

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

“DISEÑO DE UNA RED PARA CONVERGENCIA DE
SERVICIOS UTILIZANDO VDSL (VERY HIGH DIGITAL
SUBSCRIBER LINE)”

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

NELSON ALFREDO MORALES BÁEZ

DIRECTOR: ING. PABLO HIDALGO

Quito, Diciembre de 2003

DECLARACIÓN

Yo Nelson Alfredo Morales Báez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

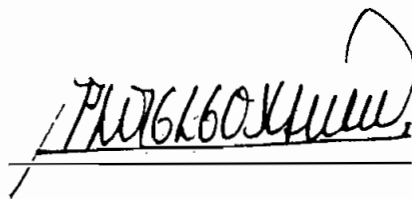
La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.



Nelson Alfredo Morales Báez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el siguiente trabajo ha sido desarrollado por el Sr. Nelson Alfredo Morales Báez, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'PHIDALGO', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Pablo Hidalgo
DIRÉCTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A DIOS por ser la guía de mi vida, a mis Padres Asalia y Alfredo quienes con su constante esfuerzo y apoyo hacen posible que el sueño de su hijo sea una realidad

Nelson

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal dar una solución a las exigencias de los usuarios acerca de los nuevos servicios de telecomunicaciones. Para esto se realiza un análisis preliminar de las posibles soluciones y se toma la más acorde con nuestra realidad.

El proyecto expuesto es especialmente dirigido para empresas que desean una guía para la creación de una red de acceso que sea capaz de brindar nuevos servicios de telecomunicaciones.

El estudio está también dirigido para estudiantes que deseen profundizar sus conocimientos sobre la tecnología de acceso VDSL, o que requieran una fuente de consulta del significado de "Convergencia de servicios" y los servicios que se encontrarán disponibles en un futuro.

El proyecto se realiza apegado a las condiciones de la ciudad de Quito así como la infraestructura de la Operadora Local, lo cual facilitará la implementación de ésta, si fuese de interés del Operador.

RESUMEN

Se presentará al lector un capítulo introductorio sobre la "Convergencia de Servicios", en éste se describe la situación actual, las directrices a seguir para alcanzar la convergencia, los beneficios y repercusiones que se pueda llegar a tener. Se desarrolla una breve explicación de las tecnologías y servicios de Banda Ancha, profundizando sobre los servicios que se tendrán disponibles con la tecnología VDSL, descrito en la recomendación "ITU – T Full Service VDSL Focus Group Technical Specification".

A continuación se desarrolla lo referente a la tecnología de última milla VDSL, como son: principios, modelos y descripción de cada una de las capas, todo esto apegado a la recomendación ITU-T G.993.1 Fundamentos de la Línea Digital de Abonado de Muy Alta Velocidad, T1E1.4 *Very-high bit-rate Digital Subscriber Lines* (VDSL). En el tercer capítulo se realiza el dimensionamiento y diseño de la red de acceso VDSL para la ciudad de Quito, basado en información de uno de los *carrier* locales, presentando soluciones puntuales para redes VDSL.

En el capítulo cuatro se realiza un Análisis de Costos para verificar la factibilidad de instalación de la red, para lo cual se considera importante el cálculo de la tarifa mínima. Esto se hace utilizando herramientas como VAN, TIR, la tasa de descuento, entre otros.

Finalmente, se dan conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo descrito, esencialmente sobre la implementación.

Se adjuntan anexos sobre la red de transporte SDH instalada en Quito por ANDINATEL S.A, se detallan las características y costos de equipos VDSL. En un anexo completo se dan recomendaciones para la realización de pruebas así como las características mínimas que deberá cumplir el lazo de cobre; además, se adjuntan las zonas de influencia de servicio VDSL para la ciudad de Quito.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

CONVERGENCIA DE SERVICIOS

1.1 PRINCIPIOS DE CONVERGENCIA	1
1.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES	1
1.1.2 SITUACIÓN ACTUAL	2
1.1.3 VISIÓN DE LAS REDES	5
1.1.4 CAMINOS PARA LA CONVERGENCIA	7
1.1.4.1 Elementos Motivadores	9
<i>a) Demanda</i>	9
<i>b) Capacidad de Acceso</i>	9
<i>c) Contenido de la Información</i>	9
1.1.4.2 Elementos Desmotivantes	10
<i>a) Inversión</i>	10
<i>b) Ganancias</i>	10
<i>c) La oferta</i>	10
<i>d) El costo</i>	10
<i>e) Contexto Socio-Cultural</i>	10
1.1.4.3 Creación de una Red Cimentada en la Transmisión de Datos .	11
1.1.4.4 Diversas Tecnologías de Banda Ancha	12
<i>a) TDM</i>	12
<i>b) Frame Relay</i>	12
<i>c) ISDN o RDSL</i>	12
<i>d) Planta HFC (Híbrida Fibra Coaxial)</i>	12
<i>e) Redes de Fibra</i>	13
<i>f) ADSL y SDSL</i>	13
<i>g) Accesorios Inalámbricos de alta velocidad</i>	13
<i>h) VDSL</i>	13
1. 2 SERVICIOS DE BANDA ANCHA	14
1.2.1 DEFINICIÓN	15
1.2.2 CLASIFICACIÓN	15
1.2.2.1 Servicios Interactivos	16
<i>a) Servicios convencionales</i>	16

b) <i>Servicios de Mensajería</i>	16
c) <i>Servicios de Consulta</i>	16
1.2.2.2 Servicios de Distribución	17
a) <i>Servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario</i>	17
b) <i>Servicios de distribución con control de la presentación por el usuario</i>	17

1.3 NORMALIZACIÓN DE LA UIT-T PARA SERVICIOS SOBRE

VDSL	18
-------------------	----

1.3.1 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS QUE SOPORTA VDSL	18
--	----

1.3.1.1 Descripción de Servicios Basados en TV	18
a) <i>Broadcast TV (Distribución de Televisión)</i>	18
b) <i>High Definition TV (Televisión de Alta Definición o Resolución)</i> ..	19
c) <i>Broadcast Audio (Distribución de Audio)</i>	20
d) <i>Pay Per View(Pague Por Ver) PPV</i>	20
e) <i>Video on demand (Vídeo bajo demanda)</i>	21
f) <i>On Screen Navigator(Pantalla de Navegación)</i>	21
g) <i>Electronic Program Guide EPG (Guía de Programas electrónica)</i>	21
h) <i>Picture in Picture</i>	22
i) <i>Picture in browser</i>	22
j) <i>Personal Video Recorder (Grabador personal de vídeo)</i>	23
k) <i>Interactive TV (Televisión Interactiva)</i>	23
i) <i>Características de telefonía para TV</i>	24
ii) <i>TV Web Browser</i>	24
iii) <i>TV e-mail</i>	24
iv) <i>Mensajes instantáneos de TV</i>	24
v) <i>Notificaciones TV</i>	25
vi) <i>Salas de conversación TV</i>	25
vii) <i>Juegos interactivos en TV</i>	25
viii) <i>Music Juke Box</i>	26
1.3.1.2 Descripción de Servicios Basados en PC	27
a) <i>Acceso de alta velocidad al Internet</i>	27

b)	<i>Acceso de correo electrónico</i>	27
c)	<i>TV en vivo en PC</i>	27
d)	<i>Vídeo en demanda</i>	27
e)	<i>Vídeo Conferencia</i>	28
f)	<i>Juegos interactivos</i>	28
1.3.1.3	Descripción de Servicios de Voz	28
1.3.2	OFRECIMIENTOS DE SERVICIOS DE VDSL	29
1.3.2.1	Servicios solo de Internet para PC	29
1.3.2.2	Contenidos de difusión y Sistema EGP	30
1.3.2.3	Difusión de Video Bajo Demanda	30
1.3.2.4	Difusión de Internet como un servicio de TV	31
1.3.2.5	TV/ entretenimiento, Internet para PC	31
1.3.2.6	Internet para PC y Voz	31

CAPÍTULO 2

LÍNEA DE ABONADO DIGITAL DE ALTA VELOCIDAD

2.1	PRINCIPIOS DE VDSL	32
2.1.1	VDSL ASIMÉTRICO	33
2.1.2	VDSL SIMÉTRICO	33
2.2	MODELOS DE REFERENCIA	36
2.2.1	MODELO DE REFERENCIA GENERAL	36
2.2.2	MODELO DE REFERENCIA FUNCIONAL	38
2.2.3	MODELO DE REFERENCIA DE PROTOCOLO	39
2.3	CAPA FÍSICA DEPENDIENTE DEL MEDIO FÍSICO	40
2.3.1	MÉTODO DE DUPLEXIÓN	40
2.3.2	DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA	41
2.3.2.1	Bandas de Parada	41
2.3.2.2	Plantilla de densidad espectral de potencia	41
2.3.2.3	Bandas de transmisión	44
2.3.2.3.1	<i>Plan de banda A</i>	44
2.3.2.3.2	<i>Plan de banda B</i>	44
2.3.2.3.3	<i>Plan de banda C</i>	45

2.3.3	REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS	46
2.3.3.1	Divisores de Servicio o Splitters	46
2.3.4	FUNCIONES DE LA SUBCAPA PMD MULTIPORTADORA	49
2.3.4.1	Modulación y Subportadoras	49
2.3.4.2	Extensión Cíclica, Ventanización y Sobre posición	51
2.3.4.3	Sincronización	52
2.3.5	FUNCIONES DE LA SUBCAPA PMD PORTADORA SIMPLE	53
2.3.5.1	Sincronización	54
2.3.5.2	División de Tramas.....	55
2.3.5.3	Codificación y Modulación	56
2.3.5.4	Constelación de codificación	58
2.4	CAPA CONVERGENCIA DE TRANSMISIÓN (TC)	58
2.4.1	FUNCIONALIDAD DE LA CAPA TC	58
2.4.1.1	Modelo Funcional Genérico	58
2.4.2	SUBCAPA PMS – TC	60
2.4.2.1	Modelo funcional PMS – TC para Sistemas SCM	60
2.4.2.1.1	Formato de la Trama	62
2.4.2.1.2	Aleatorización y desaleatorización de Datos.....	67
2.4.2.1.3	Corrección de Errores en el Destino FEC.....	68
2.4.2.1.4	Entrelazado	68
2.4.2.2	Modelo funcional PMS – TC para Sistemas MCM	69
2.4.2.2.1	Aleatorización	70
2.4.2.2.2	Corrección de Extremo Lejano FEC.....	71
2.4.2.2.3	Entrelazado	72
2.4.2.2.4	Encapsulamiento en tramas.....	72
2.4.3	INTERFACES	73
2.4.3.1	Interfaz $\alpha(\beta)$	73
2.4.3.1.1	Flujo de datos	73
2.4.3.1.2	Flujo de sincronización	73
2.4.3.2	Interfaz –I	74
2.4.3.2.1	Flujo de Datos	74
2.4.3.2.2	Flujo de sincronización	75

2.4.4	SUBCAPA ATM – TC	75
2.4.4.1	Transporte de Datos ATM	77
2.4.4.2	Descripción del interfaz de aplicación	78
2.4.4.2.1	Flujo de Datos	78
2.4.4.2.2	Flujo de sincronización	79
2.4.4.2.3	Flujo de control	79
2.4.4.3	Funcionalidad de ATM – TC	80
2.4.4.3.1	Desacoplamiento de la velocidad de la celda	80
2.4.4.3.2	Generación y Chequeo de HEC	81
2.4.4.3.3	Aleatorización y desaleatorización del Payload de la celda..81	
2.4.4.3.4	Delineación de la Celda	81

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED Y APLICACIONES

3.1	ASPECTOS GENERALES.....	83
3.2	ESTRUCTURA DE LA RED.....	84
3.2.1	ELEMENTOS DE LA RED.....	85
3.2.1.1	Proveedores de Servicios de Valor Agregado.....	85
3.2.1.2	<i>Backbone</i> o Núcleo	87
3.2.1.3	Agregados.....	89
3.2.1.4	Accesos VDSL.....	89
3.2.1.5	Equipos Terminales del Cliente.....	91
3.3	DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	91
3.3.1	DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE CLIENTES VDSL EN CADA NODO.....	91
3.3.2	DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE PUERTOS VDSL EN CADA NODO.....	95
3.3.3	DIMENSIONAMIENTO DE AGREGADOS PARA CADA NODO.....	97
3.4	ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.....	100

3.4.1 ESPECIFICACIONES DE LOS MULTIPLEXORES VDSL	
(DSLAM).....	100
a) Interfaces hacia el <i>Backbone</i> ATM (<i>Uplink</i>)	100
b) Funcionalidad ATM	100
c) Conjunto de Servicios IP	100
d) Puertos VDSL	100
e) Arquitectura del Equipo.....	101
f) Requerimientos Ambientales.....	101
g) Alimentación.....	102
3.4.2 ESPECIFICACIONES DE LOS MODEMS VDSL.....	102
a) Interfaces WAN	102
b) Interfaces LAN.....	102
c) Interfaz de Administración de Consola.....	102
d) Especificaciones Físicas.....	103
e) Requerimientos ambientales.....	103
f) Requerimientos de Poder.....	103
3.4.3 ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE ABONADO	
PARA VDSL.....	103
3.5 SOLUCIONES DE SERVICIOS VDSL	104
3.5.1 EJEMPLOS DE CÓMO SE CONECTARÁN ALGUNOS DE	
LOS PROVEEDORES DE SERVICIO.....	104
3.5.2 SOLUCIONES DE REDES VDSL	108
3.5.2.1 FTTC/VDSL DE MARCONI S.A.	108
3.5.2.2 <i>Long Reach Ethernet</i> de CISCO.....	109

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 ENFOQUE DEL PROYECTO.....	112
4.2 TASA DE DESCUENTO.....	113

4.3 INVERSIÓN INICIAL	114
4.3.1 COSTO POR EQUIPOS	114
4.3.2 COSTO POR INSTALACIÓN	116
4.4 COSTOS	116
4.4.1 COSTO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.....	117
4.4.2 GASTOS FIJOS POR OPERACIÓN.....	117
4.4.3 COSTO DE INSTALACIÓN DE LA RED.....	119
4.4.4 VALOR DEL TRANSPORTE Y CONMUTACIÓN.....	119
4.4.5 GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN	120
4.4.6 COSTOS VARIABLES	120
4.5 INGRESOS	121
4.5.1 INGRESO POR PRESTACIÓN DEL SERVICIO.....	121
4.5.2 INGRESOS POR INSCRIPCIONES.....	122
4.6 CÁLCULO DE LA TARIFA MÍNIMA	123
4.6.1 TASA DE CRECIMIENTO	124
4.6.2 COSTOS ANUALES	125
4.7 RENTABILIDAD	126
4.7.1 PERIODO DE RECUPERACIÓN	126
4.7.1.1 Flujos Netos del proyecto	126
4.7.2 VALOR ACTUAL NETO Y LA TASA INTERNA DE RETORNO...	129

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	131
5.2 RECOMENDACIONES	132

ANEXO A

RED DE TRANSPORTE SDH

A-1	Características de la Fibra Óptica.....	A-1
A-2	Características de los equipos instalados.....	A-2
	SMS 2500 A	A-2
	SMS 2500 C	A-3
A-3	Anillo Central.....	A-5
A-4	Anillo Norte.....	A-6
A-5	Anillo Cumbayá.....	A-6
A-6	Anillo del Valle.....	A-7
A-7	Anillo Sur Oeste.....	A-8
A-8	Red de transporte SDH.....	A-8

ANEXO B

COSTOS DE EQUIPOS DE DIFERENTES PROVEEDORES

B-1	National Enhance Technology Corp	B-1
B-2	TUT Systems	B-4

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS RECOMENDADOS

Alcatel 7300 ASAM (DSLAM de Central).....	C-2
Alcatel 7300 ASAM-c (DSLAM Compacto)	C-5
Alcatel 7300 ASAM VDSL Line Card for POTS (Tarjeta VDSL).....	C-7
Speed Touch (CPE).....	C-9

ANEXO D

PRUEBAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE COBRE

D-1 COMENTARIOS PREVIOS.....	D-1
D-2 PRUEBAS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y RUIDO.....	D-3
a) Detección de cortos	D-3
b) Determinar la longitud del lazo de cobre	D-3
c) Voltajes Inducidos	D-3
d) Ruido de Fondo	D-3
i. Near-End Crosstalk (NEXT)	D-3
ii. Far-End Crosstalk (FEXT)	D-4
iii. Ruido Externo	D-4
iv. Ruido Impulsivo	D-5
D-3 PRUEBAS DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN.....	D-5
D-4 PRUEBAS DE FACTIBILIDAD.....	D-5

ANEXO E

ZONAS DE INFLUENCIA DEL SERVICIO

E-1 CONTENIDO.....	E-1
Mariscal Sucre.....	E-2
Quito Centro	E-3
Iñaquito.....	E-4
Carcelén.....	E-5
Guajaló	E-6
La Luz.....	E-7
El Pintado.....	E-8
Guamaní.....	E-9
Villaflora.....	E-10
Cotocollao.....	E-11
Condado.....	E-12

Monjas E-13

GLOSARIO

ABREVIATURAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 1

1.1 Conmutación de circuitos	2
1.2 Conmutación de paquetes	3
1.3 Tráfico cursado de voz	6
1.4 Clasificación de los Servicios de Banda Ancha.....	15

CAPÍTULO 2

2.1 Velocidad en función de la Distancia para VDSL.....	35
2.2 Arquitectura de sistemas de acceso de VDSL.....	37
2.3 Modelo de referencia general.....	38
2.4 Modelo de referencia funcional.....	39
2.5 Modelo de referencia de protocolo.....	40
2.6 Plantilla de Asignación de Bandas.....	41
2.7 Plantilla de banda de parada.....	42
2.8 Plan de banda A.....	44
2.9 Plan de banda B.....	45
2.10 Plan de banda C.....	46
2.11 Splitter instalado en el CO.....	47
2.12 Splitter instalado en el Cliente.....	47
2.13 Modelo Funcional para la capa PMD.....	50
2.14 Extensiones cíclicas, Ventanización y Solapado de Símbolos DMT.....	51
2.15 Modelo Funcional para la capa PMD.....	53
2.16 Estructura y división de la trama.....	56
2.17 Diagrama de Bloques de un transmisor SCN usando PSS.....	57
2.18 Diagrama de Bloques de un transmisor SCN usando BSS.....	57
2.19 División de bits por símbolo.....	59
2.20 Modelo funcional TC.....	59
2.21 Modelo Funcional de la capa PMS-TC.....	61
2.22 Formato de la trama de transmisión para modulación simple.....	62
2.23 Palabra de Código para Canal Rápido.....	63

<i>2.24 Palabra Código para el Canal Lento.....</i>	64
<i>2.25 Diagrama de Bloques Aleatorizador.....</i>	68
<i>2.26 Diagrama de Bloques Capa PMS – TC para modulación multiportadora.....</i>	70
<i>2.27 Modelo de referencia ATM - TC.....</i>	76
<i>2.28 Flujograma de estados de delimitación de celda ATM.....</i>	82

CAPÍTULO 3

<i>3.1 Estructura la red VDSL.....</i>	86
<i>3.2 Servicio con Accesos VDSL.....</i>	105
<i>3.3 Servicio con Accesos de Alta Velocidad</i>	105
<i>3.4 Red para proveer servicios de VoD.....</i>	106
<i>3.5 Red para proveer Vídeo Conferencia.....</i>	107
<i>3.6 Red para proveer servicios de Distribución de TV.....</i>	108
<i>3.7 Diseño de red FTTC/VDSL de MARCONI.....</i>	109
<i>3.8 Diseño de red LRE propietaria CISCO.....</i>	110

ANEXO A

<i>A.1 NEC SMS 2500 C</i>	A-4
<i>A.2 Anillo Central</i>	A-5
<i>A.3 Anillo Norte</i>	A-6
<i>A.4 Anillo Cumbayá</i>	A-7
<i>A.5 Anillo del Valle.....</i>	A-7
<i>A.6 Anillo Sur Oeste.....</i>	A-8
<i>A.7 Red de Transporte SDH.....</i>	A-9

ANEXO D

<i>D.1 Pantalla de un Generador de Barrido.....</i>	D-5
<i>D.2 Mapa de referencia de velocidad máxima de datos.....</i>	D-7

ANEXO E

<i>E.1 Cobertura nodo Mariscal Sucre.....</i>	E-2
---	-----

<i>E.2 Cobertura nodo Quito Centro</i>	<i>E-3</i>
<i>E.3 Cobertura nodo Iñaquito.....</i>	<i>E-4</i>
<i>E.4 Cobertura nodo Carcelén.....</i>	<i>E-5</i>
<i>E.5 Cobertura nodo Guajaló</i>	<i>E-6</i>
<i>E.6 Cobertura nodo La luz.....</i>	<i>E-7</i>
<i>E.7 Cobertura nodo El Pintado.....</i>	<i>E-8</i>
<i>E.8 Cobertura nodo Guamaní.....</i>	<i>E-9</i>
<i>E.9 Cobertura nodo Villaflora.....</i>	<i>E-10</i>
<i>E.10 Cobertura nodo Cotocollao.....</i>	<i>E-11</i>
<i>E.11 Cobertura nodo Condado.....</i>	<i>E-12</i>
<i>E.12 Cobertura nodo Monjas.....</i>	<i>E-13</i>

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

<i>1.1 Tecnologías de Acceso</i>	14
<i>1.2 Servicios Basados en TV</i>	26
<i>1.3 Servicios Basados en PC</i>	28

CAPÍTULO 2

<i>2.1 Cuadro de comparación de velocidades en función de la longitud de lazo para tecnologías xDSL</i>	32
<i>2.2 Velocidades del canal de bajada para VDSL Asimétrico</i>	33
<i>2.3 Velocidades del canal de subida para VDSL Asimétrico</i>	34
<i>2.4 Velocidades del canal para VDSL Simétrico</i>	35
<i>2.5 Plantilla de PSD de las bandas de parada</i>	43
<i>2.6 Bandas internacionales de radioaficionados</i>	43
<i>2.7 Plan de banda A</i>	44
<i>2.8 Plan de banda B</i>	45
<i>2.9 Plan de banda C</i>	45
<i>2.10 Extensiones cíclicas en función del número de subportadoras</i>	52
<i>2.11 Descripción de los Octetos en la Cabecera de la trama</i>	64
<i>2.12 Descripción del primer octeto de control</i>	65
<i>2.13 Descripción del segundo octeto de control</i>	65
<i>2.14 Descripción del tercer octeto de control</i>	66
<i>2.15 Clases de tramas de transporte</i>	67
<i>2.16 Resumen de señales de los flujos de datos, sincronización y control para interfaces α y β</i>	74
<i>2.17 Resumen de señales en el interfaz I</i>	75
<i>2.18 Resumen de señales de los flujos de datos, sincronización y control</i>	80

CAPÍTULO 3

<i>3.1 Cálculo del número de clientes donde existe el Servicios ADSL y SDSL</i>	93
---	----

3.2 Cálculo del número de clientes donde no existe el Servicios ADSL y SDSL.....	94
3.3 Cálculo del número de Puertos en cada nodo.....	96
3.4 Número de Puertos en cada nodo. Valor corregido.....	97
3.5 Servicios típicos ofrecidos en un cliente.....	98
3.6 Cálculo del Agregados por Nodo.....	99

CAPÍTULO 4

4.1 Disposición de puertos	115
4.2 Inversión Inicial por concepto de equipos e instalación.....	116
4.3 Remuneración Personal.....	117
4.4 Gastos Fijos.....	118
4.5 Costos Fijos por mantenimiento y operación (Valor Anual).....	118
4.6 Costos de la red de cobre.....	119
4.7 Costos de Transporte y Conmutación para Transmisión Local.....	120
4.8 Costos Variables.....	121
4.9 Ocupación de la Red.....	122
4.10 Valor presente por concepto de inscripciones	122
4.11 Tasa de Crecimiento en relación con el primer período.....	124
4.12 Costos Totales de Operación para cada período	125
4.13 Cálculo de la Tarifa Mínima.....	126
4.14 Utilidad Neta de cada período	127
4.15 Valor Recuperado	128

ANEXO A

A.1 Velocidades de Anillo de Fibra SDH	A-1
--	-----

ANEXO B

B.1 Costo de Equipos NetSys.....	B-3
B.2 Costo de Equipos TUT Systems.....	B-4
B.3 Promedio de un Puerto.....	B-5

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1

CONVERGENCIA DE SERVICIOS

1.1 PRINCIPIOS DE CONVERGENCIA

1.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El término convergencia usado en este estudio, simplifica el gran significado de unión, compatibilidad, convivencia de todos los servicios de telecomunicaciones; es el punto donde coinciden todas las tecnologías en una visión unificada y superadora, a la que un usuario puede acceder.

Lo mejor sería preguntarse, ¿Dónde?, ¿Quiénes? y ¿Cómo? , y las respuestas vienen inmediatamente. Los usuarios se encuentran tanto en el hogar, la oficina, escuela o universidad, éstos, que están en sus labores cotidianas utilizando los servicios de telecomunicaciones; el cómo se lo responderá en el contexto de este estudio.

Sería muy bueno tomar el ejemplo de la "Automatización de la Oficina" que no es más que poder realizar todos los procesos desde la comodidad de un asiento; la maduración de una serie de técnicas relacionadas con el quehacer diario, el masivo incremento de las redes en las empresas, las oficinas sin papel, la llegada del Internet¹, la Intranet², son los aspectos que marcan el inicio de la convergencia.

Todas las aplicaciones relacionadas con la industria del ocio y el entretenimiento, la seguridad, el trabajo, la educación a distancia, la telefonía, la computación, en una sola estación de trabajo son muy influyentes en el resultado.

En pocas palabras, es la transmisión de voz, texto, vídeo, imágenes, gráficos y sonido a través de una sola conexión y sobre una sola tecnología. Esta única conexión es el resultado de todos los antecedentes antes expuestos.

¹ Ver glosario ítem 1

² Ver glosario ítem 2

Todo esto no sería posible sin el apoyo de fabricantes de equipos, operadores de redes y proveedores de todos los servicios que, en vista de la gran necesidad de imponerse en el mercado, buscan nuevas experiencias para el consumidor.

1.1.2 SITUACIÓN ACTUAL

En este tiempo las operadoras de telefonía fija se manejan con dos tipos de redes, analógicas y digitales, que aunque en su mayoría utilizan la misma planta externa, sus tecnologías implementadas son muy diferentes.

Un breve vistazo de cómo se encuentran las redes actualmente posibilitará crear un modelo que permita crecer sin efectos contraproducentes.

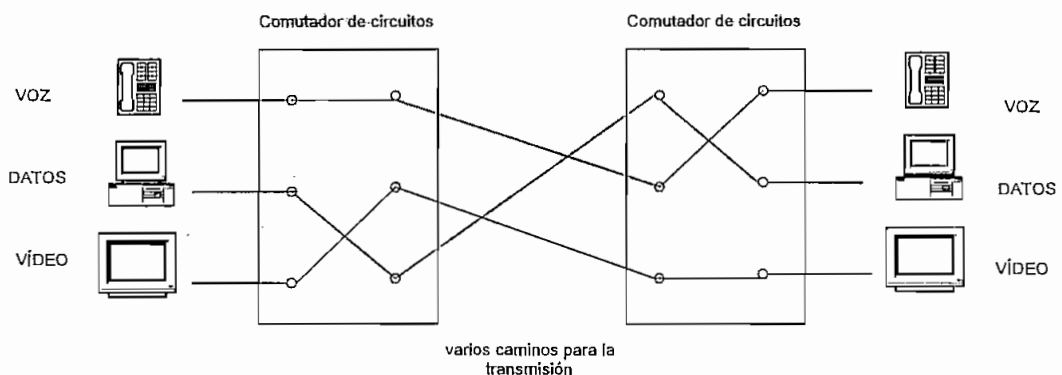


Gráfico 1.1 Conmutación de Circuitos³

En un principio las POTS (*Plain Old Telephone Service*)⁴ funcionaban con centrales de conmutación de circuitos únicamente mecánicas. Con el pasar del tiempo fueron las centrales de conmutación electromecánicas las que realizaban este trabajo. Desde hace algunos años se han diseñado nuevas centrales que reducen el gran espacio utilizado por las centrales mecánicas y electromecánicas.

³ Ver Glosario ítem 3

⁴ POTS Antigua Planta de Servicios Telefónicos

Estas nuevas centrales tienen mayor capacidad, atienden a más abonados; no realizan la conmutación mecánicamente, sino únicamente electrónicamente (ver Gráfico 1.1). Actualmente se utiliza la conmutación de paquetes⁵ (ver Gráfico 1.2), la cual realiza el encaminamiento lógico de la llamada.

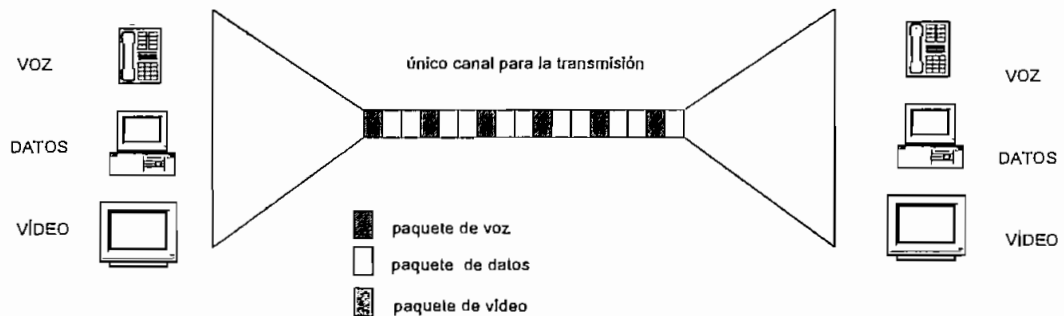


Gráfico 1.2 Conmutación de Paquetes

Como se había acotado, todas estas tecnologías tienen algo en común que es el uso del mismo tipo de bucle de abonado⁶ que no es más que el par de cobre desde la central hacia el abonado.

En nuestro entorno se debe considerar también que la comunicación entre centrales⁷ ha cambiado mucho, antes se tenían cables de miles de pares que las unían, enlaces puramente analógicos, ahora todo esto se realiza mediante enlaces digitales, con otro tipo de medios de comunicación, más adelante se pondrán en consideración estas tecnologías.

Desde el año 1996 en el Ecuador se empezó a comercializar el servicio de transmisión de datos. Para esto se creó una serie de aparatos legales que permitían tal situación, se montó varias infraestructuras de redes en malla con cobertura local, regional y nacional, entre los diferentes operadores.

⁵ Ver Glosario ítem 4

⁶ Ver Glosario ítem 5

⁷ La Digitalización de la red de Telefónica en Ecuador a diciembre del 2002 es del 94.64 % [12]

- Pacifictel S.A. con una concesión de servicios a Transferdatos S.A,
- Andinatel S.A. con una concesión de servicios a:
 - Telehoding S.A. desde el año 1996 e
 - Integraldata S.A. desde el año 1999 hasta el año 2002 (Red actualmente administrada por Andinadatos) y
- Etapa.

La instalación de estas redes permitió brindar los servicios de transmisión de datos con tecnologías *Frame Relay* y *Clear Chanel*.

Además, desde febrero de 2002 se viene brindando servicios de ADSL y SDSL en Quito a través de una red de conmutación ATM, infraestructura montada por Andinatel S.A.

Se considerará la existencia de otros *carriers* de datos:

- CONECEL S.A. (PORTA)
- MEGADATOS
- SURATEL
- IMPSATEL S.A.
- TELCONET S.A.
- QUICKSAT
- OTECEL S.A.
- GRUPO BRAVCO

Algunos de éstos manejan tecnologías Satelitales, para brindar servicios *Clear Channel* utilizando FDMA, *Frame Relay*, VSAT utilizando TDMA, y Cable Modem.

1.1.3 VISIÓN DE LAS REDES [1]

Todos los aspectos que se deben enfocar se desarrollan al pasar del tiempo y las personas. Los Operadores de Comunicaciones, gran pilar en el crecimiento de las Redes del Futuro, son quienes montarán la arquitectura de telecomunicaciones que la demanda justifique.

Los Operadores de telefonía fija han sido presionados por la desaparición de la conmutación de circuitos, el gran paso que se han abierto las redes móviles, la telefonía IP⁸, los nuevos servicios, todo esto junto con los significativos ingresos que representa el poder brindar estos nuevos servicios.

La evolución de las Telecomunicaciones permite elegir entre varias tecnologías, pero para este crecimiento se debe tener un entorno favorable que conjugue los siguientes aspectos:

- Amplia gama de servicios
- Facilidades de crecimiento
- Cambios de infraestructura
- Estándares abiertos
- Conectividad con otras tecnologías
- Amplia cobertura
- Marco legal favorable

⁸ Ver Glosario ítem 7

Este entorno hará que las Operadoras se den cuenta de las nuevas oportunidades de ingresos, la manera de economizar los costos de operación, así como encaminarse rumbo a las NGN [1] (*Next Generation Networks*)⁹, hacia la revolución tecnológica.

Se espera que en un futuro no muy lejano la transmisión de voz sea una fracción del tráfico total cursado. (Ver gráfico 1.3)

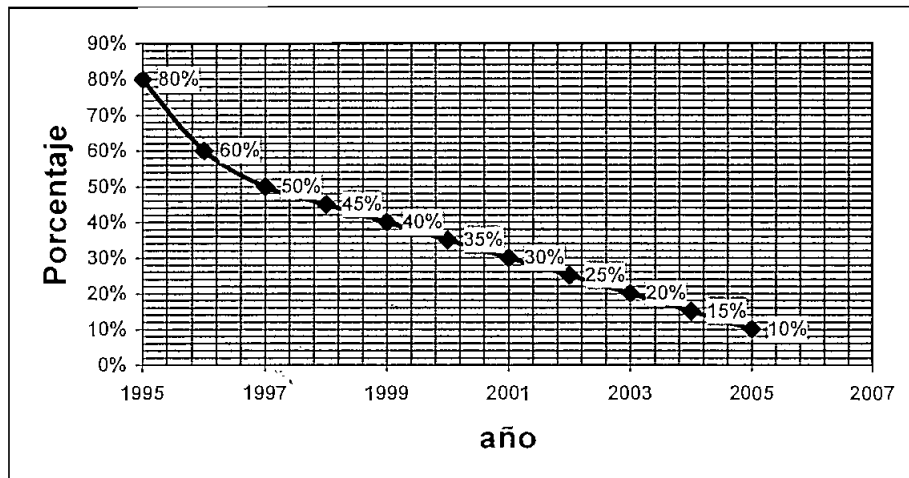


Gráfico 1.3 Tráfico Cursado de Voz [1]

La evolución de la transmisión de datos tuvo varias etapas, en un principio se cursaban los datos sobre enlaces puramente análogos.

Por ejemplo se rentaba líneas privadas (LP) analógicas a la operadora telefónica local colocando 2 MODEMS espalda contra espalda, estos modems manejaban varios tipos de modulaciones, con líneas dedicadas a velocidades de 56 Kbps hasta un E1 (2.048 Kbps)

Con la utilización de un MODEM se convierte la señal digital de un computador a una señal analógica para ser transmitida a través de la red de telefonía pública realizando una llamada normal hacia otro computador que realiza el procedimiento inverso enviando datos de un lugar a otro, procedimiento que aún se realiza pero que ya no es una solución corporativa.

⁹ Ver Glosario ítem 8

Con el ingreso del Internet se tuvo que dar conexiones ya no punto a punto como en el pasado se debía distribuir el servicio a muchos usuarios, se diseñaron equipos capaces de recibir varias llamadas a la vez.

En todos estos casos no se tenía una empresa dedicada a la Transmisión de datos, cada empresa manejaba su grupo de técnicos para que mantuviesen comunicadas sus sucursales (Bancos, Almacenes, Oficinas del Gobierno).

En la actualidad los *carriers* locales son los que brindan las soluciones para la transmisión de datos, sobre redes fundamentadas en este tipo de tráfico, con mayor seguridad, eficiencia y ancho de banda.

1.1.4 LOS CAMINOS PARA LA CONVERGENCIA

Los grandes cambios realizados a través del tiempo han enseñado a enfocar una solución que sea la fusión de muchos pro y pocos contra; sería ideal pensar en el camino donde no existan perdedores y todos sean ganadores, pero no es así, lo que se intentará es que el más grande de los beneficiarios sea el consumidor.

Predecir en qué instante se llegará a la convergencia total es muy difícil, el grado de convergencia que cada país alcance dependerá de sus propios marcos regulatorios y la inversión realizada; la digitalización de las telecomunicaciones, la microinformática parecían indicar el camino natural de la convergencia, pero varias tecnologías encierran estos conceptos.

Por ejemplo los operadores de cable¹⁰, sienten una presión ante el gran desarrollo de las tecnologías inalámbricas, y la entrada de las TELCOS¹¹ en la transmisión de datos que dan vida nueva a sus redes de pares de cobre, con

¹⁰ Operadoras de Cable.- Empresas que montaron una infraestructura de Cable Coaxial sobre un sector

¹¹ TELCOS *Telecommunications Network Operator* / Operadores de Redes de Telecomunicaciones

“la tecnología DSL¹² la que en un inicio parecía que no lograría un gran impacto en el mercado de hoy y que hoy se percibe como uno de los caminos más concretos para permitir el acceso de banda ancha”.[1]

Los servicios que se puedan brindar es un factor a tomar en cuenta, si bien los servicios básicos son un gran comienzo, se debe poner atención en los nuevos servicios y productos disponibles.

Los usuarios, que deberán estar en la capacidad de pagar por los servicios adicionales y de valor agregado, la masificación del servicio, la demanda, la oferta, las administraciones y marcos regulatorios, son algunos de estos factores.

Por supuesto, lo más simple es convencer al usuario del sinnúmero de beneficios que esto le producirá, ofrecer lo actualmente disponible a través de diferentes tecnologías de accesos, con una sola tecnología de acceso.

Antes usted recibía el servicio de telefonía, el servicio de cable, la transmisión de datos, la captación de emisoras, por diferentes tecnologías, ahora podrá con un solo acceso dedicado tener estos servicios y mucho más: videoconferencia, Internet, telemedicina, seguridad, etc.

Entonces se tendrá un usuario deseoso de aceptar los nuevos servicios de esta tecnología.

Se deberá además crear un plan de masificación y proyectar la inversión a muchos años, negociando las tarifas a ser aplicadas con la demanda y oferta existente en el mercado, aplicando políticas de compensación social.

Para esto las autoridades deberán crear concesiones abiertas donde cada operador pueda ofrecer cualquier servicio y tendrá la obligación de brindar telecomunicación social y universal; lógicamente, habría que señalar un régimen de transición para las concesiones vigentes, que fueron adquiridas mediante el pago de altas sumas de dinero.

¹² DSL *Digital Subscriber Line* / Línea Digital de abonado

1.1.4.1 Elementos Motivadores

Existen varios factores a tomar en cuenta. Se nombrarán algunos de ellos, los más relevantes, haciendo relación con el presente tema y a nuestro entorno.

- a) *Demanda.*- Si bien es cierto que con lo que se encuentra en funcionamiento se cubre una parte de los clientes potenciales, se está olvidando aquellos que no se encuentran satisfechos con lo existente.

La demanda del mercado es por calidad, menor costo, mejor atención, disposición, cobertura, variedad; si se junta esto se verá que un gran sector se encuentra desprotegido, de un 10 % al 30 % de los clientes residenciales serían clientes potenciales de los nuevos servicios [1].

- b) *Capacidad de Acceso.*- La desilusión de muchos de los clientes al ver la pobre capacidad de acceso a los nuevos servicios, puede ser remediada con la gran capacidad que ofrecen las nuevas tecnologías.

- c) *Contenido de la Información.*- La gran cantidad de información que se encuentra disponible no llega al usuario por la falta de medios, con el apareamiento del Internet en algo se cubre esto, pero se queda por fuera la tele-educación, con la cual se puede cubrir todo tipo de información cultural. En el sector del entretenimiento también existe un gran vacío.

Al ver a nuestro alrededor se entiende que un país sin tecnología es un país retrasado y éste es el más importante de los factores que motivan para alcanzar la convergencia lo más pronto posible.

Con las nuevas tecnologías se ha logrado bajar el costo y el tiempo, para que el usuario obtenga la misma cantidad de información.

1.1.4.2 Elementos Desmotivantes

De la misma forma existen un buen número de factores que pueden incidir negativamente en este crecimiento.

- a) *Inversión* .- Cuáles serán los sectores que aportarán con su capital para llegar a poner en marcha una nueva red de acceso y a qué precio lo harán.
- b) *Ganancias*.- Las operadoras actuales deberán reducir sus márgenes de ganancia para poder captar el mercado.

Las nuevas operadoras buscan ingresar en el mercado con tecnologías de menor costo.

- c) *La oferta*.- Al ser pocos los operadores que se encuentran en el mercado son éstos que sin tener ninguna presión sino la de ofrecer su producto lo harán con altos costos.
- d) *El costo*.- Los altos costos no hacen más que estancar el sentido de convergencia, es mucho más caro tener que administrar dos tipos de redes una de Datos y otra de Voz, será más práctico cursar voz sobre las redes de datos que datos sobre las redes de voz.
- e) *Contexto Socio-Cultural* .- Saber cómo llegar a esa parte de clientes que aún no saben la importancia de las telecomunicaciones.

En el Ecuador se tiene una inserción de PC's en el hogar de apenas 2.49 por cada 100 habitantes y apenas 4.06 por cada 100 habitantes gozan de acceso al Internet. [12]

Se debe tener en cuenta que cada uno de los factores indicados anteriormente pueden convertirse en su antagónico en cualquier instante del

tiempo, y los únicos que podrán controlar esto serán aquellos que se encuentren al mando de las iniciativas y acciones a ser tomadas en ese instante del tiempo.

1.1.4.3 Creación de una Red Cimentada en la Transmisión de Datos [1]

Tal como se había indicado en un inicio, la transmisión de datos ocupará la mayor cantidad de tráfico cursado, entonces la Nueva Red deberá estar consolidada en la conmutación y transporte de paquetes, mientras un pequeño porcentaje de los bucles de abonado cursará tráfico de voz analógica y brindarán servicios RDSI¹³.

De tal suerte que será más fácil convertir a las centrales telefónicas en centrales de conmutación de paquetes que invertir en cada bucle de abonado. Entonces se deberá buscar una red que cumpla con algunos o con la mayoría de los siguientes puntos:

- Desarrollo de un control de servicios, flexible, abierto e independiente de hardware y del crecimiento de la red, que permita manejar tanto la telefonía, como los nuevos servicios de datos multimedia.
- Que los tráficos de voz y datos compartan ancho de banda.
- Que se pueda cursar voz sobre la nueva red de datos con la misma o mejor QoS¹⁴.
- Que el tiempo de silencio en la transmisión de voz sea mínimo.
- En cuanto a la capacidad de cada abonado será al menos dos o cuatro líneas de voz, vídeo teléfono, un acceso al Internet / LAN de alta velocidad, TV bajo demanda.

¹³ RDSI Red Digital de Servicios Integrados

¹⁴ QoS *Quality of Service* / Calidad de Servicio

1.1.4.4 Diversas Tecnologías de Banda Ancha

En la actualidad se tiene varias tecnologías que son capaces de permitir un gran ancho de banda. Ahora, se deberá analizar cuál de éstas será la más conveniente de implementar, utilizando todos los conceptos y las restricciones aprendidos.

- a) *TDM*.- Excelente solución en lo que se refiere al uso del par de cobre, con grandes complicaciones al implementar sistemas de administración y baja eficiencia al utilizar los recursos de la red aún cuando no se transmita nada.
- b) *Frame Relay*.- Gran retardo por el excesivo manejo de los datos, tecnología que provee anchos de banda de hasta un E1 sobre accesos g.hdsl.
- c) *ISDN o RDSI*.- Aunque no fue creada para ser una red de acceso; en nuestro país se la utiliza como si lo fuera, sin ofrecer los servicios que pudiera brindar; por esto tomándola en cuenta como una red de acceso tiene muy pequeño ancho de banda para utilizar, complicaciones en la instalación de una plataforma paralela a la ya existente, con pocos servicios a un costo muy alto.
- d) *Planta HFC (híbrida fibra coaxial)*.- Redes que están siendo desplegadas por las operadoras de cable, en un inicio previstas para la transmisión de TV y Vídeo, pero que están capacitadas para transmitir cualquier otro servicio gracias a su gran rango de frecuencias.

Con la tecnología de cable MODEM, se presentarían problemas al pensar en extender su cobertura, por los costes del cableado.

Además el sistema básico de TVCABLE solamente permite la difusión de la información en un solo sentido con velocidades de hasta 30 Mbps,

siendo necesario el uso de un modem de baja velocidad para enviar información desde el usuario hacia la red.

- e) *Redes de Fibra.*- La instalación de redes de fibra óptica que utilizan la tecnología de transmisión SDH o SONET, junto con arquitecturas como ATM es quizá uno de los métodos de acceso menos comunes pero es el que ofrece mayor ancho de banda.

Excelente solución pero con costes muy altos al pensar extender las fibras hasta las inmediaciones del usuario.

