310/330, the number of newly debuted models will be over 30. Among these, 15 models are equipped with camera and 10 of them are internally installed.

Currently the internally installed camera phone is more popular than the external camera phone in both the domestic and overseas market.

The Foreign Market Status of Camera Phone

The dramatic growth of the camera phone is not a trend shown only in the domestic market.

Japan(the birthplace of the camera phone) has already settled down as a cash cow. China, Hong Kong and Europe have made efforts to lay foundations to foster camera phones.

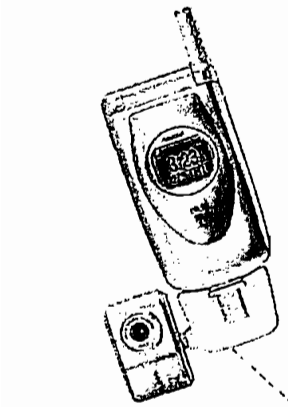
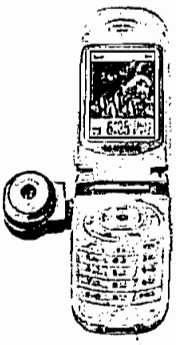
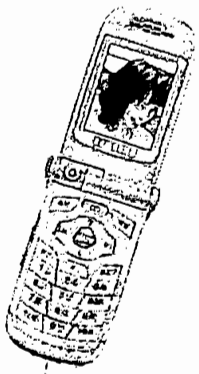
Since SHARP firstly launched SH-04 model in Japan in Nov. 2000, it has recorded a 242 % sales growth; 1 million units in 2000, 3.19 million units in 2001, 11.7 million units in 2002 were purchased in the domestic market. In 2003, 29 million units of camera phone are expected to launch, accounting for 73% of overall mobile phones that will be supplied.

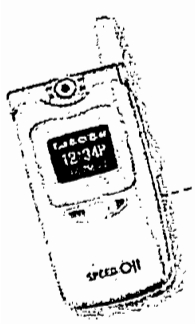
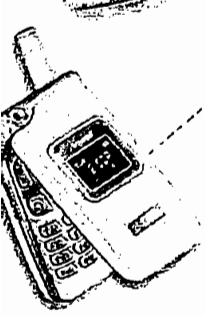
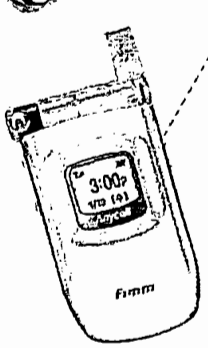
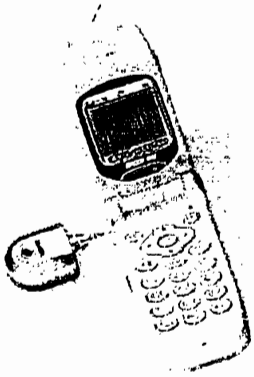
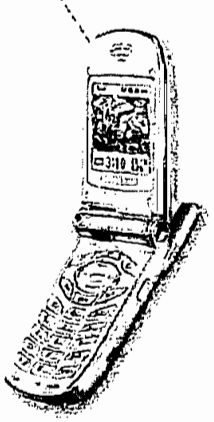
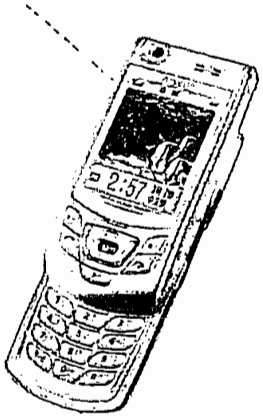
According to Gartner's market status in Asian-Pacific region including Korea and Japan, the two spearheads of manufacturing camera phones, 17.34 million units of mobile phone were sold in this region in 2002. In this data, China, Hong Kong and Europe have appeared as the emerging markets; 100,000 units were sold in China and 150,000 units were sold in Hong Kong.

LG Economic Research Institute that had estimated the global camera phone market at 16.5 million units worth in 2002 also has an optimistic outlook for the camera phone market. According to the published data, the global sales in camera phones will increase to 60 million units (the reporter expected 50 million units to be sold), outpacing the sales in digital cameras that is expected to surpass over 30 million units. If expecting 400 million units of mobile phones to be sold in the global market, 60 million units amount to 15 % of the total market share.

The Asian-Pacific region in which the camera phone has the strongest position seems to put the other regions in the shade. However the U.S., Europe, and China are expected to drastically grow in 2003 although Korea and Japan have occupied 85 % of the global market in 2002. In 2003, while Japan secured number one position providing 29 million units in the global market, 78 million units will be supplied in the U.S, 95 millions in Europe, 58 million in China and 75 million in Korea. The volume will increase to 38 million units in Japan, 17.5 million units in the U.S., 21.6 million units in Europe, 51 million units in China and 94 million units in Korea in 2004.

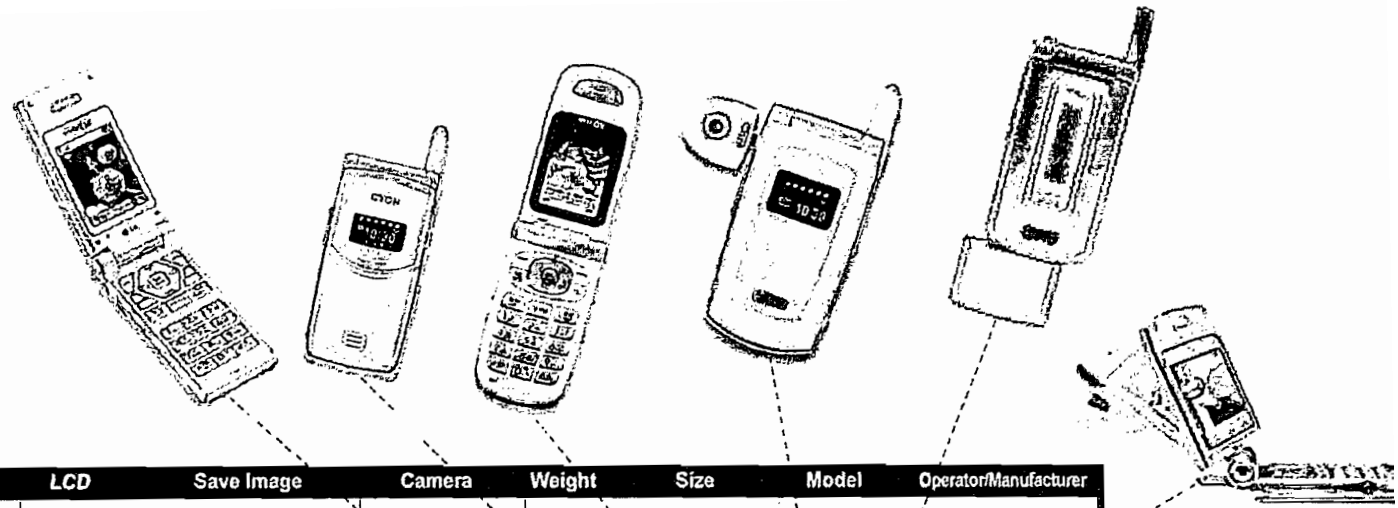
The U.S. and Europe have been known to lag two or three years behind Korea and Japan in the mobile phone market. But there is sufficient growth in camera phone in this region as color mobile phones are continuously attracting popularity.