- f) *ADSL y SDSL.*- Muy buenas tecnologías de la familia xDSL aplicadas en la actualidad para la transmisión de datos, acceso a Internet pero con la restricción de su ancho de banda para la transmisión de vídeo bajo demanda. Capaces de ofrecer hasta 2 Mbps.

- g) *Accesorios Inalámbricos de alta velocidad.*- Gran solución pero muy riesgosa al utilizar un recurso ilimitado que serían los rangos de frecuencia, los cuales deberán encontrarse normados y regulados, con grandes riesgos en seguridad.

- h) *VDSL.*- Entre todas las posibilidades analizadas en la investigación es la mejor de ellas, ya que conjuga los requerimientos expuestos.

Buen ancho de banda y una convergencia sin efectos contraproducentes al soportar y no interferir con ninguna de las tecnologías ya implementadas ISDN / POTS. Además está cimentada sobre un *backbone* de fibra óptica con ATM sobre SDH.

En la tabla 1.1 se muestra un cuadro de resumen de las tecnologías de acceso

Medio Utilizado	Tecnología Utilizada	Inconvenientes
Pares de Cobre	TDM	Ineficiencia en la utilización de los recursos
	Frame Relay	Retardos en la transmisión
	RDSI	Baja velocidad
	xDSL*	Baja velocidad
Coaxial - Fibra	HFC	Escasa penetración en el mercado limita la movilidad, y requiere terminales específicos
Fibra Óptica	SONET	Altos costos, pocos proveedores
	SDH	
Inalámbrico	Satélite	Altos costos en transmisión, utilización de un recurso limitado
	MMDS	
	LMDS	
* Sin tomar en cuenta VDSL		

Tabla 1.1 Tecnologías de Acceso

1.2 SERVICIOS DE BANDA ANCHA [2]

En esta parte se mencionarán un sinnúmero de definiciones indicadas en las recomendaciones de UIT – T de las serie I , y se realizará una aclaración textual de la recomendación ITU – T **Recomendación I.113** Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados [2]

Esta Recomendación contiene fundamentalmente los términos y definiciones que se consideran esenciales para la comprensión y aplicación de los principios de los aspectos de banda ancha de la red digital de servicios integrados (RDSI-BA). Los mismos no son exclusivos de la RDSI-BA y se recomienda que, en la medida en que vengan al caso, se apliquen también a otros tipos de redes de telecomunicaciones.

1.2.1 DEFINICIÓN

SERVICIOS DE BANDA ANCHA (*Broadband*).- Según la UIT – T se denomina servicios de banda ancha a todos aquellos que son capaces de soportar velocidades que superan la velocidad primaria (64 kbps)

1.2.2 CLASIFICACIÓN [3]

Se tomará en cuenta la clasificación para servicios de banda ancha y en ésta se basará el presente estudio, dando un alcance mayor para conjugar todos los servicios.

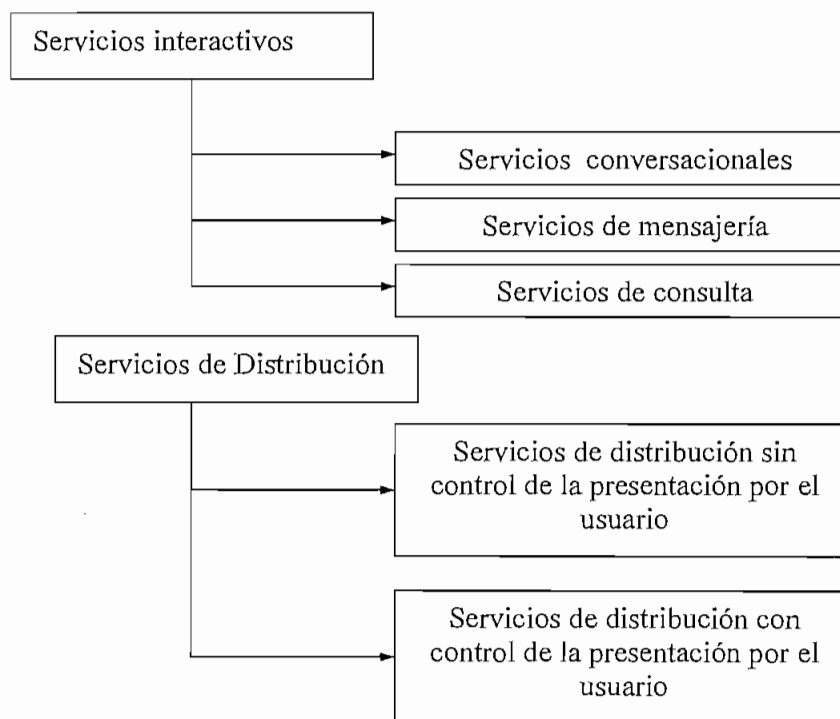


Gráfico 1.4 Clasificación de los servicios de banda ancha [3]

Las diferentes formas de comunicación de banda ancha y sus aplicaciones han separado los servicios en dos clases: Servicios Interactivos y Servicios de Distribución (Gráfico 1.4).

1.2.2.1 Servicios Interactivos

Es el conjunto de servicios que permiten mantener un intercambio de información, transmisión bidireccional de la información entre usuarios o un servidor y usuarios.

a) *Servicios convencionales.*- Servicios que proporcionan los medios necesarios para una comunicación bidireccional con transmisión de información en tiempo real¹⁵ entre extremos, entre usuarios, entre servidor y usuarios.

Esta transferencia de información bidireccional puede ser simétrica o asimétrica y podría ser restringida a la comunicación en un solo sentido (vigilancia por vídeo). Toda la información puede ser producida por un solo ente o varios entes emisores y dirigida a uno o varios usuarios llamados receptores. Por ejemplo:

- o videotelefonía,
- o videoconferencia y
- o transmisión de datos a alta velocidad.

b) *Servicios de Mensajería.*- Aquellos que ofrecen servicios de comunicación de usuario a usuario o entre usuarios individuales con unidades de almacenamiento y retransmisión y/o tratamiento de mensajes (edición, tratamiento, y retransmisión de información)
Ejemplos :

- o correo electrónico para imágenes en movimiento (películas),
- o imágenes de alta resolución e
- o información de audio.

c) *Servicios de Consulta.*- Servicios en los cuales el usuario puede consultar la información almacenada en centros de información para uso público. Esta información se enviará al usuario solamente si la solicita.

¹⁵ Tiempo Real.- Transmisión sin almacenamiento ni retransmisión

La información puede consultarse individualmente. Además, el usuario controla el instante en que debe comenzar una secuencia de información. Varios ejemplos son:

- o servicios de consulta de banda ancha para películas,
- o imágenes de alta resolución,
- o información de audio e
- o información de archivos.

1.2.2.2 Servicios de Distribución

a) Servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario.-

Servicios que abarcan a todos ellos que proporcionan un flujo de información continua entre una fuente central y un número limitado de usuarios receptores autorizados conectados a éste. El usuario no puede controlar el instante en el que se empezará a mostrar la información, tampoco puede detener la transmisión de la información y dependiendo del momento que el usuario capte la señal puede perder el principio de la presentación. Se podría tomar ejemplos como:

- o servicios de radiodifusión
- o programas de televisión y
- o programas de audio.

b) Servicios de distribución con control de la presentación por el usuario.-

Estos servicios también se muestran desde una fuente hacia un gran número de usuarios, a diferencia que la información se mostrará como un conjunto de segmentos cíclicos; por esto el usuario podrá controlar el inicio de la presentación.

- o Un ejemplo de estos servicios es la videografía con difusión por canal completo.

Todo esto como un primer vistazo al desarrollo que se realizará de todos los servicios que se recomiendan en la ITU – T para redes VDSL.

1.3 NORMALIZACIÓN DE LA UIT-T PARA SERVICIOS SOBRE VDSL

1.3.1 DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS QUE SOPORTA VDSL

Como ya se conoce VDSL es una de las tecnologías de acceso que más ancho de banda permite hacia el usuario, por esto se presentará la recomendación para el ofrecimiento de diversos servicios de vídeo sobre el par de cobre, para diferentes aplicaciones, las cuales se incluyen en el desarrollo.

1.3.1.1 Descripción de Servicios Basados en TV¹⁶ [4]

Se nombrará la mayoría de los posibles tipos de servicios, pero no se encuentran todos ni se limitará únicamente a éstos. El orden en el que se muestran no obedece a alguna característica como el costo o la complejidad.

a) Broadcast¹⁷ TV (Distribución de Televisión)

El servicio de distribución de TV es un servicio tradicional que comprende un flujo de vídeo como también uno o más flujos de audio (multilenguajes). Los estándares industriales para la codificación pueden ser MPEG¹⁸.

Las señales son transportadas sobre la plataforma VDSL y codificadas en la VTPD¹⁹. En recepción la señal es decodificada a su

¹⁶ TV.- Acrónimo dado a todos los servicios que involucran temas relacionados con la televisión

¹⁷ *Broadcast*.- Término Inglés adoptado para servicios de distribución

¹⁸ MPEG *Moving Pictures Experts groups* / Grupo de Expertos en gráficos en movimiento. Serie de formatos digitales creados por este grupo de estudio.

¹⁹ VTPD VDSL *Termination Processing and Decoding*

forma analógica original, Ej. NTSC²⁰ / PAL²¹ / SECAM²² con Dolby AC3 o Audio Musical.

Estos requerimientos pueden ser empleados por todos los servicios de vídeo y audio descritos en esta sección. También puede contener el servicio de captación de texto (*VBI²³ data*).

La transmisión de distribución de TV típicamente tiene una cobertura local, regional, nacional, internacional, se nombrará algunos ejemplos en el mismo orden:

- Canales de Ciudades
- Comunidades, circuitos cerrados
- FOX , Speedvision
- BBC, CNN

El sistema debe ser capaz de controlar los “tiempos fuera de programas seguros”²⁴, sobre todo cuando existen ciertos eventos deportivos; el sistema también debe ser capaz de ofrecer paquetes o bloques de señales dedicados para los diferentes grupos temáticos tales como canales de noticias, deportes, canales para niños, documentales, así como restricciones sobre temas relacionados con la pornografía.

b) High Definition TV (Televisión de Alta Definición o Resolución)

Determina un tipo de programación y conjunto de programas que ya están disponibles en eventos deportivos y en películas PPV²⁵.

²⁰NTSC *National Television Standards Committee/ Comité Nacional de Estándares de Televisión*

²¹PAL *Phase Alternation Line*

²²SECAM *Sequential Couleur Avec Memoire*

²³VBI *Vertical Blanking Interval*

²⁴ Tiempo en que la operadora ofrece un programa adicional (usualmente eventos deportivos), aquellos usuarios que no lo contratarán deberán continuar con la programación normal o se presentará un programa sin costo.

²⁵ PPV *Pague Por Ver*

HDTV tiene la necesidad de utilizar codificadores HD (*high definition*) así como decodificadores al final de la línea. Los estándares fijan una tasa de transferencia de 19.2 Mbps lo que no es muy práctico para los operadores de cable ya que ellos manejan una tasa aproximadamente 13 Mbps en 3 canales de 6 Mhz por portadora; debido a estas altas tasas de transferencia y baja demanda, VDSL limita su uso a un canal simple de voz y datos por cada lazo de cobre VDSL.

c) *Broadcast Audio (Distribución de Audio).*

Este servicio de audio estéreo es entregado de manera similar a la distribución de TV con la diferencia que el canal de vídeo se conmuta por una canal de información donde constará el nombre del artista, título de la canción, título del álbum, tiempo de la canción, etc.

DMX²⁶ es un ejemplo de este servicio, esta información puede ser entregada codificada en MPEG o entregada al usuario con un costo más sobre el canal de datos.

d) *Pay Per View (Pague Por Ver) PPV*

Este servicio involucra Películas o Eventos Especiales (Fútbol, Box, WWF, Fórmula 1). Estas señales son codificadas en MPEG donde el cliente no tiene el control de la información (VoD)²⁷; se programarán horarios cíclicos, y se venderán accesos cronometrados que se podrán cancelar en línea.

Un ejemplo es NearVoD, donde el cliente tiene la oportunidad de elegir entre diferentes inicios con intervalos de 15 a 30 minutos de separación.

²⁶ DMX *Digital Music eXpress* / Música Digital Rápida

²⁷ VoD *Video on Demand* / Vídeo en Demanda

Este servicio no se limita a la transmisión de programas que se los puede hacer en otros medios, sino a tomas y eventos exclusivos, cámaras en coches de carreras, una cámara fija en un cierto evento, medios tiempos en partidos de fútbol.

El sistema deberá por seguridad incluir un PIN²⁸ de autenticación tanto para las compras como para el control.

e) Video on demand (Video bajo demanda)

En un real VoD el usuario final tiene acceso tanto a las películas como a una bibliografía de cada una de ellas, el sistema tendrá un motor de búsqueda (por temporada, por categorías, por sintonía) . Además utilizará un PIN tal como en PPV, y tendrá un control similar al de los VCR²⁹ con botones de "inicio", "parada", "pausa", "atrás", "adelante", y botones como los mandos de DVD, "búsqueda" "salto rápido", "ángulos", "punteros", etc.

f) On Screen Navigator(Pantalla de navegación)

Los servicios PPV y VoD podrán tener una pantalla de navegación, esto para escoger entre los varios tipos de servicios.

El cliente será capaz de moverse entre ellos, escogiendo y pagando por el tiempo de uso en cada uno de ellos.

g) Electronic Program Guide EPG (Guía Electrónica de Programas)

Como se comentó ya en VoD, y un poco más avanzado será el ya nombrado motor de búsqueda EPG que contendrá información suficiente para el usuario tal como:

- o Programación de al menos 7 días

²⁸ PIN Number

²⁹ VCR Video cage Record

- o Búsqueda por Director
- o Búsqueda por Artistas
- o Búsqueda por Géneros
- o Búsqueda por Horarios

A través de EPG se podrá hacer compras en línea y se tendrá un recordatorio de los programas que se adquieren o que son de interés, todo esto con una alta seguridad dada por el PIN de usuario.

Un EPG también puede proporcionar una ventana de Vídeo PIP³⁰ y audio a través de su capacidad.

h) Picture in Picture

PIP es una característica que es parte de VTPD (múltiple decoder STB³¹ que incluye un MODEM VDSL).

El método es simple y ya lo tienen algunos de los televisores comunes y no sería más que captar dos o más señales de *broadcast* en el mismo instante, dando a cada una de las señales un segmento de la pantalla; de cualquier modo este servicio se habilitará en caja de decodificación y se controlará el tamaño de cada imagen a través de un mando.

El ancho de banda que se utiliza para cada uno de los canales mantendrá una asignación dinámica que dependerá de la calidad que se desee en cada una de ellas.

i) Picture in browser

³⁰ PIP *Picture in Picture*

³¹ STB *Set Top Box*

Muy similar a PIP con la diferencia que la imagen se encontrará sobrepuesta a la anterior y tendrá la facilidad de desplegar cualquiera de las dos con un simple toque; la imagen se encontrará en el *browser*.

j) *Personal Video Recorder (Grabador personal de vídeo)*

El PVR es una función del VTPD que permite realizar todas las funciones del VCR, (servicio que describe cada una de las características de un grabador casero de películas), con la diferencia que el PVR podrá grabar las películas en HDD³² del que estará provisto el VTPD o STB; el usuario además utilizará el EPG para registrar los programas que desea grabar.

Además se deberán fijar políticas de DRM³³ para cada programación, y se realizará un verdadero control de la duplicación de la cinematografía.

Debido al gran ancho de banda que este servicio ocuparía sería muy aconsejable tener un servidor de PVR para la red.

k) *Interactive TV(Televisión interactiva)*

Servicios basados en aplicaciones convergentes de servicios de datos con uso de altas velocidades de conexión y capacidades que prestan los ISP³⁴ / ASP³⁵; por ejemplo puede ser provisto el servicio de imagen en el *browser*, en donde el usuario puede ver y escuchar en una pequeña ventana o en una amplia ventana con un solo toque de su mando.

³² HDD *Hard Disk Drive* / Disco Duro

³³ DRM *Digital Rights Managements* / Manejo Digital de Derechos

³⁴ ISP *Internet Service Provider* / Proveedores de servicios de Internet

³⁵ ASP *Application Service Provider* / Proveedores de servicios de Aplicación

Este servicio tiene la necesidad de un control amigable y un teclado inalámbrico. Este servicio incluirá algunas de las siguientes características:

i) *Características de telefonía para TV*

Un simple recuadro CLASS³⁶ donde se mostrará información básica que podría incluir: *ID caller number* (Identificación del número llamante), *ID caller name* (Identificación del nombre del llamante), *Caller log* (bitácora del llamante), en el que el usuario podrá tener el control de activar o desactivar este recuadro.

ii) *TV Web Browser*

Servicio que prestará un motor de búsqueda siempre activo en la pantalla, que controlará varios valores de la imagen, contraste, color, brillo, *jitter*, *aliasing*. El *browser* puede ser compatible con los existentes en el Internet.

iii) *TV e-mail*

Éste incluirá algunas de las características de los típicos servidores de correo (IMAP, POP) con la capacidad de archivos adjuntos que serán compatible con cada uno de los sistemas dependiendo la extensión y naturaleza de éstos.

Este servicio podrá estar sincronizado con un ISP para crear una convergencia entre aplicaciones de TV y de PC.

iv) *Mensajes instantáneos de TV*

Tal cual el servicio de e-mail TV, éste podrá estar ligado al ISP o podrá ser independiente; hará llegar al usuario

³⁶ CLASS *Customer Local Area Signalling Services* / Servicios de señalización de Cliente de Área Local

información de acuerdo a como pasen los acontecimientos en ciudades, trabajo, países, sectores de interés.

La conexión persistente que tendrá un usuario de TV hará que cada uno de estos mensajes se entreguen con la suficiente información de cada uno de ellos.

v) *Notificaciones TV*

Servicio muy asociado a los anteriores, el usuario podrá habilitar o deshabilitar esta opción, las notificaciones estarán compuestas como es obvio por la llegada de mensajes instantáneos y correos electrónicos.

vi) *Salas de conversación TV*

El TV *chat* es muy similar al existente servicio de *chat* en el Internet hoy en día (*chat*, cuartos, grupos nuevos, casos de diálogo, etc).

La capacidad de brindar el TV *chat* con PIP ventana de vídeo lo hace un servicio muy interesante para ser considerado parte de los servicios de TV.

vii) *Juegos interactivos en TV*

Juegos interactivos en los que pueden presentarse un solo jugador o múltiples jugadores, éstos pueden estar basados en juegos cargados en la red o programas para ser bajados de ésta.

Las capacidades de la VTPD y STB en cuanto a HDD, CPU, RAM, Flash, Motor de Gráficos, etc, hará que los juegos sean más simples o más complejos. Las reglas DRM también deben ser puestas en consideración

viii) *Music Juke Box*

Nombre muy común para todos aquellos que han escuchado emisoras en línea, bajado canciones de la red al computador; describe un sinnúmero de formatos en los que el audio puede ser enviado a un usuario final MPEG2, MP3, WMP, WAV, etc.

Después de describir estos servicios se presentará un cuadro resumen donde constan según la ITU – T las velocidades típicas y recomendadas para cada uno de ellos. *Tabla 1.2*

Servicios basados en TV	Ancho de banda típico (<i>downstream</i>)	Nota
<i>Broadcast TV</i> – ejemplo MPEG2	3 to 6 Mb/s	1
<i>High definition TV</i> – HDTV	12 to 19 Mb/s	
<i>Pay Per View and NVOD</i> – ejemplo MPEG2	2 to 6 Mb/s	1
VOD – ejemplo MPEG2	2 to 6 Mb/s	1
<i>Navigator and EPG</i> (puede ser actualizado en tiempo no real)	Menores a 0.5 Mb/s	
<i>Picture in Picture</i> – dos canales MPEG2	Hasta 12 Mb/s	1,2
<i>Picture in Browser</i> – un canal MPEG2	Hasta 9 Mb/s	1,2
<i>Personal Video Recorder PVR</i> – reproducción de un archivo MPEG2	3 to 6 Mb/s local	1
ITV – <i>TV telephony features</i>	Menores a 64 kb/s	
- <i>TV browser</i> (como la velocidad de acceso al Internet)	Hasta 3 Mb/s	
- <i>TV e-mail</i> (como la velocidad de acceso al Internet)	Hasta 3 Mb/s	
- <i>TV Instant Messaging</i> (como la velocidad de acceso al Internet)	Hasta 3 Mb/s	
- <i>TV Chat</i> (como la velocidad de acceso al Internet)	Hasta 3 Mb/s	
- <i>TV on-screen notification</i>	Menores a 64 kb/s	
- <i>TV interactive games</i> (como la velocidad de acceso al Internet)	Hasta to 3 Mb/s	
- <i>TV Audio Juke Box</i>	Menores a 128 kb/s	
NOTAS:		
1) Se espera que las técnicas de compresión de video mejoren para que se pueda enviar datos sobre anchos de banda menores de 2 a 3 Mb/s.		
2) Soluciones más eficientes estarán disponibles		

Tabla 1.2 Servicios Basados en TV [4]

1.3.1.2 Descripción de Servicios Basados en PC

Se nombrarán y describirán algunos de los servicios que pueden ser ofrecidos como aplicaciones basadas en el uso de un PC.

a) *Acceso de alta velocidad al Internet*

Este servicio provee al usuario final un acceso al Internet con un gran ancho de banda para poder disfrutar de todas las aplicaciones basadas en la *web* tales como;

- *Web mail*
- *Chat*
- Mensajes instantáneos
- *Web browsing*
- FTP

Un ISP entregará servicios tales como *Firewall*, detección de virus, VPN³⁷ en accesos a redes corporativas.

b) *Acceso de correo electrónico*

Es el acceso al tradicional servicio de IMAP o POP ofrecidos por los ISP.

c) *TV en vivo en PC*

Este servicio envuelve al audio y vídeo en vivo que se pasa a través de la red; el contenido de la información está codificado usando estándares de codificación de la *web* tales como *Windows Media Player*, *Real Player*, variantes de MPEG, AVI, MIDI, el cliente final utiliza decodificadores para abrir los canales de media.

d) *Vídeo bajo demanda*

Este servicio también forma parte de los basados en PC con sus respectivas variantes entre las que se consideraría el manejo de recursos mediante el teclado del PC y sin controles extras.

³⁷ VPN *Virtual Private Network*/Red Privada Virtual

e) *Video Conferencia*

Es un servicio bidireccional entre dos o más usuarios plenamente identificados, enganchados con vídeo y audio en tiempo real con una alta QoS.

f) *Juegos interactivos*

Juegos de diferentes géneros, que pueden constar de uno o varios participantes, y que se ejecutan sobre la red o pueden ser descargados en HDD en el PC del cliente; los DRM también deben ser considerados.

Cuadro resumen de los servicios descritos con sus velocidades recomendadas. *Tabla 1.3*

Servicios Basados en PC	Ancho de banda típico (<i>downstream</i>)	Nota
<i>High Speed Internet Access (browsing , IM, Chat, FTP, VPN access, etc)</i>	Residencial: Hasta 3Mb/s	1
	SME/SOHO: Hasta 6Mb/s	2
<i>Server based E-Mail</i>	SME/SOHO: Hasta 6Mb/s	2
<i>Live TV on PC</i>	300 to 750 kb/s	
<i>Video on Demand</i>	300 to 750 kb/s	
<i>Video Conferencing</i>	300 to 750 kb/s	
<i>Interactive Games</i>	300 to 750 kb/s	
NOTAS:		
1) Servicios típicamente asimétricos con anchos de banda menores para <i>upstream</i> con velocidades como 128, 256, 640 kb/s		
2) Servicios típicamente simétricos		

Tabla 1.3 Servicios Basados en PC [4]

1.3.1.3 Descripción de Servicios de Voz

Como se describió en el desarrollo de convergencia, se necesitará de una tecnología que no interfiera en el intervalo de frecuencias utilizadas por la telefonía actual, en donde se podrán ofrecer los servicios dados por ISDN, y POTS, esto incluye el ya nombrado CLASS.

Se podrá transportar la voz implementada de diferentes formas tales como VoIP³⁸, VoATM³⁹, VoVDSL⁴⁰; además, se considerarán 4 canales de voz para clientes residenciales y 30 para clientes corporativos, cada uno con diferente calidad de acuerdo a los costos. Este servicio será equivalente a las actuales PBX

1.3.2 OFRECIMIENTOS DE SERVICIOS DE VDSL

Entre los más importantes ofrecimientos de servicios, y con la cantidad de combinaciones que se pueden tener, se debe tomar en cuenta que los servicios ya existentes (POTS / ISDN) no se verán afectados, así con plantillas de frecuencia que éstos utilizan serán respetadas para incluso juntarlos a los servicios ofrecidos por VDSL

Los servicios que una red VDSL puede ofrecer fueron descritos anteriormente. Se pueden clasificar en servicios de Datos, Servicios de Voz, Servicios multimedia.

Cada uno de estos servicios se los puede agrupar para satisfacer al usuario final, en esta sección se nombrarán algunas de las combinaciones y ciertos escenarios que se recomiendan para la puesta en práctica.

1.3.2.1 Servicios solo de Internet para PC

En este segmento se enmarcan todos los servicios proporcionados por los ISP / ASP, la forma fácil de administración del canal en lo que se refiere al ancho de banda de subida como de bajada. Si se considera que existirán usuarios que no deseen los servicios de TV,

³⁸ VoIP Voz sobre IP

³⁹ VoATM Voz sobre ATM

⁴⁰ VoVDSL Voz sobre VDSL

entretenimiento, voz. Además de un buen grupo de usuarios SOHO⁴¹, y SME⁴² que utilizarían este servicio, hacen de este servicio uno de los requeridos por el usuario.

Las tasas de transferencia manejadas serán desde las unidades de kbps hasta las decenas de Mbps, dependiendo de la aplicación.

1.3.2.2 Contenidos de difusión y Sistema EGP

Al parecer uno de los más atractivos campos en donde VDSL se desplegará es el negocio de la difusión de la TV, por lo que deberá ser capaz de cubrir los servicios de Cable y DBS⁴³ ya existentes y permitir la difusión de vídeo y audio de alta calidad.

EPG es una herramienta a la que en el futuro se deberá acostumbrar; es muy esencial, dispondrá de variada información sobre horarios de programación, y permitirá al usuario controlar y administrar la información presentada en pantalla.

PPV otra herramienta que se deberá utilizar, para la contratación en línea de programación exclusiva tal como, cámaras exclusivas, eventos deportivos, se asignará un PIN para que el cliente pueda identificarse y por seguridad.

1.3.2.3 Difusión de Vídeo Bajo Demanda

Creado como un apoyo a la red de difusión de TV, con una variante muy importante ya que no se trata de un sistema *multicast* sino *unicast* que tendrá un gran control sobre las capacidades del vídeo, (inicio, pausa, parada, fwd, rwd) entre otras; se manejará un total de 3 canales los que pueden repartidos 2 de VoD y uno de difusión o 2 de difusión y

⁴¹ SOHO *Small Office, Home Office* / Pequeña Oficina, Oficina en Casa

⁴² SME *Small or medium Enterprise*, / Pequeños o medianos empresarios

⁴³ DBS *Digital Broadcast Satellite*, / Distribución Digital Satelital

uno de VoD, con un nuevo sistema de facturación asociado al PPV, y al EPG. Será un campo con muchas innovaciones.

1.3.2.4 Difusión de Internet como un servicio de TV

Idealmente diseñado para crear múltiples sesiones de accesos al Internet. IoTV⁴⁴ maneja tres canales que serán con browser independientes, pudiendo intercalar entre TV e Internet, de esta manera se presentará un recuadro con la información de todo lo que le interesa al usuario en el Internet mientras mira un programa de televisión.

1.3.2.5 TV/ entretenimiento, Internet para PC

Conjuga todos los aspectos antes mencionados, entrelazados y sincronizados que facilitan la búsqueda de información en cualquier tema.

1.3.2.6 Internet para PC y Voz

Se han estudiado muchas formas de cursar voz, aún el continuar utilizando las POTS para brindar este servicio es una solución, sin descartar que se puede brindar el servicio sobre DSL, ATM, IP con un mejor rendimiento de los recursos invertidos.

⁴⁴ IoTV *Internet on TV* / Internet sobre TV

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2

LÍNEA DE ABONADO DIGITAL DE ALTA VELOCIDAD (VDSL¹)

2.1 PRINCIPIOS DE VDSL

VDSL es una tecnología de la familia xDSL con la más alta tasa de transferencia; es aproximadamente 10 veces más rápida que ADSL y 3 veces más rápida que HDSL. Corre a velocidades de hasta 52 Mbps, siendo capaz de soportar aplicaciones simétricas y asimétricas, e ideal para entregar servicios de banda ancha.

Tipo de DSL	Simétrico o Asimétrico	Longitud del lazo (m)	Velocidad del canal de bajada (<i>Downstream</i>) (Mbps)	Velocidad del canal de subida (<i>Upstream</i>) (Mbps)
IDSL	Simétrico	5400	0.128	0.128
SDSL	Simétrico	3000	1.544	1.544
HDSL (2 pares)	Simétrico	3600	1.544	1.544
ADSL G.Lite	Asimétrico	5400	1.5	0.256
ADSL	Asimétrico	3600	6	0.640
VDSL	Asimétrico	900	26	3
	Asimétrico	300	52	6
	Simétrico	900	13	13
	Simétrico	300	26	26

Tabla 2.1 Cuadro de comparación de velocidades en función de la longitud de lazo para tecnologías xDSL [10]

En la tabla 2.1 se muestra las velocidades de otras tecnologías xDSL y de VDSL en relación con la longitud del lazo expresada en metros para un diámetro

¹ VDSL *Very High Digital Subscriber Line*

del cable de cobre de 0.4 mm valor típico del calibre del cable para instalaciones de Planta Externa.

La presente tecnología de acceso explota la infraestructura existente de pares de cobre utilizados por las POTS (*Plain Old Telephone Service*); mientras POTS utiliza 4 kHz y ADSL 1 MHz, VDSL utiliza hasta 12 MHz del espectro.

El servicio VDSL puede desplegarse desde las CO (*Central Office*) o desde armarios de conexión de fibra, hasta la red del usuario.

Tal como otras tecnologías xDSL, VDSL cuida la supervivencia de los servicios de banda base, POTS e ISDN.

2.1.1 VDSL ASIMÉTRICO

VDSL está diseñado para entregar al *host* servicios de banda ancha asimétricos, incluyendo *Broadcast* digital TV, Vídeo en demanda (VoD), Accesos a Internet de alta velocidad, Aprendizaje a distancia y telemedicina, por nombrar algunos. Para poder entregar estos servicios VDSL necesita un canal de bajada con un gran ancho de banda y un canal de subida de menor ancho. Las tablas 2.2 y 2.3 muestran los estándares de velocidad establecidos en la especificación ANSI T1 E1.4, en donde las velocidades están dadas por submúltiplos de las velocidades de la jerarquía digital sincrónica (SDH²) cuya velocidad básica es de 155.52 Mbps.

2.1.2 VDSL SIMÉTRICO

VDSL también puede proveer un canal simétrico para servicios que lo requieran, como pueden ser pequeños y medianos clientes, o empresas corporativas que necesiten del servicio, por ejemplo, de vídeo conferencias, aplicaciones de tele-consultorías.

² SDH *Synchronous Digital Hierarchy* / Jerarquía Digital Sincrónica

Rango típico de Servicio	Velocidad de datos (Mbps)	Velocidad de símbolos (Mbaudios)
Corto alcance 300 m	51.84	12.96
	38.88	12.96
	29.16	9.72
	25.92	12.96
Alcance medio 900 m	25.92	6.48
	22.68	5.67
	19.44	6.48
	19.44	4.86
	16.20	4.05
	14.58	4.86
	12.96	6.48
Largo Alcance 1350 m	12.96	3.24
	9.72	3.24
	6.48	3.24

Tabla 2.2 Velocidades del canal de bajada para VDSL Asimétrico

Rango típico de Servicio	Velocidad de datos (Mbps)	Velocidad de símbolos (Mbaudios)
Corto alcance 300 m	6.48	0.81
	4.86	0.81
	3.24	0.81
Alcance medio 900 m	3.24	0.405
	2.43	0.405
	1.62	0.405
Largo Alcance 1350 m	3.24	0.405
	2.43	0.405
	1.62	0.405

Tabla 2.3 Velocidades del canal de subida para VDSL Asimétrico

VDSL simétrico utiliza velocidades múltiples de T1; la tabla 2.4 muestra la velocidades establecidas en el estándar ANSI T1 E1.4, las velocidades están comprendidas entre T1 (1.536 Mbps) a T3 (44.376 Mbps).

Rango típico de Servicio	Velocidad de datos (Mbps)	Velocidad de símbolos de bajada (Mbaudios)	Velocidad de símbolos de subida (Mbaudios)
Corto alcance 300 m	25.92	6.48	7.29
	19.44	6.48	7.29
Alcance medio 900 m	12.96	3.24	4.05
	9.72	3.24	2.43
	6.48	3.24	3.24

Tabla 2.4 Velocidades del canal para VDSL Simétrico

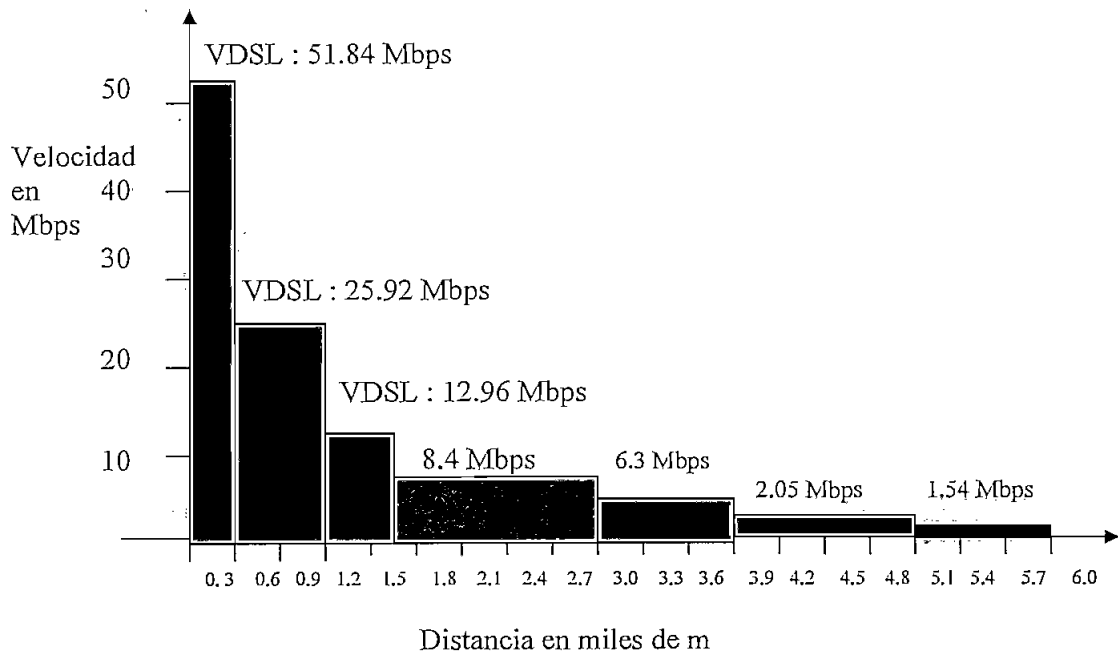


Gráfico 2.1 Velocidad en función de la Distancia para VDSL

En la norma ANSI no se encuentra las velocidades para grandes lazos de abonados pero se espera servir con velocidades de 6 Mbps a 1.5 Mbps para lazos de abonado de 900 m a 3000 m.

En el gráfico 2.1 se presenta la relación de las velocidades en función de la distancia para la tecnología VDSL para un calibre de cable de 0.4 mm.

2.2 MODELOS DE REFERENCIA

2.2.1 MODELO DE REFERENCIA GENERAL [6]

Está conformado por una red de fibra³ desde el usuario hasta el nodo de acceso, con una unidad de red óptica (ONU *Optical Network Unit*) ubicada en la red de acceso o en la central local. Las ONU se conectarán a través de una OLT (*Optical Line Termination*) a la oficina central. Ver gráfico 2.2

De acuerdo a este modelo se tendrá:

- FTTEx (*Fiber to the exchange*) la fibra llegará hasta la CO,
- FTTCab (*Fiber to the cabinet*) se llegará con fibra hasta los armarios,
- FTTCurb (*Fiber to the Curb*) se llegará con fibra hasta los armarios colocados en cada barrio (término utilizado para describir la esquina de la cuadra en cada caso),
- FTTB (*Fiber to the Building*) Fibra desplegada hasta el armario de distribución colocado en los edificios de residencias u oficinas.

Se tomará en cuenta que dependiendo de la distancia y densidad a la que se encuentre el cliente se decidirá cual de todas estas técnicas es la más indicada para servir.

³ Redes de Fibra Óptica Ver ANEXO A

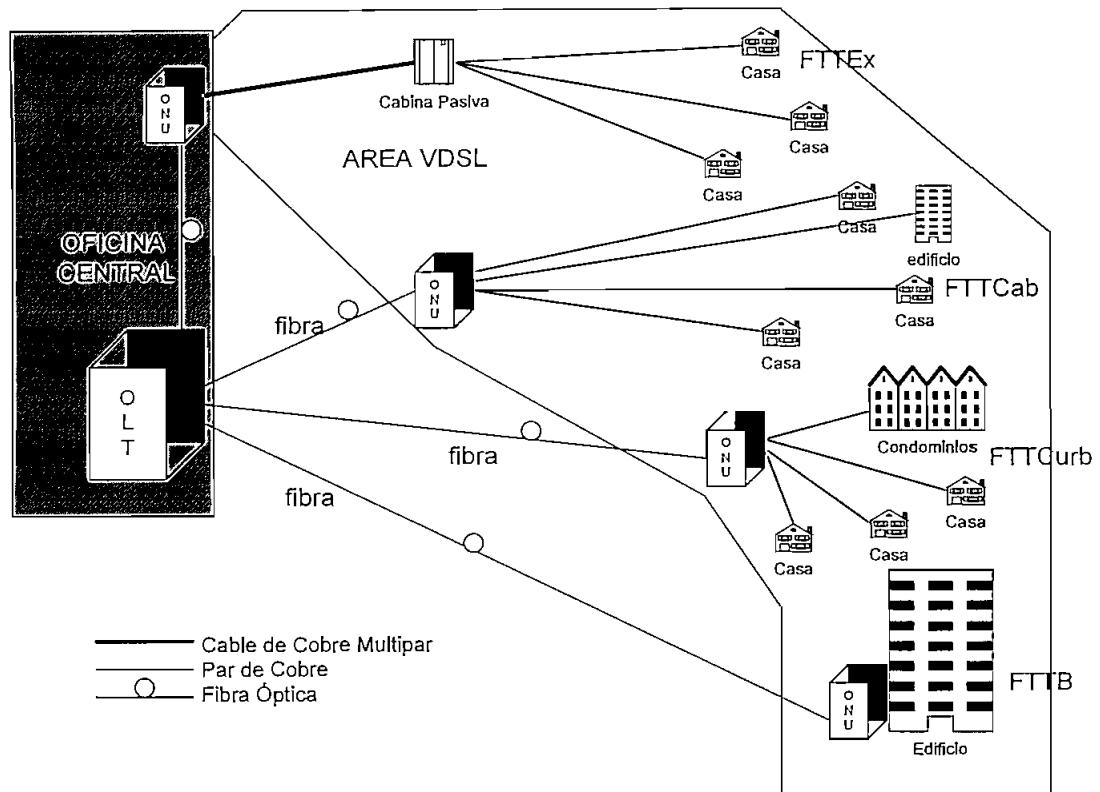


Gráfico 2.2 *Arquitectura de sistemas de acceso de VDSL [7]*

El modelo de referencia proporciona uno o dos canales tanto ascendentes como descendentes; un solo trayecto puede ser de latencia alta y otro de latencia baja, también tendrá corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*).

Se estima que VDSL encontrará aplicaciones en el transporte de diversos protocolos, para cada aplicación se formularán diferentes requisitos funcionales para la capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión TPS – TC⁴.

Se considerará para el desarrollo, únicamente para el transporte de ATM; sin embargo, se podrán transportar aplicaciones adicionales futuras. VDSL no

⁴ TPS – TC *Transmission Protocol Specific-Transmission Convergence* / Convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión

afectará ningún servicio de banda angosta existente; se colocará un filtro de naturaleza pasiva para la separación de las frecuencias en las señales VDSL y las señales de banda estrecha.

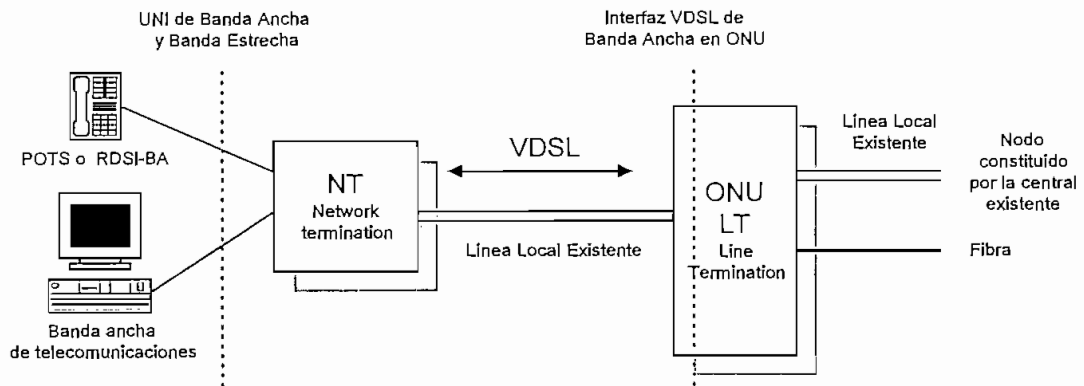


Gráfico 2.3. Modelo de referencia general [6]

2.2.2 MODELO DE REFERENCIA FUNCIONAL

El modelo funcional fue diseñado con la intención de:

- Ser un modelo representativo
- Mostrar todas y cada una de las interfaces que intervienen en la arquitectura
- Ser compatible con los modelos de referencia de la industria
- Que se asignen varias TPS –TC para cada una de las diferentes funciones de los protocolos de transmisión (una de ellas será la OC-TC⁵).

⁵ OC-TC, *Overhead Channel- Transmission Convergence* / Canal de Tara del Protocolo de Transmisión

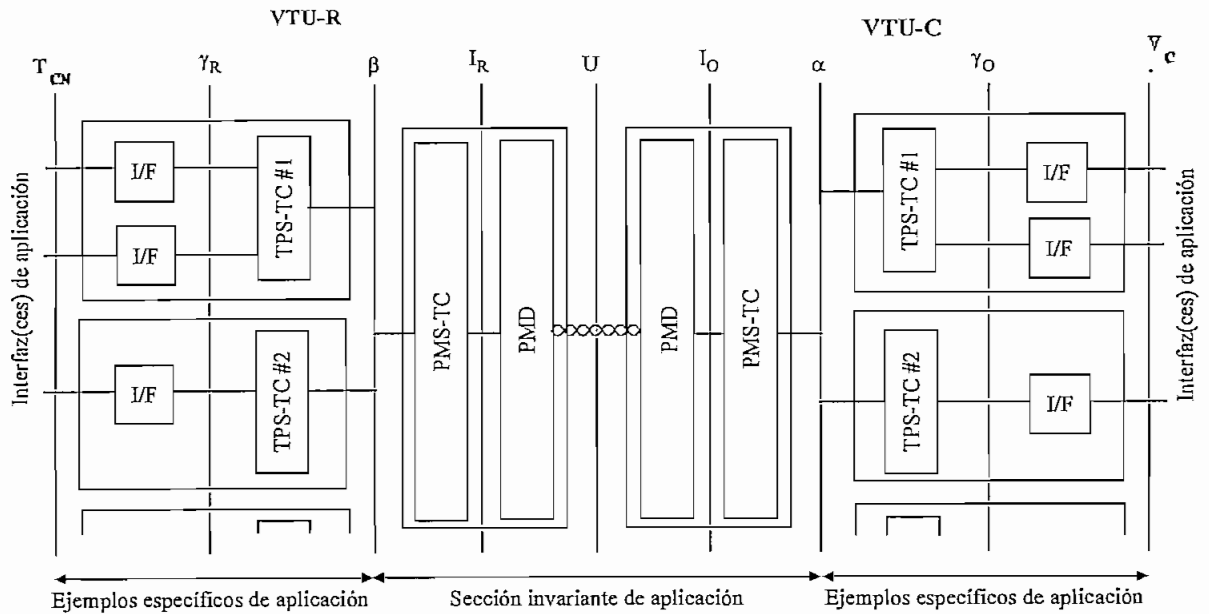


Gráfico 2.4 Modelo de referencia funcional [6]

Donde :

- T_{CN} Interfaz entre el cliente y VTU-R
- V_C Interfaz entre la red y la VTU-C
- U Punto Referencia entre VTU-R y VTU-C
- I_R e I_O Interfaces entre PMS - TC y PMD⁶
- α y β interfaces hipotéticas entre TPS - TC y la PMS - TC⁷
- γ_R y γ_O Interfaz de Aplicación

2.2.3 MODELO DE REFERENCIA DE PROTOCOLO

En este modelo se muestra la capa TC con dos divisiones muy claras. La primera TPS – TC, la cual es muy dependiente del protocolo de transporte a utilizarse; y la segunda PMS – TC, que depende del medio físico. También se muestra la capa PMD que es independiente de la aplicación.

⁶ PMD *Physical Media Dependent* / Dependiente del Medio Físico

⁷ PMS-TC *PhysicalMedia Specific-Transmission Convergente* / Convergencia de transmisión específica de los medios físicos.

En el gráfico 2.5 se muestran también todas y cada una de las interfaces que participan.

En el modelo de referencia de Protocolo no se especifican los protocolos que se utilizarán hacia el usuario bajo la capa de transporte, se manejará el mismo protocolo en la capa de transporte.

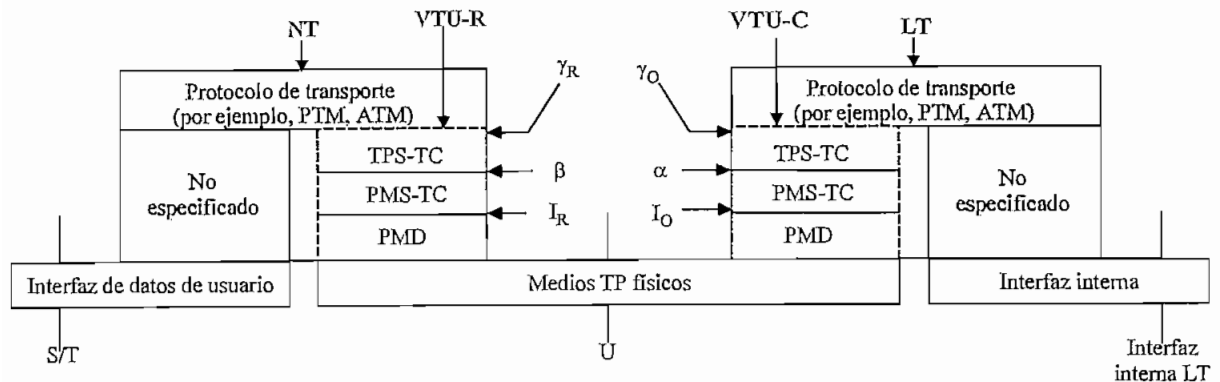


Gráfico 2.5 Modelo de Referencia de protocolo [6]

Donde :

- U Punto de Referencia entre ONU o VTU-C y la red de cobre
- I_R e I_O Interfaces entre PMS-TC y PMD
- α y β Interfaces hipotéticas entre TPS-TC y la PMS-TC
- γ_R y γ_O Interfaz de Aplicación

2.3 CAPA DEPENDIENTE DEL MEDIO FÍSICO (PMD)

2.3.1 MÉTODO DE DUPLEXIÓN

Los transceptores VDSL utilizarán duplexión por división de frecuencia (FDD *frequency division duplexing*) para separar la transmisión en sentido ascendente de la transmisión en sentido descendente; éstos utilizan un plan de cuatro bandas de frecuencia designadas por DS1, US1, DS2 y US2, que corresponden a la banda de Bajada (*Downstream*) y subida (*Upstream*) tal

como se muestra en la gráfico 2.6 donde f_1 , f_2 , f_3 , f_4 y f_5 son las frecuencias de separación o parada. Sea Opt la banda cuya utilización y direccionalidad son optativas.

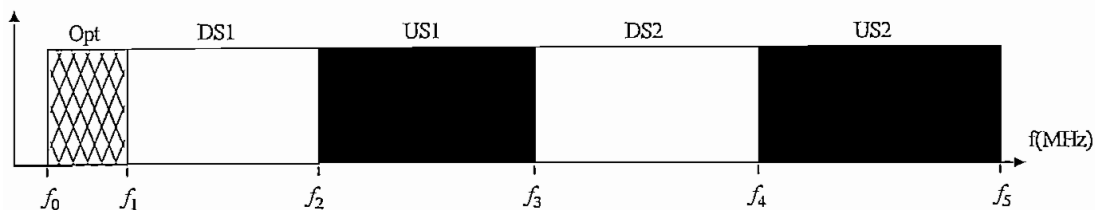


Gráfico 2.6 Plantilla de Asignación de Banda⁸

2.3.2 DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA

2.3.2.1 Bandas de Parada

Se consideran bandas de parada a todas las frecuencias en las que se aplique la plantilla espectral de potencia (PSD⁹). Éstas están diseñadas para delimitar el inicio y fin de cada una de las bandas de transmisión DS1, US1, DS2 y US2

2.3.2.2 Plantilla de densidad espectral de potencia

Se utilizará la plantilla de densidad espectral de potencia dentro de las bandas de parada, entre las frecuencias f_{tr1} y f_{tr2} , tal como se muestra en el gráfico 2. 7.

Además, cumplirá con los valores expuestos en la Tabla 2.4, tanto con las limitaciones relativas a la máxima PSD, con un ancho de banda de 10 kHz, como con las limitaciones a la máxima potencia en una ventana deslizante de 1 MHz, la cual se mide en una banda de parada de 1 MHz que inicia en la frecuencia $f_{tr1} + \Delta f_T$ y termina en la frecuencia $f_{tr2} - \Delta f_T$.

⁸ Figura 6-1/G.993.1. Asignación de Bandas

⁹ PSD, *Power Spectral Density*

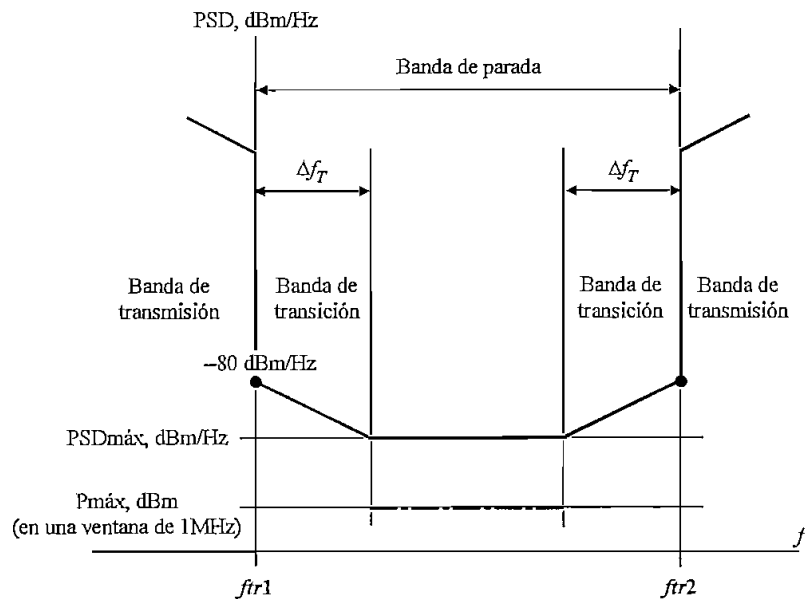


Gráfico 2.7 *Plantilla de banda de parada*

Donde:

Δf_T .- El ancho de las bandas de transición será independiente de la frecuencia y tendrá un valor de 175 kHz.

f_{tr1} .- Frecuencia de inicio de banda

f_{tr2} .- Frecuencia de fin de banda

Si el ancho de banda es menor que 1 MHz se deberá recalcular la P_{max} a partir de la siguiente expresión.

$$P_{máx} = P - 10 \log(\Delta f_M) \quad (2.1)$$

Donde:

P es el resultado medido en dBm, y

Δf_M es la anchura de banda utilizada para la medición, en MHz.

Para poder cumplir con las potencias designadas se deberá aplicar una función de reducción la cual aún no se encuentra estandarizada para VDSL[6].

Frecuencia MHz	PSD máxima $PSD_{m\acute{a}x}$, dBm/Hz	Máxima potencia en una ventana deslizante de 1 MHz $P_{m\acute{a}x}$, dBm
<0,12	-120	-
0,12-0,225	-110	-
0,225-4,0	-100	-
4,0-5,0	-100	-50
5,0-30,0	-100	-52
$\geq 30,0$	-120	-
Frecuencia de transición	-80	-

Tabla 2.5 Plantilla de PSD de las bandas de parada

La implementación de una función de reducción de la PSD en la región de frecuencias menor de 1.104 MHz es obligatoria, mas su utilización queda determinada por el operador; el MODEM VDSL podrá reducir simultáneamente la PSD por debajo de -80 dBm/Hz en una o más bandas de radioaficionados normalizadas de acuerdo a la tabla 2.5, esto con el fin de no crear interferencia en las frecuencias de radioaficionados utilizadas en cada región.

Inicio de banda (kHz)	Fin de banda (kHz)
1 810	2 000
3 500	3 800
7 000	7 100
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
28 000	29 100

Tabla 2.6 Bandas internacionales de radioaficionados

2.3.2.3 Bandas de transmisión

Se considerarán bandas de transmisión a aquellas que se encuentren entre las bandas de parada. Se enuncian tres planes A, B, C

2.3.2.3.1 Plan de banda A / Plan 998

En la tabla 2.7 se definen las frecuencias; la utilización del plan de banda A se representa en el gráfico 2.8.

Inicio – Fin	(MHz)	Sentido de transmisión
f_0-f_1	0,025-0,138	La utilización y la direccionalidad son facultativas
f_1-f_2	0,138-3,75	Sentido descendente
f_2-f_3	3,75-5,2	Sentido ascendente
f_3-f_4	5,2-8,5	Sentido descendente
f_4-f_5	8,5-12	Sentido ascendente

Tabla 2.7 Plan de banda A¹⁰

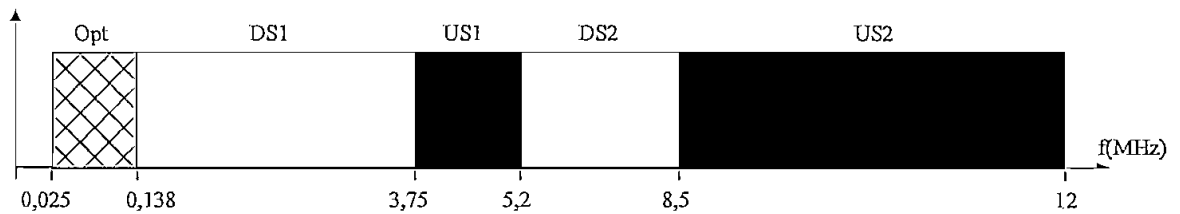


Gráfico 2.8 Plan de banda A¹¹

2.3.2.3.2 Plan de banda B / Plan 997

En la tabla 2.8 se definen las frecuencias. La utilización del plan de banda B se representa en el gráfico 2.9.

¹⁰ Cuadro A.1/G.993.1 – Plan de banda A

¹¹ Figura A.1/G.993.1 – Plan de banda A

Inicio – Fin	(MHz)	Sentido de transmisión
f_0-f_1	0,025-0,138	La utilización y la direccionalidad son facultativas
f_1-f_2	0,138-3,0	Sentido descendente
f_2-f_3	3,0-5,1	Sentido ascendente
f_3-f_4	5,1-7,05	Sentido descendente
f_4-f_5	7,05-12	Sentido ascendente

Tabla 2.8 Plan de banda B¹²

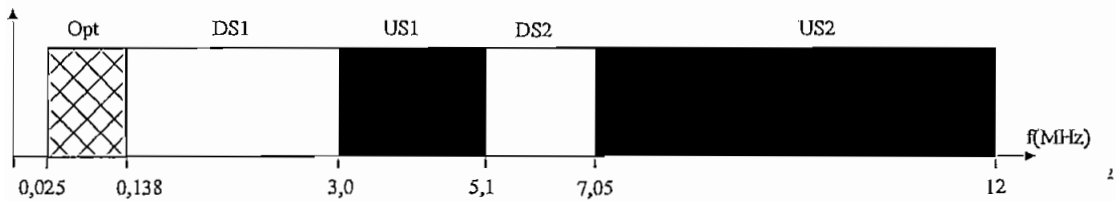


Gráfico 2.9 Plan de banda B¹³

2.3.2.3.3 Plan de banda C / Plan solo para el uso en Suecia

La tabla 2.9 define las frecuencias y la utilización del plan de banda C se representa en el gráfico 2.10. F_x es una frecuencia variable.

Inicio – Fin	(MHz)	Sentido de transmisión
f_0-f_1	0,025-0,138	La utilización y la direccionalidad son facultativas
f_1-f_2	0,138-2,5	Sentido descendente
f_2-f_3	2,5-3,75	Sentido ascendente
f_3-f_4	3,75- F_x	Sentido descendente
f_4-f_5	F_x -12	Sentido ascendente

Tabla 2.9 Plan de banda C¹⁴

¹² Cuadro B.1/G.993.1 – Plan de banda B

¹³ Figura B.1/G.993.1 – Plan de banda B

¹⁴ Cuadro C.1/G.993.1 – Plan de banda C

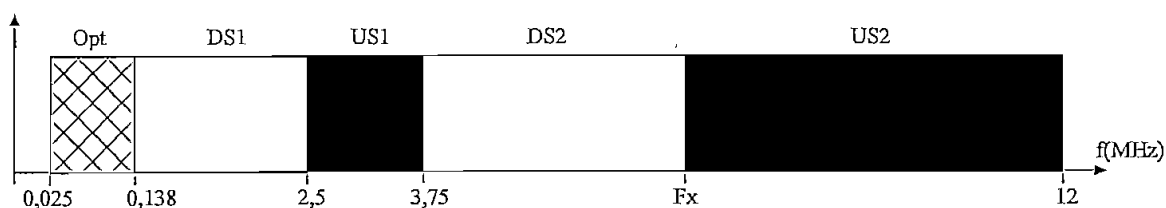


Gráfico 2.10 Plan de banda C¹⁵

Cada uno de los planes fue diseñado para diferentes áreas, el Plan A es obligatorio utilizarlo en América del Norte, el Plan C fue diseñado exclusivamente para Suecia, para el resto de regiones queda abierto el uso de cualquiera de los planes.

La mayoría de equipos en el mercado permite la elección de cualquiera de estos planes, dependiendo de la región y tipo de servicio que se desee entregar; el Plan A ha sido adaptado para brindar servicios asimétricos y el Plan B adaptado para servicios simétricos.

Se puede ver claramente que con la aplicación de cualquiera de los planes expuestos, los servicios de POTS e ISDN no se ven interferidos ya que el rango de frecuencias de 0 a 25 kHz no es utilizado.

2.3.3 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS

2.3.3.1 Divisores de Servicio o *Splitters*

Como se había explicado con anticipación se transmitirá por el mismo par de cobre desde el abonado hacia la central, los servicios de banda estrecha sean éstos POTS o ISDN y los servicios de banda ancha VDSL. Para esto se necesitará un divisor de servicios que no es más que un filtro que se colocará en ambos extremos de la línea que transporta las señales.

¹⁵ Figura C.1/G.993.1 – Plan de banda C

En el gráfico 2.11 se muestra un filtro divisor

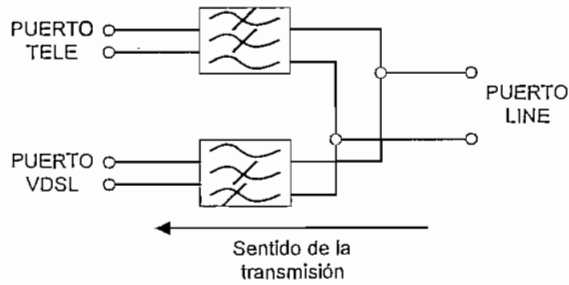


Gráfico 2.11 Splitter instalado en el CO

Donde:

Puerto Line: puerto donde se conecta el par de cobre hacia el abonado

Puerto Tele: Puerto que se conecta a la NT¹⁶ de la POTS o RDSI-BA

Puerto VDSL: Puerto que se conecta al DSLAM¹⁷ VDSL

Entonces el filtro LINE → TELE se comportará como un filtro pasa bajos mientras que el filtro LINE → VDSL será un filtro pasa-altos; simétricamente se colocará un filtro en el par de cobre del extremo del cliente (ver gráfico 2.12)

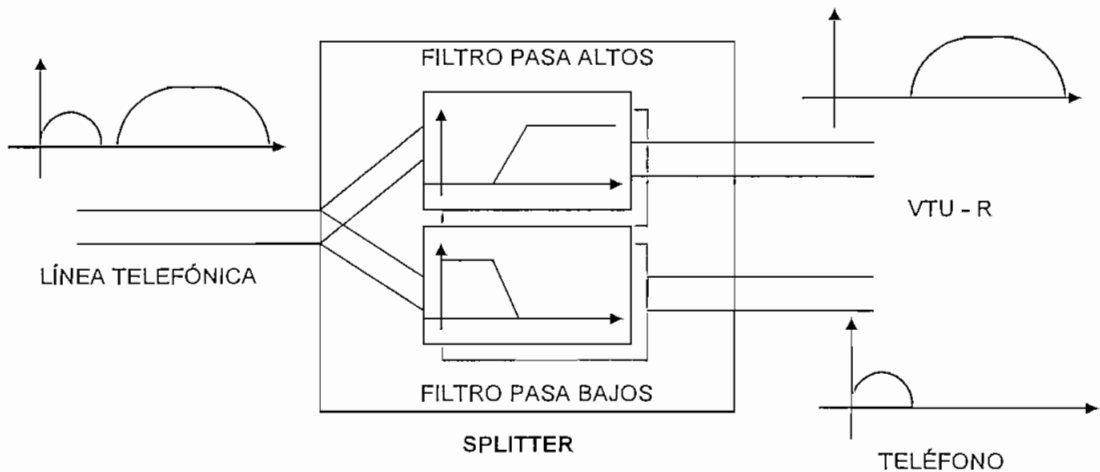


Gráfico 2.12 Splitter instalado en el cliente

¹⁶ NT Terminación de red / Network Termination

¹⁷ DSLAM Multiplexor de acceso DSL / Digital Subscriber Line Access Multiplexer

Los requisitos que tendrá este *splitter* están destinados a garantizar la transmisión y adecuada operación de las POTS y RDSI-BA en las líneas que transportan VDSL. Los requisitos del filtro pasa altos dependen del transceptor¹⁸ VDSL. Tómese en cuenta que la recomendación UIT –T G.993.1 especifica un cierto conjunto de parámetros para el filtro mas éstos no son únicos; cada administración podrá imponer requisitos adicionales, el divisor deberá cumplir con valores de impedancia del transceptor VDSL. Los valores de impedancia de referencia asociados con los puertos TELE y VDSL son los siguientes:

- Puerto TELE: Z_M
- Puerto VDSL: R_V

Los valores particulares de Z_M y R_V son específicos de cada región y no se especifican en la recomendación G.993.1 [6].

La recomendación indica entre las características del divisor lo siguiente:

- Pérdida de inserción de puerto TELE a puerto LINE en Z_M , y la variación (rizado) de la pérdida de inserción
- Pérdida de retorno de puerto TELE a puerto LINE contra Z_M , y variación (rizado) de la pérdida de retorno cuando el otro puerto está terminado en Z_M
- Pérdida de inserción de puerto LINE a puerto VDSL en R_V , y la variación (rizado) de la pérdida de inserción
- Pérdida de retorno de puerto TELE a puerto LINE contra R_V , y variación (rizado) de la pérdida de retorno cuando el otro puerto está terminado en R_V
- Aislamiento de puerto TELE a puerto VDSL
- El aislamiento de modo común entre los puertos TELE y LINE
- Resistencia en corriente continua de puerto TELE a puerto LINE

¹⁸ Transceptor Unión de un transmisor y un receptor

2.3.4 FUNCIONES DE LA SUBCAPA PMD MULTIPORTADORA

En el siguiente contexto se explicará el método de múltiple portadora para modulación.

Entonces desde la capa superior PMS – TC se recibirán tramas en sentido de la transmisión hasta la capa PMD, cada una de estas tramas tendrá un número exacto de bytes que se modularán sobre un símbolo DMT¹⁹, a cada subportadora se le asignará un número de bits durante la inicialización.

Los bits transmitidos que deben ser modulados según la constelación de puntos QAM²⁰, después de la codificación las portadoras se sumarán utilizando la IFFT (Transformada Inversa Rápida de Fourier)

El resultado será entonces una señal digital que deberá ser cíclicamente extendida y ventaneada antes de ser enviada hacia el medio de transmisión. En el gráfico 2.13 se muestra un diagrama de bloques funcionales de la capa PMD.

2.3.4.1 Modulación y Subportadoras

En una primera presentación se escogió para VDSL dos tipos de modulación, éstas son CAP²¹ y DMT, de éstas se prefirió DMT que consiste en el uso de múltiples portadoras lo que permite un mejor funcionamiento en presencia de una fuente de interferencia como transmisores de radio AM.

La modulación utilizará un número máximo de subportadoras igual a:

$$N_{sc}=256 \times 2^n \quad (2.2)$$

¹⁹ DMT Modulación con múltiples portadoras / *Discrete Multi-tone*

²⁰ QAM Modulación de amplitud en cuadratura / *Quadrature Amplitude Modulation*

²¹ CAP Modulación en Amplitud y fase con supresión de portadora / *Carrierless amplitude and phase*

Donde n puede tomar los valores 2, 3, 4. Adicionalmente cuando se transmita a frecuencias menores de 138 kHz para el canal de subida podrá tomar valores de 1 o 0.

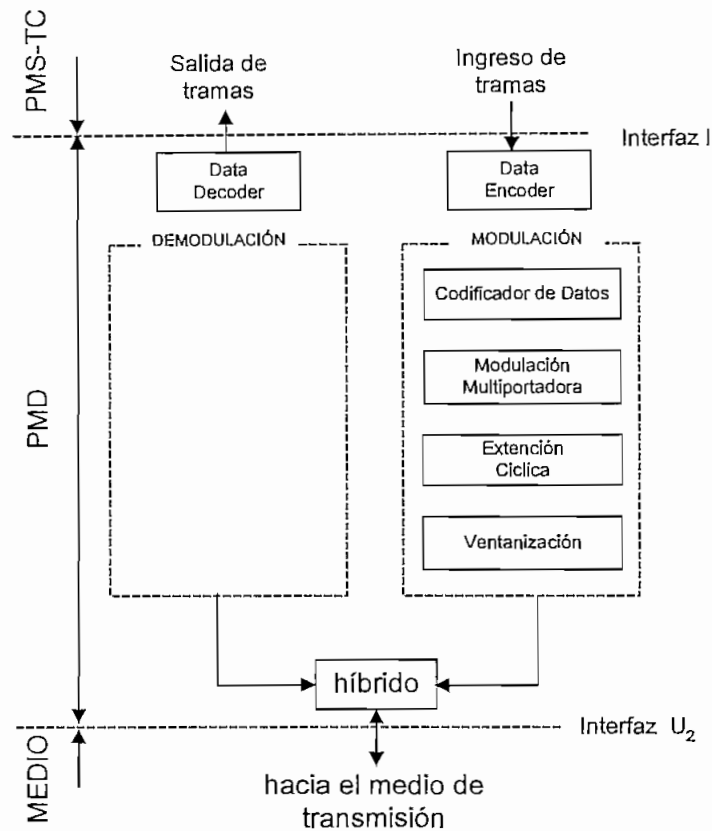


Gráfico 2.13 Modelo Funcional para la capa PMD [8]

Estas subportadoras están separadas entre sí 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada subportadora modulada es de 4 KHz.

La elección del valor exacto de subportadoras en cada dirección se hace en función del plan de frecuencias utilizado y la estimación de la relación Señal/Ruido en la banda asignada a cada una de ellas. Cuanto mayor es esta relación, mayor será el caudal que puede transmitir por una subportadora.

2.3.4.2 Extensión Cíclica, Ventanización y Sobre posición

Se realizará una ampliación cíclica que contará de un CP (Prefijo Cíclico) y un CS (Sufijo Cíclico), esta extensión cíclica se utiliza para ventanizar el símbolo DMT en el transmisor de forma que se suavice la transición entre símbolos sucesivos, lo que da como resultado lóbulos laterales menores en el espectro de transmisión y, por consiguiente, un mejor confinamiento espectral.

Otra parte de la ampliación cíclica puede utilizarse para ventanizar (en combinación con "la sobre posición") en el receptor. Esta operación es transparente para los tonos que son perfectamente periódicos en la ventana FFT, pero reduce el efecto de las transiciones que de otra manera producirían ISI (Interferencia entre Símbolos) e ICI (Interferencia entre Portadoras), y ayuda a reducir el efecto de la diafonía y de la RFI (Interferencia de Radiofrecuencia).

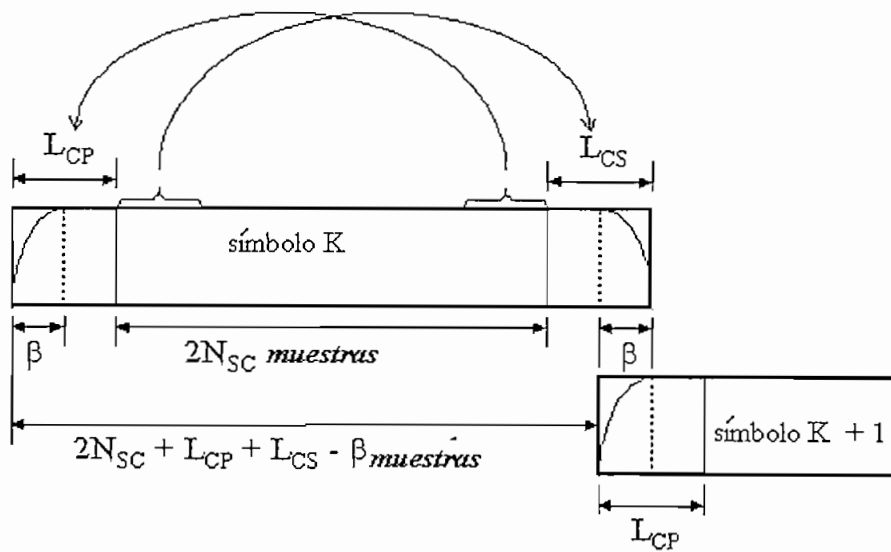


Gráfico 2.14 Extensiones cíclicas, Ventanización y Solapado de Símbolos DMT [8]

La longitud de la extensión cíclica será:

$$L_{CE} = L_{CP} + L_{CS} - \beta \quad (2.3)$$

Los valores de L_{CP} , L_{CS} , β pueden cambiar mientras satisfagan la expresión:

$$L_{CP} + L_{CS} - \beta = m \times 2^{n+1} \quad (2.4)$$

Donde m es un valor entero y es obligatorio que m sea mínimo 20, entonces

$$L_{CE} = 20 \times 2^{n+1} \quad (2.5)$$

Para este caso especial, además se cumplirá que:

$$\beta < L_{CP} \text{ y } \beta < L_{CS} \quad (2.6)$$

La tabla 2.10 presenta valores de muestras en extensiones cíclicas en función del número de subportadoras; con estos valores cada trama VDSL compuesta por el símbolo DMT y la extensión cíclica tendrá una duración de 250 μsec , indiferentemente de la tasa de muestreo.

Número de subportadoras N_{sc}	Longitud de extensión cíclica (en muestras)
256	40
512	80
1024	160
2048	320
4096	640

Tabla 2.10 Extensiones cíclicas en función del número de subportadoras

Los símbolos deberán ser transmitidos con una tasa de transferencia igual a:

$$f_s = \frac{2 \times N_{SC} \times \Delta f}{2 \times N_{SC} + L_{CP} + L_{CS} - \beta} \quad (2.7)$$

2.3.4.3 Sincronización

Durante la iniciación, la VTU-R seleccionará un canal que usará para sincronizarse, la VTU-R necesitará de tonos piloto cuando no se esté transmitiendo.

2.3.5 FUNCIONES DE LA SUB CAPA PMD PORTADORA SIMPLE

Existe otro método para la transmisión de datos a través de la capa PMD y éste es con el uso de una simple portadora; se explicará esto a partir del modelo funcional que se describe en el gráfico 2.15.

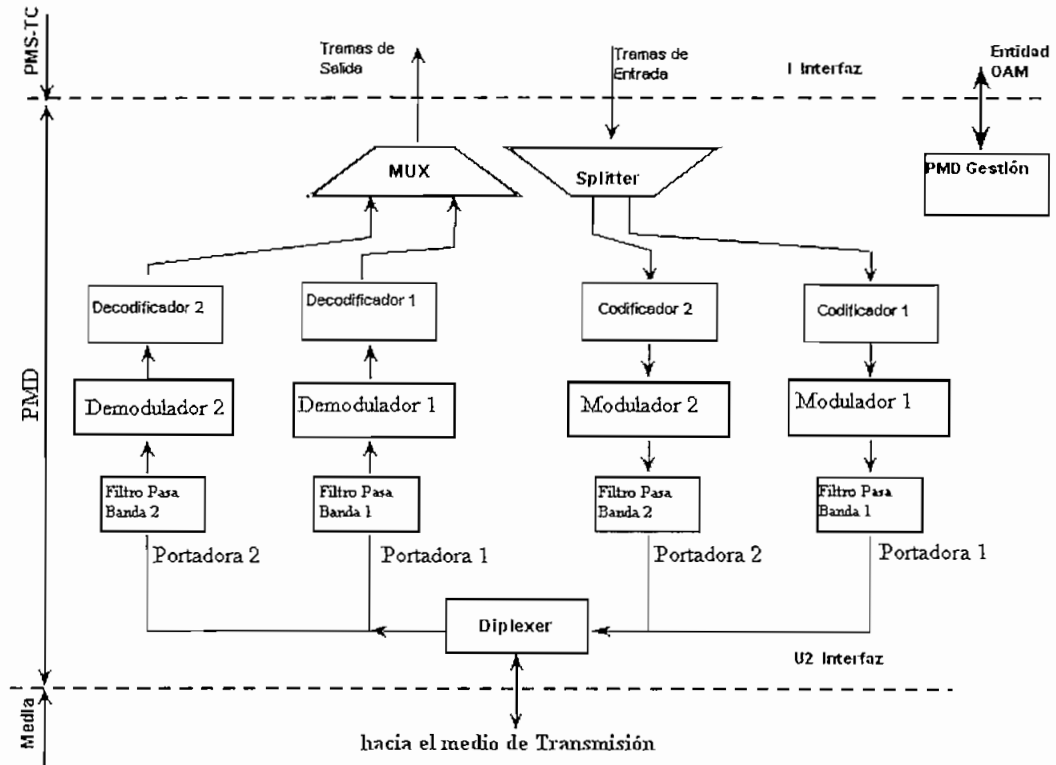


Gráfico 2.15 Modelo Funcional de Capa PMD

El modelo describe el funcionamiento de la capa PMD entre la interfaz I y la interfaz U.

En el gráfico 2.15 se muestra la trama de entrada en el sentido de la transmisión, el flujo desde la capa PMS – TC es dividido en dos flujos mediante el uso de un *splitter* con una tasa de datos N_1/N_2 , donde N_1 y N_2 , son enteros.

Estos flujos son codificados, modulados y enviados sobre la línea de transmisión.

Cada flujo es transmitido en una banda de frecuencia diferente hacia el interfaz, definido por el correspondiente filtro pasa banda el cual deberá cumplir con el plan de banda elegido de la sección 2.3.2.3 de este capítulo.

La señal transmitida en cada banda se llama portadora, los filtros pasa banda restringen la transmisión fuera de las bandas previniendo de esta manera el *crosstalk* entre las portadoras US²² y DS²³

Sobre las dos portadoras se pueden transmitir en ambas direcciones *Upstream* o *Downstream*. Si la primera portadora es capaz de transmitir toda la información de entrada la segunda no será usada, en este caso $N_1 = 1$ y $N_2 = 0$.

El diplexer provee un desacoplamiento adicional entre las señales de US (transmisión) y DS (recepción).

En el sentido de la recepción ambas portadoras serán demoduladas, decodificadas y multiplexadas para salir como tramas de información hacia el interfaz I, tal que tenga la misma estructura que la trama de entrada.

2.3.5.1 Sincronización

Los transmisores de ambas portadoras en la VTU-C usarán un reloj de transmisión tomado a partir del reloj de más alta jerarquía en la red (por ejemplo reloj SONET, reloj SDH) permitiendo de esta manera la sincronización de la red de extremo a extremo. Si el reloj de la red no está disponible, la VTU-C generará una señal de reloj con una tolerancia máxima de ± 50 ppm.

Los transmisores de ambas portadoras en la VTU-R usarán un reloj de transmisión tomado a partir del reloj del primero o segundo flujo de datos en

²² US *Upstream*

²³ DS *Downstream*

recepción. Si el reloj de recepción se pierde, la VTU-R generará una señal de reloj con una tolerancia máxima de ± 50 ppm.

2.3.5.2 División de Tramas (*splitting*)[17]

El mismo procedimiento de división de tramas será utilizado tanto para las portadoras US como para DS, el *splitter* originará una trama especial denominada "PMD-frame" para ambas portadoras transmitidas.

La trama PMD constará de 405 bytes, de los cuales 2 serán para sincronismo y 403 bytes para el campo de datos; la trama PMD de sincronismo contiene: Sync1 (un byte) y Sync2 (un byte).

La estructura de la trama PMD y la forma en la que se dividirán los bytes de entrada se muestran en el gráfico 2.16, el *splitter* divide el flujo de entrada en dos tramas con una tasa de datos N_1/N_2 , donde N_1 y N_2 , son enteros.

Tal como se muestra en el gráfico 2.16 los bytes de sincronismo se envían a las dos tramas para formar de esta manera sus palabras de sincronismo, todos los bytes N_1 de la trama de entrada son enviados a la portadora 1 y los bytes N_2 son enviados a la portadora 2.

Una palabra de sincronismo invertida se colocará cada 403 octetos, el proceso de división es cíclico, durante cada ciclo un byte es enviado a la portadora 1 y un byte es enviado a la portadora 2; para facilidad en la división se alinea la palabra de sincronismo de la trama de entrada con las portadoras.

La diferencia del tiempo (*delay*) entre el principio de los ciclos que dividen las tramas PMD transmitidas por la portadora 1 y la portadora 2 respectivamente, medido en la salida del transmisor-receptor, debe ser menos de $1 \mu\text{s}$. [17]

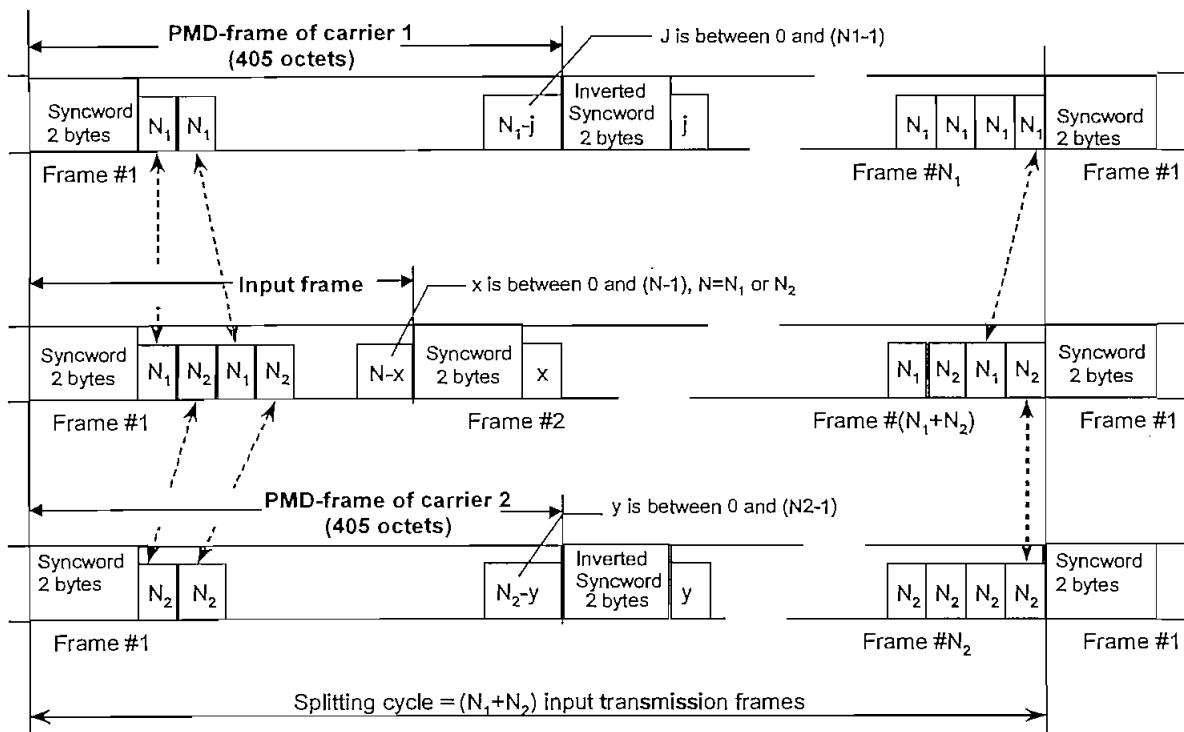


Gráfico 2.16 Estructura y división de la trama PMD[17]

2.3.5.3 Codificación y Modulación

La modulación que se usará en la transmisión entre la VTU-C y la VTU-R en ambos sentidos sobre las dos portadoras será Modulación de Única Portadora (SCM²⁴) también con filtros *Pass-band Spectral Shaping* (PSS²⁵) o *Base-band Spectral Shaping* (BSS²⁶).

En el gráfico 2.17 se muestra el diagrama de bloques de un transmisor SCM usando PSS y en el gráfico 2.18 se muestra el transmisor SCM usando BSS.

²⁴ SCM Modulación de Única Portadora / *Single Carrier Modulation*

²⁵ PSS *Pass-band Spectral Shaping*

²⁶ BSS *Base-band Spectral Shaping*

Los transmisores en el VTU-C y VTU-R pueden inicializar usando PSS o BSS. Los receptores en el VTU-C y VTU-R son responsables de detectar el tipo *Spectral Shaping* y decodificación en las señales entrantes.

Es válida cualquier otra implementación que entregue a la salida el mismo componente.

El flujo de datos de entrada será codificado en dos flujos I_n y Q_n , donde n es el n -ésimo símbolo, los flujos de símbolos serán modulados usando la correspondiente forma espectral y serán enviados al medio de transmisión pasando por un filtro pasa banda.

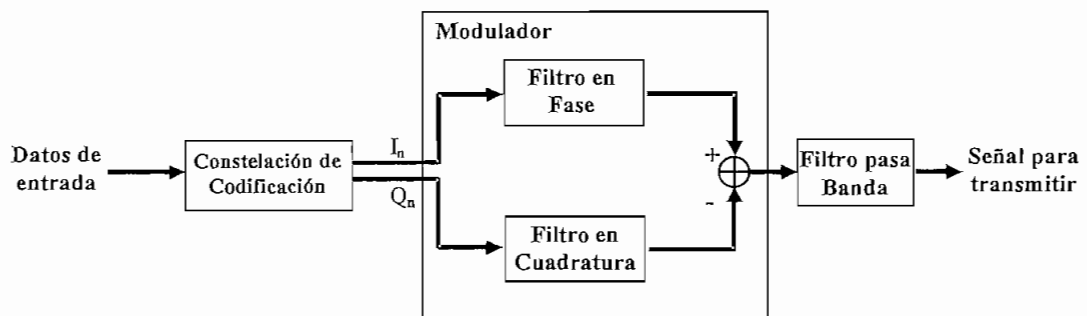


Gráfico 2.17 Diagrama de Bloques de un transmisor SCM usando PSS

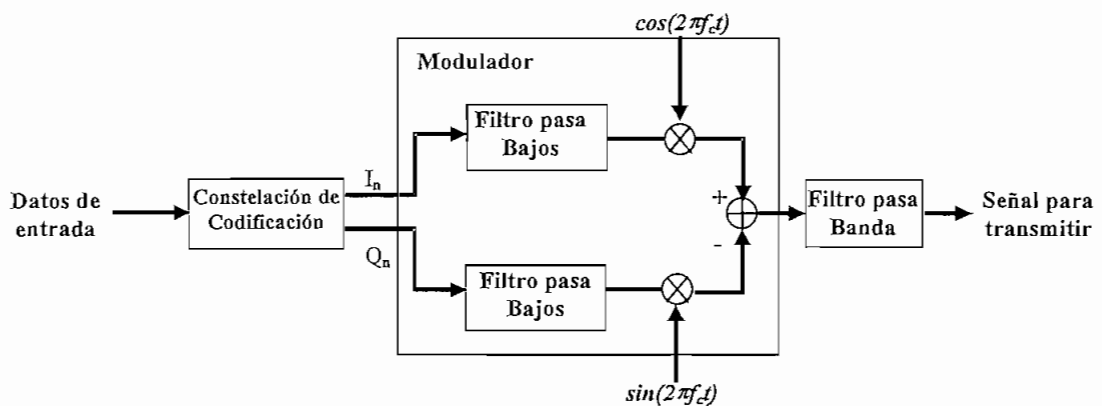


Gráfico 2.18 Diagrama de Bloques de un transmisor SCM usando BSS

2.3.5.4 Constelación de codificación

A la entrada del codificador los datos se convierten en un flujo serial de bits con el primer bit MSB.

Para una constelación de tamaño de 2^M , se requiere de un grupo de M bits, el flujo de M bits se codifica dentro de un símbolo y el siguiente flujo de M bits se codifica en el siguiente símbolo como se muestra en el gráfico 2.19.

2.4 CAPA CONVERGENCIA DE TRANSMISIÓN (TC)

Compuesta por dos subcapas; es la encargada de proveer la adaptación de diferentes protocolos de transporte hacia la capa PMD, transformando cualquier protocolo de transporte en un flujo de octetos genéricos, formando tramas generadas por la capa PMS – TC

2.4.1 FUNCIONALIDAD DE LA CAPA TC

2.4.1.1 Modelo Funcional Genérico

La capa TC está subdividida en dos subcapas TPS – TC y PMS-TC, el modelo es idéntico tanto para la VTU-R como para la VTU-C excepto por la referencia de reloj de la red (NTR²⁷).

La capa TPS – TC está compuesta por un número definido de bloques propuesto por los diferentes protocolos de transporte; entre los principales se tiene ATM²⁸, STM²⁹ y PTM³⁰.

Las señales TPS – TC están multiplexadas dentro de canales sensitivos y no sensitivos al retardo correspondiente a los requerimientos de latencia para

²⁷ NTR *Network Timing Reference* / Reloj de Referencia de la Red

²⁸ ATM *Asynchronous Transfer Mode* / Modo de transferencia asíncrono

²⁹ STM *Synchronous Transfer Mode* / Modo de transferencia síncrono

³⁰ PTM *Packet Transfer Mode* / Modo de transferencia por paquetes

cada uno de los multiplexer: MUX_F y MUX_S, como se muestran en el gráfico 2.20.

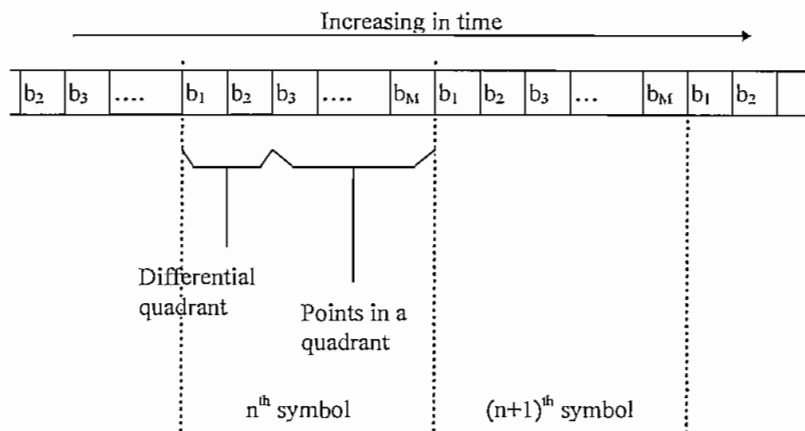


Gráfico 2.19 División de bits por símbolo [8]

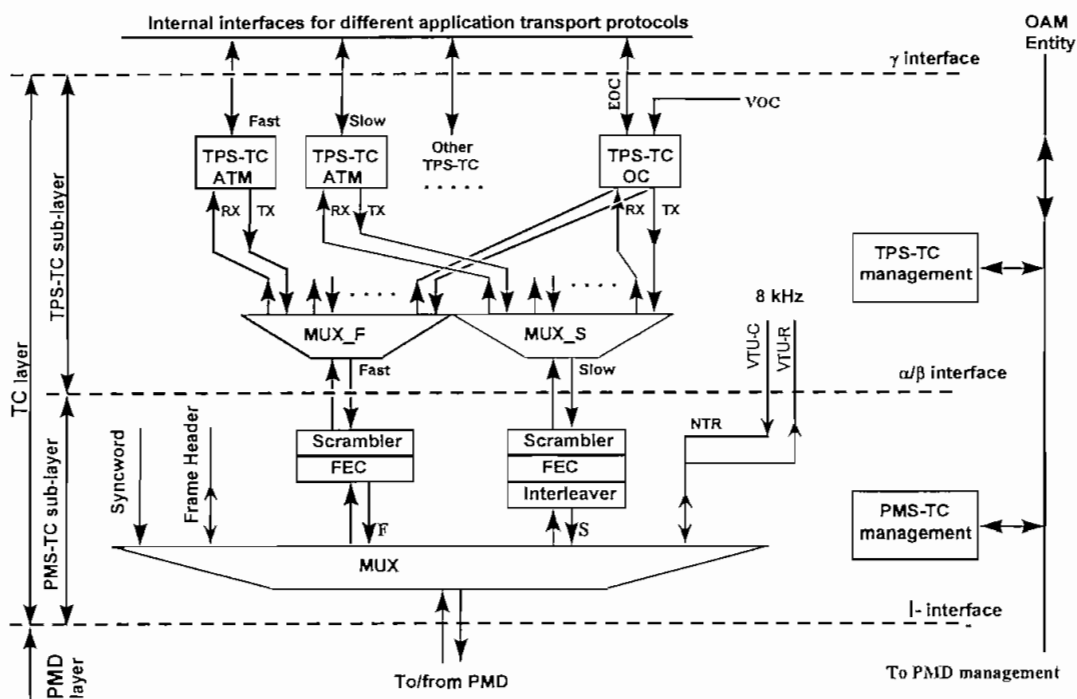


Gráfico 2.20 Modelo funcional TC [8]

Ambas señales multiplexadas tienen un formato indiferente de la aplicación en la interfaz α/β . También ambas señales son aleatorizadas y protegidas por FEC³¹ e insertadas dentro de tramas de transmisión.