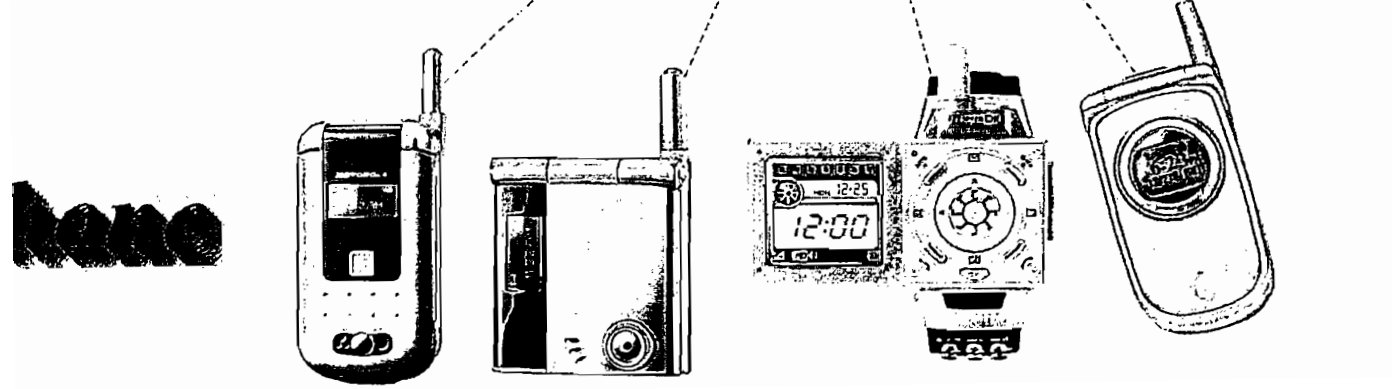







Operator/Manufacturer	Model	Size	Weight	Camera	Save Image	LCD
Samsung Electronics	SCH-X270	86.9×47.2×23.3	92	310,000 Pixel External CMOS	50 photos(640×480)	256 STN
	SCH-X290	88.5×46.5×20.6	89	310,000 Pixel External CMOS	50 photos(640×480)	4096 STN
	SCH-X590 SCH-X5900	90.5×47.5×21.5	99.1	110,000 Pixel Internal CCD	100 photos(352×288)	4096 STN
	SCH-V300	95×50×22.5	125	110,000 Pixel Internal CMOS	100 photos(15×1144)	260,000 TFT
	SCH-X780	90.5×47.5×23	106.3	110,000 Pixel Internal CCD	100 photos(352×288)	65,000 TFT
	SCH-E100 SPH-E1000	86.5×46.5×20.6	89	310,000 Pixe External CMOS	50 photos(640×480)	65,000 UFB
	SCH-E250	88×47×22.5	90	300,000 Pixel Internal CMOS	1000 photos	260,000 TFD
	SCH-V330	89.5×48.7×23.2	123.7	300,000 Pixel Internal CMOS	1200 photos(160×120)	260,000 TFT
	SCH-E140	89.5×46×23.6	102	300,000 Pixel Internal CCD	150 photos(640×480)	65,000 TFD
	SCH-E200	87×46×23.3	95.3	300,000 Pixel Internal CCD	100 photos(640×480)	65,000 TFD
	SPH-V3000	95×50×25	128	110,000 Pixel Internal CMOS	200 photos(176×144)	260,000 TFT
	SCH-E170	97×49×23.2	110	300,000 Pixel Internal CMOS	100 photos	260,000 TFD
	SCH-V310	95×50×24.5	129	300,000 Pixel Internal CMOS	100 photos(176×144)	260,000 TFT
SK Teletech	IM-3100	87×45×25	93	100,000Pixel External CMOS	Up to 99 photos	256 STN

Camer

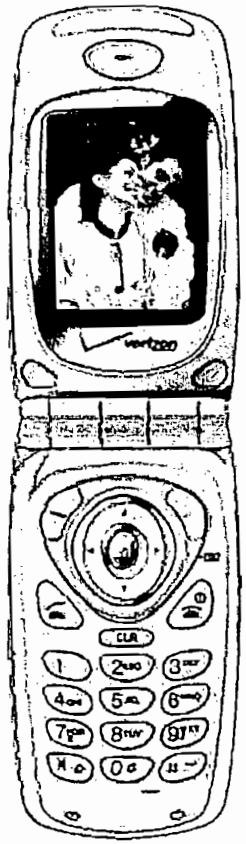


LCD	Save Image	Camera	Weight	Size	Model	Operator/Manufacturer
65,000 TFD	Save up to 200 photos	330,000 Pixel External CMOS	82.6	87.5×46.6×21.5	LG-SD1110 (100 Series)	LG Electronics
65,000 GF	Save up to 120 photos	330,000 Pixel External CMOS	77.5	81.5×41.2×22.2	LG-LP9200 (200 Series)	
4096 TFT	High definition mode 30 photos(176X144)	110,000 Pixel Internal CMOS	110	94.5×49×22	LG-KH5000	
260,000 TFT		300,000 Pixel Internal CMOS	90.6	87×43.5×22.1	LG-SV110	
65,000 TFT		300,000 Pixel External CMOS	75.4	84.3×41.5×20.6	LG-SD1500	
260,000 TFT		300,000 Pixel External CCD	96.5	86×41×21.2	LG-SD200	
65,000 TFT	Up to 100 photos	300,000 Pixel External CCD	77.1	85×42×21.4	LG-SD1600L	
65,000 TFT		330,000 Pixel Internal CMOS	84	86×45×17.9	PD-6000	Pantec & Curitel
65,000 LCD		330,000 Pixel Internal CMOS	80	90×47×20	PG-S1200	
65,000 TFT		330,000 Pixel Internal CMOS	91	87×46×18.9	PS-E100	
260,000 TFT		330,000 Pixel Internal CMOS	82.2	82×42×19.6	MS-100	Motorola
260,000 TFT		330,000 Pixel Internal CMOS	82.2	82×42×18.5	MS-150	
256 STN		330,000 Pixel External CMOS	93	36.3×71.2×14.3	TWC-1030	Telson Electronic