La implementación del canal lento es obligatorio y la implementación del canal rápido es opcional; el sistema provee latencia dual si ambos canales están establecidos, si solo el canal lento está implementado provee latencia simple, además el canal lento provee protección con interpolación.

La trama de transmisión contiene los campos separados para el canal lento y el canal rápido, la tasa de bits como la carga útil en cada una de las portadoras se asigna en la inicialización del sistema.

Lo expuesto para la capa PMS – TC se cumple con cualquiera de los modos de transmisión. El más conveniente de todos éstos es ATM, ya que en la aplicación se desea diseñar una red con las siguientes características:

- Flexibilidad
- QoS para cada clase de tráfico
- Reutilización de Recursos
- *Backbone* con gran ancho de banda
- Modo capaz de transportar voz, datos, vídeo

2.4.2 SUBCAPA PMS – TC [17]

2.4.2.1 Modelo funcional PMS – TC para Sistemas SCM

El modelo funcional de la capa PMS – TC define las funciones para la VTU-C y la VTU-R; esta subcapa incluye los bloques de Aleatorización y Desaleatorización (*Scrambler*), Corrección de errores en recepción FEC, entrelazado (*Interleaver*), encapsulación en tramas (MUX).

³¹ FEC Corrección de errores en recepción o extremo lejano / *Forward Error Correction*

Los canales rápido y lento tienen formatos independientes a la aplicación en las interfaces α/β . La trama de transmisión es multiplexada desde el canal rápido o lento y añadida un encabezado (*Header MUX*).

El encabezado es acompañado con marcas de NTR, indicador de bits IB, además existen banderas especiales para la activación del enlace VDSL y una palabra de sincronismo *SyncWord* para la alineación de la trama, la trama es enviada hacia la capa PMD por la interfaz I.

En el gráfico 2.21 se presenta lo anteriormente dicho.

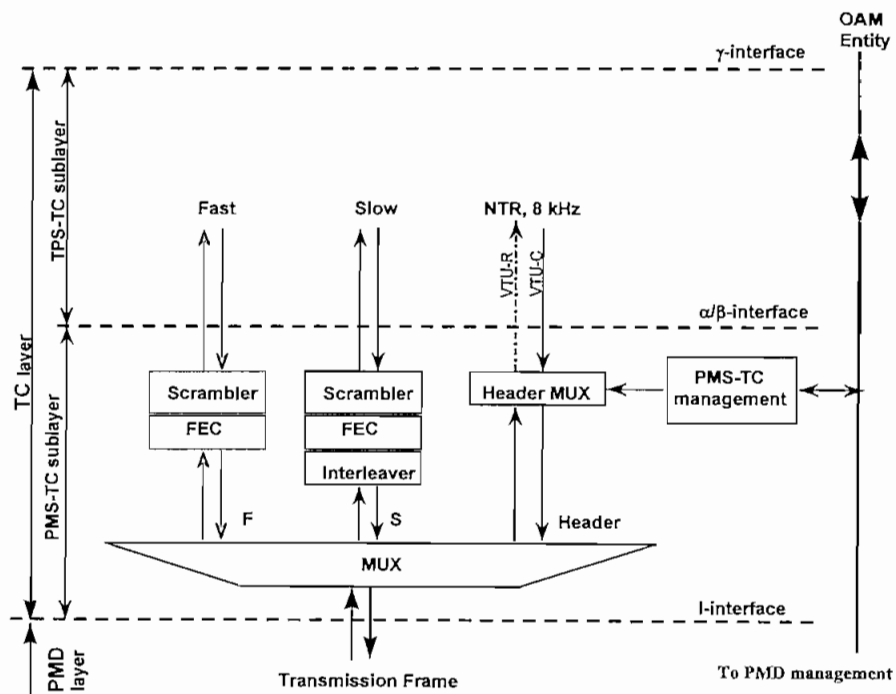


Gráfico 2.21 Modelo Funcional de la capa PMS-TC [17]

Los datos de entrada desde la interfaz α/β de los canales lento y rápido son aleatorizados, protegidos por FEC y multiplexados dentro de la trama de transmisión. El canal lento es obligatorio e incluye entrelazado, y el canal rápido es opcional.

Si ambos canales son implementados, la subcapa PMS – TC provee latencia dual; si solo el canal lento es implementado provee latencia simple. La latencia es diferente debido al entrelazado en cada sentido de la transmisión.

2.4.2.1.1 Formato de la Trama

El formato de transmisión de la trama que se describe en el gráfico 2.22, deberá aplicarse para las direcciones de subida y bajada, la trama contendrá 405 octetos donde:

- 5 octetos serán de cabecera
- 400 octetos serán de *payload*

Los 400 octetos de *payload* contendrán dos campos para el canal rápido con F octetos cada uno y dos campos para el canal lento con S octetos cada uno que se encontrarán alternados.

Cada campo del canal rápido transportará una palabra del código Reed-Solomon³² (RS) sin entrelazado, y cada campo del canal lento transportará una palabra del código Reed-Solomon que pasará a través del entrelazador convolucional.

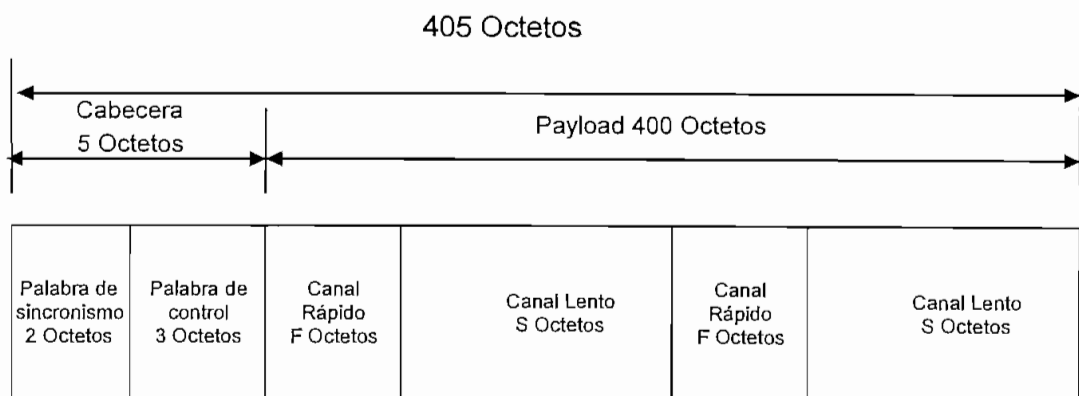


Gráfico 2.22 *Formato de la trama de transmisión para modulación simple*

³² Ver glosario Item 18

Los valores de F y S dependen de la clase de transporte aplicado; la clase de transporte apropiado se designará al momento de la configuración del sistema, el canal rápido es opcional, si no se utiliza el canal rápido F no existe, esto es $F=0$.

En todos los octetos se transmitirá primero el bit MSB.

a) Palabra Código para el Canal Rápido

La palabra código consta de dos campos:

- Campo de *Payload* (PF Octetos)
- Campo de FEC (RF Octetos)

El gráfico 2.23 muestra estos campos, la palabra de código tendrá una longitud de 0 a 180 bytes, el número de bytes de RF puede ser 0, 2, 4 o 16. RF y PF pueden tener valor de 0, el cual es válido para la Clase Transporte 2 (latencia dual).

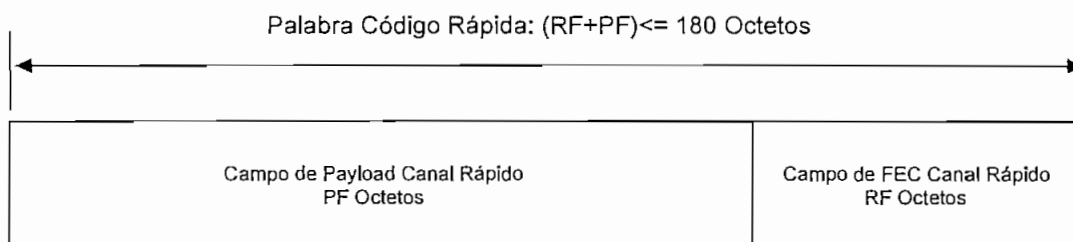


Gráfico 2.23 Palabra de Código para el Canal Rápido

b) Palabra Código para el Canal Lento

La palabra código para el canal lento se muestra en el gráfico 2.24, consta de tres campos:

- Campo de Canal de Operaciones (3 Octetos)
- Campo de *Payload* (PS Octetos)
- Campo de FEC (RS Octetos)

La longitud de la palabra de código será de 20 a 200 bytes.

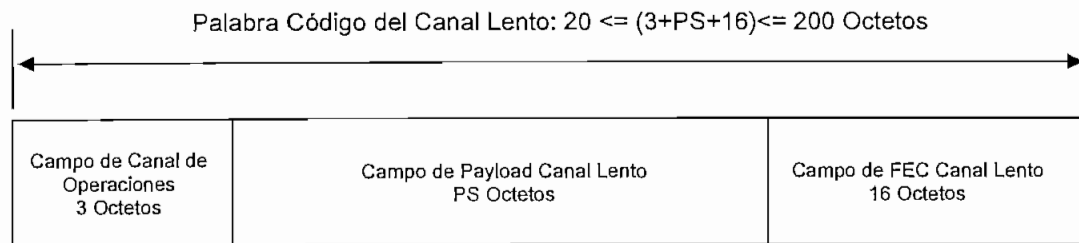


Gráfico 2.24 Palabra Código para el Canal Lento

c) Cabecera de Trama

La cabecera de la trama consta de 5 octetos: 2 de sincronismo y 3 de control; en la tabla 2.11 se muestra la descripción de la cabecera

Octeto	Nombre	Descripción	Valor
0	Sync_1	Palabra de Sincronismo, primer octeto	0xF6
1	Sync_2	Palabra de Sincronismo, segundo octeto	0x28
2	Control 1	Control y administración de la información, primer octeto	Variable
3	Control 2	Control y administración de la información, segundo octeto	
4	Control 3	Control y administración de la información, tercer octeto	

Tabla 2.11 Descripción de los Octetos en la Cabecera de la trama

i. Palabras de sincronismo

Las palabras de sincronismo se usarán en ambas direcciones, ésta consiste de dos octetos descritos en la tabla 2.11

ii. Primer Octeto de control

Este octeto está compuesto tal como se describe en la tabla 2.12. Los bits *NTR-bit*, *o/r_trig* y *o/r_flag* se usarán para la activación del enlace, los cinco bits (IB-1 a IB-5) restantes son designados para el monitoreo de extremo lejano.

Bit	Nombre	Descripción	Valor
0	<i>Trig_1</i>	“o_trig” señal en <i>downstream</i> dirección “r_trig” señal en <i>upstream</i> dirección	“0” para el estado normal “1” para el estado activo
1	<i>Flag_1</i>	“o_trig” señal en <i>downstream</i> dirección “r_trig” señal en <i>upstream</i> dirección	“0” para el estado normal “1” para el estado activo
2	IB-1 (<i>fp_1</i>)	Defecto/Falla de extremo lejano TPS_TC #1	“0” para el estado normal “1” para la correspondiente condición de falla
3	IB-2 (<i>fp_2</i>)	Defecto/Falla de extremo lejano TPS_TC #2	
4	IB-3 (<i>fp_3</i>)	Defecto/Falla de extremo lejano TPS_TC #3	
5	IB-4 (<i>fp_4</i>)	Defecto/Falla de extremo lejano TPS_TC #4	
6	IB-5 (<i>TBD</i>)	Para Defectos/Fallas adicionales	“0” para el estado normal “1” para el estado TDB
7	<i>NTR</i>	Marca NTR	“1” si la marca NTR se está transmitiendo “0” de otra manera

Notas:

- Se definen los *fp* como indicadores de camino de extremo lejano, son usados por las primitivas

Tabla 2.12 Descripción del primer octeto de control

iii. Segundo Octeto de Control

El segundo octeto de control contiene el primero y segundo bits CRC y los siguiente seis IB bits, éstos mantienen la misma lógica del primer octeto tal como se muestra en la tabla 2.13.

Bit	Nombre	Descripción	Valor
0	<i>CRC_1</i>	Chequeo CRC de cabecera de trama	Primer bit
1	IB-6 (<i>flos</i>)	Falla de pérdida de señal de extremo lejano	“0” para el estado normal “1” para la condición de falla
2	IB-7 (<i>los_crc1</i>)	Falla de pérdida de energía de la portadora 1 de extremo lejano	“0” para el estado normal “1” para la correspondiente condición de falla
3	IB-8 (<i>los_crc2</i>)	Falla de pérdida de energía de la portadora 2 de extremo lejano	
4	IB-9 (<i>fsef</i>)	Falla de extremo lejano trama severamente errada	
5	IB-10 (<i>Reservado</i>)	IB para futuras aplicaciones	
6	IB-11 (<i>Reservado</i>)	IB para futuras aplicaciones	“0” para el estado normal “1” para el estado TDB
7	<i>CRC_2</i>	Chequeo CRC de cabecera de trama	Segundo bit

Tabla 2.13 Descripción del segundo octeto de control

iv. *Tercer Octeto de Control*

El tercer octeto de control contiene el tercero y cuarto bits CRC, dos bits IB y cuatro bit reservados, éstos mantienen la misma lógica del primer octeto tal como se muestra en la tabla 2.14.

Bit	Nombre	Descripción	Valor
0	<i>CRC_3</i>	Chequeo CRC de cabecera de trama	Primer bit
1	IB-6 (<i>flos</i>)	Pérdida de potencia de extremo lejano	“0” para el estado normal “1” para la condición de falla
2	IB-7 (<i>los_crc1</i>)	Defecto de potencia de extremo lejano	“0” para el estado normal “1” para la correspondiente condición de falla
3-6	(<i>Reservado</i>)	IB para futuras aplicaciones	“0” para el estado normal “1” para el estado TDB
7	<i>CRC_4</i>	Chequeo CRC de cabecera de trama	Segundo bit

Tabla 2.14 Descripción del tercer octeto de control

v. *Bits CRC*

Los bits CRC son calculados como el residuo de:

$$\frac{(m_0 D^{23} + m_1 D^{22} + m_2 D^{21} + \dots + m_{23}) * D^4}{D^4 + D + 1} \quad (2.8)$$

El coeficiente polinomial m_0 deberá ser el MSB del primer octeto de control, m_{23} será el LSB del tercer octeto de control y $m_8, m_{15}, m_{16}, m_{23} = 0$. El bit CRC_1 será el MSB del residuo; el bit CRC_4 será el LSB del residuo

d) *Clases de Tramas de Transporte*

Las clases de tramas de transporte definen el número de octetos de S, F y RF en la trama de transmisión, estos valores se describen en la tabla 2.15.

Clase	Octetos S	Octetos F	Octetos RF	Símbolos	Modo	Notas
1	200	0	0	[0/0]	Latencia Simple	Obligatorio
2	200-F	F	RF	[F/RF]	Latencia Dual	Opcional

Tabla 2.15 Clases de tramas de transporte

Para la trama clase 1 se tiene dos campos de 200 octetos cada uno, se la denota como [0/0]. En la trama de clase 2 se definen valores de F y RF, donde RF puede ser 2, 4, 8 y 16, F es menor de 180 octetos, ésta se denota como [F/RF]

Ejemplo:

Una trama clase 2 denotada como [12/8] indicará que contiene:

- Dos palabras código para el canal rápido formado por 4 octetos para el campo de *Payload* y 8 octetos para el campo de FEC.
- Una palabra código para el canal lento de $200-12 = 188$ octetos, formado por 3 octetos OC, 169 octetos para el campo de *Payload*, y 16 octetos para el campo FEC.

2.4.2.1.2 Aleatorización y desaleatorización de Datos

La aleatorización deberá ser aplicada en ambos sentidos de la transmisión, se realizará por el mismo algoritmo de Aleatorización antes de la codificación. La desaleatorización deberá ser aplicada después de la decodificación RS.

Este proceso se aplicará a la cabecera de trama excepto a los octetos de sincronismo Sync1, Syn2 y en la trama de *payload*, excepto en los octetos de redundancia RS.

El aleatorizador y desaleatorizador se sincronizarán entre sí en la inicialización del sistema. El algoritmo de aleatorización en la VTU-R y en la VTU-C será:

$$D_{out}^n = D_{in}^n \oplus D_{out}^{n-18} \oplus D_{out}^{n-25} \quad (2.9)$$

El algoritmo de desaleatorización deberá reconstruir los datos aleatorizados, en el gráfico 2.25 se muestra un diagrama de bloques del aleatorizador.

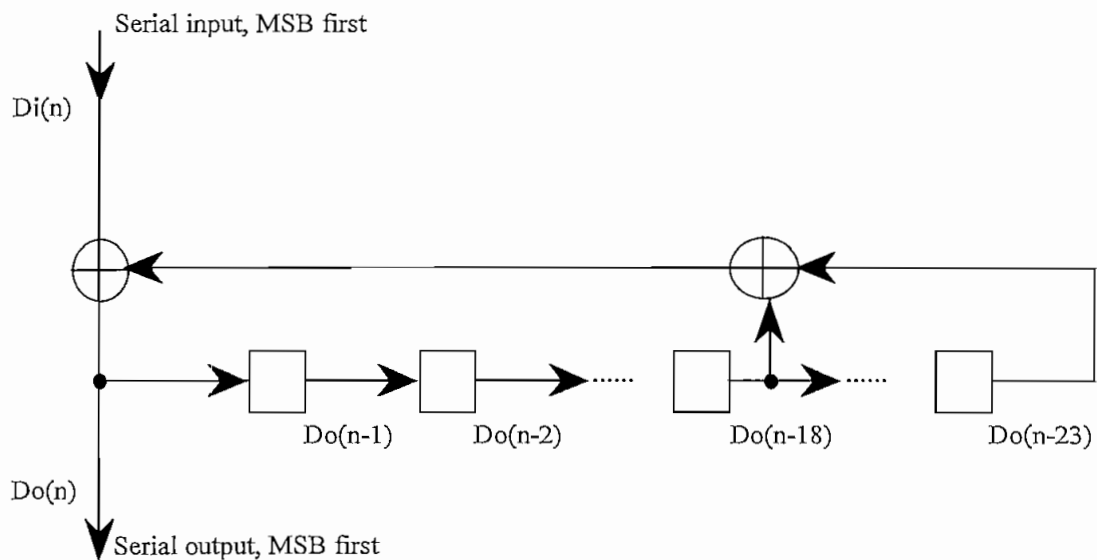


Gráfico 2.25 Diagrama de Bloques Aleatorizador

2.4.2.1.3 Corrección de Errores en el Destino FEC

El código de corrección Reed-Solomon(RS) es usado para la implementación de FEC, los códigos RS operan a base de flujo de octetos.

El código aplicado RS (N,K) expresa el total de la longitud de la palabra código (N) y el número de octetos de datos (K), la diferencia es el número de octetos FEC (octetos de redundancia).

2.4.2.1.4 Entrelazado

El entrelazado mejora la corrección de errores RS en presencia del ruido impulsivo, las palabras código para el canal lento serán entrelazadas antes de ser transmitidas, para esto se definen los siguientes parámetros:

- $N=S$ La longitud de la palabra de código definido por el formato de trama de transmisión de la tabla 2.15

- l Longitud del bloque de entrelazado, número de octetos
- D Profundidad de entrelazado, número de octetos
- M Índice de profundidad de entrelazado.
- E Corrección , número de octetos

La palabra código de entrada es dividida en bloques con una longitud l , la longitud del bloque es normalmente de $N/8$ pero puede ser también $N/4$ o $N/2$. Los octetos en los bloques de entrelazado se numeran desde $j=0$ hasta $j=l-1$

El entrelazado deberá cumplir la siguiente regla:

Cada octeto j de cualquier bloque es retrazado hasta la salida de entrelazador por:

$$(D-1)^*j \quad (2.10)$$

Donde:

$j = 0, 1, 2, \dots, (l-1)$ es el número del octeto dentro del bloque,
 D es la profundidad de entrelazado.

El valor de profundidad de entrelazado puede variar de acuerdo a la protección al ruido impulsivo que se requiera. El valor de $D-1$ representa el número de octetos que existen entre dos octetos secuenciales de la misma RS a la salida del entrelazador.

Para todos los valores de $D-1$ se deberá guardar la siguiente relación:

$$D=M \times l - 1 \quad (2.11)$$

Donde M es entero, y el valor que puede tomar se encuentra entre 0 y 128

2.4.2.2 Modelo funcional PMS – TC para Sistemas MCM

Se deberá transmitir primero siempre el bit MSB de todos los octetos, sin embargo en todos los procesamientos seriales como la aleatorización y el cálculo de CRC debe enviarse el bit LSB primero, con el bit MSB del *payload* considerado

como el bit LSB dentro de PMS –TC. Se tendrá entonces que el primer bit procesado deberá ser el MSB dentro del payload del primer octeto.

Se tiene varias funciones:

- Aleatorización
- FEC Corrección de Errores en Recepción
- Entrelazado
- División en tramas

Todas se describen en el gráfico 2.26 [16]

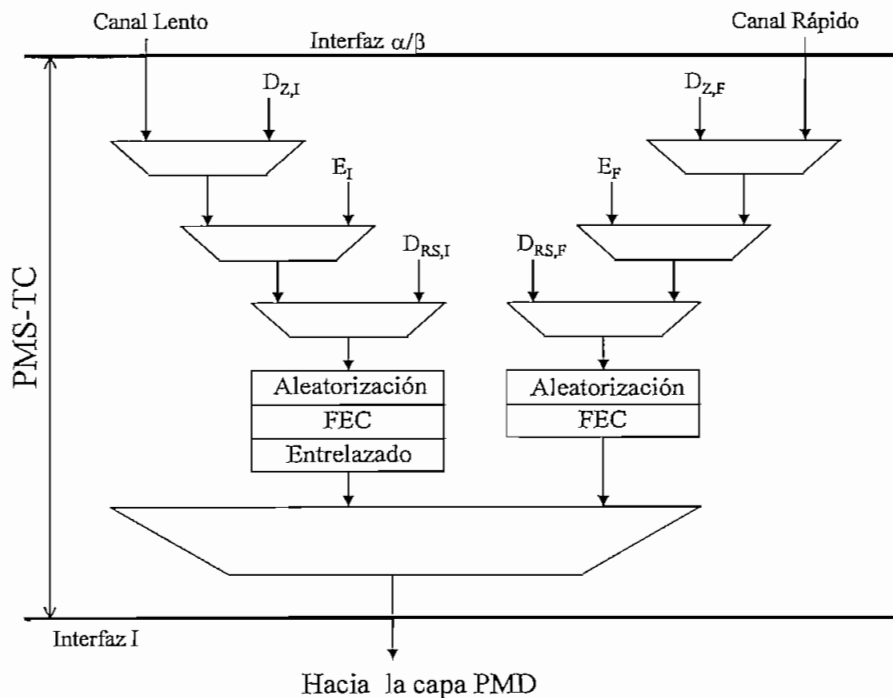


Gráfico 2.26 Diagrama de Bloques Capa PMS –TC para modulación con multiportadora

2.4.2.2.1 Aleatorización

Se deberá aleatorizar la señal debido a los largos tiempos en lo que se transmiten secuencias de ceros sobre el canal, esto se hace para reducir la probabilidad de que ocurran estas secuencias.

El aleatorizador se debe sincronizar con el desaleatorizador en el extremo lejano sin necesidad de la utilización de una señal especial. La expresión 2.12 representa el modelo que puede cumplir dicho aleatorizador, en donde $m(n)$ es un bit del mensaje en el tiempo n y la salida del aleatorizador es $x(n)$

$$X(n) = m(n) + x(n-18) + x(n-23) \quad (2.12)$$

El bit LSB de cada octeto será el primero en entrar en el aleatorizador y a su vez será el primero en salir del aleatorizador.

2.4.2.2.2 Corrección de Extremo Lejano FEC

Se utilizará una Palabra Código (*codeword*) Reed-Solomon, ésta se utilizará para proveer a la señal de protección por errores aleatorios o de ráfaga. Compuesto por R octetos ($c_0, c_1, \dots, c_{R-2}, c_{R-1}$) más los K octetos del mensaje ($m_0, m_1, \dots, m_{K-2}, m_{K-1}$).

Entonces una palabra código Reed-Solomon contiene $N=K+R$ octetos, estos octetos se calculan a partir de la expresión 2.13

$$C(D) = M(D)D^R \bmod G(D) \quad (2.13)$$

Donde :

$$M(D) = m_0D^{K-1} \oplus m_1D^{K-2} \oplus \dots \oplus m_{K-2}D \oplus m_{K-1} \quad (2.14)$$

es el polinomio de mensaje ,

$$C(D) = c_0D^{R-1} \oplus c_1D^{R-2} \oplus \dots \oplus c_{R-2}D \oplus c_{R-1} \quad (2.15)$$

es el polinomio de revisión y

$$G(D) = \prod (D \oplus \alpha^i) \quad (2.16)$$

es el generador polinomial del código Reed-Solomon, donde i toma valores desde 0 hasta $R-1$.

Los valores de K y R son programables, los valores aceptados de R son 0, 2, 4, 6, 8, 16; los siguientes parámetros para la palabra código (N,K) se encuentran especificados : (144,128) y (240,224), otros valores para N y K son opcionales, N deberá ser menor de 255.

2.4.2.2.3 Entrelazado

Utilizado para proteger a la señal contra ráfagas de errores sobre un número de palabras código Reed-Solomon. El entrelazador y desentrelazador pueden ser ajustados por el sistema de administración, entonces la latencia en el camino lento es una función de la velocidad y de la capacidad de corrección de errores ráfaga.

Para velocidades de datos mayores o iguales a 13 Mbps la latencia entre las interfaces α y β no debe exceder los 10 ms donde el retardo por el entrelazador es máximo.

Para velocidades más bajas la latencia tiende a disminuir pero también la capacidad de corregir errores.

2.4.2.2.4 Encapsulamiento en tramas

Cada trama es un conjunto de octetos que viajan sobre un símbolo DMT, la frecuencia de la trama depende de la longitud de la extensión cíclica.

Una trama será alimentada por dos fuentes: el *buffer* rápido y el *buffer* del entrelazador; los dos contienen números enteros de octetos. El retardo se reduce cuando la profundidad del *buffer* del entrelazado es cero.

El número total de octetos que conformarán la trama está dado por el número de octetos del *buffer* rápido y del *buffer* de entrelazado.

2.4.3 INTERFACES

2.4.3.1 Interfaz α/β

Las interfaces α y β se definen entre las subcapas ATM – TC y la PMS – TC en los lados de la VTU-C y VTU-R respectivamente. Ambas interfaces son funcionales, idénticas e independientes de la aplicación. Se define los siguientes flujos de señales entre las subcapas ATM – TC y PMS –TC:

- Flujo de Datos
- Flujo de Sincronización
- Flujo OAM

2.4.3.1.1 *Flujo de datos*

Se tendrá hasta cuatro flujos de octetos asimétricos de direcciones opuestas con velocidad definidas por las capacidades físicas de la red:

- Dos flujos de datos en transmisión Tx;
- Dos flujos de datos en recepción Rx

Si la transmisión se hace en forma serial siempre se transmitirá primero el bit más significativo (MSB) de cada octeto. Los valores de velocidad se fijarán en la configuración del sistema.

2.4.3.1.2 *Flujo de sincronización*

Éste es el encargado de la sincronización entre la subcapa ATM –TC y la PMS – TC. Comprende cuatro señales obligatorias y ocho señales opcionales:

- Sincronización de bits en la Tx y la Rx (Clk_t , Clk_r), éstas definen las velocidades de la señales Tx y Rx

- Sincronización de Octetos en la Tx y Rx (O_{sync_t} , O_{sync_r})

Todas las señales son entregadas por la capa PMS – TC hacia la capa ATM – TC. A continuación se presenta un resumen de las señales en la interfaz α/β .

Señales	Descripción	Sentido	Notas
<i>Señales de datos</i>			
Tx_s	Datos en transmisión	TPS-TC → PMS-TC	Obligatorio
Tx_f	Datos en transmisión		Facultativo
Rx_s	Datos en recepción	TPS-TC ← PMS-TC	Obligatorio
Rx_f	Datos en recepción		Facultativo
<i>Señales de sincronización</i>			
Clk_t	Temporización de bits en transmisión	TPS-TC ← PMS-TC	Facultativo
Clk_r	Temporización de bits en recepción		
Fsync_t	Temporización de tramas en transmisión		
Fsync_r	Temporización de tramas en recepción		Obligatorio
Osync_t	Temporización de octetos en transmisión		
Osync_r	Temporización de octetos en recepción		
NTR_t	NTR en transmisión	TPS-TC → PMS-TC	Opcional, solo VTU-C
NTR_r	NTR en recepción	TPS-TC ← PMS-TC	Opcional, solo VTU-C

Tabla 2.16 Resumen de señales de los flujos de datos, sincronización y control para interfaces α y β [16]

2.4.3.2 Interfaz –I

Las interfaces I – C e I – R se definen entre las subcapas PMS –TC y PMD en la VTU-C y la VTU-R respectivamente tal como se muestra en el gráfico 2.21. Las interfaces son independientes de la aplicación e idénticas; en ambas interfaces se definen los siguientes flujos:

- Flujo de Datos
- Flujo de Sincronización

2.4.3.2.1 Flujo de Datos

Se tendrá dos flujos de octetos de direcciones opuestas con una velocidad definidas por la capa física de la red:

- Flujo de datos en transmisión Tx;
- Flujo de datos en recepción Rx

Si la transmisión se hará siempre en forma serial, se transmitirá primero el bit más significativo (MSB) de cada octeto. Los valores de la velocidad se fijarán en la configuración del sistema.

2.4.3.2.2 Flujo de sincronización

El flujo de sincronismo consistirá en señales de sincronización de bit para la transmisión y recepción entregadas por la capa PMD en dirección hacia la subcapa PMS –TC.

En la tabla 2.17 se presentan tanto las señales de flujo de datos como las de sincronismo.

Señal(es)	Descripción	Dirección
<i>Señales de datos</i>		
Tx	Flujo de datos transmitidos	PMS-TC → PMD
Rx	Flujo de datos recibidos	PMS-TC ← PMD
<i>Señales de sincronismo</i>		
Fsync_t	Temporización de tramas en transmisión	PMS-TC → PMD
Fsync_r	Temporización de tramas en recepción	PMS-TC ← PMD
Clkp_t	Temporización de bit en transmisión	PMS-TC ← PMD
Clkp_r	Temporización de bit en recepción	PMS-TC ← PMD

Tabla 2.17 Resumen de señales en el interfaz I

2.4.4 SUBCAPA ATM –TC

Tiene como objetivo especificar la subcapa de convergencia de transmisión acorde al protocolo de transporte del modo de transferencia asíncrono (ATM-TC)

en la VDSL, que se entenderá como la transmisión de servicios basados en ATM, a través de un enlace VDSL.

La especificación de ATM-TC es aplicable tanto en la VTU-C como en la VTU-R. En el gráfico 2.27 se muestra el modelo de referencia de transporte ATM ubicado entre los punto de referencia α / β y γ_0 / γ_R (en el gráfico 2.27 Interfaz γ).

La subcapa TPS – TC para el transporte ATM consta de dos bloques idénticos TPS – TC ATM, que se utilizarán para el transporte de los canales rápido (aplicaciones sensibles al retardo) y lento (aplicaciones no sensibles al retardo); de acuerdo a lo dicho anteriormente solo el canal lento es obligatorio y el canal rápido es opcional.

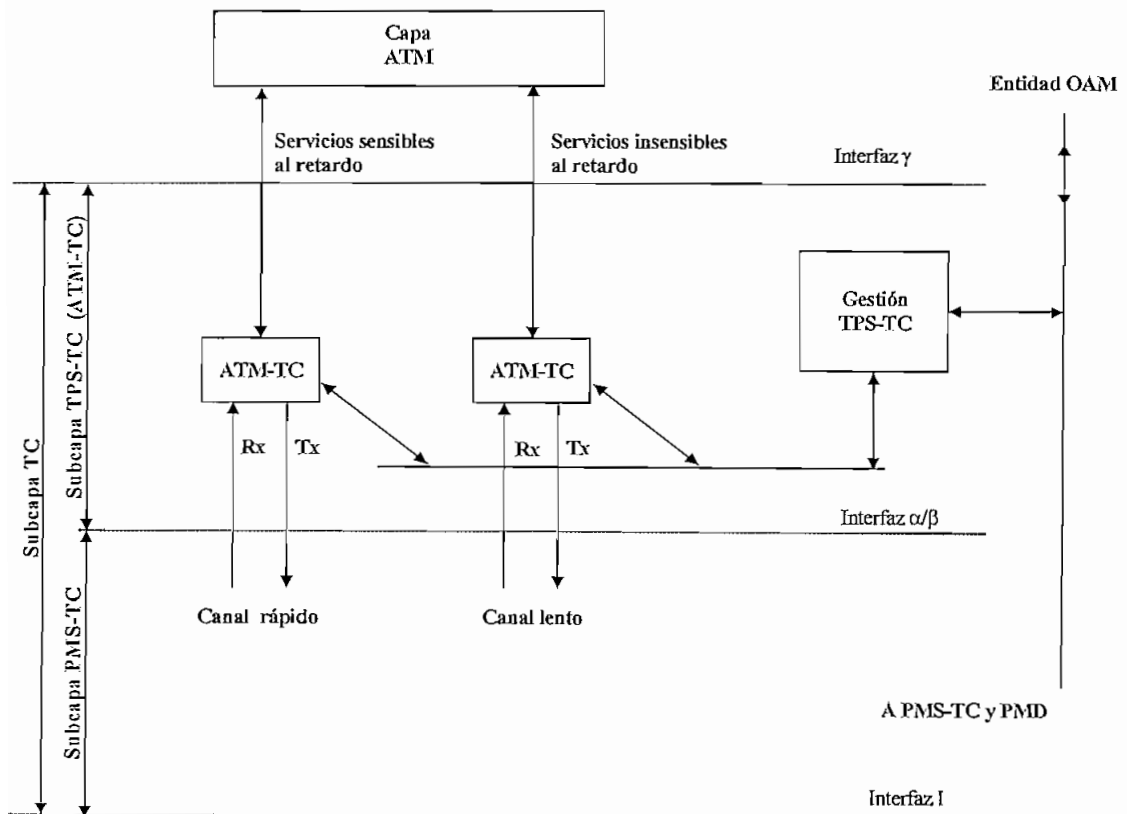


Gráfico 2.27 Modelo de referencia ATM – TC [6]

Nótese que en VTU-C: Tx se representa a la transmisión en sentido descendente y Rx a la transmisión en sentido ascendente y en VTU-R Tx es en sentido ascendente y Rx en sentido descendente

La referencia del temporizador de red NTR, es un marcador de 8 kHz, que debe ser transportado a la unidad del cliente a través de la interfaz de acceso para algunos servicios concretos. La NTR se envía a la TC de la VTU-C a través de la interfaz γ_0 y después se transporta a la VTU-R; la señal NTR es recuperada en la PMS – TC de la VTU-R y entregada a la unidad del cliente a través del interfaz γ_R .

2.4.4.1 Transporte de Datos ATM

Se debe fijar la tasa de transferencia tanto del canal de subida como del canal de bajada, uno independiente del otro, a cualquier velocidad hasta la máxima velocidad global del canal, determinada por la velocidad física del canal, esta última fijada en la configuración del sistema.

Los bits útiles de usuario (*payloads*) se insertan sobre los canales lento y rápido dentro de los datos ATM para diferentes trayectos virtuales y/o canales virtuales.

Un sistema G.993.1 soportará el transporte de datos ATM al menos en el modo de latencia simple, que no es más que un canal en el sentido descendente y un canal en el sentido ascendente.

El hecho de que se elija la implementación de un canal con latencia simple o dual viene dado por la aplicación que se pretenda correr, para esto se generan tres clases de latencias:

- Clase de latencia 1: latencia simple tanto en el sentido ascendente como en el sentido descendente (no necesariamente la misma para

cada sentido de transmisión) – *obligatoria*.

- Clase de latencia 2: latencia dual en el sentido descendente, latencia simple en el sentido ascendente – *facultativa*.
- Clase de latencia 3: latencia dual tanto en el sentido descendente como en el sentido ascendente – *facultativa*.

2.4.4.2 Descripción del interfaz de aplicación

Se define las interfaces γ_O / γ_R en la VTU-C y VTU-R, ambas interfaces son idénticas. Las interfaces se definen por los siguiente flujos de señales entre la capa ATM y la subcapa ATM – TC:

- Flujo de Datos
- Flujo de sincronismo
- Flujo de control
- Flujo OAM³³

Si se utiliza latencia dual, la interfaz contendrá dos flujos de datos idénticos, el flujo de control y el flujo de sincronización cada uno de éstos fluye entre las capas ATM y ATM –TC.

Con latencia dual también la demultiplexación de las celdas ATM hacia la ATM – TC podría efectuarse en la capa ATM, basándose en el identificador de trayecto virtual (VPI *virtual path identifier*) y en el identificador de conexión virtual (VCI, *virtual connection identifier*), campos que constan en la cabecera de una celda ATM.

2.4.4.2.1 Flujo de Datos

³³ OAM Operaciones, administración y mantenimiento (*operations, administration and maintenance*)

El flujo de datos constará de dos trenes de celdas de 53 bytes cada uno con velocidades independientes que fluyen en sentidos opuestos (Tx_ATM, Rx_ATM). En la tabla 2.18 se presenta la descripción de las señales de flujo de datos.

El formato de la celda definido es idéntico en ambos sentidos de la transmisión: 52 octetos de datos de usuario, el quinto byte se encuentra reservado para la inserción de HEC³⁴ en la subcapa TC

2.4.4.2.2 Flujo de sincronización

Es el encargado de sincronizar la capa ATM y la capa ATM-TC e incluye las señales de sincronización de datos ATM

El flujo de sincronización contiene las siguientes señales:

- Señales de temporización en la transmisión y recepción Tx_Clk, Rx_Clk; estas señales rigen las velocidades de datos Tx_ATM, Rx_ATM
- Marca de inicio de celda TxSOC, RxSOC; señal bidireccional, destinada a identificar el comienzo de la celda en cada sentido de la transmisión
- Bandera de celda disponible en recepción TxClAv, que indica que la ATM-TC está lista para recibir una celda desde la capa ATM
- Referencia de temporización en transmisión, aplicada a la VTU-C procedente de la NTR de 8 kHz de la red, referencia de temporización en recepción, recuperada de la señal de VDSL recibida por la VTU-R, éstas se transmiten en sentidos opuestos a la VTU-C y la VTU-R

2.4.4.2.3 Flujo de control

Se dispone de dos señales de control para proporcionar conexión ATM-TC, ambas señales son entregadas por la capa ATM:

- Señal de habilitación de transmisión (Enbl_Tx): indica a la capa ATM-TC que la próxima celda Tx_ATM que habrá de transmitirse es válida;

³⁴ HEC Control de errores del encabezamiento (*header error control*)

- Señal de habilitación de recepción (*Enbl_Rx*): permite a la capa ATM-TC transmitir una celda *Rx_ATM* hacia la capa ATM.

En la tabla 2.18 se muestra un cuadro resumen de las señales indicadas.

2.4.4.3 Funcionalidad de ATM – TC

Considérese que todas las características a ser nombradas se deben cumplir y aplicar en ambos sentidos de la transmisión.

Flujo	Señal	Descripción	Sentido	Notas
<i>Señales en transmisión (emisión)</i>				
Datos	<i>Tx_ATM</i>	Celda en transmisión	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>Tx_Clk</i>	Temporización en transmisión	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>TxSOC</i>	Inicio de la celda en transmisión	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>TxCLAv</i>	TPS-TC está lista para obtener una celda	ATM ← ATM-TC	
Control	<i>Enbl_Tx</i>	TPS-TC interroga respecto a una celda entrante	ATM → ATM-TC	
NTR	<i>TxRef</i>	NTR 8 kHz	VTU-O → ATM-TC	sólo VI_C
<i>Señales en recepción</i>				
Datos	<i>Rx_ATM</i>	Celda en recepción	ATM ← ATM-TC	
Sync	<i>Rx_Clk</i>	Temporización en recepción	ATM → ATM-TC	
Sync	<i>RxSOC</i>	Comienzo de la celda en recepción	ATM ← ATM-TC	
Sync	<i>RxCLAv</i>	TPS-TC está lista para transmitir una celda	ATM ← ATM-TC	
Control	<i>Enb_Rx</i>	TPS-TC interroga respecto a una celda saliente	ATM → ATM-TC	
NTR	<i>RxRef</i>	NTR 8 kHz	VTU-R ← ATM-TC	sólo VI-R

Tabla 2.18 Resumen de señales de los flujos de datos, sincronización y control [16]

2.4.4.3.1 Desacoplamiento de la velocidad de celda

El desacoplamiento de la velocidad de celda se implementa mediante la inserción de celdas reposo en sentido de la emisión y la supresión de celdas en sentido de la recepción en la capa ATM – TC remota; estas celdas se identifican

mediante un encabezamiento de celda normalizado en la recomendación UIT – T I.423.1³⁵

2.4.4.3.2 *Generación y Chequeo de HEC*

El byte HEC se generará como se describe en las recomendaciones UIT – T I.423.x, la secuencia HEC podrá detectar múltiples errores de bit, la corrección de un solo bit del encabezamiento no se realizará

2.4.4.3.3 *Aleatorización y desaleatorización del Payload de la celda*

La Aleatorización del *Payload* (o bits de usuario) de una celda ATM en la transmisión permite evitar patrones de bit continuos, no variable, en el tren de celdas ATM.

El aleatorizador de la celda ATM utilizará el polinomio autosincronizante:

$$x^{43}+1 \quad (2.17)$$

y el proceso de desaleatorización deberá implementarse en la capa ATM-TC remota.

2.4.4.3.4 *Delineación de la Celda*

La función de delineación de la celda permite la identificación de las marcas en la celda de los datos útiles; se implementará basada en una codificación que utiliza el campo de control de errores de encabezamiento HEC.

El algoritmo contiene tres estados indicados en el gráfico 2.16, las transiciones se explican a continuación:

- “Búsqueda” a “Presincronización” cuando la codificación HEC se ha confirmado una sola vez.

³⁵ UIT – T I 432.1 Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales

- "Presincronización" a " Sincronización " cuando la ley de codificación es confirmada δ (delta = 5) veces consecutivas
- "Sincronización" a "Búsqueda" cuando la ley de codificación es violada α (alfa = 7) veces consecutivas
- "Presincronización" a "Búsqueda" cuando la codificación HEC ha sido errónea una sola vez.

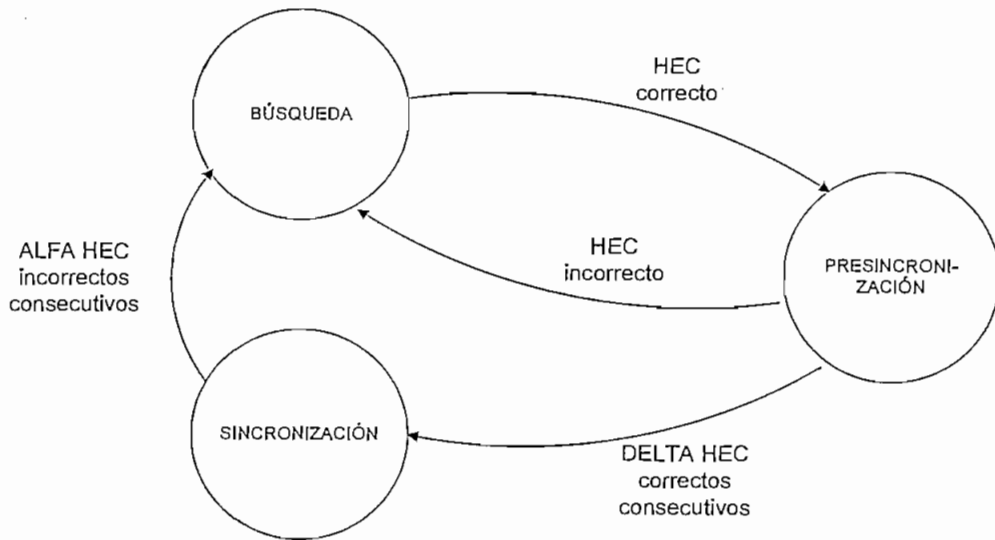


Gráfico 2.28 Flujo de estados de delimitación de celda ATM [9]

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED Y APLICACIONES

3.1 ASPECTOS GENERALES

En la actualidad los proveedores de telecomunicaciones, sean éstos públicos o privados, se ven en la gran necesidad de entregar al usuario múltiples servicios, optimizando al máximo todos los recursos.

El reto propuesto es garantizar una buena QoS a altas velocidades de transmisión; los requerimientos de una red MAN se dan de acuerdo a la demanda de servicios en el área.

En este capítulo se definirá la estructura de una red VDSL, los elementos que conformarán la red VDSL y las características técnicas de cada uno de los equipos.

Esta red permitirá transmitir los servicios expuestos en el Capítulo I de acuerdo con los estándares y recomendaciones de VDSL para una red con accesos de banda ancha.

Se dimensionará las capacidades de cada uno de los elementos por medio de las características de cada uno de ellos, intentando cubrir la demanda existente en la ciudad de Quito de acuerdo a la concentración de usuarios para cada servicio.

Se presentará ejemplos sobre FTTB y FTTC.

Se realizará una recomendación de las características que deberán cumplir los equipos a ser instalados, exceptuando-lo que se refiere al *backbone* de la red.

Además se explicará algunas soluciones tipo de proveedores de equipos utilizando tecnología VDSL.

3.2 ESTRUCTURA DE LA RED

Una red tiene tres características importantes que son:

- Topología
- Medio de Tx
- Método de Acceso

Se diseñará una red de transporte y conmutación ATM, con una topología en malla la cual permite redundancia de enlace entre los nodos, con bajos costos en la transmisión.

Ésta deberá tener una gran cobertura o estar geográficamente bien ubicada para poder llegar a la mayoría de los clientes. Además, tendrá una aceptable tasa de error de 10^{-9} y un porcentaje en llamadas perdidas de 0.1 % [11]

VDSL es una tecnología diseñada para la transmisión de información sobre el par de cobre de la telefonía fija, los accesos serán dedicados para cada cliente utilizando VDSL.

La red VDSL (MAN¹) que se diseñará está conformada por varios segmentos que se los puede especificar de la siguiente manera:

- Proveedores de Servicios de valor Agregado (Internet, VoD, PPV, Distribución de TV)
- *Backbone* o Núcleo (Red de transporte y conmutación ATM sobre SDH)
- Agregados
- Acceso VDSL

¹ MAN Red de Área Metropolitana

- DSLAM
- Planta Externa
- Equipos terminales de Cliente (CPE²)

Para un mejor entendimiento, la estructura de una red VDSL se lo bosqueja en el *gráfico 3.1*.

3.2.1 ELEMENTOS DE LA RED

3.2.1.1 Proveedores de Servicios de Valor Agregado

Están conformados por:

- Proveedores de Servicios de Internet ISP (*Internet Service Provider*),
- Proveedores de Servicios de Aplicación ASP (*Application Service Provider*),
- Antigua Planta de Servicios de Telefonía POTS (*Plain Old Telephony Service*),
- Red Digital de Servicios Integrados RSDI ISDN (*Integrated Services Digital Network*),
- Proveedores de Servicios de Vídeo
- Servicios de Seguridad, entre otros.

Éstos se encuentran interconectados al *backbone* de la red por accesos de alta velocidad (OC-3 / STM-1, OC-12 / STM-4).

Esto dependerá de la cantidad de clientes que cada servicio tenga; en la mayoría de los casos se tendrá configuraciones de interfaces NNI³ aunque pueden ser UNI⁴ o simplemente accesos VDSL.

² CPE *Customer Premises Equipment*

³ NNI *Network to Network Interface*. Interfaz de RED a RED

⁴ UNI *User to Network Interface*. Interfaz de Usuario a RED

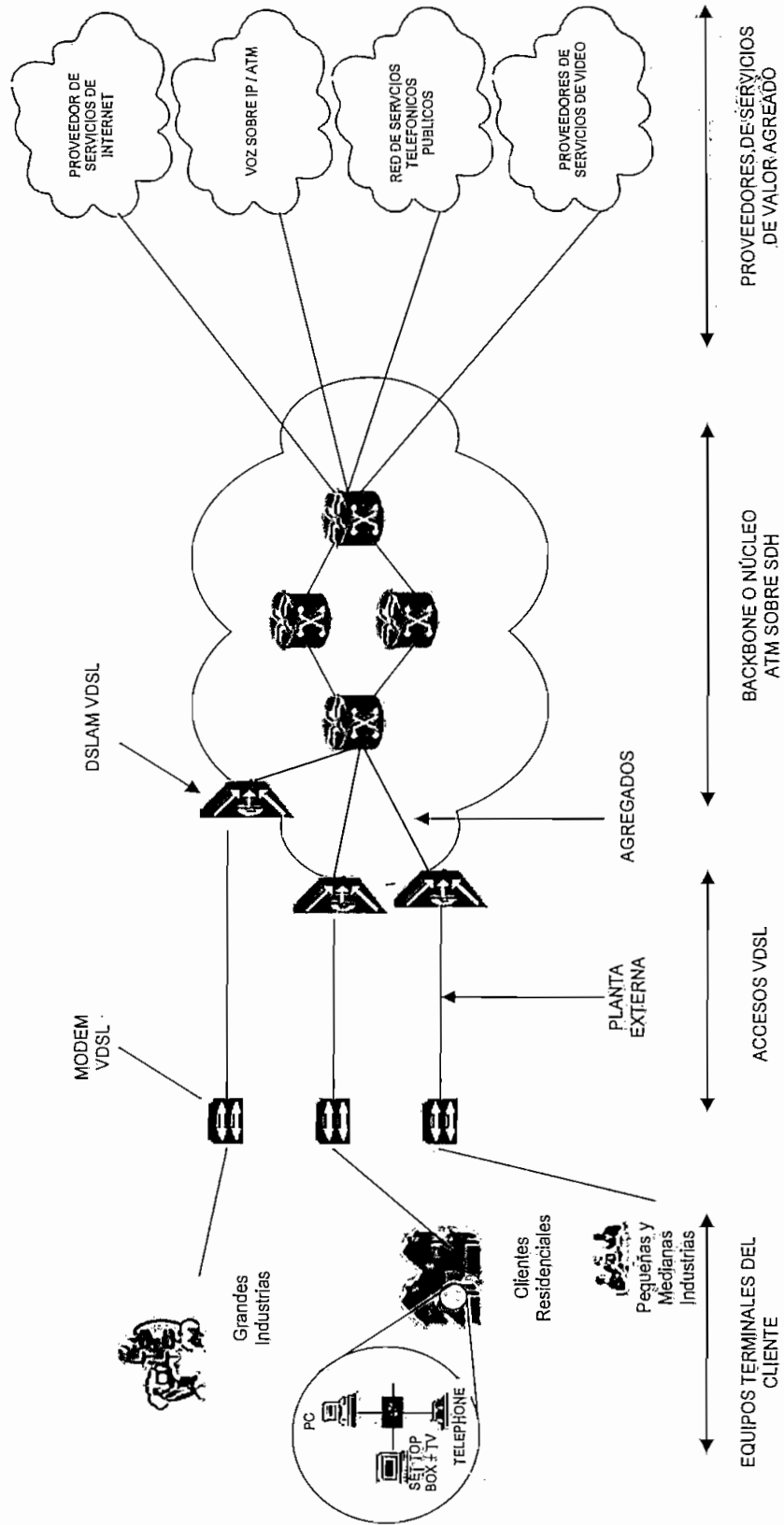


Gráfico 3.1 Estructura de la red VDSL

3.2.1.2 *Backbone* o Núcleo

Es la columna vertebral de red, estará dimensionada para poder transportar y conmutar todo el tráfico que se genera en cada extremo de la red.

Para este diseño se escogió una red de conmutación ATM que se transporta a través de una red de anillos SDH.

Se enumerarán algunas de las características por las que se escogió esta tecnología:

- La tecnología de transporte ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) ha sobresalido por ser capaz de ofrecer al usuario diferentes clases de servicios de acuerdo a cada necesidad.
- Ésta realiza mínimos procesos en la central, realiza conmutación y multiplexación de diferentes servicios sobre una misma capa.
- Es una tecnología orientada a conexión, además permite conexiones Punto a Punto y Punto a Multipunto con la creación de Circuitos Virtuales.
- Divide la información en unidades de datos llamadas celdas (53 Bytes) mediante un proceso llamado "segmentación". Las celdas son de una longitud fija y lo más pequeñas posibles para minimizar el retardo en la transmisión. En cada una de estas celdas se incorpora una cabecera con la información de su destino.
- Esta red de transporte ya se encuentra instalada en la ciudad de Quito, específicamente en los nodos de Iñaquito, Mariscal, Carcelén, Quito Centro, Guajaló y La Luz

- Se tiene en Quito Metropolitano y en algunos de los valles alrededor de Quito una red SDH⁵ conformada por varios nodos más, que proveerán la cobertura necesaria.
- La tecnología VDSL debe ser soportada por una red de transporte y conmutación capaz de brindar: QoS, Redundancia, Eficiencia, Reutilización de recursos, Crecimiento, Flexibilidad, Capacidad de grandes anchos de banda tanto simétrico como asimétrico, Conexiones Punto a Punto o Punto Multipunto.

Los equipos a ser utilizados deberán cumplir con las siguientes características:

- Deberán trabajar de acuerdo a los estándares de UIT – T, capaces de interoperar con equipos de varias marcas.
- Remoción e Inserción de tarjetas en caliente (*Hot Swap*)
- Interfaces STM – n para la interconexión con los equipos de acceso
- Deberá tener un avanzado sistema de administración, que permita administración local y remota con protocolos como “SNMP”
- Redundancia en tarjetas de control
- Respaldo de energía
- Poder manejar emulación de circuitos (*Circuit Emulation*), estándar en crecimiento, que ofrezca TDM a través de una red ATM.
- Poder brindar varios tipos de QoS dependiendo del tipo de aplicación.

⁵ ANEXO A RED DE TRANSPORTE SDH

3.2.1.3 Agregados

Se refiere a la conexión entre los DSLAM y la nube ATM; se dimensionarán los agregados para cada uno de los nodos, de acuerdo al tráfico que genera cada uno.

Estas interfaces pueden ser de diferente tipo dependiendo del DSLAM y la nube ATM. Por ejemplo podrían disponer conectores mini BNC con cable coaxial, enlaces de fibra óptica, éstos con capacidad de transmitir velocidades de la jerarquía SDH.

3.2.1.4 Accesos VDSL

Conformados por el modem central (DSLAM) o VTU – C y el medio físico (Planta Externa).

Se dimensionará el número de puertos que se tendrá en cada uno de los DSLAM, así como su mejor ubicación, todo esto de acuerdo a la demanda.

Tómese en cuenta que estos equipos pueden ser llevados más cerca de los usuarios utilizando las tecnologías FTTC, FTTB y FTTH.

Los DSLAM que se colocarán en cada nodo deberán cumplir con las siguientes características:

- Interfaces de alta velocidad para conexión con los conmutadores ATM
- Deben manejarse con estándares para ser capaces de interoperar con diferentes marcas.
- Alimentación de los equipos con voltaje normalizados
- Capaces de manejarse a temperatura ambiente

- Mínimo consumo de Potencia
- Respaldo de energía
- Poder gestionar de manera remota el modem del extremo del cliente.
- Capacidad de medir la calidad de la línea de cobre con parámetros de SNR, atenuación (FEXT y NEXT).
- Herramientas que permita medir la ocupación del canal de los puertos (gráficos de tráfico).
- Generación de alarmas.
- Reportes de desconexión de módems.
- Para equipos que se instalarán en exteriores de los nodos, por ejemplo para FTTC y FTTB, deberán soportar temperaturas extremas

Se darán ciertas características que deberá cumplir el bucle de abonado con respecto a longitud, calibre y blindaje, ya que dependiendo de estos factores será el comportamiento en lo que respecta a la SNR y atenuación de la señal VDSL.

Además, antes de la instalación se deberán correr pruebas⁶ sobre el bucle para determinar la factibilidad o no de la instalación tanto de la red VDSL como de cada uno de los enlaces hacia el abonado.

Se darán a conocer algunos tipos de Filtros (*splitter*) para ser instalados tanto en la CO como donde el cliente.

Existen DSLAM y CPE que incluyen este tipo de filtros.

⁶ ANEXO D Pruebas y Características de la Línea de Cobre

3.2.1.5 Equipos Terminales del Cliente

Se refiere al CPE (*Customer Premises Equipment*) , que se encuentra compuesto por un modem VDSL, que incluirá funciones de capa 2 y varias interfaces para la red interna de cada cliente.

Estará provisto al menos de:

- Conector RJ11 para la LP VDSL,
- Conector RJ45 para Fast Ethernet,
- Conector RJ11 para conexión con el teléfono⁷.

Para los puntos 3.2.1.4 y 3.2.1.5 se describirá en el punto 3.4 las características que deberán poseer cada equipo así como los requerimientos para la planta externa.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE CLIENTES VDSL EN CADA NODO

Para el dimensionamiento de la red pueden existir varios métodos.

Se ha decido tomar datos reales de uno de los *carriers* locales⁸, sumados los potenciales clientes que utilizarán los servicios de Vídeo.

Como ya es conocido VDSL es una tecnología que aprovecha el par de cobre telefónico, entonces es muy importante identificar la ubicación de los nodos de distribución y cuáles son los nodos que más abonados captan, para con esto fijar una área para distribución del servicio.

⁷ En caso de que el CPE ya incluya el *Splitter*

⁸ Fuente Andiadatos.

Se tomó el dato de los sitios donde el Operador de Telefonía Fija Local tiene instalados sus nodos, así como el nombre de cada uno de éstos.

El alcance máximo para el cobre tendrá una longitud de 1350 m [16], al menos idealmente desde la central hasta el abonado.

También se considera que con FTTC (*Fiber to the curve*) y FTTB (*Fiber to the building*) se podrá llegar a cualquier lugar donde exista una gran cantidad de demanda o se podrá instalar nodos de acceso temporales para cualquier tipo de evento especial.

Se consideran circunferencias alrededor de cada uno de los nodos del 80% del alcance máximo (1350 metros) ya que el lazo de abonado no es en línea recta sino que sufre de varios cambios de dirección.

Además se eligieron dos lugares por experiencia del diseñador donde se podría extender las conexiones de Fibra utilizando FTTC y FTTB. En el ANEXO E, Zonas de Influencia del Servicio, se muestran los sectores en los que se podrá brindar servicio.

Se eligió, para el dimensionamiento, el nodo de Mariscal por ser el más homogéneo y sin concentración de algún servicio o de algún tipo de empresas en especial.

En este nodo actualmente se tienen 326 clientes que ocupan los accesos ADSL y SDSL⁹, en una circunferencia aproximada de 4 km +/- 20 %¹⁰(esto debido a que el tendido de la red de cobre no es en línea recta).

Sobre el mapa de Quito se identificó a estos clientes, de los cuales el 46.01% se encuentran dentro de una circunferencia de 1.350 m que es el Área de Distribución de Servicio de la tecnología VDSL.

⁹ Datos tomados de Andinatel S.A. Fuente Andinadatos.

¹⁰ Valor tomado de referencias de Andinatel S.A.

Se utilizó este porcentaje para calcular el número de clientes VDSL de los demás nodos.

$$\# \text{ de clientes VDSL} = \# \text{ de clientes ADSL y SDSL} \times 46.01 \% \quad (3.1)$$

A este número de clientes se le aumentó un 10 % que se estima sean los clientes que estén interesados en el servicio Vídeo, considerando que éstos podrán en cualquier momento hacer uso de los demás servicios.

Nodo \ Número de clientes	Cientes ADSL y SDSL	Número de clientes ASDL y SDSL dentro del Área de Servicio de VDSL	Número de clientes para el servicio de VoD	Porcentaje de clientes Datos en cada nodo en relación con el total de clientes VDSL **	Total cada nodo
Mariscal Sucre *	326	150	15	46,01%	165
Quito Centro	38	18	2	46,01%	20
Iñaquito	272	126	13	46,01%	139
Carcelén	44	21	3	46,01%	24
Guajaló	11	6	1	46,01%	7
La Luz	40	19	2	46,01%	21
Totales	731	340	36		376
* Tomado como ejemplo para aquellos clientes que entran en el Área de distribución de VDSL					
** Porcentaje calculado que se aplica a todos los demás nodos donde existe el servicio de ADSL y SDSL					

Tabla 3.1 Cálculo del número de clientes VDSL donde existe servicios ADSL y SDSL

$$\text{Clientes Vídeo} = \# \text{ de clientes VDSL} \times 10\% \quad (3.2)$$

$$\# \text{ Total de clientes VDSL} = \# \text{ de clientes VDSL} + \text{ Clientes Video} \quad (3.3)$$

Esto únicamente dependerá de que tan pronto se interconecten los proveedores de servicio una vez instalada la red y la gama de servicios que éstos puedan ofrecer.

Todos los valores presentados en las tablas a continuación deben ser enteros por lo que se redondeó al inmediato superior en cada caso. Se presenta en la tabla 3.1 el cálculo del número de clientes VDSL.

Nodo	Número de clientes probables VDSL	Número de clientes probables VoD	Total cada nodo
El Pintado	4	1	5
Guamaní	12	2	14
Villaflora	42	5	47
Cotocollao	4	1	5
San Rafael	8	1	9
Cumbayá	12	2	14
Monjas	4	1	5
Tumbaco	13	2	15
FTTC	Esto es únicamente un ejemplo y puede ser multiplicado por n veces dependiendo de la demanda		24
FTTB			24
Totales	99	15	162

Tabla 3.2 Cálculo del número de clientes donde no existe servicios ADSL y SDSL

Para los nodos donde el servicio ADSL y SDSL no se encuentra instalado se tomó el número de clientes que utilizan el servicio de transmisión de datos sea éste para conexiones Punto a Punto o Punto a Multipunto utilizando tecnologías como Frame Relay y TDM (datos del mismo *carrier* local del ejemplo anterior).

Estos clientes usarán el servicio VDSL por todas las ventajas expuestas en el Capítulo I.

El cálculo para usuarios donde no existen servicios ADSL y SDSL se lo presenta en la tabla 3.2.

3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL NÚMERO DE PUERTOS VDSL EN CADA NODO

A partir del cálculo del número de clientes VDSL, se determina el número de puertos que se necesitará en cada nodo,

$$\text{Número Total de Puertos} = \# \text{ de Posibles clientes} \times (1 + \alpha) \quad (3.4)$$

Donde :

$\alpha =$ Es un factor de compensación por crecimiento y daños de la red del 30 % ¹¹

Como se había mencionado se diseñará dos accesos, un FTTC y un FTTB; se consideró 24 puertos para cada uno de éstos, ya que en el mercado existen equipos DSLAM VDSL¹² para exteriores con una capacidad de 24 Puertos VDSL.

Esto no elimina la posibilidad de que en un futuro, existan más lugares donde se llegue con FTTC o FTTB, y que la capacidad de puertos sea mayor.

Esta solución fue diseñada para todos los edificios de oficinas y residencias donde la longitud del lazo de abonado es muy grande o se necesita brindar el servicio a velocidades mayores de las que se puede llegar únicamente con el par de cobre.

¹¹ Factor tomado al 30 % para facilidad del diseño, en el que se deberán tomar en cuenta indicadores como la penetración de PC's, la cantidad de clientes de TV- cable, las áreas a las que se dará cobertura, entre otros.

¹² Ver ANEXO C

Para esto se deberá crear un registro gráfico de las velocidades disponibles en función de la distancia o sobre un plano de la ubicación del cliente.

Nodo \ Número de clientes	Total clientes de cada nodo	Total clientes de cada nodo + 30 %
Mariscal Sucre	165	215
Quito Centro	20	26
Iñaquito	139	181
Carcelén	24	31
Guajaló	7	9
La Luz	21	27
El Pintado	5	7
Guamaní	14	18
Villaflora	47	61
Cotocollao	5	7
San Rafael	9	12
Cumbayá	14	18
Monjas	5	7
Tumbaco	15	20
FTTC*	24	24
FTTB*	24	24
Totales	538	685
* No se realiza la corrección ya que los equipos a utilizarse tiene una capacidad de 24 puertos		

Tabla 3.3 Cálculo del número de puertos en cada nodo

En la tabla 3.3 se muestra el cálculo del número de puertos en cada nodo considerando el factor α .

Considerando que en el mercado existen DSLAM para la CO en múltiplos de 8 puertos, dependiendo de la marca y modelo que se utilice se deberá corregir este factor. Para el diseño se ha decidido considerar que en cada chasis se podrá conectar hasta 5 tarjetas, cada una de éstas de 24 puertos¹³. En la tabla 3.4 se muestra dicha corrección.

Nodo \ Número de clientes	Total de Puertos
Mariscal Sucre	216
Quito Centro	48
Iñaquito	192
Carcelén	48
Guajaló	24
La Luz	48
El Pintado	24
Guamaní	24
Villaflora	72
Cotocollao	24
San Rafael	24
Cumbayá	24
Monjas	24
Tumbaco	24
FTTC	24
FTTB	24
Totales	864

Tabla 3.4 Número de puertos en cada nodo. Valor corregido

3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE AGREGADOS PARA CADA NODO

¹³ Capacidad para el DSLAM Alcatel ASAM 7300

Para determinar el ancho de banda necesario para cada puerto se considera los servicios típicos indicados en la tabla 3.5.

Se considera que se podrá utilizar todos estos servicios al mismo tiempo, siempre que se tenga más de un STB para el caso más simple, el cliente utilizará su acceso de banda ancha y uno de los servicios de vídeo.

Tipo de Servicio		Ancho de Banda típico de Bajada	Ancho de Banda típico de Subida
Distribución de TV		2 a 3 Mbps	0,512 Mbps
Dos canales con vídeo MPEG2	VoD	2 a 3 Mbps	0,512 Mbps
	PPV	2 a 3 Mbps	0,512 Mbps
Acceso a Internet de Banda Ancha		1 a 2 Mbps	0,256 Mbps

Tabla 3.5 Servicios típicos ofrecidos en un cliente

Para este caso será suficiente con ofrecer el ancho de banda mínimo para el mayor alcance¹⁴ esto es:

Canal de Bajada = 6.48 Mbps

Canal de Subida = 1.62 Mbps

Existirán aplicaciones de vídeo conferencia donde el tráfico será simétrico pero será más generalizado el uso del servicio asimétrico

Se considera el caso más crítico, esto es, con todos los puertos utilizados a la velocidad calculada anteriormente.

Por ejemplo para el nodo "El Pintado"

de puertos = 24

¹⁴ Capítulo II Tablas de velocidades de Canal

$$\text{Total del Tráfico} = \# \text{ de Puertos} * (V_{\text{subida}} + V_{\text{bajada}})$$

$$\text{Total del Tráfico} = 24 * (6.48 + 1.62) = 194.4 \text{ Mbps}$$

Entonces se normalizará en cada nodo con velocidades de la jerarquía SDH que son:

- STM – 4 = 622.080 Mbps
- STM – 1 = 155.520 Mbps

Para el caso de El Pintado será suficiente un puerto con un ancho de banda de dos STM – 1

En la Tabla 3.6 se muestra el cálculo para los demás nodos.

Nodo	# de clientes	Total cada nodo	Tráfico total	
			Mbps	Puertos en STM - n
Mariscal Sucre	216	1749,6	3	STM - 4
Quito Centro	48	388,8	3	STM - 1
Iñaquito	192	1555,2	3	STM - 4
Carcelén	48	388,8	3	STM - 1
Guajaló	24	194,4	2	STM - 1
La luz	48	388,8	3	STM - 1
El Pintado	24	194,4	2	STM - 1
Guamaní	24	194,4	2	STM - 1
Villaflora	72	583,2	1	STM - 4
Cotocollao	24	194,4	2	STM - 1
San Rafael	24	194,4	2	STM - 1
Cumbayá	24	194,4	2	STM - 1
Monjas	24	194,4	2	STM - 1
Tumbaco	24	194,4	2	STM - 1
FTTC	24	194,4	2	STM - 1
FTTB	24	194,4	2	STM - 1
Totales	864			

Tabla 3.6 Cálculo de Agregados por Nodo

3.4 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

3.4.1 ESPECIFICACIONES DE LOS MULTIPLEXORES VDSL (DSLAM)

a) Interfaces hacia el *Backbone* ATM (*Uplink*) :

- n STM – 4 (Ópticas o Eléctricas)
- n STM – 1 (Ópticas o Eléctricas)
- La redundancia en cada una de las interfaces es opcional

b) Funcionalidad ATM

- Elección de capa de adaptación ATM de acuerdo al tipo del tráfico
 - AAL5
 - AAL2
 - AAL1
- Capacidad de al menos 16 PVC por línea
- Cumplimiento con las especificaciones ITU –T G.114 y G.131 o similares

c) Conjunto de Servicios IP

- Interfaz 10/100 Ethernet
- RFC 1483 / RFC 2684
- *Bridge* y *Router*
- PPPoA y PPPoE
- RIP

d) Puertos VDSL

- Cumplir los planes de frecuencias de VDSL , Plan A, B, C.
- Cumplir con ITU –T G 993.1 (G.vdsl.f)
- Tarjetas de 8, 12 o 24 puertos

- El cumplimiento de VDSL :
 - ETSI: TS 101 270-1
 - ETSI: TS 101270-2
 - ANSI T 1.424
 - FS – VDSL Es opcional
- Incluir *Splitter*
- Capaz de interoperar con varios marcas de CPE tales como:
 - XAVI
 - ALCATEL
 - CISCO
 - LUCENT
 - MARCONI

e) Arquitectura del Equipo

- Puede ser un equipo *multislots* o *Stand Alone*,
- *Subtending* (capacidad de ciertos equipo de instalarlos en cascada, economizando la utilización de interfaces en el *backbone*).
- Dimensiones Físicas, debido a que no se especifica un modelo, las dimensiones pueden ser diferentes en caso de ser un equipo que consta de gabinete propio; si es un equipo *Stand Alone*, éste deberá cumplir con los estándares de un rack (ancho de 19')

f) Requerimientos Ambientales

- Los equipos deberán al menos funcionar en temperatura de 0 °C a 45 °C.
- El rango de humedad será entre 0% y 90 %.

g) Alimentación

- Los valores de voltajes podrán ser:
 - + 48 Voltios
 - – 48 Voltios
 - + 72 Voltios
 - -/+ 120 Voltios
- El consumo de potencia por cada línea deberá no ser mayor de 2 W

3.4.2 ESPECIFICACIONES DE LOS MODEMS VDSL**a) Interfaces WAN**

- VDSL RJ11
- Estándar DMT VDSL:
 - ETSI TS 101 270-1 y 2
 - ANSI T1E.4
 - ITU-T G.vdsl.f
- Soportar los planes de frecuencias A, B y C
- Un puerto RJ11 para la línea telefónica

b) Interfaces LAN

- Puerto RJ45 10/100base T auto-detectable
- IEEE 802.3 half / full duplex
- MDI o MDIX o ambas.

c) Interfaz de Administración de Consola

El equipo deberá tener al menos una interfaz de administración, ésta podrá ser un puerto serial DB9 o RJ45 con algún estándar propietario o genérico capaz que el equipo pueda ser administrado desde cualquier PC con un puerto serial RS232.

d) Especificaciones Físicas

Al tratarse de un equipo a ser ubicado en el cliente deberá ser resistente, lo más pequeño posible y con un diseño adecuado, las dimensiones variarán de acuerdo a cada proveedor.

Además deberá poseer leds de indicación para una fácil lectura de parte del cliente del estado de funcionamiento:

- Indicador de equipo encendido
- Indicador de puerto WAN activo
- indicador de puerto LAN activo
- Indicador de actividad de transmisión y recepción tanto para el puerto WAN con LAN

e) Requerimientos ambientales

- Rango de temperatura equipo para interiores será de 5 °C a 50 °C
- Rango de Humedad de 10% al 90%

f) Requerimientos de Poder

- Funcionará con voltajes desde 100 a 120 voltios / 60 Hz.

3.4.3 ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE ABONADO PARA VDSL

La principal de las restricciones que tendrá el lazo de Cobre para VDSL es la longitud, esta será de 1350 m [16], ya que lo que se intenta es aprovechar la red de cobre existente, no se describirán características del cobre existente en la ciudad de Quito.

Se acostumbra por parte de la operadora de telefonía fija pública local en toda la planta externa formada por: la red primaria y red secundaria instalar cable de cobre multipar de 0.4mm de diámetro, y para acometidas hacia el cliente cable de cobre 22 AWG.

Además el lazo de abonado no podrá tener bobinas de carga, ni líneas en paralelo ya que éstas producen pérdidas en la señal.

Se recomienda realizar las respectivas pruebas sobre el cobre (referirse al ANEXO D).

3.5 SOLUCIONES DE SERVICIOS VDSL

3.5.1 EJEMPLOS DE CÓMO SE CONECTARÁN ALGUNOS DE LOS PROVEEDORES DE SERVICIO

Para poder brindar un buen servicio de parte de cualquiera de los proveedores se deberá tener un canal de acceso robusto hacia el *backbone* de la red, esto dependerá netamente de la acogida de clientes, la capacidad del Proveedor y la calidad del servicio que se desee brindar; por estas razones no se dimensionará el acceso pero se realizará un gráfico de cómo se estructura la red para proveer los siguientes servicios:

- Interconexión de ISP (Servicio Basado en PC)

Dependiendo del número de clientes que cada ISP tenga se podrá elegir entre dos opciones.

La primera, es una conexión para acceso normal con un modem VDSL, hacia donde se direccionarán todos los clientes del ISP; se podrá tener varias de estas conexiones, como se requiera y dependerá también

del número de PVC's que admita cada modem¹⁵ (ver gráfico 3.2). Los conmutadores ATM encaminarán las conexiones de cada uno de los clientes hacia el ISP.

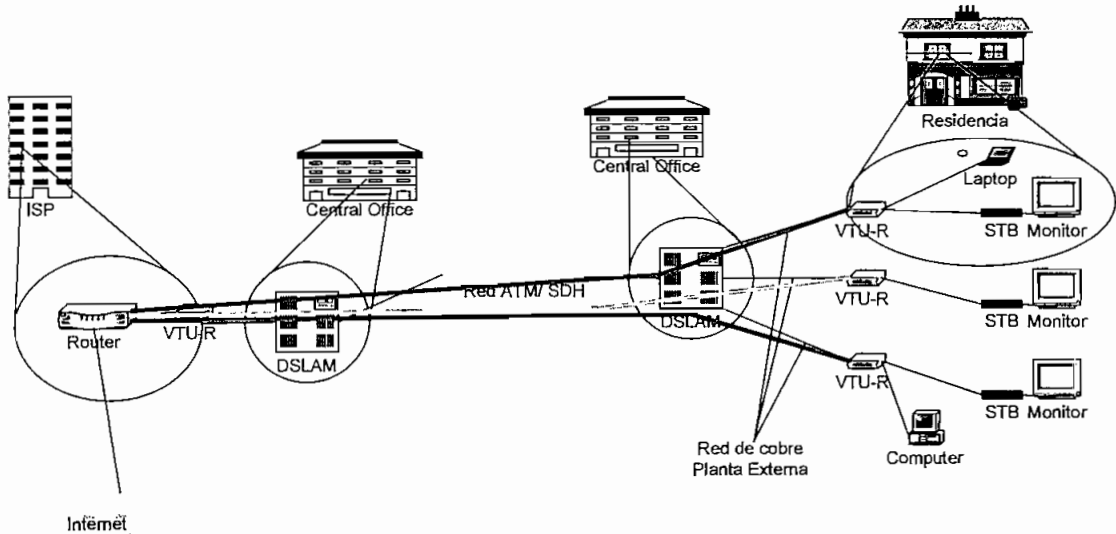


Gráfico 3.2 Servicio con Accesos VDSL

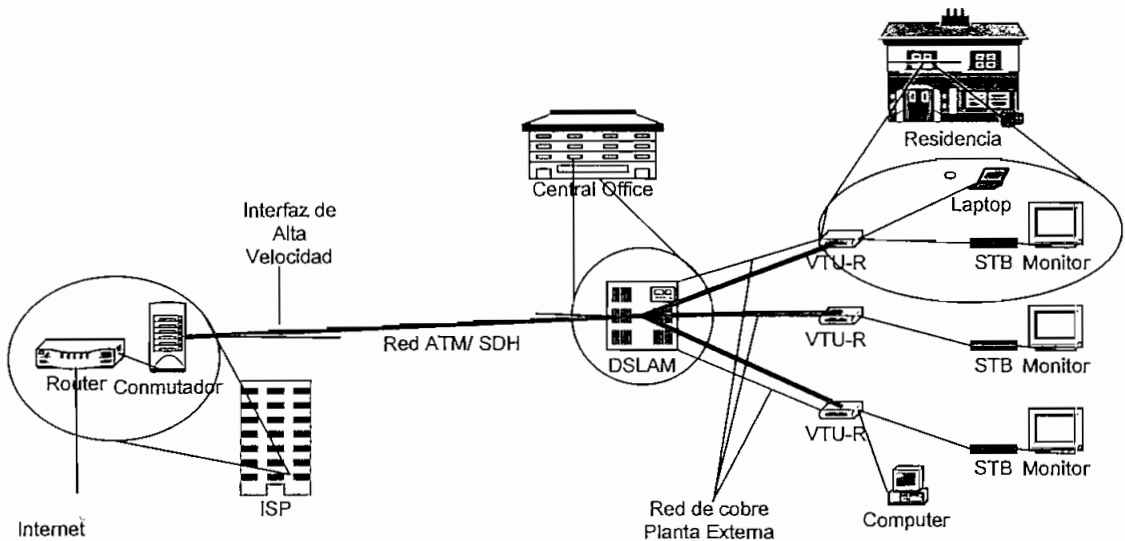


Gráfico 3.3 Servicio con Accesos de Alta Velocidad

La segunda opción es tener un acceso de alta velocidad directo al *backbone* de la red, se tendrá velocidad desde un E1 hasta un SMT1; en esta opción el ISP deberá tener un conmutador o al menos la capacidad de recibir este tipo de interfaz sobre un ruteador (ver gráfico 3.3).

¹⁵ Un modem VDSL tiene en su capa ATM la capacidad de crear varios PVC diferentes para cada conexión.

Se recibirán los PVC's de cada cliente y se empaquetarán en un canal de mayor capacidad el que se entregará íntegro al ISP, este será el encargado de desempaquetar los PVC's.

- Proveedores de servicio de VoD

El servicio de VoD, necesita de una red de administración de la información en línea con el usuario, está conformado por servidores VoD y PPV, que son aquellos que mantienen almacenada la información (vídeos digitalizados y codificados), para la entrega según cada usuario lo requiera.

Se tiene un administrador de DTV¹⁶, el cual es capaz de distinguir entre todos los usuarios de la red y entregar la información al usuario que lo requiera; como se había explicado este administrador se encontrará en línea con el usuario, y éste será el que con la ayuda de un PIN habilite o deshabilite la entrega de vídeo.

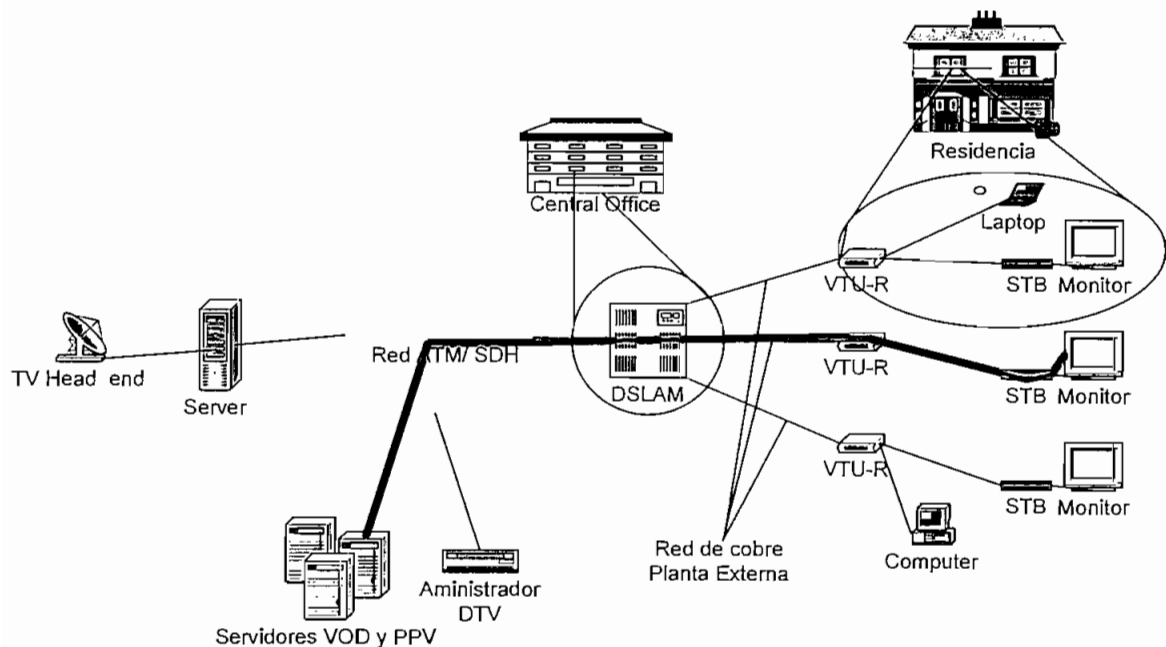


Gráfico 3.4 Red para proveer servicios de VoD

¹⁶ DTV.- TV Digital, *Digital TV*

- Vídeo Conferencia a través de la red VDSL

Constituye un circuito punto a punto entre dos usuarios de la red; nótese que éstos tendrán un circuito dedicado para realizar la conferencia, el ancho asignado dependerá de la calidad que se requiera, se puede realizar la conexión valiéndose del software de un PC o como en el ejemplo con la ayuda de un SBT y un monitor.

Si el circuito no sale del DSLAM la conmutación se puede hacer en éste mismo y no es necesario llevarla hacia la red ATM.

Se considerará este servicio como un enlace punto a punto.

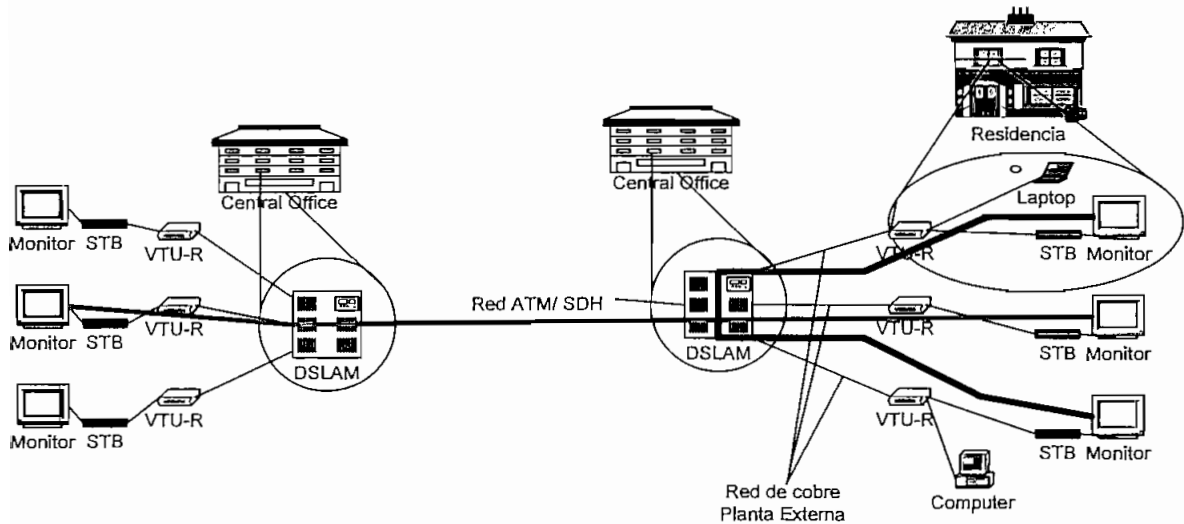


Gráfico 3.5 Red para proveer Vídeo Conferencia

- *Broadcast* de Vídeo a través de la red VDSL

Para la entrega de este servicio se tiene lo siguiente: un terminal de TV donde se recibirán todas las señales de TV, éstas se codificarán en un servidor a un formato MPEG, este servidor tendrá una conexión directa a la red ATM, se crearán tantos circuitos como clientes deseen tener el canal codificado; en el extremo del cliente se recibirá la señal de cada puerto en un modem (VTU - R), con la ayuda de SBT se decodificará la señal de TV.

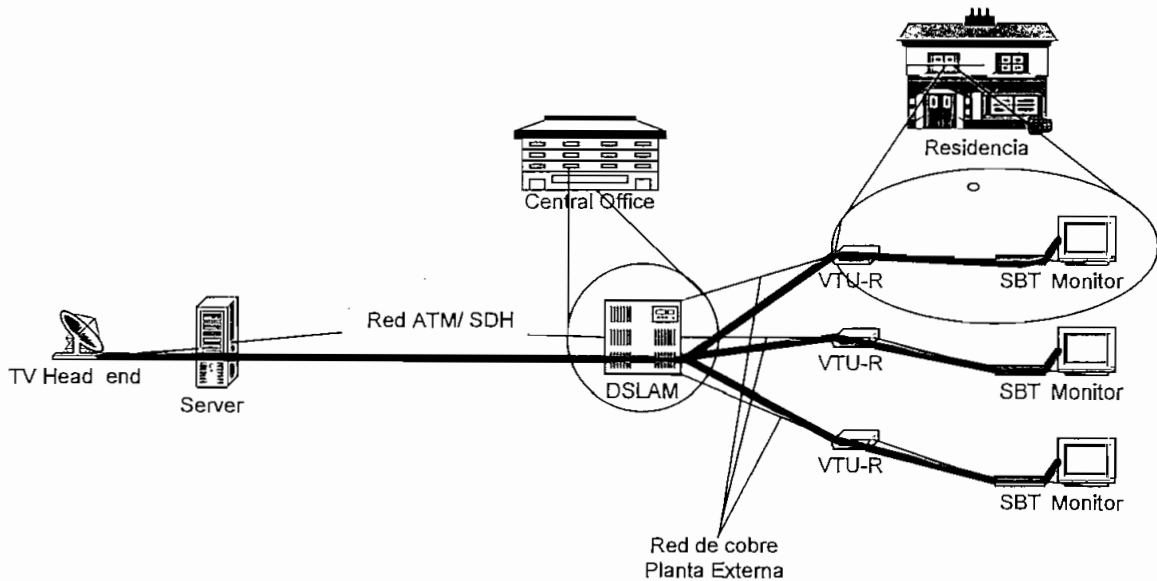


Gráfico 3.6 Red para proveer servicios de Distribución de TV

Se considerará este servicio como un enlace punto a multipunto

3.5.2 SOLUCIONES DE REDES VDSL [13]

3.5.2.1 FTTC/VDSL DE MARCONI S.A.

El diseño de una plataforma FTTC/VDSL, realizada por MARCONI S.A, establece una solución para la cobertura del servicio VDSL en una ciudad; con esta red se podrá proveer servicios como:

- Distribución de televisión
- TV Digital Interactiva
- Servicio de Internet de Banda Ancha
- Servicio de datos
- Telefonía

El equipamiento de la red se lo realizó con el sistema iFLX2500 de MARCONI, el cual está formado por los siguientes componentes (ver gráfico 3.7):

- TLO's.- Terminales de Línea Óptica
- PON.- Red Óptica Pasiva (*Passive Optical Network*)
- TROBAS.- Terminal de red Óptica de Banda Ancha
- Enlaces de par de cobre hasta el cliente.

Los TLO's están ubicados en cada una de las centrales Locales (TLC), donde se recibirán los servicios, cada TLO podrá distribuir la señal a un máximo de 16 PON's con una longitud máxima de 11 Km.

Cada PON alimentará a 8 TROBAS que estarán situadas en los armarios de cada Barrio (estos accesos se denominan FTTC), desde ahí se distribuirá mediante pares de cobre a cada vivienda, con una longitud inferior a 200 metros, los módems serán NetFLX.