Wireless Launchpad – Video Conference Technology "QVideoPhone"

- Two way, point-to-point video conferencing application for MSM6250 and MSM6500
- Service: H.324M (circuit switched)
- Bit rates: 64kbps
- Frame rates: QCIF @ 15fps & sQCIF @ 25fps
- Audio: AMR, G.723, & EVRC
- Targeting commercial products for 2004



ANEXO G

COSTOS DE LAS LLAMADAS DE LAS OPERADORAS CELULARES

COSTO DE LAS LLAMAS DE LAS DISTINTAS OPERADORAS

Aquí se presentan las tarifas de cada una de las operadoras celulares en sus distintos claves.

ALEGRO PCS

Alegro Flex

Tarifas por Minuto				
Cargo básico mensual (con impuestos)	**Cargo básico mensual (sin impuestos)**	**Minutos incluidos**		
		Alegro a Alegro	**Alegro a Fijo nacional**	**Alegro a otros Celulares / MONDO**
$ 29,99	$ 23,61	$ 0,17	$ 0,26	$ 0,36
$ 39,99	$ 31,49	$ 0,16	$ 0,25	$ 0,35
$ 49,99	$ 39,36	$ 0,14	$ 0,22	$ 0,34
$ 59,99	$ 47,24	$ 0,12	$ 0,20	$ 0,33
$ 69,99	$ 55,11	$ 0,10	$ 0,18	$ 0,31
$ 79,99	$ 62,98	$ 0,09	$ 0,17	$ 0,31
$ 99,99	$ 78,73	$ 0,09	$ 0,16	$ 0,31

EXACTO

Cargo básico mensual (con impuestos)	**Tarifas por minuto (sin impuestos)**						
	Tarifa Socio Fundador			Tarifa personal			Tarifa única
	Alegro	Fijo nacional	Celulares nacionales / Mondo	Alegro	Fijo nacional	Celulares nacionales / Mondo	A cualquier destino nacional / MONDO
$ 19,99	$ 0,100	$ 0,286	$ 0,394	$ 0,185	$ 0,286	$ 0,394	$ 0,350
$ 25,00	$ 0,100	$ 0,281	$ 0,394	$ 0,179	$ 0,281	$ 0,394	$ 0,350
$ 29,99	$ 0,100	$ 0,262	$ 0,363	$ 0,169	$ 0,262	$ 0,363	$ 0,337
$ 39,99	$ 0,100	$ 0,252	$ 0,350	$ 0,157	$ 0,252	$ 0,350	$ 0,315
$ 49,99	$ 0,100	$ 0,225	$ 0,342	$ 0,138	$ 0,225	$ 0,342	$ 0,303
$ 59,99	$ 0,100	$ 0,197	$ 0,326	$ 0,115	$ 0,197	$ 0,326	$ 0,278
$ 69,99	$ 0,098	$ 0,178	$ 0,315	$ 0,098	$ 0,178	$ 0,315	$ 0,262

La tarifa de la llamada de larga distancia equivale al precio de una llamada de Alegro a otro celular nacional. La tarifa de Larga Distancia Internacional (LDI) sin servicio adicional MONDO presenta las tarifas para Américas $0,49 y Resto del Mundo $0,80 más impuestos.

MOVISTAR

Planes Controlados

Mi Grupo

	Tarifa Básica Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		movistar	Otro operador	movistar/no pico
Mi Grupo	$50	357	$0.22	$0.11

Cool

	Tarifa Básica Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto			SMS Inc.
		movistar	Otro operador	movistar	no pico	
Cool SMS 500	$18	60	$0.42	$0.21	$0.21	500
Cool SMS 1000	$20	44	$0.42	$0.21	$0.21	1000
Cool SMS 250	$22	110	$0.42	$0.18	$0.17	250