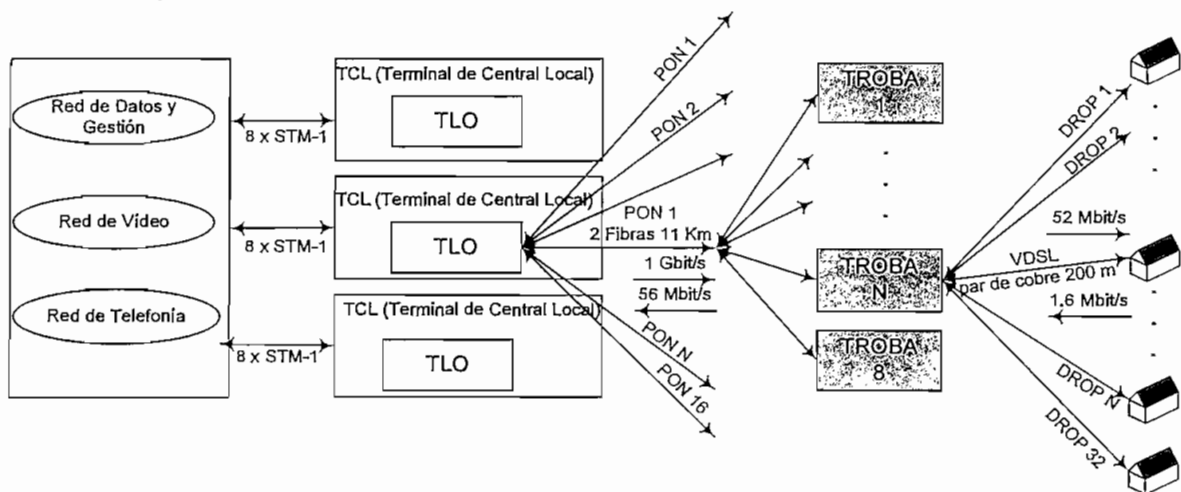


Gráfico 3.7 Diseño de red FTTC/VDSL de MARCONI

3.5.2.2 *Long Reach Ethernet* de CISCO

La tecnología VDSL además de ser usada para accesos de última milla también sirve como extensiones de LAN de alta velocidad denominadas LRE (*Long Reach Ethernet*). Como ejemplo se tomó el diseño de una red demostrativa para hoteles, con especificaciones de equipos propietarios CISCO.

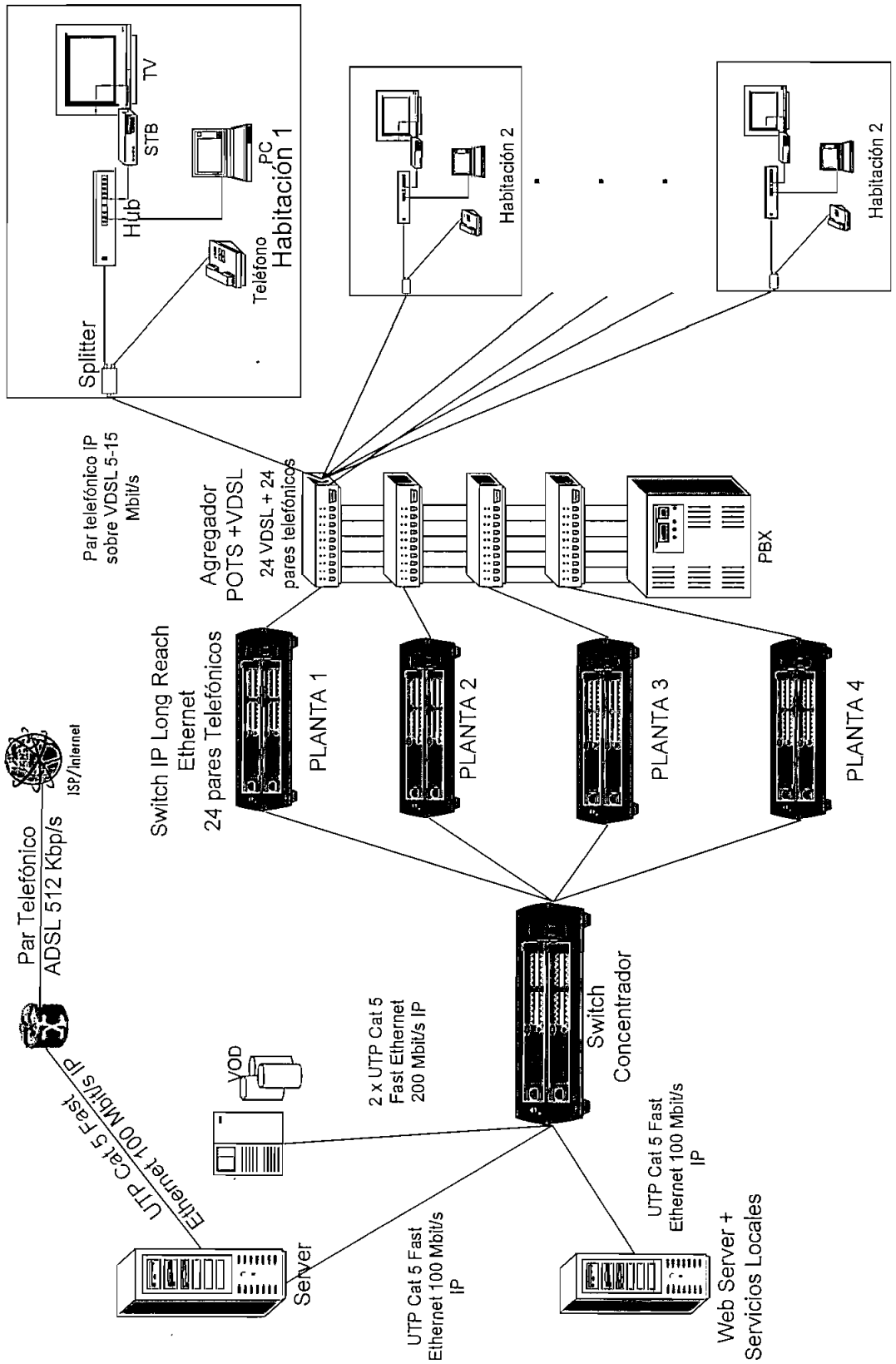


Gráfico 3.8 Diseño de red LRE propietaria CISCO

Esta solución presenta algunos problemas, como:

- su corto alcance,
- alta latencia,
- Sensibilidad a la diafonía.

Pero también algunas ventajas como:

- dispone de una alta tasa de transmisión (*15 Mbps de bajada y 5 Mbps de subida*),
- bajos costos en instalación ya que se utiliza líneas de voz ya instaladas en los edificios.

Esta solución es pensada para los ambientes SOHO (*Small Office Home Office*), también reduce los costos ya que no necesita de una red de conmutación ATM por que emplea TCP/IP.

Los servicios como Web Server, Internet, VoD, llegan a un concentrador principal el cual distribuye los servicios a cada planta a través de conmutadores IP LRE, los cuales a su vez son conectados a agregadores de servicio POTS y VDSL, desde aquí utilizan la red de cobre antigua ya instalada en el edificio y llegan a cada una de las habitaciones en donde un *splitter* se encarga de separar la voz de los datos.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE COSTOS

4.1 ENFOQUE DEL PROYECTO

Las telecomunicaciones en nuestro país han tenido un gran crecimiento.

Las empresas se encaminan hacia una nueva tecnología que permita abarcar más usuarios y esto convierte al mercado más competitivo.

Las operadoras de telecomunicaciones locales que puedan ver en este proyecto una solución a aquella frase "Todo negocio que no crece tiende a desaparecer", necesitarán un análisis de costos que aunque no será muy profundo, tendrá ciertos indicadores que ayudarán a la elección o no del proyecto.

La importancia de saber si un proyecto es o no viable, pasa por muchas etapas entre las cuales se encuentra:

- Seleccionar diversos proyectos con matrices de contribución para la empresa.
- Que el mercado esté esperando una solución la cual se apegue a la propuesta, o a su vez exista una considerable demanda por los servicios que se ofrece.
- La más importante de éstas, saber si es rentable el proyecto.

Se ha tomado en cuenta en el desarrollo de este proyecto la parte tecnológica del mismo y se han fijado las pautas correspondientes. En el siguiente desarrollo se analizará lo netamente financiero, considerando la demanda existente y un alcance hacia el futuro.

Con este estudio se pretende saber, si la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto se verá recompensada con el pasar del tiempo.

Para esto se considerará estimaciones de la Inversión Inicial, Costos de Operación, Mantenimiento, Ventas e Ingresos.

4.2 TASA DE DESCUENTO

Todos los valores para el correspondiente análisis se deberán traer a valor presente o actual, para esto se debe considerar una tasa de descuento del proyecto.

Este valor será una ponderación de varias tasas que pudieran incidir sobre la inversión inicial o ganancias que se espere; el procedimiento a seguir no será necesariamente una regla, esto es no deberá ser considerado de una manera muy rígida.

$$T = \sum_i^n t_i * p_i$$

T = Tasa de descuento ponderada

t_i = Tasas de descuento incidentes

p_i = Porcentaje de incidencia de acuerdo al total de la inversión

n = Número de valores tomados en cuenta

El valor calculado incidirá en gran parte a la aceptación o no del proyecto; dentro de éste se deberá considerar por ejemplo:

- La tasa de interés que fije la empresa o empresas financieras, o Tasa Activa.
- El porcentaje de réditos que fije cada accionista minoritario en caso que existieren.
- La tasa de ganancias que se fija el consorcio o empresa que llevará a cabo el proyecto.
- El precio al riesgo del negocio, en el cual se encuentra el riesgo país y la recuperación de capital.

Para el presente caso se asumirá que la tasa calculada es del 30 %, este valor se lo podría considerar ambicioso, pero es mejor exceder el valor para el cálculo de las tarifas, consiguiendo con esto disminuir el riesgo del proyecto.

4.3 INVERSIÓN INICIAL

Se considerarán todos los gastos en los que se incurra por instalación y puesta en marcha de la red de accesos VDSL. Este valor será el desembolso inicial que se realice para la adquisición de los equipos que se utilicen.

Para esto se considerará el dimensionamiento inicial que se realizó en el Capítulo 3 para cada uno de los nodos. Se tomó en cuenta el valor por costos de equipos y de instalación.

4.3.1 COSTO POR EQUIPOS

Se realizó un promedio de valores de DSLAM's, CPE's y *Splitter's* (en el caso de incluirse en el equipo) entre diferentes proveedores¹

¹ Promedio tomado de las empresas Tut Systems, NetSys Corp. ANEXO B

tomando en cuenta la importancia del crecimiento que ciertas marcas y modelos permiten.

Entonces para la compra de 864 puertos distribuidos en cada uno de los nodos (ver tabla 4.1).

Además se calculó el costo promedio por cada puerto en el sitio de instalación, de acuerdo al detalle indicado en el ANEXO B.

Nodo	Número de puertos
Mariscal Sucre	216
Quito Centro	48
Iñaquito	192
Carcelén	48
Guajaló	24
La Luz	48
El Pintado	24
Guamaní	24
Villaflora	72
Cotocollao	24
San Rafael	24
Cumbayá	24
Monjas	24
Tumbaco	24
FTTC (Condado)	24
FTTB	24
Totales	864

Tabla 4.1 Disposición de puertos

Valor por cada Puerto* = 317.20 **

* Cantidad expresada en dólares americanos [\$]

** En el sitio de instalación

4.3.2 COSTO POR INSTALACIÓN

Para el cálculo del costo por instalación de los equipos y puesta en marcha e ingeniería, se considerará el 10%² del valor de los equipos, valor en el cual se toma en cuenta:

- Materiales utilizados
- Mano de Obra Especializada
- Auditoría de la red

Entonces la inversión inicial será:

Rubro	Valor*
Costo por Equipos para 864 puertos	274060,80
Costo por Instalación	27406,08
Total	301466,88
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.2 Inversión Inicial por concepto de equipos e instalación

4.4 COSTOS

Abarcan todos los valores fijos y variables en los que se incurre para el normal funcionamiento de la red entre éstos:

² Valor tomado de la Operadora Local para implementar todos sus proyectos.

4.4.1 COSTO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Para los costos de mantenimiento y operación de la red se considera un valor del 12%³ del costo total de la red. En este valor se reflejan los gastos por:

- Remuneraciones del personal técnico externo.
- Posibles daños de equipos,
- Actualizaciones

Este valor deberá ser tomado en cuenta una vez cada año

4.4.2 GASTOS FIJOS POR OPERACIÓN

Los Gastos fijos por operación son: Arrendamientos, Servicios Básicos, Transporte, Sueldos del personal, GIF⁴.

Entre el personal de consideró la siguiente estructura en la que se desglosan las remuneraciones pertinentes mensuales.

Cargo	Remuneración*
Gerente	1500,00
Tres Jefes de Área	3300,00
Cuatro Ingenieros de Soporte	3200,00
Cinco Instaladores	2500,00
Cinco Ingenieros de Servicio al cliente	2000,00
Total	12500,00
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.3 Remuneración Personal

³ Valor tomado de la Operadora Local para implementar todos sus proyectos.

⁴ Gastos Indirectos de Fabricación, entiéndase por fabricación el término operación

Para los Gastos Fijos se considera los valores a pagarse mensualmente por:

Rubro	Valor*
Arriendo Oficina	1000,00
Servicios Básicos	1000,00
Arrendamiento Mantenimiento y actualización de PC's **	720,00
Transporte***	1080,00
Suministros de oficina	200,00
Servicios Especializados	250,00
Gastos Judiciales	350,00
Limpieza de Oficina	200,00
Mantenimiento	250,00
Marketing	1000,00
Total	6050,00

* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]

** 40 Dolares mensuales por mes

*** 60 Dolares por persona

Tabla 4.4 Gastos Fijos

Los valores anuales se muestran en la tabla 4.5

Rubro	Valor*
Costo por Mantenimiento y Operación de equipos	32887,30
Sueldos Personal	150000,00
Gastos Fijos (Arriendo, Servicios Básicos, GIF)	72600,00
Total	255487,30
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.5 Costos Fijos por mantenimiento y operación (Valor Anual)

4.4.3 COSTO DE INSTALACIÓN DE LA RED

Para el costo de la instalación de un par de cobre, se considera que este valor se adjuntará en el peor de los casos ya que por la misma línea telefónica del usuario se puede brindar el servicio de VDSL.

Este valor se lo tomará para el flujo de egresos el instante en que se dé por instalado y se utilice la red de cobre, ya que esta red puede ser del mismo operador del servicio o manejarse como un alquiler de ésta.

Rubro	Valor**
Técnico	3,64
Cable de acometida	12,8
Planta Externa	87
Tensor Gancho	1,34
Ing. De Soporte	5,25
Servicio al Cliente	4,2
Pruebas	10,77
Total	125
Valor promedio por línea planta externa*	125
* Valor promedio tomado de Andinatel S. A.	
** Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.6 Costos de la red de cobre

4.4.4 VALOR DEL TRANSPORTE Y CONMUTACIÓN

El valor del transporte y conmutación intercentrales será el mismo para todos los enlaces, es decir no dependerá del número de nodos por los cuales cruce el enlace antes de llegar a su destino.

Este valor será variable dependiendo de la ocupación de la red; para facilitar el cálculo se ha escogido una capacidad de un 3 E1 (6144 kbps) para cada puerto, valor que se considera suficiente para que un usuario

tenga los servicios de la tabla 3.5. A continuación se muestra los valores aproximados considerados por concepto de Conmutación y Transporte⁵ para diferentes velocidades.

En caso de que se desee entregar valores menores, éstos se presentan en la tabla 4.7, en los que se deberá recalcular el valor de la tarifa.

Velocidades	Valor
Kbps	USD
64	4,07
128	8,14
192	12,21
256	16,28
384	24,42
512	32,56
768	48,84
1024	65,12
1536	97,68
2048	130,24
6144	390,72

Tabla 4.7 Costos de Transporte y Conmutación para Transmisión Local

4.4.5 GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN

Corresponde a gastos en los que se incurre por comercialización y ventas; en el que se asume que es aproximadamente 20 dólares, que contempla los gastos de transporte del agente vendedor, y tramitación de la inscripción.

4.4.6 COSTOS VARIABLES

Se ha considerado como costos variables a los gastos por comercialización y el valor de una línea, este valor se lo tomará en

⁵ Valor Aproximado fuente Andinadatos

cuenta una vez por cada puerto que se haya instalado.

Rubro	Valor*
Costo por Comercialización y Ventas	20,00
Valor promedio por línea	125,00
Total*	145,00
*Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.8 Costos Variables

4.5 INGRESOS

4.5.1 INGRESO POR PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Se considera todos los valores que se recaudan por la prestación del servicio, los mismos que serán fluctuantes dependiendo de la utilización de la red.

En los ingresos debe considerarse también lo que se recaude por conceptos de inscripción.

Para este propósito se espera que después de 6 años de instalada la red se la utilice en un 80%⁶ de su capacidad. Se consideró un aumento en la ocupación de los puertos del 11%⁷ cada año obteniéndose los siguientes resultados

Para obtener el valor se deberá fijar una tarifa, la cual será calculada en el punto 4.6

⁶ Valor tomado como un criterio de diseñador basado en el mercado de la transmisión de datos

⁷ Valor promedio de crecimiento de varios *carriers* locales

Años Proyectados	1	2	3	4	5	6
Porcentaje de ocupación de la red	25%	36%	47%	58%	69%	80%
Número de puertos ocupados al final de cada periodo	216	312	407	502	597	692

Tabla 4.9 Ocupación de la Red

4.5.2 INGRESOS POR INSCRIPCIONES

Para el valor por concepto de inscripción se ha tomado en cuenta los gastos en los que se incurre en el momento de la venta, esto es el valor de la instalación multiplicado por el margen de ganancia del proyecto. Este valor ha sido redondeado a 200 dólares americanos.

Este valor se lo tendrá al final de cada año siendo éste traído a Valor Presente.

Años Proyectados	1	2	3	4	5	6
Número de inscripciones en cada periodo	216	96	95	95	95	95
Valor * por inscripciones en cada periodo	43200	19200	19000	19000	19000	19000
Valor presente por inscripciones	33230,77	11360,95	8648,16	6652,43	5117,25	3936,35
Total	68945,90					
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]						

Tabla 4.10 Valor presente por concepto de inscripciones

4.6 CÁLCULO DE LA TARIFA MÍNIMA

La fijación de una tarifa está influenciada por varios factores algunos de ellos ya enumerados, a éstos se suman los indicadores de mercado: oferta, demanda, índices de crecimiento.

Por esta razón se hace muy difícil de calcularla para un periodo grande de tiempo, se ha intentado en este estudio considerarla fija y únicamente influenciada por la tasa de descuento del proyecto a través del tiempo.

Esto con el afán de calcular una tarifa mínima y compararla con las tarifas de los *carriers* actuales para saber si el proyecto es o no aplicable.

Se tratará de encontrar un punto de equilibrio con los valores de inversión inicial, costos y el volumen de ventas traídos a valor presente, frente a los ingresos como unidades monetarias que estarían conformados por el valor de la tarifa a fijarse.

Para este propósito se partirá de la siguiente fórmula basada en los conceptos del VAN y la TIR:

$$I = \sum_{p=1}^n \frac{(In_p - C_p)}{(1 + i)^p} + x$$

Donde:

$I =$ Inversión Inicial

$p =$ Periodo (valor entero de 1 hasta 6)

$In =$ Ingresos Anuales

$C =$ Costos de Operación y Mantenimiento

$i =$ Tasa de descuento del proyecto

$x =$ Valor Actual por inscripciones

Desarrollando la ecuación anterior se tiene que:

$$I - x = \frac{(In_1 - C_1)}{(1 + 0.30)^1} + \frac{(In_2 - C_2)}{(1 + 0.30)^2} + \frac{(In_3 - C_3)}{(1 + 0.30)^3} + \frac{(In_4 - C_4)}{(1 + 0.30)^4} + \frac{(In_5 - C_5)}{(1 + 0.30)^5} + \frac{(In_6 - C_6)}{(1 + 0.30)^6}$$

4.6.1 TASA DE CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento de ocupación de la red es la misma que la de los ingresos por ser éstos un reflejo, entonces para la solución de la ecuación se tiene que calcular el crecimiento en función de los ingresos del primero periodo.

Años Proyectados	1	2	3	4	5	6
Número de puertos al final de cada periodo	216	312	407	502	597	692
Promedio de puertos en cada periodo	108	264	360	455	550	645
Tasa de Crecimiento		144%	233%	321%	409%	497%

Tabla 4.11 Tasa de Crecimiento en relación con el primer período

Para esto se utilizó las siguientes expresiones:

$$P = \frac{\#P_{to} + \#P_{tf}}{2} \quad Tc = \left(\frac{\#P_{to}}{\#P_{tf}} - 1 \right) * 100 \%$$

Donde:

P= Promedio de puertos en cada periodo

p_{to} = Número de puertos Tiempo Inicial

p_{tf} = Número de puertos Tiempo Final

Tc = Tasa de crecimiento.

Desarrollando la expresión anterior se tiene:

$$I - x = \frac{(In_1 - C_1)}{(1 + 0.30)^1} + \frac{(In_1 * 1.44 - C_2)}{(1 + 0.30)^2} + \frac{(In_1 * 2.33 - C_3)}{(1 + 0.30)^3} + \frac{(In_1 * 3.21 - C_4)}{(1 + 0.30)^4} + \frac{(In_1 * 4.09 - C_5)}{(1 + 0.30)^5} + \frac{(In_1 * 4.97 - C_6)}{(1 + 0.30)^6}$$

4.6.2 COSTOS ANUALES

Los Costos Anuales se calculan considerando los valores por:

- Costos por Operación y Mantenimiento
- Costos Variables
- Costos por transporte y conmutación

Los costos variables, de transporte y conmutación serán multiplicados por el número de puertos instalados al final de cada periodo.

Por ejemplo:

Costo Variable = 145.00

Valor del Transporte y Conmutación de 3 E1 = 390,72

Número de puertos = 216

Costos Variables primer año = 145.00 x 216 = 31320.00

Costos de Transporte y Conmutación = 390.72 x 216 = 84395.53

Entonces:

Años Proyectados	1	2	3	4	5	6
Costos por operación y Mantenimiento	255487,30	255487,30	255487,30	255487,30	255487,30	255487,30
Costos Variables	31320,00	13920,00	13775,00	13775,00	13775,00	13775,00
Costo de transporte y Conmutación	84395,52	121904,64	159023,04	196141,44	233259,84	270378,24
Total*	371202,82	391311,94	428285,34	465403,74	502522,14	539640,54
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]						

Tabla 4.12 Costos Totales de Operación para cada período

Reemplazando los valores calculados en la expresión anterior y resolviendo se tiene:

$$In_1 = 228155,09$$

Este valor es el ingreso anual necesario en el primer periodo entonces la tarifa mínima será:

Ingresos Anuales en el primer Periodo *	228155,09
Ingresos mensuales en el primer Periodo	19012,92
Número de mensualidades promedio en el primer periodo	108
Tarifa Mínima	176,05
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla 4.13 Cálculo de la Tarifa Mínima

4.7 RENTABILIDAD

La tarifa ha sido calculada para una velocidad de 3 E1's y su valor es mucho menor que el valor que se cobra actualmente en el mercado por conexiones de esta velocidad, por lo que se considera que el proyecto tendrá una buena rentabilidad y además si se bajan las tarifas se tendrá una gran penetración en el mercado.

Para la tarifa obtenida se calculará los siguientes parámetros que servirán para medir la rentabilidad del proyecto.

4.7.1 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

4.7.1.1 Flujos Netos del proyecto

El cálculo del período de Recuperación de la inversión es uno de los métodos más comunes aunque sus resultados son aproximados y parciales.

Éste se define como el tiempo que se necesitará para que el proyecto compense la inversión inicial; podría no ser un buen indicador si el proyecto es de muy largo plazo.

El período de riesgo puede manejarse hasta tres años, un proyecto que necesite más de este tiempo no asegura la recuperación total de lo invertido.[19]

El flujo neto es capaz de medir con acierto la liquidez en cada uno de los periodos.

Para esto se utilizarán los siguientes valores:

- Costos por Operación y Mantenimiento
- Costos Variables
- Costos por transporte y conmutación
- Depreciación (considerada del 50 % en los seis años)
- Tarifa mínima calculada
- Inversión inicial

Años Proyectados	1	2	3	4	5	6
Costos Totales Anuales *	371202,82	391311,94	428285,34	465403,74	502522,14	539640,54
Depreciación (50% en los seis años) *	25122,24	25122,24	25122,24	25122,24	25122,24	25122,24
Ingresos Anuales por prestación del servicio *	228155,09	557712,45	759460,70	960152,68	1160844,66	1361536,63
Ingresos Anuales por inscripciones *	43200,00	19200,00	19000,00	19000,00	19000,00	19000,00
Utilidad Neta *	-124969,96	160478,27	325053,12	488626,70	652200,28	815773,86
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]						

Tabla 4.14 Utilidad Neta de cada período

En la tabla 4.14 se tiene los Flujos Netos del Proyecto para cada uno de los seis períodos. El cálculo de la Utilidad Neta en cada periodo se realizó sumando los Ingresos Anuales por prestaciones de servicios e Inscripciones menos los Costos Totales Anuales y la depreciación.

Estos son los valores que se recaudarán cada año, por lo que se sumarán y se compararán con la inversión inicial para obtener el periodo en el que se conseguirá la recuperación del capital invertido.

Años Proyectados	Utilidad neta	Valor Recuperado
1	-124969,96	-124969,96
2	160478,27	35508,31
3	325053,12	360561,43
4	488626,70	974158,09
5	652200,28	1501388,41
6	815773,86	2317162,27

* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]

Tabla 4.15 Valor Recuperado

Se puede ver que al finalizar el tercer año ya se tendrá más del capital invertido. A continuación se calcula el tiempo exacto para la recuperación de la inversión.

$$\text{Valor recuperado hasta el segundo año} = 35508,31 = V_{2\text{do año}}$$

$$\text{Valor por recuperarse en el Tercer año} = \text{Inversión Inicial} - V_{2\text{do año}}$$

$$\text{Valor por recuperarse en el Tercer año} = 301466,88 - 35508,31$$

$$\text{Valor por recuperarse en el Tercer año} = 265958,57$$

A partir de este valor mediante una relación lineal se obtendrá el periodo en días que será necesario para recuperar la inversión.

Valor por recuperarse	Tiempo
325053,12	365 días
265958,57	X

El tiempo necesario será $X = 298,64$ Días

Entonces el Periodo de recuperación de la Inversión es:

2 años y 299 días

Con lo cual se tendrá más de 3 años de ingresos para:

- Pago al propietario
- Reinversión y Ampliación
- Reposición del activo fijo para iniciar un nuevo proceso

Esto demuestra de sobra que el proyecto producirá una gran renta con el pasar de los años, estos excedentes pueden ser tomados en cuenta para la ampliación de la red, mejoramiento de la calidad del servicio, o la ejecución de un nuevo proyecto.

4.7.2 VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

El VAN de una inversión es el monto expresado a la fecha actual de todos los ingresos y egresos presentes y futuros que constituyen el proyecto; para su aplicación se utilizará una tasa de descuento, o costo de capital.

El TIR no es más que la tasa de descuento para que el VAN sea cero, ya que estos criterios se utilizaron para el cálculo de la Tarifa Mínima no se lo volverán a calcular.

En caso de que alguno de los costos tomados en cuenta cambiara, se deberá calcular nuevamente la tarifa, la TIR y el VAN, esto con el fin de ver si en ese instante de tiempo el proyecto sigue siendo rentable, caso contrario se deben buscar alternativas para superar las pérdidas del proyecto.

Entre las posibles soluciones se considerará:

- Reducción de costos
- Campañas de Penetración en el mercado
- La masificación el servicio
- Búsqueda de nuevos servicios para implementarse sobre la red
- Convenios con otros *carriers* que no tengan la facilidad de brindar el servicio o sus redes se encuentren saturadas

CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La provisión de servicios multimedia sobre redes xDSL constituye uno de los elementos clave en la evolución del negocio de los operadores tradicionales de telecomunicaciones frente a la aparición de competidores como los operadores de TV por cable.
- El uso de la tecnología xDSL permite el aprovechamiento de las líneas telefónicas existentes para la provisión de servicios multimedia avanzados tales como la distribución de televisión digital, el vídeo bajo demanda y el acceso a Internet
- La tecnología VDSL, una de las tecnologías de la familia xDSL que ofrece más capacidad, transforma el acceso actual de par trenzado en una superautopista de la información y ofrece al usuario una capacidad de hasta 52 Mbps capaz de proporcionar servicios de más altas prestaciones que ninguna de las redes desplegadas actualmente.
- La ventaja más importante de las tecnologías xDSL es la privacidad del canal (línea telefónica) existente entre la central local y el usuario, a diferencia de otras redes rivales como las basadas en HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*) o satélite, donde el acceso es compartido, esto unido al gran ancho de banda de VDSL
- La conexión permanente permite ofrecer servicios multimedia interactivos mucho más ambiciosos que los disponibles en las redes FSAN (*Full Service Access Network*).

- El despliegue de VDSL vendrá condicionado por los servicios con contenido de vídeo en alguna de sus formas, tiempo real, casi real, o descarga rápida y la penetración de la fibra en la red de acceso hasta llegar a los alcances en que esta tecnología es efectiva.
- El crecimiento de las redes xDSL y la masificación de los servicios que éstas prestan reducirán los costes de instalación y mantenimiento.
- Los condicionantes de negocio y mercado, y no los técnicos son los que están dirigiendo el despliegue de las redes de banda ancha
- En el corto plazo se tenderá a soluciones mixtas Fibra + VDSL en los entornos residenciales y Fibras dedicadas para las grandes empresas
- En el futuro todas las tecnologías coexistirán como lo han venido haciendo hasta el día de hoy, el radio, el cine, la televisión y del conocimiento que se tenga de ellas dependerá la tecnología integradora que se escoja.
- VDSL es una tecnología de la familia xDSL que permite la creación de canales simétricos o asimétricos esto implica que se puede utilizar cualquiera de éstos dependiendo del servicio que se desee entregar al usuario
- El usuario estará permanentemente conectado a la red (*always on line*) debido a su conexión dedicada VDSL lo que permite reducir los tiempos de respuesta en cualquier tipo de requerimiento.
- El análisis de costos realizados arroja como resultado la gran factibilidad de implementar este proyecto debido a la gran brecha que existe entre la tarifa mínima calculada y las tarifas que actualmente se vienen cobrando en el mercado nacional.

- En un principio esta red funcionará únicamente para el transporte de datos, interconexión entre VLAN's y accesos al Internet de alta velocidad; en el futuro con la aparición de proveedores de los nuevos servicios se proveerá VoD, HDTV, Audio Digital y demás servicios expuestos en el Capítulo 1

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la instalación de algún mecanismo automático que sea capaz de descubrir la topología lógica que rodea a los equipos que se instalen.

Este procedimiento debe ser transparente tanto para el operador como para el usuario con el fin de que se pueda orientar el tráfico automáticamente en caso de una falla o con la adición de nuevos nodos de conmutación así como la adición de rutas más cortas.

- Se recomienda realizar un análisis del tipo de tráfico e información que el cliente transmitirá, con esto se escogerá de manera efectiva la QoS requerida para el establecimiento del canal de comunicaciones.
- Antes de la instalación de un circuito se deberán correr las pruebas sobre el par de cobre y se determinará si los parámetros de Longitud, Resistencia, Atenuación, SNR posibilitan la instalación de un circuito VDSL, evitándose con esto los problemas futuros de mala calidad del servicio e introducción de errores en la comunicación; para esto el operador deberá tener equipos especializados en estas pruebas.
- Después de la instalación se verificará la eficiencia del canal y se deberá crear un histórico de la máxima velocidad a la que se podrán transmitir los datos sobre este canal, con una tasa de BER aceptable.

- Este proyecto se basó en información real y actual sobre los potenciales clientes que utilizan este servicio, mas, los márgenes de crecimiento que se utilizaron son muy pequeños con lo que se refleja actualmente en el mercado. Además con campañas de marketing estos márgenes pueden ser aún más altos, con esto el proyecto será más rentable, por lo que se recomienda realizar un estudio más a fondo de los posibles mercados para estos nuevos servicios.
- Es muy difícil mantener la tarifa calculada en todo el periodo de vida útil por esto se recomienda que el departamento de Comercialización como el Financiero de la Operadora estudien periódicamente las tarifas que se estén aplicando en cada momento fijándose en los cambios que el mercado haya tenido, intentando realizar campañas de acercamiento y ampliación del mercado existente.
- Se recomienda a la operadora que se realice la instalación de los equipos de acuerdo a la demanda de ese momento pero se deberá tener un cronograma de crecimiento bien diseñado en el caso que la demanda lo requiera.
- Se recomienda que el personal de la operadora sea capacitado en la administración, gestión, configuración de la red, y que prevea posibles ampliaciones y nuevas configuraciones.

ANEXO A

RED DE TRANSPORTE SDH

RED DE TRANSPORTE SDH

El presente anexo tiene como objetivo presentar al lector la red de transporte SDH montada en la ciudad de Quito por parte de Andinatel S.A., además indicar los puntos de interconexión y las capacidades de cada interconexión entre centrales.

Se dará un cuadro con las características de la fibra instalada y características de los equipos. Todos los nombres que se enuncian son propuestos por Andinatel S.A., tanto de las centrales como de cada uno de los anillos.

También se debe tomar en cuenta que este anillo no únicamente es utilizado para la transmisión de datos sino también para el tráfico telefónico. Las velocidades de los anillos de fibra SDH son:

Jerarquía SDH	Velocidades
	Kbps
STM - 4	620080
STM - 16	2480320

Tabla A.1 Velocidades del anillo de fibra SDH

A-1 Características de la Fibra Óptica

Entre las principales tenemos:

- Cable de 48 hilos de fibra
- Cumple con la recomendación: UIT G.652 Características de un cable de fibra óptica monomodo SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

- Cable de fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada entorno a 1310 nm, optimizado para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm (en las que la fibra no está optimizada).
- Terminación con conector tipo SC

A-2 Características de los equipos instalados

A continuación se presentará las características de los equipos que son marca NEC en los dos siguientes modelos:

SMS 2500 A

El SMS-2500 A es un multiplexor ADM¹ (2.488,32 Mbit/s) desarrollado como parte de la serie SMS de productos de la Jerarquía Digital (SDH) de NEC.

El sistema SMS2500 A puede funcionar en cualquiera de los cuatro modos siguientes: terminal, terminal TSI, ADM y anillo. A diferencia de los multiplexores convencionales, en el SMS y anillo puede ser expandida hasta un 200 %.

El SMS-2500 A se utiliza generalmente en sistemas troncales de transporte masivo tales como anillos 2F/4F-BSHR o sistemas punto a punto o ADM tipo "*branch*", para multiplexar señales eléctricas PDH de 140Mbit/s, señales síncronas STM-1 eléctrica/óptica , señales síncronas STM-4 de y/o señales síncronas STM-16.

La transmisión entre las estaciones interconectadas con ADM SMS-2500 A, se realiza a través de una señal óptica STM-16 a nivel agregado.

¹ ADM *Add Drop Multiplexer*

En el lado tributario, este ADM posee hasta treinta y dos (32) interfaces STM1 ó 140M o una combinación de interfaces ópticas STM-4.

El SMS-2500 A garantiza protección a nivel tributario y de su interfaz agregada (1+1) óptica. Su funcionalidad lo hace conveniente para la configuración de sistemas punto a punto de alta capacidad de igual que sistemas en anillo de fibra óptica auto recuperable (SHR) de dos fibras y cuatro fibras.

El sistema posee entre otros, las siguientes operativas:

- Posibilidades para mezclar a nivel tributario señales de 140M/STM-1/STM-4.
- Capacidad de Inserción y Extracción con función de cross conexión Automática de Protección (APS).
- Funciones OAM&P (Operación, Administración, Mantenimiento & Aprovechamiento).
- Compatibilidad total con sistemas de transporte STM-1/STM-4.

SMS 2500 C

El equipo NEC SMS-2500C es un multiplexor *Add-Drop* STM-16 compacto con multiplexación directa de señales de 2M sobre una señal STM-16.

- Amplio rango de interfaces
- Soporta aplicaciones STM-16 y STM-4/1
- Acceso directo a las señales de 2Mbit/s sobre una señal STM-16 (hasta 126 Canales en *Base Subrack*, hasta 504 Canales con dos *Extension Subracks*)
- Flexibilidad de aplicaciones

- Múltiples SNCP *Rings* con conexión directa a STM-1/4 SNCP *Ring*
- Manejo de tráfico VC-12/VC-3/VC-4
- Confiabilidad
- SNCP, protección Línea /Unidad: STM-16/STM-4/STM-1
- Protección completa para las unidades tributarias: 2M/34M/45M/STM-1/STM-4
- Costo efectivo y Tamaño compacto.
(498 W x 270 D x 498 H (mm) : Tipo 1C Subrack)
- Gestión integrada con otros productos fotónicos de NEC
- Soporte de Interfaz de gestión Qnx

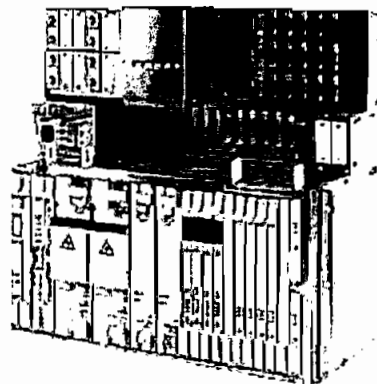


Gráfico A.1 NEC SMS 2500 C

En su diseño estos equipos ofrecen una senda de transmisión altamente confiable, ya que incorpora facilidades avanzadas (*built-in*) de protección. Funciones de gestión tales como vigilancia, supervisión de rendimiento, aprovisionamiento y gestión de seguridad, son controlados a través del sistema LCT (*Local Craft Terminal*) y pueden integrarse a un

sistema de gestión y administración de red del tipo NMS (*Network Management System*).

Por otra parte, los equipos han sido desarrollados en estricto apego a todas las recomendaciones para SDH emitidas por ITU-T, (a saber: ITU-T Rec. G.707, G.708, G.709, G.781, G.782, G.783, G.784, G.957, G.958) así como a las recomendaciones y criterios emitidos por el ETSI² () en su recomendación ETSI DE/TM-1015.

A-3 Anillo Central

Se tiene un anillo central conformado por las tres centrales que mayor tráfico aportan: Quito Centro, Iñaquito, Mariscal

Éstas se encuentran enlazadas por una red de Fibra Óptica con una capacidad de un STM – 16

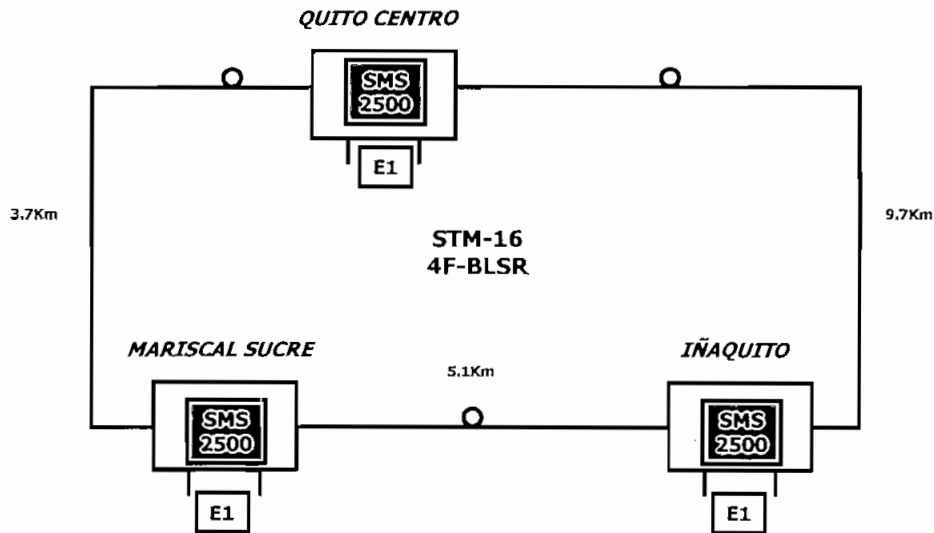


Gráfico A.2 Anillo Central

² ETSI *European telecommunications Standard Institute*

A-4 Anillo Norte

Conformado por las centrales de: La luz, Carcelén, Iñaquito, Cotocollao unidas por enlaces de STM – 4

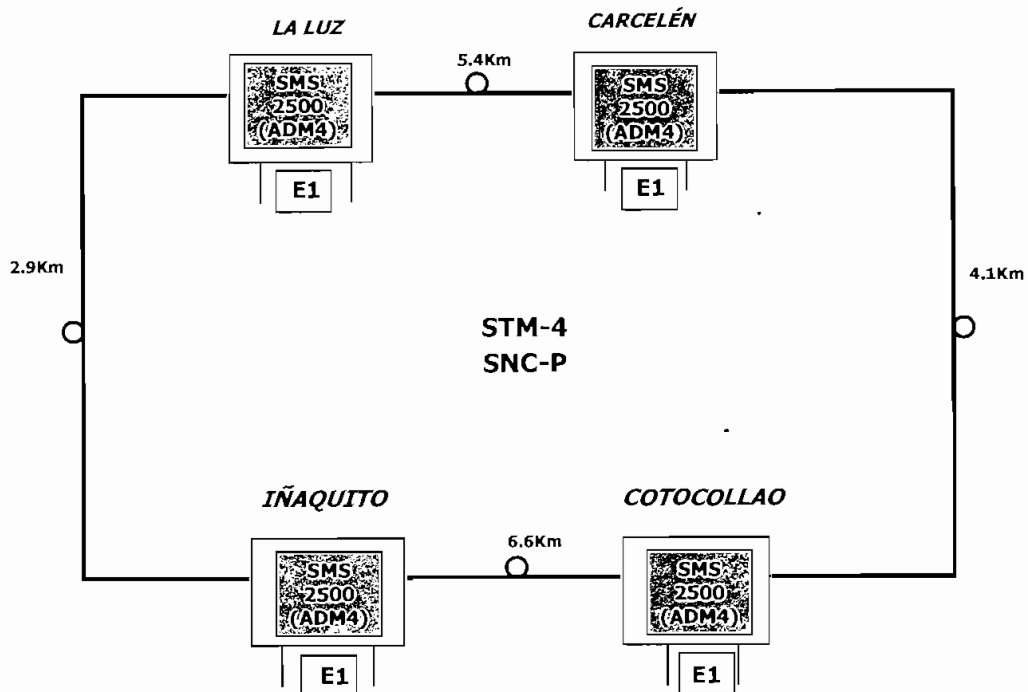


Gráfico A.3 Anillo Norte

A-5 Anillo Cumbayá

Conformado por las centrales de: Cumbayá, Iñaquito, Mariscal unidas por enlaces de STM – 4 formando un anillo y además la central de Tumbaco que se encuentra interconectada con un STM – 4 a la central de Cumbayá

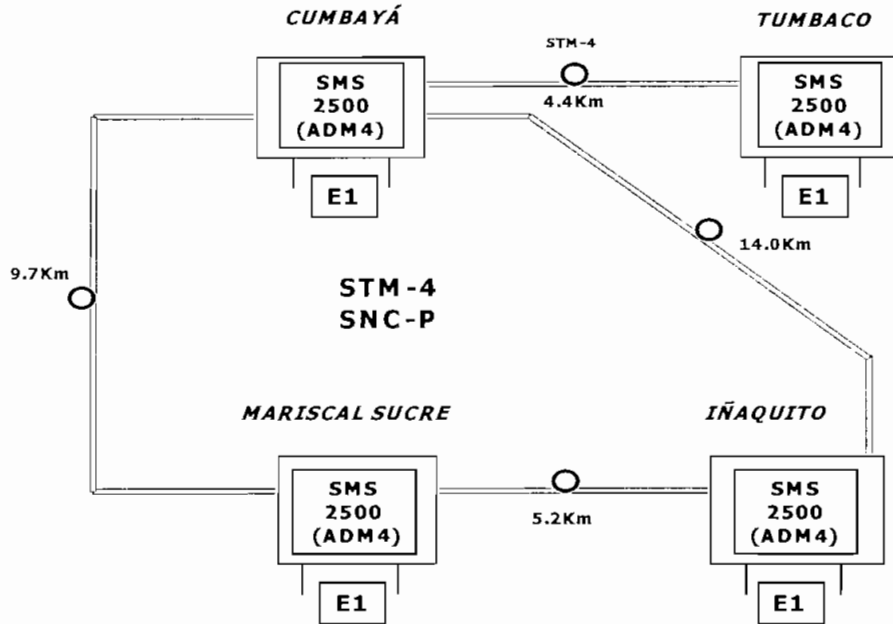


Gráfico A4 Anillo Cumbayá

A-6 Anillo del Valle

Formando un gran anillo y formando parte de éste la Estación Terrena, está conformado por la centrales de: Villaflores, Conocoto, Sangolquí, San Rafael, Quito Centro, Monjas unidas por enlaces de STM - 16

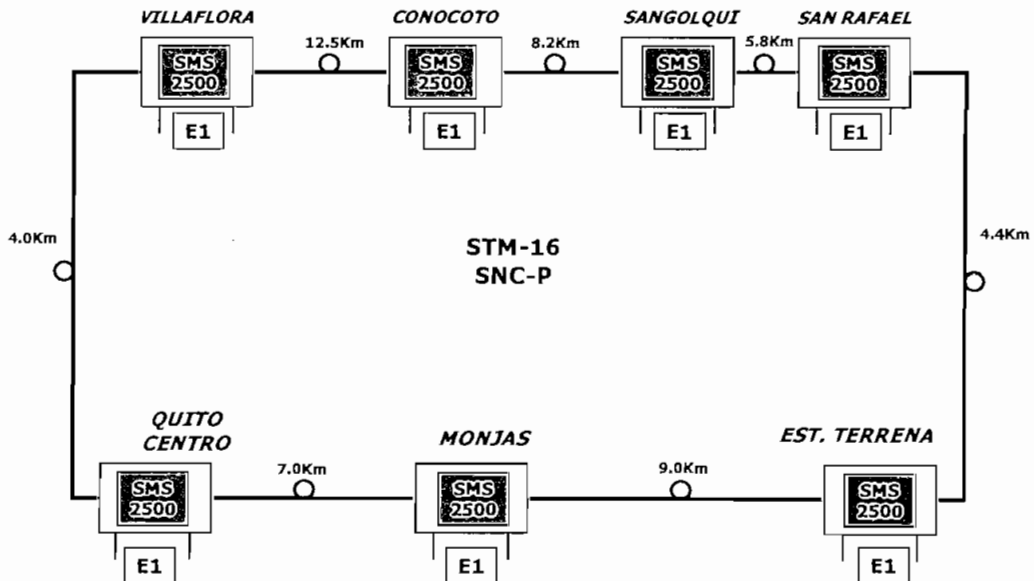


Gráfico A.5 Anillo Valle

A-7 Anillo Sur Oeste

El anillo sur Oeste conformado por las centrales de: Quito Centro, El Pintado, Guajaló, Guamaní, El Condado, Iñaquito, Villaflores, los une un anillo con una capacidad de una STM – 16

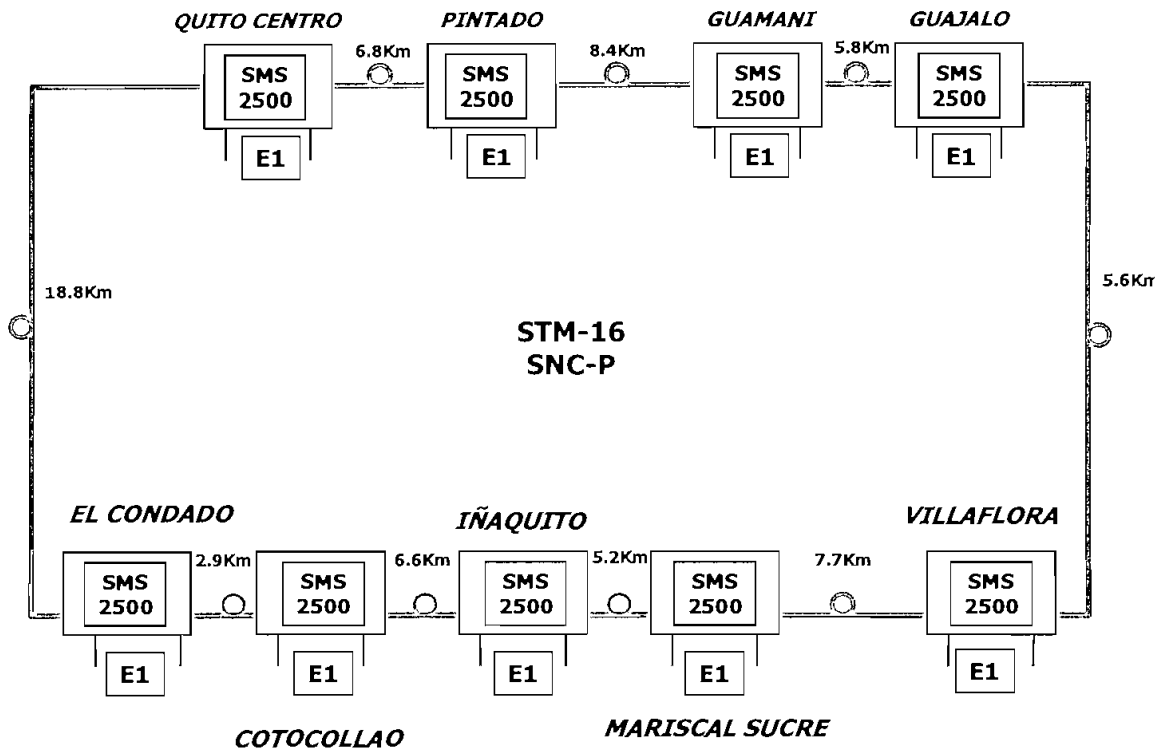


Gráfico A.6 Anillo Sur Oeste

A-8 Red de transporte SDH

Nótese que la red está diseñada para tener una gran redundancia entre las centrales exceptuando Tumbaco la cual puede perder la conexión al cortarse la fibra entre ésta y la central de Cumbayá, a continuación se presenta la red completa.