Mi Plan Controlado

	Tarifa Básica Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		movistar	otro operador	movistar/ no pico
Mi Plan Controlado 86	$18	86	$0.41	$0.20
Mi Plan Controlado 110	$22	110	$0.40	$0.20
Mi Plan Controlado 150	$25	150	$0.33	$0.17
Mi Plan Controlado 250	$34	250	$0.27	$0.14
Mi Plan Controlado 350	$43	350	$0.25	$0.12

Mi Plan Controlado 500	$54	500	$0.22	$0.11

Mi Plan Plus Controlado

	Tarifa Básica Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		movistar	Otro operador	movistar/no pico
Mi Plan Plus Controlado 120	$22	120	$0.37	$0.18
Mi Plan Plus Controlado 165	$25	165	$0.30	$0.15
Mi Plan Plus Controlado 275	$34	275	$0.25	$0.12
Mi Plan Plus Controlado 385	$43	385	$0.22	$0.11
Mi Plan Plus Controlado 550	$54	550	$0.20	$0.10

Horario No pico: Noches a partir de las 19:00 de lunes a jueves y fin de semana desde las 19:00 del viernes hasta las 06:59 del lunes. Los valores antes mencionados no incluyen impuestos (IVA e ICE), ni costos de interconexión.

Planes Abiertos

Mi Plan

	Tarifa Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		movistar	Otro operador	movistar/no pico
Mi Plan 150	$25	150	$0.33	$0.17
Mi Plan 250	$34	250	$0.27	$0.14
Mi Plan 350	$43	350	$0.25	$0.12
Mi Plan 500	$54	500	$0.22	$0.11
Mi Plan 650	$67	650	$0.21	$0.10
Mi Plan 800	$79	800	$0.20	$0.10
Mi Plan 1000	$95	1,000	$0.19	$0.10
Mi Plan 1300	$120	1,300	$0.19	$0.09

Mi Plan Plus

	Tarifa Mensual	Minutos Inc.	Precio por minuto	
		movistar	Otro operador	movistar/no pico
Mi Plan Plus 165	$25	165	$0.30	$0.15
Mi Plan Plus 275	$34	275	$0.25	$0.12
Mi Plan Plus 385	$43	385	$0.22	$0.11
Mi Plan Plus 550	$54	550	$0.20	$0.10
Mi Plan Plus 715	$67	715	$0.19	$0.09
Mi Plan Plus 880	$79	880	$0.18	$0.09
Mi Plan Plus 1100	$95	1,100	$0.17	$0.09
Mi Plan Plus 1430	$120	1,430	$0.17	$0.08

Horario No pico: Noches a partir de las 19:00 de lunes a jueves y fin de semana desde las 19:00 del viernes hasta las 06:59 del lunes.

Los valores antes mencionados no incluyen impuestos (IVA e ICE), ni costos de interconexión.

Costos Tarjeta

Precio por Minuto - Llamadas Nacionales

		movistar	otros*	movistar	otros*
Tarjeta Prepago	**Vigencia**	**Horario Preferido**		**Fuera Horario Preferido**	
$2	4 Días	$ 0.35	$ 0.50	$ 0.48	$ 0.50
$6	30 Días	$ 0.35	$ 0.50	$ 0.48	$ 0.50

$10	45 Días	$ 0.29	$ 0.41	$ 0.31	$ 0.43
$15	60 Días	$ 0.28	$ 0.40	$ 0.30	$ 0.42
$20	60 Días	$ 0.27	$ 0.39	$ 0.29	$ 0.41

* Porta, Alegro, Andinatel, Pacifictel y Etapa. Precios no incluyen impuestos. Precios YA incluyen costos de interconexión. La vigencia corre a partir del ingreso de una nueva tarjeta prepago.

PORTA

Los planes se encuentran resumidos a continuación:

	Motorola C115 por $0	Nokia 2600 por $29	Siemens C61 por $0	Nokia 3120 por $19	Samsung Bravo por $0	Nokia 6800 por $0	Sagem MYX-T por $0	Motorola V3 por $299
Cuota mensual (por línea)	**$25**	**$34**	**$43**	**$54**	**$67**	**$79**	**$95**	**$120**
Minutos a otras operadoras	85	140	200	280	365	440	550	715
Minutos dentro de red Porta	170	280	400	560	730	880	1100	1430
Precio Minuto a otras operadoras	$0.294	$0.243	$0.215	$0.193	$0.184	$0.180	$0.173	$0.168
Precio Minuto Porta a Porta (dcto. 50%)	$0.147	$0.121	$0.108	$0.096	$0.092	$0.090	$0.086	$0.084
Larga Distancia Internacional	LDI A	LDI AA	LDI AA	LDI AA	LDI AAA	LDI AAA	LDI AAA	LDI AAA

	Nokia 1100 por $29	Motorola C115 por $0	Sagem MYX-T por $0	Motorola C115 por $0	Siemens A56i por $0	Sony Ericsson T237 por $19	Samsung X426 por $79	Motorola C650 por $0
Cuota mensual (por linea)	**$18**	**$20**	**$22**	**$25**	**$34**	**$43**	**$54**	**$67**
Minutos a otras operadoras	45	120	60	85	140	200	280	365
Minutos dentro de red Porta	90		120	170	280	400	560	730

Precio Minuto a otras operadoras	$ 0.34	$ 0.31	$0.31	$0.294	$0.243	$0.215	$0.193	$0.184
Precio Minuto Porta a Porta (dcto.)	$ 0.200	$0.183	$0.183	$0.147	$0.121	$0.108	$0.096	$0.092
Larga Distancia Intl.	LDI A	LDI A	LDI A	LDI A	LDI AA	LDI AA	LDI AA	LDI AAA

Tarjetas

Minutos por Tarjeta		
Destino de llamada	**US$ 3**	**US$ 4**
Porta	23,60	31,50
Local	17,50	23,30
Bellsouth	10,00	13,30
Intra Regional	16,40	21,90
Inter Regional / Nacional	13,90	18,50
Internacional		
ZONA 1 (Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela)	10,9	14,5
ZONA 2 (U.S., Caribe, Resto de América)	10,9	14,5
ZONA 3 (España)	9,3	12,4
ZONA 4 (Resto de Europa y Japón)	5	6,7
ZONA 5 (Asia, Africa, Resto del Mundo)	4,6	6,1

Los costos de minuto no incluyen impuestos. Los minutos por tarjeta ya incluyen impuestos.

ANEXO H

DATOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DISEÑO DE UN SISTEMA DE VIDEOTELEFONÍA PARA IMPLANTAR EN UNA RED CELULAR CON TECNOLOGÍA CDMA2000

ENCUESTA SOBRE VIDEOTELEFONÍA

Identificación socio-económica

Marque con una X la respuesta de su elección

1. Indique el rango en el cual está comprendida su edad:
   ( ) 15-30 años ( ) 30-45 años ( ) 45 en adelante
2. La zona en la que usted vive es:
   ( ) Zona urbana ( ) Zona rural ( ) Zona urbano marginal
3. Indique si tiene uno de estos dispositivos:
   ( ) Teléfono celular ( ) Laptop ( ) Palm ( ) Ninguno
4. Indique con cual de estas empresas tiene telefonía celular:
   ( ) Porta ( ) Movistar ( ) Alegro ( ) Ninguna
5. Indique en porcentajes como utiliza usted su celular o dispositivo portátil para las siguientes actividades:
   Llamadas ( )% Chatear ( )% Enviar archivos (fotos, videos, etc.) ( )%
6. Indique la actividad a la cual se dedica
   ( ) Estudio ( ) Negocios ( ) Producción agrícola
   ( ) Ocupación ( ) Otros

En caso de seleccionar otros indique cual .....

Identificadores del nivel de conocimiento y aceptación del servicio de videotelefonía

Marque con una X la respuesta de su elección

1. ¿Conoce usted que es videotelefonía?
   ( ) SI ( ) NO
2. ¿Sabe usted que videotelefonía significa poder realizar y recibir llamadas en las cuales pueda simultáneamente observar y escuchar a la persona con quien se este comunicando?
   ( ) SI ( ) NO
3. ¿Le gustaría a usted tener un servicio de videotelefonía en su aparato celular o dispositivo móvil?
   ( ) SI ( ) NO

Identificadores económicos

Marque con una X la respuesta de su elección

1. ¿Cuanto estaría dispuesto a pagar como máximo por el minuto de servicio de videotelefonía a su operadora celular?. Considere que el costo del minuto en promedio es de alrededor de 15 centavos.
   ( ) entre 0 y 10 centavos ( ) entre 10 y 15 centavos ( ) entre 15 y 20 centavos
   ( ) mas de 20 centavos
2. ¿En una llamada que usted realice desde su celular cuanto aproximadamente se demora?.
   ( ) entre 0 y 15 segundos ( ) entre 15 y 30 segundos ( ) entre 30 y 45 segundos
   ( ) entre 45 y 1 minuto ( ) mas de 1 minuto
3. ¿Cuántas llamadas realiza usted diariamente en promedio desde su teléfono celular?.
   ( ) Una llamada ( ) Dos llamadas ( ) Tres llamadas
   ( ) Mas de Tres llamadas ( ) Menos de una llamada diaria

En caso de seleccionar "*menos de una llamada diaria*" indique cuatas llamadas realiza en cinco días .....