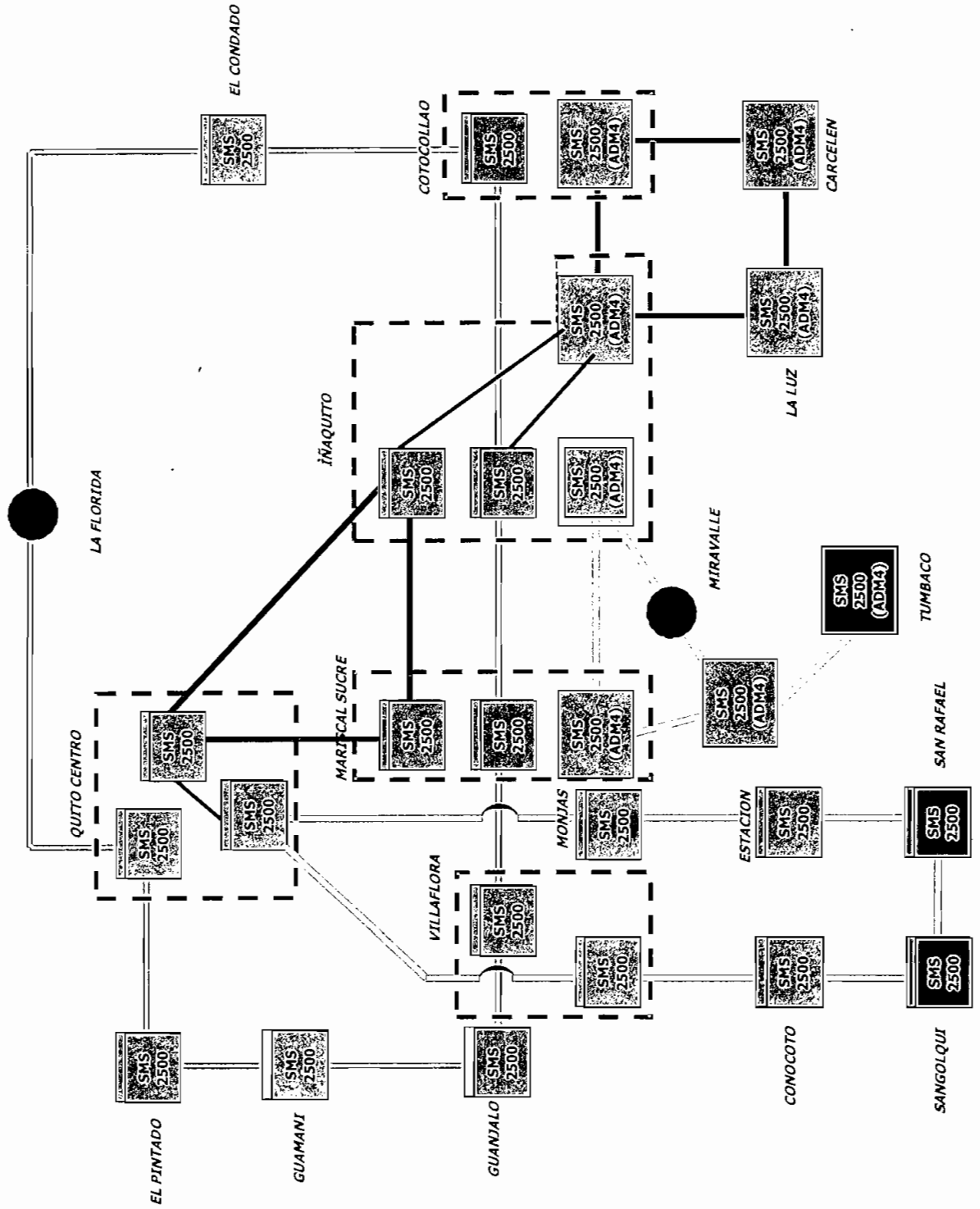


Gráfico A.7 Red de Transporte SDH

ANEXO B

COSTOS DE EQUIPOS DE DIFERENTES

PROVEEDORES

COSTOS DE EQUIPOS DE DIFERENTES PROVEEDORES

En el siguiente desarrollo se fijará el valor por puerto VDSL de algunas soluciones presentadas por varios proveedores.

Estos valores se tomaron de empresas que facilitaron los valores y se realizó un promedio de los valores obtenidos por puerto para cada caso.

Entre los indicativos que se tomó en cuenta son:

- Lo robusto de los equipos, (que se convierte en un valor netamente técnico que puede ser revalorado dependiendo la óptica con la que evalúe)
- La capacidad de crecimiento de la red
- Cualidades de servicios de valor agregado inherentes a la administración de la red.
- Capacidad de coexistir con otras marcas.
- Tiempos de entrega de equipos en el país
- Asesoramiento después de terminado el periodo de entrega.
- Tiempo de Garantía de los equipos.

A continuación se describirá el costo de los equipos para cada una de las marcas:

B-1 National Enhance Technology Corp

Para este proveedor se realizó el contacto vía e-mail y se obtuvo la siguiente propuesta de la cual se presenta el detalle:



National Enhance Technology Corp.

NetSys Corp. provides professional networking development that shares the vision of brings the office-networking standard into home. VDSL completes the dream of connectivity to the worldwide web at lowest possible cost & most convenient way by the solution with multiple & variable applications.

Q U O T A T I O N

To: Electrochuck(Ecuador)

Attn. Mr. Nelson Morales

Tel#: +593-22964809

Fax#: +593-22622692

Currency: USD

Date: 2003/03/27

<u>Model</u>	<u>Min.</u> <u>Qty</u>		<u>Remark</u>
VDSL	400~1K sets	1,001~2 K sets	
NV-200	65	60	CPE
NV-200L	70	65	CO
VDSL	50~100 sets	101~20 0 sets	
NV-800S	520	500	8 ports VDSL Concentrator
NV- 2400S	1680	1440	24 ports VDSL Concentrator

Remark:

1. Shipping term: FOB Taiwan
2. Delivery L/T: Within 7 working days after receipt of your payment(if we have stock available)
Within 4~6 weeks after receipt of your payment(if we do not have stock available)
3. Payment: By irrevocable L/C at sight or T/T in advance before shipment
4. Warranty: 1 year from the original B/L date
5. Sample cost is the same as the price per our min. order q'ty+10% surcharge & the shipping term is
Ex Works(freight & Taiwan local customs charges at collect)
6. Validity: Within 90 days from the issuance date

General Manager:

Prepared by: David

Entonces para este caso en el que el precio es FOB Taiwan se tomó en cuenta los siguientes rubros adicionales

- Costo flete Aéreo C&F (1%)
- Seguro de transporte y bodegas (1%)
- Aranceles (10%)
- Verificación por importaciones mayores al 4000 USD (1%)

En la siguiente tabla se describen estos costos:

National Enhance Technology NetSys Corp**





Tipo de Equipo	Modelo	# de Unidades	Valor por Unidad	Valor por x Unidades
CPE	NV-200	864	65	56160
DSLAM	NV-2400S	36	1680	60480
Subtotal				116640
· Costo flete Aéreo C&F (1%)				1166,4
· Seguro de transporte y bodegas (1%)				1166,4
· Aranceles (10%)				11664
· Verificación por importaciones mayores al 4000 USD (1%)				1166,4
TOTAL				131803,2
# de Puertos*				864
Costo Por puerto				152,55
* Costo por puerto en DSLAM y CPE				
**Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\\$]				

Tabla B.1 Costo Equipos NetSys

B-2 TUT Systems

Los precios de este equipo fueron encontrados en el Internet en las siguientes páginas:

- www.buymicro.com
- www.calibex.com

		TUT SYSTEMS INC - TUT5102 INTELLIPOP VDSL ACCESS UNIT W/10/100 +10BT POTS FI [BUYMICRO P/N: 780597] [MFG.P/N: 68055] [8.0lbs.] [NON-MACHINE SPECIFIC] [PERIPHERAL DEVICE]	\$250.92
		TUT SYSTEMS INC - TUT5212 INTELLIPOP 12PORT VDSL 10-26MB VDSL GATEWAY SERVICES [BUYMICRO P/N: 780535] [MFG.P/N: 68000] [8.0lbs.] [NON-MACHINE SPECIFIC] [PERIPHERAL DEVICE]	\$2,105.94

Entonces para este caso en el que el precio es FOB EEUU se tomó en cuenta los siguientes rubros adicionales

- Costo flete Aéreo C&F (1%)
- Seguro de transporte y bodegas (1%)
- Aranceles (10%)
- Verificación por importaciones mayores al 4000 USD (1%)

En la siguiente tabla se describen estos costos:

TUT Systems**

Tipo de Equipo	Modelo	# de Unidades	Valor por Unidad	Valor por x Unidades
CPE	TUT5102	864	250,92	216794,88
Dslam	TUT5212	72	2105,94	151627,68
Subtotal				368422,56
· Costo flete Aéreo C&F (1%)				3684,23
· Seguro de transporte y bodegas (1%)				3684,23
· Aranceles (10%)				36842,26
· Verificación por importaciones mayores al 4000 USD (1%)				3684,23
TOTAL				416317,49
# de Puertos*				864
Costo Por puerto				481,85
* Costo por puerto en DSLAM y CPE				
** Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]				

Tabla B.2 Costo Equipos TUT Systems

No se consideran los costos de otras soluciones por la dificultad de certificar las fuentes mas se ha considerado que los precios no salen de estos rangos, por lo que ha decidido hacer un promedio de los dos valores y utilizarlo para al Análisis de Costos.

Solución	Valor por puerto*
NetSys Corp	152,55
TUT Systems	481,85
Suma	634,40
Promedio	317,20
* Todas las cantidades se encuentran expresadas en dólares americanos [\$]	

Tabla B.3 Promedio Costo Equipos

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS RECOMENDADOS

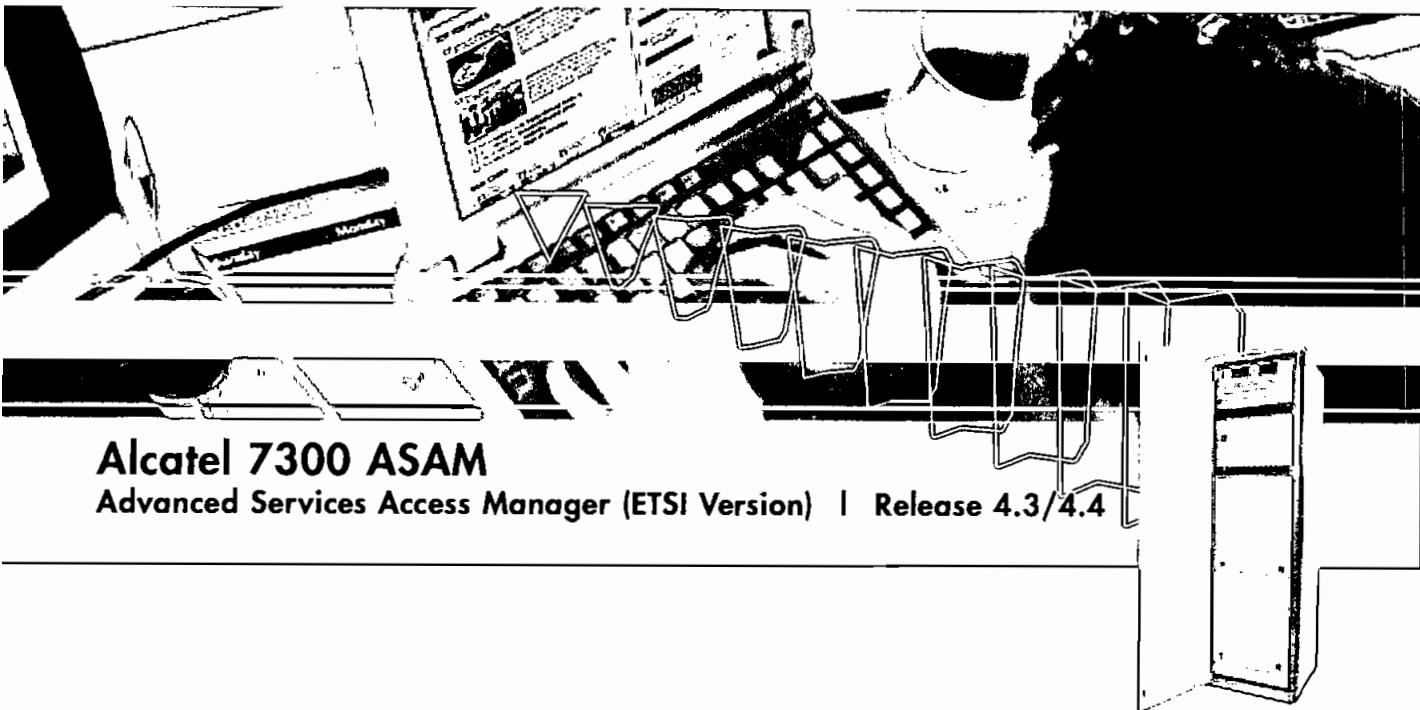
CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS RECOMENDADOS

Después de comparar las características básicas que los equipo a ser instalados con los existentes en el mercado se recomienda utilizar la solución de ALCATEL, por:

- Cumplir con los estándares expuestos
- Tener las características de Interfaces tanto hacia el backbone como hacia los usuarios recomendadas en el diseño
- Ser un equipo robusto, el cual permite la instalación de tarjetas no únicamente para servicio VDSL sino también para otras tecnologías xDSL.
- Tener soporte técnico en el País,

Se considera importante presentar todas las características de los Equipos:

- Alcatel 7300 ASAM (DSLAM de Central)
- Alcatel 7300 ASAM-c (DSLAM Compacto)
- Alcatel 7300 ASAM VDSL Line Card for POTS (Tarjeta VDSL)
- Speed Touch (CPE)



Alcatel 7300 ASAM

Advanced Services Access Manager (ETSI Version) | Release 4.3/4.4

It takes more than high-speed Internet access to attract and retain new digital subscriber line (DSL) customers. Service providers need a single platform to offer new revenue-generating broadband services for both business and residential customers. The Alcatel 7300 Advanced Services Access Manager (ASAM) uses DSL technology to deliver high-bandwidth access and new revenue-generating broadband services over existing twisted pair copper telephone wiring.

With these two new releases, the Alcatel 7300 ASAM offers very high density (Ultra density and Extreme density) with low power consumption. It meets the needs of residential users by providing the capacity for high speed Internet (HSI) access, multimedia applications (audio and video), high bandwidth video service delivery, and broadband entertainment applications. It also meets demands for business-quality access, virtual private networks (VPNs), and voice services. It provides a direct connection to ATM or Ethernet networks.

Optimization of density and power consumption minimizes capital and operating expenses for operators

Alcatel 7300 ASAM (ETSI Version) | Release 4.3/4.4

Technical Summary

Features

- > Low power consumption, Ultra density (UD), NEBS Level 3 compliant, 24-line UM for ADSL/POTS and ADSL/ISDN
- > Enhanced test access capability
- > Plug-and-play provisioning for ease of installation
- > VADEM system for improved voice gateway management
- > Threshold crossing alarms for ADSL and STM-1 SONET/SDH
- > Multicast control by external BAS or ISM
- > CPE outo PVC configuration for ATM
- > System vendor identification for improved troubleshooting
- > Ethernet 100Base-T NT (Release 4.3.10)
- > Extreme density (XD) equipment practice (Release 4.4)
- > XD ADSL line boards (Release 4.4)
 - XD 48-line boards ready for 622 Mb/s video
 - Broadband video bus (BVB)-ready so board can be used for broadcast video without hardware change

System Capacity

Release 4.3 with ultra density

24-line boards

- > Up to 768 lines per 2.2 m (7.2 ft.) rack with splitters (combo shelf)
- > Up to 1,152 lines per 2.2 m (7.2 ft.) rack in splitterless shelves
- > Up to 2,304 DSL lines per network interface
- > NEBS Level 3 compliant

Release 4.4 with extreme density

48-line boards

- > Release 4.4 always with splitters
- > Combo shelf configuration
- > 2,304 lines per 2.2 m (7.2 ft.) rack with splitters
- > 9,216 lines per network interface
- > NEBS Level 3 compliant

Interface Cards

ATM network

- > STM-1 (1.55 Mb/s)
- > E3 (34 Mb/s)
- > DS1
- > DS3 (44 Mb/s)
- > 4 x E1 IMA (4 x 2.0 Mb/s)
- > 1,310/1,550 nanometer dark fiber
- > Up to 96 Mb on-board memory
- > Optional 1+1 redundancy (APS/EPS)
- > STM-4 upgradeable

Ethernet network

- > 100Base-T interface
- > VLAN support according to 802.1q standard
 - ISP and other service identification based on VLAN
 - User traffic mopped to VLAN
 - 4095 VLAN Ids
 - Security (fire-wallling) based on VLAN
- > 2 100Base-T interfaces (1 enabled)
- > 50 kp/s bridging and cross-connect mode (in single shelf mini RAM)

Line Interface Cards

- > ADSL – multi-standard auto-detect ADSL
 - POTS: ITU-T G.dmt
 - POTS: ITU-T G.lite
 - POTS: ANSI T1.413
 - ISDN: ITU-T G.dmt B
 - ISDN: ETSI TS 101 388
 - 24 lines per board (Release 4.3)
 - 48 lines per board (Release 4.4)
- > ITU-T g.SHDSL
 - 24 lines per board (Release 4.3)
 - 48 lines per board (Release 4.4)
- > IUMI 4.0 Automatic CPE configuration (PVC and SVC)
- > Passive splitter types
 - TBR21
 - 600 Ω impedance
 - ETSI harmonized impedance splitter (TR 101 728)
 - ISDN
- > Sublending line cords
 - 4 x E1 IMA
 - E3
 - DS3
 - STM-1
 - 1,310/1,550 nanometer dark fiber

Service Cards

IP service module

- > 10/100 Ethernet interface
- > RFC 1483/RFC 2684 (bridged, routed), PPPoA, PPPoE
- > L2TP, MPLS, virtual routing
- > RIP, RIPv2, OSPFv2, BGP4
- > RADIUS
- > RFC 2543 bis in static mode MPLS - VPN

VoDSL module

- > AAL2 termination
- > VoDSL signal transmitted through V5.2 (up to 8 E1 links) to the PSTN
- > 1+1 equipment protection (both gateway and interface module)
- > Call and voice handing (including echo cancellation)
- > Voice coding, PCM (A-law and μ -law), ADPCM compression, silence suppression/comfort noise generation option

VDSL card

- > VDSL, DMT multi-standards-based
- > 8 lines per board evolving to 12 and 24

ATM Service Characteristics

- > Supported ATM QoS classes
 - UBR
 - UBR +
 - CBR
 - rt-VBR/nrt-VBR
 - GFR
- > Multi-QoS per line
- > Up to 10,368 connections (PVC/SVC) per system
- > Up to 16 connections (VCs) per line

Alcatel 7300 ASAM (ETSI Version) | Release 4.3/4.4

Physical Specifications

Central office equipment

> ETSI dimensions

- Standard 2.2 m (7.2 ft) rack
 - Height: 2.2 m (7.2 ft.)
 - Width: 60 cm (23.6 in.)
 - Depth: 30 cm (11.8 in.)
 - High density combo shelf (line cards and splitters)
 - 192 lines (16 x 12)
 - Height: 95 cm (37.4 in.)
 - Width: 60 cm (23.6 in.)
 - Depth: 30 cm (11.8 in.)
 - Maximum 2 shelves per rack
 - Ultra density combo shelf
 - 384 lines (16 x 24)
 - Height: 95 cm (37.4 in.)
 - Width: 60 cm (23.6 in.)
 - Depth: 30 cm (11.8 in.)
 - Maximum 2 shelves per rack
 - Ultra density splitterless shelf (line cards only)
 - 384 lines (16 x 24)
 - Height: 62 cm (24.4 in.)
 - Width: 60 cm (23.6 in.)
 - Depth: 30 cm (11.8 in.)
 - Maximum 3 shelves per rack
 - Extreme density combo shelf
 - 768 lines (line card with splitters) (48 x 16)
 - Height: 62 cm (24.4 in.)
 - Width: 60 cm (23.6 in.)
 - Depth: 60 cm (23.6 in.)
 - Maximum 3 shelves per rack
- > Up to 12 shelves on a single network interface
- > Optional extension kit for additional 7.5 cm (3 in.) to ease installation

Remote equipment

- > Temperature hardened
- > DualLevel multiplexing architecture through remote Alcatel 7300 ASAM-compact (ASAM-c)
- > 120 lines per shelf
- > Connection to host through 4 x E1, E3/DS3, and STM-1
 - Height: 53 cm (20.9 in.)
 - Width: 48.2 cm (19 in.)
 - Depth: 30 cm (11.8 in.)
- > Maximum 3 shelves per rack

Other Characteristics

- > Test bus for metallic line test
 - Integrated metallic cross-connect
 - Soft connection of individual DSL lines
 - Connector for external test equipment
- > 5 Gb/s backplane

Management

- > Element management layer (EML) through Alcatel 5523 AWS Element Manager (AWS)
- > Network management layer (NML) through Alcatel 5620 Network Manager (NM)
 - Interfacing with other (legacy) OSSs, including CORBA
- > Connectivity:
 - Over ATM network, in-band PVC (ATM VP/VC)
 - Out-of-band through 10/100 Ethernet port
- > Local management through a web-based craft terminal. Software runs on a standard PC with Windows 2000 or higher, and any browser software

Power

- > Average power consumption: 1 W per ADSL line
- > XD shelf: +/- 2600 W power dissipation on a 60 x 60 cm (23.6 x 23.6 in.) floor space

Environmental Standards

- > ETS 300 019-1-1 Class 1.1
- > ETS 300 019-1-2 Class 2.3
- > ETS 300 019-1-3 Class 3.1 and 3.1E

Emissions

- > EN 300 386, referring to EN 55022 (Class A) and EN 61000 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6

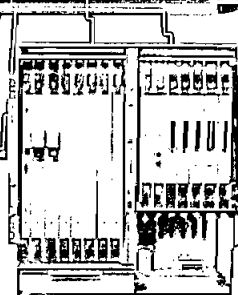
Product Safety

- > EN 60950 A1, A2, A3, A4, A11, Class 1 (IEC950)

For more information on the Alcatel 7300 ASAM visit www.alcatel.com/7300



Alcatel 7300 ASAM-c Compact (ETSI Version) | Release 4.3

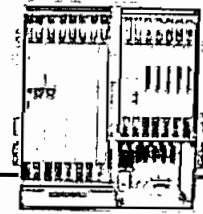


The Alcatel 7300 Advanced Services Access Manager-compact unit (ASAM-c) is used to deploy DSL lines in small central offices or outdoor cabinets. It offers the same functionality as the Alcatel 7300 ASAM, with support for up to 120 DSL lines. It provides a direct connection to an ATM or Ethernet network with IP functionality. The connectivity to the IP network is provided through an Ethernet uplink. It can be subtended from a hub Alcatel 7300 ASAM through electrical or optical links.

The Alcatel 7300 ASAM-c enables service providers to offer their customers higher bandwidth and more services by reducing loop length and increasing geographic coverage. As a result, service providers can reach many more potential customers, achieve ubiquitous geographic coverage with small systems, and extend the capacity of their systems at the pace of growing customer demand.

Extend system capacity at the pace of customer demand

Alcatel 7300 ASAM-c (ETSI Version) | Release 4.3



Technical Summary

System Capacity

- > Up to 120 lines per shelf [5 cards, 24 lines each] with splitters
- > 5 slots
- > Extendable to 1,440 lines (12 x 120)
- > Ultra density line card: 24 lines per board

Interface Cards

ATM network

- > STM-1 (155 Mb/s)
- > E3 (34 Mb/s)
- > DS3 (44 Mb/s)
- > 4 x E1 IMA (4 x 2.0 Mb/s)
- > 1,310/1,550 nanometer dark fiber
- > Up to 96 MB on-board memory
- > Optional 1+1 redundancy (APS/EPS)
- > STM-4 upgradeable

Ethernet network

- > 100Base-T interface
- > VLAN support according to 802.1q standard
 - ISP or other service identification based on VLAN
 - User traffic mapped to VLAN
 - 4,095 VLAN IDs
 - Security (fire-wall) based on VLAN

Line Interface Cards

- > ADSL – multi-standard auto-detect ADSL
 - POTS: ITU-T G.dml
 - POTS: ITU-T G.lite
 - POTS: ANSI T1.413
 - ISDN: ITU-T G.dmt B
 - ISDN: ETSI TS 101 388
 - 24 lines per board
- > ITU-T g.SHDSL
 - 24 lines per board
- > ILM1 4.0 automatic CPE configuration (PVC and SVC)
- > VDSL: DMT multi-standards-based
 - 8 lines per board, evolving to 12 and 24 in next version

> Passive splitter types:

- TBR21
 - 600 Ω impedance
 - ETSI harmonized impedance splitter (TR 101 728)
 - ISDN
- #### > Subbundling line cards
- 4 x E1 IMA
 - E3
 - DS3
 - STM-1
 - 1,310/1,550 nanometer dark fiber

IP Service Module

- > 10/100 Ethernet interface
- > RFC 1483/RFC 2684 (bridged, routed), PPPoA, PPPoE
- > L2TP, MPLS (RFC2547 bis in static mode), virtual routing
- > RIP, RIPv2, OSPFv2, BGP4
- > RADIUS

Management

- > Element management layer (EML) through Alcatel 5523 AWS Element Manager (AWS)
- > Network management layer (NML) through Alcatel 5620 Network Manager (NM)
 - Interfacing with other (legacy) OSSs, including CORBA
- > Connectivity:
 - Over ATM network, in-band PVC (ATM VP/VC)
 - Out-of-band through 10/100 Ethernet port
- > Local management through a web-based craft terminal. Software runs on a standard PC with Windows 2000 or higher, and any browser software

ATM Service Characteristics

- > Supported ATM QoS classes: UBR, UBR+, CBR, Rt-VBR/nrt-VBR, GFR
- > Multi-QoS per line
- > Up to 10,368 connections (PVC/SVC) per system
- > Up to 16 connections (VC) per line

Physical Specifications

- > Height: 53 cm (20.9 in.)
- > Width: 48.2 cm (19.0 in.)
- > Depth: 30 cm (11.8 in.)
- > Maximum 3 shelves per rack

Other Characteristics

- > Test bus for metallic line test
 - Integrated metallic cross-connect
 - Soft connection of individual DSL lines
 - Connector for external test equipment
- > 5 Gb/s backplane

Power

- > Average power consumption: 1.2 W per ADSL line

Product Safety and Environment

- > EN 60950 A1, A2, A3, A4, A11, Class 1 (IEC 950)
- > ETS 300 019-1-3 class 3.1E
- > Temperature hardened
- > Operational temperature range: 0 C to 45 C (32 F to 113 F)

For more information on the Alcatel 7300 ASAM visit www.alcatel.com/7300

www.alcatel.com

Alcatel and the Alcatel logo are registered trademarks of Alcatel. All other trademarks are the property of their respective owners. Alcatel assumes no responsibility for the accuracy of the information presented, which is subject to change without notice. © 09 2002 Alcatel. All rights reserved. 3CL 00469 0289 TQZZA Ed.01 16134



Alcatel 7300 ASAM VDSL Line Card for POTS (ETSI Version)

The Alcatel 7300 Advanced Services Access Manager (ASAM) features the Very high rate Digital Subscriber Line (VDSL) Card for POTS, which delivers VDSL and analog voice over a single copper pair. With the VDSL line card, service providers can offer residential and business customers access to high bandwidth services on demand, such as streaming video, online gaming, multimedia applications, and multiple video channels, all running on a single connection. They can offer medium and small businesses and home offices IP connectivity, VPNs, VLANs, high quality video conferencing, long reach Ethernet or legacy service interconnection, with symmetric connections to 10 Mb/s and asymmetric connections to 20+ Mb/s.

Alcatel's VDSL solution for POTS offers providers mature VDSL equipment fully compliant with existing standards. Alcatel's solution combines the latest DSL technology with low power consumption, integration on existing platforms, and network management. With the Alcatel 7300 ASAM, the new VDSL DMT-based technology can be added to the existing ADSL network. The combination of a superior line code (FDD-DMT), modern signal processing techniques, and state-of-the-art ASIC design has resulted in a compact, low power VDSL modem that has excellent performance, is spectrally compatible with ADSL, is very robust against interference, and can be configured in a very flexible way.

A complete offering for high bandwidth services — residential data, voice and multiple video channels, and high bandwidth symmetrical services for businesses

VDSL Line Card for POTS (ETSI Version)



Technical Summary

Services

A complete service offering bundling data, voice and video services:

- > Residential: broadband Internet access, streaming audio and video, gaming, high quality video distribution, VoD, and telecommuting
- > Medium and small businesses and home offices: IP connectivity, VPNs, VLANs, high quality video conferencing, long reach Ethernet or legacy service interconnection, T1/E1 replacements, symmetric connections to 10 Mb/s and asymmetric to 20+ Mb/s
- > Low cost reliable transport for backhauling applications, such as mobile base station connectivity over VDSL
- > VoDSL services, legacy services and WAN interconnection, bridging or routing, VPNs, provided through appropriate CPE
- > Cost-effective broadband access for higher margin services such as VoD, gaming, and multimedia applications

Features

- > The fastest speed with the most advanced and flexible DSL transport available, adjustable speeds for multiple service offerings:
 - Up to 58 Mb/s over 400 m (.437 yd.)
 - Up to 29 Mb/s over 1 km (.62 mi.)
 - Up to 14.5 Mb/s over 1.5 km (.93 mi.)
- > Application flexibility, with symmetric or asymmetric data transport over a single copper pair (software configurable)
- > DMT-based ADSL spectrally compatible
 - Spectral compatibility with existing DSL services
 - ADSL/VDSL co-existence (and collocation)
 - ADSL compatible lane spacing (4.3125 Khz)
 - 12 Mhz analog bandwidth
 - Minimum performance degradation under RFI ingress
- > Compliant with ITU, ANSI and ETSI standards
- > POTS in overlay mode, VoDSL enabled
- > Deployment from CO, cabinet or basement, multi-tenant units/multi-dwelling units

Architecture

- > 8-port density evolving to 12/24-port
- > DMT multi-standards-based:
 - ITU recommendation G.993.1 (G.vdsl.f)
 - ETSI: TS 101 270-1
 - ETSI: TS 101 270-2
 - ANSI T1.424/Trio-use standard
 - FS-VDSL specification
- > Flexible technology open for different spectral plans set-up on the same platform
 - Plan 997 (ETSI + ITU) adapted for symmetric services
 - Plan 998 (ETSI + ANSI + ITU) adapted for asymmetric services
 - Plan FX (ITU + ETSI), a flexible plan both for symmetric and asymmetric services
 - Through software, any upstream or downstream rate can be specified as a multiple of 64 kb/s
- > Easy spectral shaping to cope with networking needs
 - Power boosting in collocation, ADSL and VDSL in the CO
 - Lower power when co-existing with ADSL transmission from the remote unit to the end users
- > High-end error correction through
 - Reed-Solomon coding
 - impulsive noise source protection through programmable interleaving
- > Guaranteed physical throughput through
 - Operator-controlled mode
 - Rate adaptive mode (at start up)
- > VDSL LUM is supported by the Alcatel 7300 ASAM-c

ATM Functionality

- > Data transport through ATM Adaptation Layer 5 (AAL5)
- > Voice transport through ATM Adaptation Layer 2 (AAL2)
- > Compliant with ITU-T G.114 and G.131 delay specifications
- > 16 PVC connections per line

Management

- > Local management through a craft terminal

Environmental Standards

- > ETS 300 019-1-1 Class 1.1
- > ETS 300 019-1-2 Class 2.3
- > ETS 300 019-1-3 Class 3.1 and 3.1E

Emissions

- > EN 300 386, referring to EN 55022 (Class A) and EN 61000 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6

Operating Humidity

- > 0% to 90% noncondensing

Operating Temperature

- > 0 C to 45 C (32 F to 113 F)

Power

- > 1.6 W per line

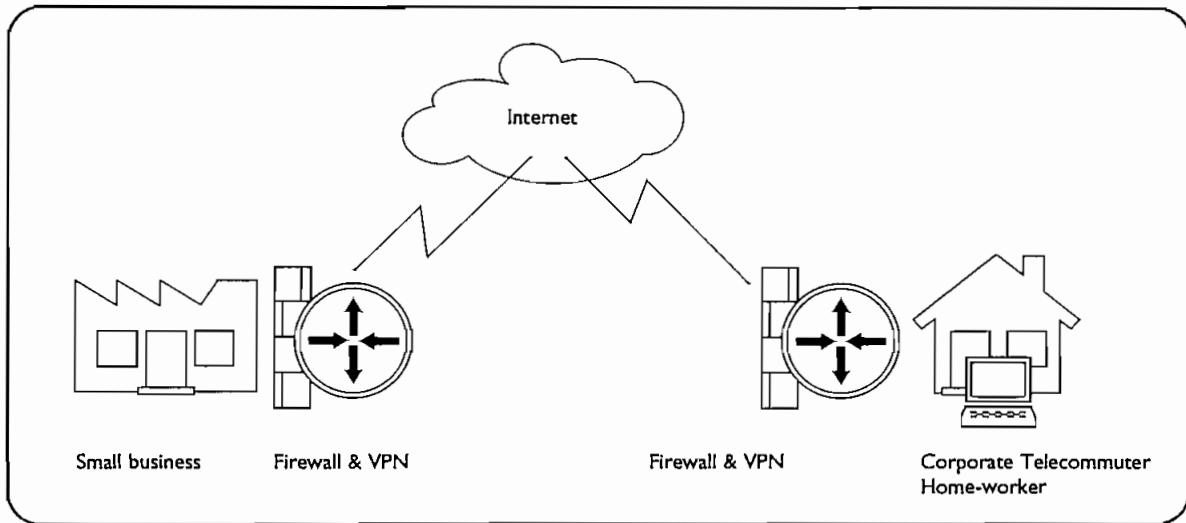
For more information on the Alcatel 7300 ASAM visit www.alcatel.com/7300

www.alcatel.com

Alcatel and the Alcatel logo are registered trademarks of Alcatel. All other trademarks are the property of their respective owners. Alcatel assumes no responsibility for the accuracy of the information presented, which is subject to change without notice. © 09 2002 Alcatel. All rights reserved. 3CL 00469 0294 TQZZA Ed.01 16157



SpeedTouch™ 610 / 610i / 610s / 610v Business DSL routers



Content of the box

- SpeedTouch 610 or 610i or 610s or 610v
- Ethernet cable (RJ45)
- Telephone cable (RJ11)
- Cable filter (optional)
- Power adapter (9V)
- Quick installation guide
- Orientation guide
- SpeedTouch set-up CD-ROM

For more information: www.speedtouch.com

All rights reserved ©2002, THOMSON multimedia Broadband Belgium.
Printed in EU. 3CL 00371 0028 ed03

All trademarks are owned by their respective owners.
Product specifications subject to change without prior notice.



Hardware specifications

- **WAN interfaces**
 - DSL line RJ11
 - Pin 3 / 4 for ADSL, 2-wire SHDSL and VDSL (pin 2 / 5 via adaptor)
 - Pin 3 / 4 and 2 / 5 for 4-wire SHDSL
- **LAN interfaces – switch variants**
 - 4-port 10/100Base-T auto-detect Ethernet switch IEEE 802.3 (RJ45), half- / full-duplex with auto-MDI / MDI-X
 - Available on SpeedTouch 610, 610i, 610s and 610v
- **LAN interfaces – ATMF variants**
 - 10/100Base-T auto-detect Ethernet (RJ45), half- / full-duplex
 - 25.6 Mb/s ATM forum interface (RJ45)
 - Available on SpeedTouch 610, 610i and 610s
- **Serial interface**
 - RS232 - EIA / TIA-232
- **Physical specifications**
 - Height: 35 mm (1.38 in.)
 - Width: 210 mm (8.27 in.)
 - Depth: 185 mm (7.29 in.)
- **Operating environment**
 - Temperature: 0° to 40° C (32° to 105° F)
 - Humidity: 20% to 80%
- **Power requirements**
 - AC voltage: 100 to 120 V AC, 220 to 240 V AC
 - Frequency: 50 / 60 Hz
 - Power consumption: 9 W maximum

Modem specifications

Physical layer	Product	Bandwidth	Standards	Notes
ADSL-over-POTS	SpeedTouch 610	Up to 8.192 Mb/s downstream and 832 kb/s upstream	<ul style="list-style-type: none"> • ANSI issue 2 - ANSI T1.413i2 • Full rate - G.dmt ITU-T G.992.1 Annex A • ADSL lite - G.lite ITU-T G.992.2 	<ul style="list-style-type: none"> • Multi-mode hand-shake - ITU-T G.994.1 (G.hs) • Complete embedded operations channel (EOC) implementation • Dying gasp (allows to distinguish cable cut and CPE power outage)
ADSL-over-ISDN	SpeedTouch 610i	Up to 8.192 Mb/s downstream and 640 kb/s upstream	<ul style="list-style-type: none"> • ETSI - ETSI ETR 006 • Full rate - G.dmt ITU-T G.992.1 Annex B • Germany - U_{R2} 	
SHDSL	SpeedTouch 610s	Up to 2.304 Mb/s (2-wire mode) or 4.608 Mb/s (4-wire mode) downstream and upstream	<ul style="list-style-type: none"> • SHDSL standard ITU-T G.991.2 (G.shdsl): symmetric PSDs and asymmetric PSDs in line with annex A (ANSI) and annex B (ETSI) • Hand-shake procedure ITU-T G.994.1 (G.hs), including automatic annex selection and rate adaptive mode 	<ul style="list-style-type: none"> • Wetting current (annex A and B), including metallic termination (annex A) • Complete embedded operations channel (EOC) implementation: performance monitoring (bit errors, signal-to-noise ratio, loop-attenuation, ...), status reporting, remote loopback, remote inventory • Dying gasp (allows to distinguish cable cut and CPE power outage)
VDSL	SpeedTouch 610v	Up to 23 Mb/s downstream and 4 Mb/s upstream (asymmetrical band-plan) or up to 13 Mb/s downstream and upstream (symmetrical bandplan)	<ul style="list-style-type: none"> • Standard DMT VDSL: ETSI TS 101 270-1 & -2; ANSI T1E1.4/2001-009R5 and -013R2; ITU-T G.vdsl.f 	<ul style="list-style-type: none"> • Supports band plans 997, 998 and Fx with same hardware. • Excellent throughput performance, with aggregate (up + down) rates of 58 Mb/s over 350 m, 29 Mb/s over 1000 m and 14.5 Mb/s over 1500 m



SpeedTouch™ 610 / 610i / 610s / 610v Business DSL routers

The safe way to do business

Flexible solution

Specially designed for SMEs and SOHOs, the SpeedTouch 610 offers plenty of possibilities. With easy installation, an embedded firewall, IP VPN and remote management tools, the SpeedTouch 610 is a highly cost-effective and secure option. Beyond the small business market, the SpeedTouch 610 series is the ideal solution for connecting regional and branch offices back to HQ. Home users and telecommuters will also appreciate its unique features, including a fail-proof setup wizard.

Security

Everyone knows about hackers and the dangers they can pose to business. SpeedTouch 610 routers have a built-in firewall that denies all unauthorized access.

End-users, equipment retailers or ISPs can configure this powerful firewall for a broad range of security policies and requirements.

Attacks are stopped in the router, and a log of attempted breaches of security is kept for audit purposes. The SpeedTouch 610 keeps you safe from security violations.

Remote sites can be securely connected at low cost with IPSec, scalable through Public Key Infrastructure (PKI). With a PPP-client, firewall, and IP VPN client all embedded in the router, the SpeedTouch 610 Series is the low-maintenance option.

Easy installation

The SpeedTouch 610 routers are incredibly easy to install and use. Thanks to the integrated PPP-client, there is no software to be installed on your PC. The setup wizard guides you through the configuration to give you a secure teleworking solution.

Plug the router into a DSL line and you're ready to surf via PC, laptop, or LAN. Secure remote management is also possible using standard tools such as SNMP, Syslog, Telnet, and SNTTP.

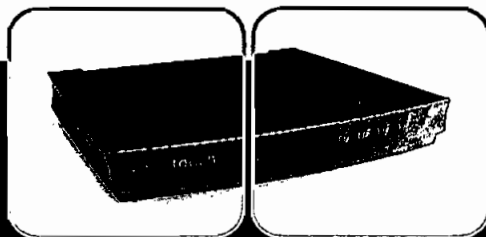
Reduced cost

Operating a helpdesk is a costly business. With the SpeedTouch 610 routers, this cost is drastically reduced. As there is no need to install software, OS upgrades are trouble-free and the PC environment remains stable.

Reliability

Business-critical applications need to be available 24/7. This frequently means that servers (BASs) are duplicated with automatic switchover at time of failure. The SpeedTouch 610 series allows connection to two servers with two PVCs.

The SpeedTouch 610 series has a full range of network interfaces: ADSL over POTS, ADSL over ISDN, SHDSL, symmetric and asymmetric VDSL.



Built for excellence

speedtouch™
ALCATEL

Security

- **NAT/PAT**

- RFC 1631 / 3022 network address translation (NAT) / port address translation (PAT)
- Static NAT entries
- Zero-config incoming netmeeting / H.323 support via ILS snooping
- Support for default server

- **Embedded firewall**

- Packet filter firewall, capable of filtering all information available in the IP packet header:
 - Source and destination interface, IP address and port
 - TCP incoming / outgoing connections, TCP header (syn / ack / urg)
 - PINGs, ICMP type and code number, type of service, protocol
 - Arbitrary bytes in the packet header
 - Logging of intrusions to webpage and to syslog

- **IP VPN features***

- IPSec (RFC 2401 / 2407)
- Key distribution:
 - Public key infrastructure (RFC 2459, ITU-T Q.817) with X.509 digital certificates; support for cross-certification and chain of trust
 - On-line PKI enrollment: CEP (certificate enrollment protocol) interoperable with Entrust, VeriSign, Netscape and Baltimore CAs
 - Off-line PKI enrollment: PKCS#10 "Certification Request Syntax Standard" (RFC 2314 / 2986) and PKCS#7 "Cryptographic Message Syntax Standard", compatible with Entrust, VeriSign, Netscape, RSA Security (RSAS) and Xcert
- Shared secrets

- Tunnel set-up

- ISAKMP, IKE / Oakley (RFC 2408 / 2409 / 2412)
- Diffie-Hellman dhgroup 1, 2 and 5
- Certificate revocation List (CRL) - ITI-T X.509v2: offline import; online import via LDAP (RFC 1777) and HTTP interface

- Tunnel mode

- IPSec authentication header (AH - RFC 2402) and encapsulating security payload header (ESP - RFC 2406)
- Support for NAT-T IPSec ESP on top of UDP
- IPSec IP payload compression (IPCOMP - RFC 2393/ 3173): LZS (RFC 2395, ANSI X3.241-1994), deflate / zlib RFC 2394

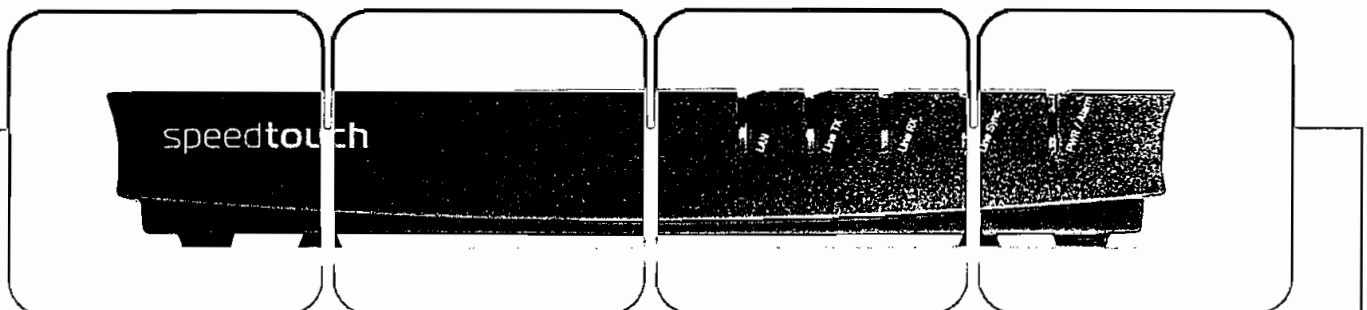
- Encryption

- AES Rijndael, DES (RFC 2405, FIPS-46-2, FIPS-74, FIPS-81), 3DES, RC5 (RFC 2040), null encryption (RFC 2410), perfect forward secrecy (PFS), ESP CBC-mode cipher algorithms (RFC 2451)

- Hashing

- HMAC, MD5 (RFC 2403), SHA1 (FIPS-180-1, RFC 2404 / 3174)

* available as option (under SW key)





Easy installation and management features

- Fail-proof setup wizard on CD ROM, customizable per operator
- Fully configurable via user-friendly web-based GUI (HTTP)
- Command line interface over serial port (EIA / TIA-232) and over Telnet
- CLI fully available both in menu-mode and in text-mode
- SNMPv1 (RFC 1157): MIB II (RFC 1213 / 2011 / 2012 / 2013), traps MIB (RFC 1215), bridge MIB (RFC 1493), ADSL MIB (RFC 2662) / SHDSL MIB, Ethernet MIB (RFC 2665), interface MIB (RFC 2863), IPSec MIB
- Logging of events (alarms, warnings, operator sessions,...) on webpage and to standard syslog-server (RFC 3164)
- Time synchronisation SNTPv1 (RFC 868), SNTPv2 (RFC 1119), SNTPv3 (RFC 1305) and SNTPv4 (RFC 2030)
- Windows XP "UPnP": presentation and discovery
- Remote and host software download capability (web / HTTP, FTP)
- Configuration and software back-up and restore
- Storage of two software images, for fail-safe remote software upgrade and easy software roll-back
- Reset to ISP-specific defaults and to generic factory defaults
- DHCP server and client (RFC 2131 / 2132), BOOTP client (RFC 951 / 1542), DHCP-to-PPP spoofing, multiple DHCP pools
- DNS server and relay

Data Features

- **Basic features**

- Up to 30 simultaneous PVCs, allowing multiple simultaneous destinations
- ATM QoS per PVC: CBR, VBR-nrt, UBR, with upstream traffic shaping per VP / VC
- Service monitoring through ITU-T I.610 F4/F5 loopback, alarms (AIS / RDI) and continuity checks
- RFC 1483 / 2684 multiprotocol encapsulation over AALS / ATM: both LLC / SNAP and VC-based multiplexing supported
- Platform independent

- **Bridging features**

- Multiport (up to 10 PVCs) self-learning transparent bridge per IEEE 802.1D for LAN interconnect
- Remote bridge ports are isolated from each other
- Wirespeed bridging performance (over 160,000 pps)

- **'Dial-up networking' features (PPP Relay)**

- RFC 2364 point-to-point protocol over ATM via PPPoA-to-PPTP relaying
- Multiple PPTP tunnels per end user allowing simultaneous VPN connections between multiple hosts and destinations

- **Encapsulations**

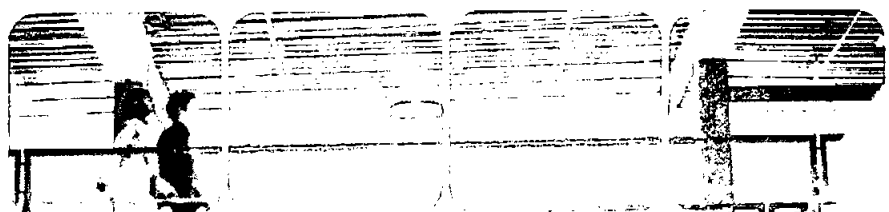
- IP over ATM (IPoA):
 - RFC 1483 / 2684 routed encapsulation
 - Support for IP unnumbered and for multiple IP addresses
 - "True" RFC 1577 / 2225 classical IP over ATM encapsulation: supports the ATMARP and InATMARP protocol, based on RFC 1293
- IP over Ethernet (IPoE):
 - RFC 1483 / 2684 MAC encapsulated routing encapsulation (RFC 1483 / 2684 bridged)
 - Support for IP unnumbered and for multiple IP addresses

- Embedded PPP clients:

- RFC 2364 PPP over ATM encapsulation
- RFC 2516 PPP over Ethernet encapsulation
- Terminates multiple PPP sessions per RFC 1661
- Dial-up networking user GUI allowing PPP session setup with service provider
- Session concept, PAP (RFC 1334), CHAP (RFC 1994 / 2484) and MS-CHAP (RFC 2443) authentication
- Auto configuration IPCP (RFC 1331 / 1877)
- Dial-in, dial-on-demand and always-on PPP modes
- DHCP-to-PPP spoofing
- IPCP subnet mask option: Internet access for multiple PCs on a single PPP session without NAT / PAT (using multiple IP addresses)

- **IP routing**

- Multi-port (up to 20 PVCs) router
- Static routing
- Automatic routes (PPP, LAN)
- Source and destination routing
- Dynamic routing RIPv1 (RFC 1058) and RIPv2 (RFC 1723 / 2453), configurable per interface - allows BAs redundancy
- Classless inter-domain routing (CIDR - RFC 1518 / 1519): subnetting, supernetting (RFC 1338), variable length subnet masks (VLSM - RFC 1009); support for 31-bit prefixes (RFC 3021)
- Support for RFC 826 address resolution protocol; proxy ARP (RFC 826) using configurable ARP table
- Wirespeed routing performance



ANEXO D

**PRUEBAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA
LÍNEA DE COBRE**

PRUEBAS Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE COBRE^[14]

D-1 COMENTARIOS PREVIOS

El realizar mediciones en el lazo de cobre para poder brindar el servicio VDSL es muy importante, usualmente las líneas instaladas en la Planta Externa son muy deficientes y no permiten realizar la transmisión de datos con una adecuada calidad.

El no hacer pruebas sobre la línea conducirá a la entrega de un mal servicio por parte de la operadora, en el presente anexo se dará recomendaciones para la realización de estas pruebas así como las características mínimas que deberá cumplir el lazo de cobre.

Debido a las altas frecuencias que utiliza la tecnología VDSL se ve afectada por un gran número de parámetros.

Entre los parámetros que afectan a una línea de cobre tenemos los siguientes:

- Parámetros Físicos
- Circuitos en Corto o Abiertos
- Atenuación
- Ruido Impulsivo y de Fondo
- Interferencias con otros servicios
- Líneas en paralelo (derivaciones)

- Bobinas de Carga

La resistencia del lazo, capacitancia, asilamiento y longitud son considerados parámetros fijos, aunque pueden variar con la temperatura y humedad.

Las fallas en el cable como son los cortos y roturas afectan el servicio VDSL, pero se ve muy afectado por el ruido, principalmente el *crosstalk* de otros servicios y las características de atenuación del cable.

La curva de atenuación del cable es muy importante para la identificación de problema en el cable, el análisis del ruido sirve para identificar los rangos de frecuencia que son interferidos internamente (diafonía) y externos (radio aficionados, AM).

Lo más común en la instalación del servicio de transmisión de datos, era la prueba tipo pasa o falla, ésta consiste en utilizar el modem a ser instalado y esperar si sincroniza o no, tómesese en cuenta que el hecho que el modem se enlace no quiere decir que esté en la capacidad de transmitir datos, en el caso que no sincronizará, era tiempo perdido hasta que una cuadrilla verifique si existen derivaciones, bobinas de carga, cortos, aún después de esto queda la duda de a que velocidad podrá transmitir los datos y cual es su SNR¹

El acceso VDSL forma parte de una solución para poder brindar un servicio

¹ SNR Relación Señal a Ruido

más completo, por esto que las pruebas no deben detenerse ahí.

Se recomendará seguir los siguientes pasos antes de dar por instalado el servicio y se explicará como hacerlo.

D-2 PRUEBAS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y RUIDO

Equipo utilizado:

- Multímetro
- TDR
- Analizador de Espectral de Potencia

La medición de Capacitancia y Resistencia servirán para:

- a) **Detección de cortos** (óhmetro)
- b) **Determinar la longitud del lazo de cobre**, si la longitud obtenida con cada uno de los parámetros fuese diferente existe la posibilidad que existan derivaciones, determinar un rango más corto para facilitar la búsqueda con el TDR (Ohmetro, Capacitancia, TDR)
- c) **Voltajes inducidos** (V_{AC} y V_{DC}),
- d) **Ruido de Fondo**, para esta medición el equipo deberá ser capaz de fijar los rangos de frecuencias en los que se va realizar la medición con el objeto de facilitar al técnico detectar cual es la fuente que más interferencia causa.
 - i. **Near-End Crosstalk (NEXT)**.- La Diafonía o *Crosstalk* ocurre entre pares adyacentes como resultado de un

acoplamiento inductivo o capacitivo. Esto conlleva una interferencia de señales no deseable en el camino de transmisión, así como una reducción de la relación Señal a Ruido. Esta prueba puede ser ejecutada con un solo equipo de medición (*single-end-test*) ó con dos equipos de medición (*end-to-end test*). La prueba *end-to-end* entrega resultados de Diafonía por separado de cada uno de los lados, cercano y lejano, de la línea. Las altas potencias a las que se envía la señal agrava mucho más este efecto.

- ii. **Far-End Crosstalk (FEXT).**- La Diafonía o *Crosstalk* ocurre entre pares adyacentes como resultado de un acoplamiento inductivo o capacitivo, producida entre el terminal cercano de un par y el terminal lejano de un par adyacente. Esta prueba se ejecuta con dos equipos de medición (*end-to-end test*). La señal enviada desde el usuario generada por el VTU-R que viene atenuada se ve interferida por la generada por la central VTU-C está con más potencia. VDSL soluciona este problema al combinar en su plan de frecuencias las señales de subida y de bajada

- iii. **Ruido Externo.**- Producido por las largas acometidas aéreas con cable plano y la frecuencia utilizada que hacen que la línea de cobre se comporte como una antena, en

algunos casos será necesario utilizar cable trenzado y/o acometida subterránea o por ductos.

- iv. **Ruido Impulsivo.-** Tener un contador de ruido impulsivo es muy importante ya que nos permitirá encontrar o determinar la fuente emisora, el equipo deberá ser calibrado con el umbral fijado en el valor pico de ruido de fondo medido.

D-3 PRUEBAS DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN

Medida de la Atenuación en función de la frecuencia, se necesitará de un generador de barrido en el rango de la frecuencia utilizada por VDSL y un medidor selectivo, los resultados de mostrarán gráficamente como en el gráfico D.1

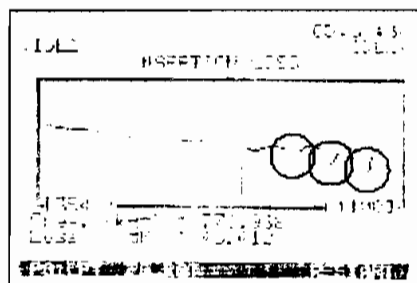


Gráfico D.1 Pantalla de un Generador de Barrido

La figura sólo muestra un barrido de 0.354 Mhz a 1.1 K Mhz, donde es posible ver efectos debido a resonancia por líneas en paralelo o derivaciones

D-4 PRUEBAS DE FACTIBILIDAD

Se refiere a las pruebas realizadas para la entrega del servicio, hoy en día es necesario saber si la planta externa de un barrio o ciudad están en capacidad de

proveer el servicio VDSL.

En esta prueba se medirá la Máxima Velocidad de Datos (*Data Rate*) que puede soportar la línea en las dos direcciones (*upstream* y *downstream*) se determina y se compara con los valores límites para analizar las características de la transmisión de una línea, nótese que la velocidad de Datos es diferente a la velocidad de transferencia (el proveedor debe asegurar una mínima tasa de transferencia), ésta depende de la capacidad del proveedor del servicio, por esto servicios como VoIP y VoDSL requieren una tasa de transferencia garantizada, bajo nivel de errores en capa IP y un mínimo tiempo de retardo.

Los valores de Distribución de Bits y Señal a Ruido para todos los canales usados (utilizando una separación de canal de 4.3125 KHz) pueden ser mostrados separadamente. Esto permite realizar análisis específicos del espectro VDSL para la resolución de problemas.

Esta prueba requiere la utilización de dos equipos de medición (*end-to-end test*), para esto se necesitará de Equipos Emuladores de DSLAM (xTU-C) y modem (xTU-R) estos equipos entregan el desempeño del canal en segundos, además con la facilidad de transportarlos, permiten escoger entre un sin número de *templates*² del tipo de servicio que se requiere brindar, las ventajas de realizar estas pruebas con los emuladores y no con los equipos a instalarse son muchas entre las que se tiene:

- Reducción de Costos
- Obtención de Resultados en tiempos más cortos

² Plantillas con valores determinados como: frecuencias, filtros, velocidades,

- Personal que realizará las mediciones no necesita un conocimiento profundo de la tecnología VDSL.
- Pruebas de todos los enlaces en el campo y con la red de cobre a ser utilizada.
- Fácil interpretación de los resultados

La zonificación del servicio es muy importante, para esto se utilizará los valores obtenidos de las pruebas de velocidad de Datos con los cuales se puede generar mapas de referencia. Estos nos ayudan a brindar un servicio más confiable y a la creación de planes de velocidad dependiendo del sector donde se encuentre el usuario, se presenta el gráfico D.2 del mapa de zonificación del servicio para la ciudad de San José. USA.

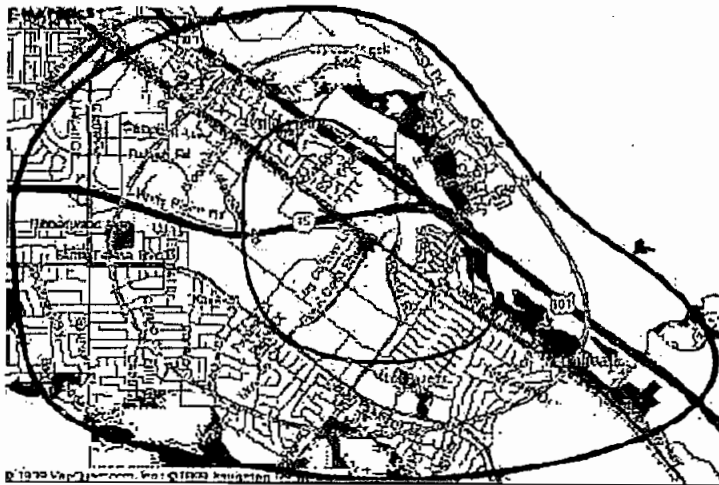


Gráfico D.2 Mapa de referencia de velocidad máxima de datos

En el gráfico se muestran tres zonas marcadas a cada una de éstas le corresponde un rango de velocidad, para un efecto visual en referencia a las áreas que cubrirá el servicio VDSL sobre Quito se supuso circunferencias concéntricas en cada nodo a instalarse que consta el ANEXO E.

ANEXO E

ZONAS DE INFLUENCIA DEL SERVICIO

ZONAS DE INFLUENCIA DEL SERVICIO

E-1 CONTENIDO

En el presente anexo se mostrará mediante una serie de mapas, los lugares donde se podrá brindar el servicio al menos en la primera etapa, con los nodos que se indican se instalarán.

Se mostrará en cada gráfico una circunferencia con centro en el nodo y una extensión de 1350 m y otra con el 80% de ésta, considerando que la línea de abonado no es recta sino que sufre de cambios de dirección.

Además se deberán considerar las características del cobre para poder cubrir estas zonas, considérese que esta zona es ideal con lo que se intenta dar una visión del alcance de VDSL y no corresponde a estudio alguno de las características del cobre instalado en la ciudad de Quito.

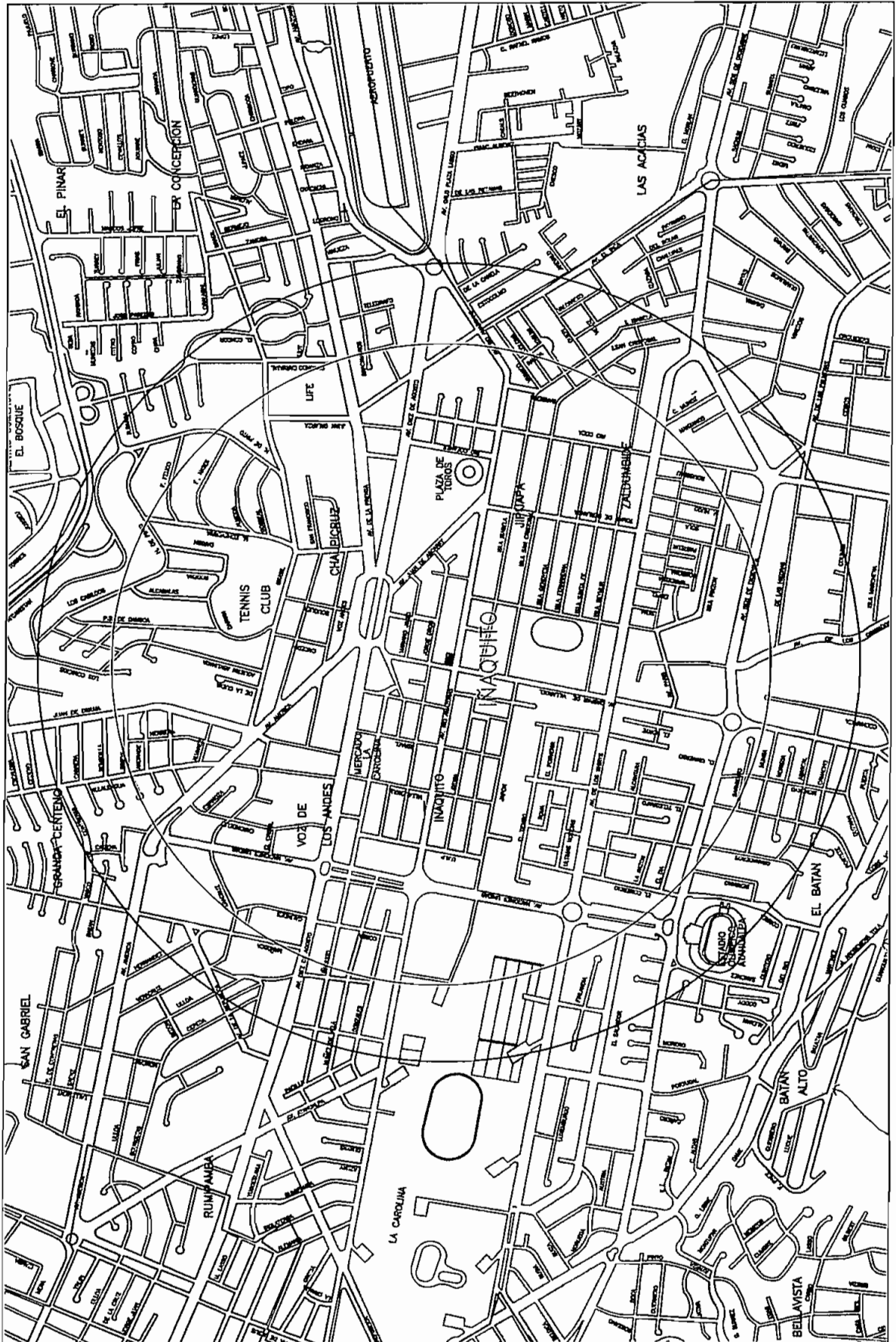
Para poder fijar un verdadera Área de servicio de debe realizar los estudios correspondientes explicados en el Anexo de Pruebas sobre el cobre.

A continuación el mapa cada uno de los nodos en el siguiente orden:

- | | |
|------------------|--------------|
| ❖ Mariscal Sucre | ❖ El Pintado |
| ❖ Quito Centro | ❖ Guamaní |
| ❖ Iñaquito | ❖ Villaflora |
| ❖ Carcelén | ❖ Cotocollao |
| ❖ Guajaló | ❖ Condado |
| ❖ La Luz | ❖ Monjas |

















GLOSARIO

GLOSARIO

1. **Internet.**- La red más grande de computadores originalmente iniciada con fines militares, a la cual se conectan millones de usuarios usando diferentes protocolos tales como TCP/IP, http, FTP, Gopher, etc.
2. **Intranet.**- Red privada diseñada para que un grupo de computadores compartan todos los recursos de hardware y también la información.
3. **Conmutación de Circuitos.**- Nombre que se le da a una comunicación en la que se establece un canal real, único, dedicado y permanente a través de todos los segmentos de la red para la cual todo lo que se transmite es totalmente transparente, su ventaja es la simpleza pero tiene es muy bajo su rendimiento
4. **Conmutación de Paquetes.**- Función de la capa de red (OSI) que descompone la información del usuario en paquetes que serán encapsulados en tramas para ser totalmente independientes, además la red podrá establecer varias rutas, los conmutadores harán almacenamiento y envío, este procedimiento es ideal para el tráfico a ráfagas.
5. **Bucle de Abonado.**- Último tramo de red (par de cobre) que une una central de telefonía local con el domicilio del cliente. La mayoría de los bucles locales miden menos de tres kilómetros.
6. **Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).**- según la definición establecida por la UIT-T es una red que procede por evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces formalizados.

Más comúnmente puede describirse como una red que procede por evolución de la red telefónica existente que, al ofrecer conexiones digitales extremo a extremo, permite la integración de multitud de servicios en único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir, y del equipo terminal que la genere.

Esta red coexiste con las redes convencionales de telefonía y datos e incorpora elementos de interfuncionamiento para su interconexión con dichas redes, tendiendo a convertirse en la única y universal Red de Telecomunicaciones.

7. **Telefonía IP o Voz IP.**- Nombre dado al tráfico cursado sobre una red IP en donde la información es voz segmentada, donde la calidad de Servicio debe ser muy alta
8. **NGN (*Next Generation Networks*)** Redes de nueva generación
9. **Servicio Interactivo (*Interactive Service*).**- Servicio que proporciona los medios para el intercambio bidireccional de información entre usuarios o entre usuarios y computadores principales. Los servicios interactivos se dividen en tres clases de servicios: *servicios conversacionales, servicios de mensajería y servicios de consulta.*
10. **Servicio de distribución (*Distribution Service*).**- Servicio caracterizado por el flujo unidireccional de información desde un punto determinado de la red a otros (múltiples) emplazamientos. Los servicios de distribución se dividen en dos categorías: *servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario y servicios de distribución con control de la presentación por el usuario.*
11. **Abonado.**- Objeto o sistema (bloque) que consume un servicio.
12. **Interfaz.**- Punto de demarcación entre dos bloques a través del cual fluye información de un bloque al otro. Véanse las definiciones de

interfaz lógica e interfaz física para más detalles. Una interfaz puede ser física o lógica.

13. **BER.**- Bit error rate . Tasa de bits errados

14. **Reed Solomon.**- CÓDIGO REED-SOLOMON. Es un conjunto de estructuras para la corrección de errores con una amplia gama de aplicaciones tales como:

- Corrección de errores en dispositivos de almacenamiento (p.ej. Compact Disk, DVD, etc) y para códigos puros.
- Comunicaciones móviles
- Comunicaciones digitales en ambientes ruidosos
- Módem de alta velocidad como ADSL, x DSL La codificación y decodificación en el dominio del tiempo usando el algoritmo de Peterson, Gorenstein, Zierler. ,y la decodificación rápida usando los algoritmos de Berlekamp-Massey, Chien search y Forney.
- Es de alta confiabilidad y eficiencia.
- Los códigos Reed-Solomon son un subconjunto de los códigos BCH y códigos de bloques lineales. Un código Reed-Solomon esta especificado como RS (n,k) con s símbolos.

ABREVIACIONES

ABREVIACIONES

2B1Q	Baseband linecode for ISDN-BA (4-PAM)
4B3T	Alternative ISDN-BA baseband linecode with wider frequency spectrum than 2B1Q
A/V	Audio/Video
AAL	ATM Adaptation Layer
ABR	Available Bit Rate
AC	Alternating Current
ACK	Mensaje de acuse de recibo (<i>acknowledge message</i>)
ADC	Analogue-to-Digital Converter
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AEG	Architectural Experts Group (FS-VDSL)
AIS	Alarm Indication signal
AM	Amplitude Modulation
AMI	Alternate Mark Inversion
AN	Access Network
ANSI	American National Standard Institute
API	Application Programming Interface
ASP	Application Service Provider
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATM-TC	ATM Transmission Convergence sub-layer
ATN	Attenuation
ATP	Access Termination Point
AWG	American wire gauge
BAS	Broadband Access Server
BER	Bit Error Rate
BLES	Broadband Loop Emulated Service
BRAS	Broadband Remote Access Server
BSR	Basic Symbol Rate
BSS	Baseband Spectral Shaping
CAM	Conditional Access Module

CBR	Constant Bit Rate
CC	Continuity Check
CCS7	Common Channel Signalling #7
CCTV	Closed Circuit TV
CDV	Cell Delay Variation
CER	ATM Cell Error Ratio
CF	Crest Factor
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CL	Lista de capacidades (<i>capabilities list</i>)
CLASS	Customer Local Area Signalling Services
CLEC	Competitor Local Exchange Carrier
CLR	Petición de lista de capacidades (<i>capabilities list request</i>)
CMIP	Common Management Information Protocol
CMISE	Common Management Information Service Element [ISO]
CO	Central office (or local exchange)
COF	Co-Ordination Function
CORBA	Common Object Request Brokerage Architecture
CP	Customer Premise
CPCM	Copy Management and Copy Protection
CPE	Customer Premises Equipment
CPU	Central Processing Unit
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSA	Carrier Serving Area
D/S	Downstream
DAVIC	Digital Audio-Visual Council
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation
DBS	Digital Broadcast Satellite
DBTV	Digital Broadcast TV
DC	Direct Current
DFT	Discrete Fourier Transform
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DLC	Digital Loop Carrier
DLEC	Distribution Local Exchange Carrier
DMT	Discrete Multi-Tone

DR	Data carrying capacity for a single carrier in an SCM system
DRM	Digital Rights Management
DRP	Disaster Recovery Plan
DS	Sentido descendente (<i>downstream</i>)
DSA	Distribution Service Area
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DSM-CC	Digital Storage Media – Command and Control
DVB	Digital Video Broadcasting
DVD	Digital Versatile Disc
EAS	Emergency Alert System
ECM	Entitlement Control Message
EIO	Adaptador de interfaz externa (<i>external interface adapter</i>)
EM	Element Manager
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
EMS	Element Management System
EMS	Element Management System
EMS	Element Management System
EOC	Canal de operaciones insertadas (<i>embedded operations channel</i>) (entre la VTU-O y la VTU-R)
EPD	Early packet Discard
EPG	Electronic Programming Guide
ER	Edge Router
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission
FCS	Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FDD	Duplexación por división de frecuencia (<i>frequency division duplexing</i>)
FEC	Corrección de errores en recepción (<i>forward error correction</i>)
FEQ	Frequency-domain Equalizer
FEXT	Far-End crosstalk
f_H	Upper frequency limit of the VDSL operating band

f_U	Upper frequency limit of the passband for existing narrow-band transmission systems
f_L	Lower frequency -3 dB point of the VDSL signal
FPD	Functional processing and Decoding block
FRU	Field Replaceable Unit
FSAN	Full Service Access Network
FS-VDSL	Full Service Access Network - Very high speed Digital Subscriber
FTP	File Transfer Protocol
FTTB	Fibre To The Building
FTTCab	Fibre To The Cabinet
FTTCurb	Fibre To The Curb
FTTEx	Fibre To The Exchange
FTTH	Fibre To The Home
GbE	Gigabit Ethernet
GUI	Graphical User Interface
Gx FSAN	Group of partners
HAPI	Hypothetical Application Independent Interface
HDB3	Linecode for ISDN-PRA, Digital Private or Trunk circuits similar to AMI)
HDLC	High-level Data Link Control protocol
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line (1, 2 or 3 wire-pairs presenting ITU-T Recommendations G.703 and G.704 2 Mbps symmetric data rates or 2 wire-pairs carrying T1 to a DS1 interface).
HDTV	High Definition TV
HEC	Control de errores del encabezamiento (<i>header error control</i>)
HPNA	Home Phone Networking Alliance
HSTU	Unidad de transceptor de toma de contacto (<i>handshake transceiver unit</i>)
HTML	Hyper Text Mark-up Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
HW	Hardware

I.610 B-ISDN	Operation and maintenance principles and functions
IAD	Integrated Access Device
IB	Indicator Bits
ICMP	Internet Control Message Protocol
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IFI	Inter-Frame Interference
IGMP	Internet Group Management Protocol
IL	Insertion Loss
ILEC	Incumbent Local Exchange Carrier
ILMI	Integrated Local Management Interface
IM	Instant Messaging
IoT	Internet on TV
IP	Internet Protocol
IPCP	PPP Internet Protocol Control Protocol
IPoATM	<i>IP over ATM</i>
IPSec	IP Security
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISDN-BA	ISDN Basic-rate Access (2B+D)
ISDN-PRA	ISDN Primary Rate Access
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>International Organization for Standardization</i>)
ISP	Internet Service Provider
IWCN	InterWorking to Core Network
kbit/s	kilo-bit per second
kbps	kilo bits per second (1 kbps = 1 000 bits per second = 1 kbit/s)
LAN	Local Area Network
LCD	Pérdida de delimitación de célula (<i>loss of cell delineation</i>)
LCL	Longitudinal Conversion Loss
LCP	Link Control Protocol
LCTL	Longitudinal Conversion Transfer Loss
LED	Light-Emitting Diode

LRE	<i>Long Reach Ethernet</i>
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
LT	Terminación de línea (<i>line termination</i>)
MAC	Medium Access Control
Mbps	Mega bits per second (1 Mbps = 1 000 kbps = 1 000 kbit/s)
MCM	Multi-Carrier Modulation
MGCP	Media Gateway Control Protocol
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MP	Mensaje de propuesta de modo (<i>mode proposal message</i>)
MPEG	Moving Pictures Experts Group
MPOA	Multi-Protocol Over ATM
MR	Mensaje petición de modo (<i>mode request message</i>)
MS	Mensaje selección de modo (<i>mode select message</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MTTR	Mean Time To Repair
MTVF	Mean Time Between Failures
NAK	Mensaje de acuse de recibo negativo (<i>negative acknowledge message</i>)
NAPT	Network Address and Port Translation
NAT	Network Address Translation
NEXT	Near-End crosstalk
NID	Network Interface Device
NML	Network Management Layer
NMP	Network Management Protocol
NMS	Network Management System
NO	Network Operator
NSP	Network Service Provider
NT	Network Termination (at the customer premise end of the line)
NTR	Referencia de temporización de red (<i>network timing reference</i>)
NTSC	National Television Standards Committee
OAM&P	Operations Administration and Maintenance & Provision

OC	Canal de tara (<i>overhead channel</i>)
ODN	Optical Distribution Network
OF	Optical Fibre
OLT	Optical Line Termination
ONU	Unidad de red óptica (<i>optical network unit</i>)
OPI	Outside Plant Interface
OSI	Open System Interconnection
OSS	Operational Support System
OTU –C	Optical Terminal Unit – Central Office side
OTU-R	Optical Terminal Unit – Remote side
P/S	Parallel-to-Serial conversion
PAL	Phase Alternation Line
PAM	Pulse Amplitude Modulation
PAP	Password Authentication Protocol
PAT	Port Address Translation
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal/Portable Computer
PCI	Protocol Control Information
PCP	Primary Cross-connect Point
PCR	Peak Cell Rate
PCR	Program Clock Reference
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PE	Poly-Ethylene
PEP	Peak Envelope Power
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PKI	Public Key Infrastructure
PLOAM	Physical Layer Operations, Administration and Maintenance
PMD	Dependiente de los medios físicos (<i>physical media dependent</i>)
PMS	Específico de los medios físicos (<i>physical media specific</i>)
PMS-TC	Convergencia de transmisión específica de los medios físicos (<i>physical media specific-transmission convergence</i>)
PON	Passive Optical Network
POTS	Plain Old Telephony Service

PPD	Partial Packet Discard
PPP	Point-to-Point Protocol
PPPoA	Point-to-Point Protocol over Asynchronous Transfer Mode
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet [IETF]
PPTP	Point-to-Point Tunnelling Protocol
PPV	Pay Per View
PRBS	Pseudo-random binary sequence
PRC	Payload Rate Change
PS	Pots or ISDN Splitter
PS	Service Splitter (POTS or ISDN Splitter)
PSD	Densidad espectral de potencia (<i>power spectral density</i>)
PSS	Passband Spectral Shaping
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTM	Modo de transferencia por paquetes (<i>packet transfer mode</i>)
PVC	Permanent Virtual Circuit
PVC	Poly Vinyl Chloride
PVP	Permanent Virtual Path
PVR	Personal Video Recorder
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDI	Remote Defect Indication
RDSI	Red digital de servicios integrados
REQ	Mensaje de tipo mensaje de petición (<i>request message type message</i>)
RF	Radiofrecuencia (<i>radio frequency</i>)
RFC	Request for comment (stable specification from IETF)
RFI	Radio Frequency Interference
RFT-C	Remote Feeding Telecommunication – Current limited
RFT-V	Remote Feeding Telecommunication – Voltage limited
RIP	Routing Information Protocol
RMS	Root Mean Squared
RPS	Remote Power Supply
RTB	Red Telefónica Básica
RTP	Real Time Protocol

RTPC	Red telefónica pública conmutada
RTSP	Real Time Streaming Protocol
R_v	VDSL source/load design impedance (purely resistive)
S/P	Serial-to-Parallel conversion
SAR	Segmentation And Reassembly
SCM	Single Carrier Modulation
SCSI	Small Computer System Interface
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDP	Session Description Protocol
SDSL	<i>Symmetric Digital Subscriber Line</i>
SECAM	Sequential Colour Avec Memoire
SGCP	Simple Gateway Control Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SM	Service Module
SME	Small-Medium Enterprise
SNAP	Sub Network Access Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	Signal to Noise Ratio
SOC	Special Operations Channel
SOHO	Small Office – Home Office
SONET	Synchronous Optical Network
SP	Service Provider
SPTS	Single Program Transport Stream
SR	Symbol Rate
STB	Set Top Box
STM	Synchronous Transfer Mode
STP	Set of Transmission Parameters
SVC	Switched Virtual Circuit
SW	Short Wave
TA	Timing Advance
TC	Convergencia de transmisión (<i>transmission convergence</i>)
TCL	Terminal de Central Local
TCM	Múltiplex con compresión en el tiempo (<i>time compression multiplex</i>)

TDM	Time Division Multiplexing
TE	Terminal Equipment
Telco	Telecommunications Network Operator
TELE	Telephone port for the VDSL splitter
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TLO	Terminadores de Línea Óptica
TM	Transmission and Multiplexing (ETSI Technical Committee)
TMN	Telecommunication Management Network
TOM	Telecom Operations Map
TP	Transmission Parameters
TPS	Específico del protocolo de transmisión (<i>transmission protocol specific</i>)
TPS-TC	Convergencia de transmisión específica del protocolo de transmisión (<i>transmission protocol specific-transmission convergence</i>)
TR	Total data carrying capacity using both carriers in an SCM system
TROBA	Terminal de Red Óptica de Banda Ancha
TS (ETSI)	Technical Specification
TV	Television
Tx	Transmisor (<i>transmitter</i>)
U/S	Upstream
UBR	Unspecified Bit Rate
UDP	User Datagram Protocol [IETF]
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
UNI	User Network Interface
UPBO	Reducción de la potencia en el sentido ascendente (<i>upstream power back-off</i>)
UPC	Usage Parameter Control
US	Sentido ascendente (<i>upstream</i>)
USB	Universal Serial Bus
UTOPIA	Universal Test and Operational PHY Interface for ATM
UTP	Unshielded Twisted-Pair

VBI	Vertical Blanking Interval
VBR	Variable Bit Rate
VBRnrt	Variable Bit Rate non real time
VBRrt	Variable Bit real time
VC	Virtual Connection
VCI	Virtual Channel Identifier
VDSL	Línea de abonado digital de velocidad muy alta (<i>very high speed digital subscriber line</i>)
VLAN	Virtual LAN
VME	VDSL Management Entity
VME_O	Entidad de gestión VTU-O (<i>VTU-O management entity</i>)
VME_R	Entidad de gestión VTU-R (<i>VTU-R management entity</i>)
VoATM	Voice over ATM
VOC	VDSL operation channel
VoD	Video on Demand
VoDSL	Voice over DSL
VoIP	Voice over IP
VP	Virtual Path
VPI	Virtual Path Identifier
VPN	Virtual Private Network
VTP	VDSL Termination Processing
VTP/D VDSL	Modem with Protocol processing and Decoding
VTP/D	VTP and/or VTPD
VTU	Unidad transceptora VDSL (<i>VDSL transceiver unit</i>)
VTU-C	VDSL Termination Unit - Central Office
VTU-R	VDSL Terminal Unit – Remote
WAN	Wide Area Network
WAV	Microsoft Windows file format, RIFF Waveform Audio (.wav)
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WMP	World Media Productions
xDSL	Término genérico que engloba la familia de todas las tecnologías DSL, por ejemplo DSL, HDSL, ADSL, VDSL
xTU-C	Unidad terminal de ubicación central xDSL (<i>xDSL central site terminal unit</i>)

xTU-R	Unidad terminal distante xDSL (<i>xDSL remote terminal unit</i>)
Z₀	Characteristic impedance of the test loop
Z_M	Compromise reference impedance for the VDSL splitter (usually complex)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- [1]. **REDES DEL FUTURO** Asuntos de interés e impactos para Hispanoamérica Cumbre 99* Cuzco, Perú Noviembre de 1999
- [2]. **ITU – T Recomendación I.113** Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados
- [3]. **ITU – T Recomendación I.211** Vocabulario de términos relativos a los aspectos de banda ancha de las redes digitales de servicios integrados
- [4]. **ITU – T Full – Service VDSL Focus Group Technical Specification** Versión 1.0.0 5 de Junio 2002
- [5]. BAELETTA José L. Convergencia de Tecnologías M.S. **II Cumbre AHCJET de Presidentes Cancún, México**
- [6]. **ITU – T Recomendación G.993.1** Fundamentos de la Línea Digital de Abonado de Muy alta velocidad
- [7]. **ITU – T Full – Service VDSL Focus Group Technical Specification Parte 1 Requerimientos del Operador** Versión 1.0.0 5 de Junio 2002
- [8]. **ETSI TS 101 270-2** Transmission And Multiplexing (TM) ; Access Transmission systems on metallic access cables ; Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL) ; Part2 : Transceiver specification . **V1.1.1 (2001)-02**
- [9]. **UIT – T I 432.1** Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales

- [10]. **Very High Data Rate Digital Subscriber Line (VDSL)**, The International Engineering Consortium WEB pro Forum Tutorial
- [11]. RAINER Händel MANFRED N. Huber **Integrated Broadband Networks**, An Introduction to ATM-Based Networks Siemens Munich 1991.
- [12]. **Agenda Nacional de Conectividad**, Comisión Nacional de Conectividad, CONATEL, Ecuador, Diciembre de 2002
- [13]. **Servicios Multimedia de Altas prestaciones en el Hogar**, Telefónica Investigación y Desarrollo, Telefónica de España, España, Enero de 2002
- [14]. Ildefonso M. Polo **Técnicas de Prueba en Banda Ancha**, SUNRISE TELECOM INC, San Jose CA. Febrero de 200
- [15]. **ITU G.652** Características de un cable de fibra óptica monomodo SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES
- [16]. **T1E1.4** Very-high bit-rate Digital Subscriber lines (VDSL) Metallic Interface, Part 1: Functional Requirements and Common Specification. COMMITTEE T1 – TELECOMUNICATIONS Working group T1E1.4 (DSL Access) Costa Mesa, CA, Febrero 19-23,2000
- [17]. **T1E1.4** Very-high bit-rate Digital Subscriber lines (VDSL) Metallic Interface, Part 2: Technical Specification for a Single-Carrier Modulation (SCM) Transceiver. COMMITTEE T1 – TELECOMUNICATIONS Working group T1E1.4 (DSL Access) Costa Mesa, CA, Febrero 19-23,2000
- [18]. **T1E1.4** Very-high bit-rate Digital Subscriber lines (VDSL) Metallic Interface, Part 3: Technical Specification of a Multi-Carrier Modulation

Transceiver. COMMITTEE T1 – TELECOMUNICATIONS Working group T1E1.4 (DSL Access) Savannah, GA, Noviembre 13-17,2000.

- [19]. **PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**
Cifra Consultores, No se tiene más información.

INTERNET

- [20]. www.atmforum.com
- [21]. www.adsl.com
- [22]. www.dslforum.com
- [23]. www.dslforum.org/aboutdsl/vdsl_tutorial.html
- [24]. www.dsllife.com
- [25]. www.fs-vcsl.net
- [26]. www.iec.org
- [27]. www.Telebyteusa.com
- [28]. www.diccionario.com
- [29]. www.cisco.com
- [30]. www.barnews.com
- [31]. www.pattom.com
- [32]. www.nortel.com
- [33]. www.alcatel.com
- [34]. www.monografías.com
- [35]. <http://computer.howstuffworks.com/vdsl.htm>
- [36]. <http://www.vdslalliance.com/> <http://www.fs-vcsl.net/>
- [37]. <http://www.vdslsystems.com/>
- [38]. <http://www.iec.org/online/tutorials/vdsl/>
- [39]. <http://www.metalink.co.il/assets/VDSL%20Mixed%20Services.pdf>
- [40]. <http://www.extremenetworks.com/>
- [41]. http://www.extremenetworks.com/libraries/prodpdfs/products/VDSLMod_SpecSheet.pdf