Encuesta No.	IDENTIFICACIÓN SOCIO-ECONOMICA								NIVEL DE CONOCIMIENTO Y ACEPTACION			INDICADORES ECONOMICOS		
	EDAD	ZONA DONDE VIVE	DISPOSITIVOS	EMPRESA CELULAR	USO			OCUPACIÓN	CONOCE VIDEOTELEFONÍA	CONOCIMIENTO DE SIGNIFICADO	LE GUSTARIA EL SERVICIO	DISPOSICION A PAGAR	DEMORA DE LLAMADAS	LLAMADAS DIARIAS
					LLAMADAS	CHATEAR	ARCHIVOS							
1	MAS DE CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	60	40	0	NEGOCIOS	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MAS DE TRES
2	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	ALEGRO	17	83	0	NEGOCIOS	NO	SI	SI	CERO-DIEZ	QUINCE-TREINTA	UNA
3	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	70	20	10	OCUPACIÓN	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
4	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	UNA
5	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
6	TREINTA-CUARENTAYCINCO	RURAL	PALM	ALEGRO	0	0	0	NEGOCIOS	SI	NO	SI	MAS DE 20	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
7	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	90	10	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	TRES
8	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	10	80	10	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
9	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	70	10	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
10	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
11	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	30	70	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	TRES
12	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MAS DE TRES
13	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	50	50	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MENOS DE UNA
14	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	100	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MENOS DE UNA
15	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	28	72	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	UNA
16	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
17	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	MOVISTAR	5	90	5	ESTUDIO	SI	NO	SI	CERO-DIEZ	QUINCE-TREINTA	MAS DE TRES
18	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
19	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	MAS DE TRES
20	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	70	30	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
21	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
22	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
23	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	5	95	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA

24	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	PORTA	80	20	0	OCUPACIÓN	NO	NO	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
25	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	25	75	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	DOS
26	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	20	70	10	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
27	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	70	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
28	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	50	50	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
29	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	100	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
30	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	UNA
31	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
32	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	UNA
33	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
34	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	5	90	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
35	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	NEGOCIOS	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
36	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MARGINAL	CELULAR	PORTA	60	40	0	AGRICOLA	SI	NO	SI	MAS DE 20	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
37	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
38	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	50	50	0	NEGOCIOS	SI	SI	NO	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
39	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	PORTA	10	80	10	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
40	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	MOVISTAR	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	TRES
41	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	25	75	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
42	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	42	58	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
43	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	60	40	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
44	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	NO	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
45	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	45	55	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	TRES
46	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	MOVISTAR	67	33	0	OCUPACIÓN	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
47	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	42	51	7	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
48	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	5	95	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA

77	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	UNA
78	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	PALM	MOVISTAR	0	0	0	OCUPACIÓN	SI	SI	NO	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	TRES
79	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	OCUPACIÓN	SI	SI	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	MAS DE TRES
80	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
81	MAS DE CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	100	0	0	OTROS	SI	SI	NO	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MAS DE TRES
82	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	50	50	0	ESTUDIO	SI	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
83	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	25	70	5	ESTUDIO	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
84	QUINCE-TREINTA	URBANO	LAPTOP	MOVISTAR	0	100	0	NEGOCIOS	NO	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
85	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
86	QUINCE-TREINTA	RURAL	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	CERO-DIEZ	QUINCE-TREINTA	UNA
87	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	5	95	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
88	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	20	70	10	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	CUARENTAYCINCO-UNO	TRES
89	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	PORTA	60	40	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	DIEZ-QUINCE	CERO-QUINCE	UNA
90	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	DOS
91	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	43	49	8	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MAS DE TRES
92	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	2	98	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	DIEZ-QUINCE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
93	QUINCE-TREINTA	MARGINAL	CELULAR	ALEGRO	5	95	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
94	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	100	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
95	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
96	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	39	61	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MAS DE TRES
97	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	100	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
98	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
99	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	8	90	2	ESTUDIO	SI	SI	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
100	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	50	50	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	MAS DE UNO	UNA
101	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	UNA
102	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	100	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA

49	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
50	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	MAS DE TRES
51	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
52	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	100	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
53	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
54	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	60	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	DIEZ-QUINCE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
55	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	35	58	7	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
56	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	40	30	30	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
57	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	80	10	10	NEGOCIOS	SI	SI	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
58	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	TRES
59	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	70	30	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	DOS
60	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
61	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	40	60	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	MAS DE UNO	DOS
62	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	100	0	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
63	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	MOVISTAR	50	50	0	NEGOCIOS	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
64	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	100	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MAS DE TRES
65	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	0	100	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	DOS
66	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	0	100	0	ESTUDIO	NO	SI	SI	DIEZ-QUINCE	MAS DE UNO	DOS
67	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	PORTA	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	DOS
68	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	DOS
69	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	80	20	0	OTROS	SI	SI	NO	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	MAS DE TRES
70	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MENOS DE UNA
71	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	60	10	OTROS	NO	NO	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	UNA
72	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
73	QUINCE-TREINTA	URBANO	LAPTOP	PORTA	40	40	20	ESTUDIO	NO	SI	SI	DIEZ-QUINCE	MAS DE UNO	TRES
74	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	50	50	0	OTROS	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
75	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	50	50	0	OTROS	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	TRES
76	QUINCE-TREINTA	URBANO	PALM	MOVISTAR	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	UNA

103	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	UNA
104	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	DOS
105	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	29	66	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
106	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	DOS
107	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
108	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
109	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
110	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	10	90	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
111	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	LAPTOP	MOVISTAR	50	50	0	OTROS	SI	SI	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
112	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	UNA
113	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	50	10	ESTUDIO	SI	SI	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
114	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	60	40	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES
115	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
116	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	MAS DE 20	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
117	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	80	10	ESTUDIO	SI	SI	NO	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	UNA
118	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
119	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	20	75	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
120	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	30	60	10	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MENOS DE UNA
121	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	60	10	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES
122	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	OTROS	NO	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	MAS DE TRES
123	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	33	67	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
124	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	PORTA	0	100	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
125	QUINCE-TREINTA	RURAL	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
126	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
127	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	5	90	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
128	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES

103	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	UNA
104	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	DOS
105	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	29	66	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	MENOS DE UNA
106	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	DOS
107	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
108	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	30	70	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
109	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
110	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	10	90	0	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	QUINCE-TREINTA	MENOS DE UNA
111	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	LAPTOP	MOVISTAR	50	50	0	OTROS	SI	SI	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
112	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	90	0	ESTUDIO	SI	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	UNA
113	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	50	10	ESTUDIO	SI	SI	SI	MAS DE 20	MAS DE UNO	MAS DE TRES
114	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	60	40	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES
115	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	70	0	ESTUDIO	NO	NO	NO	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
116	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	MAS DE 20	TREINTA-CUARENTAYCINCO	DOS
117	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	10	80	10	ESTUDIO	SI	SI	NO	CERO-DIEZ	MAS DE UNO	UNA
118	QUINCE-TREINTA	URBANO	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CERO-QUINCE	MENOS DE UNA
119	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	20	75	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	MENOS DE UNA
120	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	30	60	10	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	MENOS DE UNA
121	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	PORTA	30	60	10	ESTUDIO	NO	NO	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES
122	TREINTA-CUARENTAYCINCO	URBANO	CELULAR	PORTA	20	80	0	OTROS	NO	SI	NO	DIEZ-QUINCE	QUINCE-TREINTA	MAS DE TRES
123	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	33	67	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	DOS
124	QUINCE-TREINTA	RURAL	CELULAR	PORTA	0	100	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	TREINTA-CUARENTAYCINCO	UNA
125	QUINCE-TREINTA	RURAL	NINGUNO	NINGUNA	0	0	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	CERO-DIEZ	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
126	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	40	60	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
127	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	MOVISTAR	5	90	5	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	CUARENTAYCINCO-UNO	DOS
128	QUINCE-TREINTA	URBANO	CELULAR	ALEGRO	50	50	0	ESTUDIO	SI	SI	SI	QUINCE-VEINTE	MAS DE UNO	TRES