

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RED DE ACCESO POR PAR DE
COBRE DE UN OPERADOR DE TELECOMUNICACIONES PARA LA
PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV.

OSCAR CAICEDO BALANTA
MILTON MARINO SÁNCHEZ BERMÚDEZ

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI VALLE

2012

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RED DE ACCESO POR PAR DE
COBRE DE UN OPERADOR DE TELECOMUNICACIONES PARA LA
PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE IPTV.

OSCAR CAICEDO BALANTA

MILTON MARINO SÁNCHEZ BERMÚDEZ

Trabajo de grado para optar por el título de
Maestría en Gestión de Informática y Telecomunicaciones

Director

ÁLVARO PACHÓN DE LA CRUZ

D.E.A. en Tecnologías de Información

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

SANTIAGO DE CALI VALLE

2012

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, enero de 2012

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABLAS.....	15
RESUMEN.....	16
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	18
Contexto de Trabajo	21
Planteamiento del Problema	22
1. OBJETIVOS 23	
1.1. Objetivo General	23
1.2. Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	24
2.1 Red de telecomunicaciones.....	25
2.1.1 Arquitectura de Red Multiservicios –RMS–.....	26
2.1.1.1 Capa de acceso:.....	26
2.1.1.2 Capa de Núcleo –Core–:.....	27
2.1.1.3 Capa de control:	27
2.1.1.4 Capa de Servicios:.....	27
2.1.2 Topología de la red de un operador de telecomunicaciones	28
2.1.2.1 La UAM	29
2.1.2.2 El softswitch	29
2.1.2.3 Los Gateway de troncales	30
2.1.2.4 El Gateway de señalización	30
2.1.3 Infraestructura.....	30
2.1.3.1 Planta Interna de Telecomunicaciones.	30

2.1.3.2 Planta Externa de Telecomunicaciones.....	30
2.1.4 Cable telefónico multipar de cobre	31
2.1.4.1 Limitaciones de redes de acceso en cobre:.....	33
2.1.4.1.1 Ruido Impulsivo:.....	34
2.1.4.1.1.1 Impulsos repetitivos de ruido –REIN–.....	34
2.1.4.1.1.2 Impulsos no repetitivos de ruido	34
2.1.4.2 Atenuación:	34
2.1.4.3 Diafonía:	34
2.1.4.4 Interferencia de Radio Frecuencia:	35
2.1.4.5 Fugas de cable –Bridge Taps:	35
2.1.4.6 Bucles mal balanceados:	35
2.1.5 Cable coaxial.	35
2.1.6 Cables de fibra óptica.....	36
2.1.7 Limitaciones fundamentales en la transmisión de información.....	40
2.1.7.1 La limitación por ancho de banda:.....	41
2.1.7.2 La limitación por ruido:	41
2.2 IPTV.	43
2.2.1 Dominios funcionales IPTV	46
2.2.1.1 Proveedor de contenido:	46
2.2.1.2 Proveedor de servicios [UIT-T M.1400]:.....	46
2.2.1.3 Proveedor de red [UIT-T Q.1290]:.....	47
2.2.1.4 Usuario final [UIT-T J.112]:	47
2.2.2 Arquitectura IPTV	47
2.2.2.1 Funciones de usuario final:	48
2.2.2.1.1 Funciones de Terminales IPTV –ITF:.....	48

2.2.2.1.1.1 Funciones de aplicación de cliente:	48
2.2.2.1.1.2 Servicio de Protección de Contenido –SCP:	48
2.2.2.1.1.3 Funciones de distribución de contenido cliente:	48
2.2.2.1.1.4 Bloque funcional de control de cliente	48
2.2.2.1.1.5 Funciones SCP de cliente:.....	48
2.2.2.1.2 Funciones de red doméstica:	49
2.2.2.2 Funciones de aplicación:	49
2.2.2.3 Funciones de Distribución de Contenidos –CDF:	49
2.2.2.4 Funciones de control de servicios:	49
2.2.2.5 Funciones de gestión:.....	49
2.2.2.6 Funciones de contenido de proveedores:.....	49
2.2.2.7 Funciones de red:.....	49
2.2.2.7.1 Autenticación y asignación de bloques funcionales de IP:.....	49
2.2.2.7.2 Bloque de control de los recursos de funcionamiento:	49
2.2.2.7.3 Acceso a funciones de red:.....	49
2.2.2.7.4 Funciones de borde:.....	49
2.2.2.7.5 Funciones básicas de transporte:.....	50
2.2.3 Relación entre la arquitectura IPTV y arquitecturas NGN	50
2.2.4 Calidad de servicio –QoS–	50
2.2.4.1 Requerimientos de arquitectura QoS:	52
2.2.4.1.1 Soportar funciones para reserva de recursos QoS.....	52
2.2.4.1.2 Proveer un mecanismo para aplicar funciones en diferentes subsistemas de servicios multimedia	52
2.2.4.1.3 Ofrecer soporte al control de admisión y recursos	52
2.2.4.1.4 Ofrecer soporte al árbol de escenarios de QoS.....	52
2.2.4.1.5 Ofrecer soporte a los controles de QoS garantizada, y QoS relativa	52

2.2.4.1.6 Ofrecer soporte a diferentes tecnologías de transporte de acceso.....	52
2.2.4.1.7 Ofrecer soporte a diferentes tecnologías de transporte de núcleo.....	52
2.2.4.1.8 Ser capaz de exportar información de carga y sesiones de medida.	52
2.2.5 Servicios IPTV	53
2.2.5.1 Servicios de contenido	53
2.2.5.2 Servicios interactivos.....	53
2.2.5.3 Servicios de comunicación	53
2.2.6 Protocolos IPTV	54
CAPÍTULO 3. PARÁMETROS, EQUIPOS DE PRUEBA Y PROCEDIMIENTOS.....	57
3.1 Parámetros	57
3.1.1 Parámetros del rendimiento y calidad del servicio del par de cobre para IPTV.....	57
3.1.1.1 Medición de Rendimiento:	57
3.3.1.1.1 Medición de rendimiento basado en PID.....	57
3.1.1.2 Medición de la pérdida de paquetes:.....	58
3.1.1.3 Medición de Jitter.	59
3.1.1.3.1 Jitter de paquete Inter-llegada:.....	59
3.1.1.3.2 PCR Jitter:	59
3.1.2 Directrices para la configuración de ADSL2+ en IPTV	61
3.1.2.1 Objetivo del margen de ruido:	61
3.1.2.1.1 Margen de ruido de bajada para IPTV:.....	61
3.1.2.1.2 Margen de ruido en el enlace de subida para IPTV:.....	61
3.1.2.2. Margen de ruido Máximo.....	62
3.1.2.2.1 Margen de ruido máximo de subida y de bajada.....	62
3.1.2.3 Margen de ruido Mínimo:	62

3.1.2.3.1	La línea ADSL se ajustará.....	63
3.1.2.3.2	El servicio será interrumpido.....	63
3.1.2.3.3	El proceso de negociación puede ser destructivo para las líneas vecinas induciendo errores.....	63
3.1.2.4	Protección contra ruido impulsivo:	64
3.1.3	IPTV sobre ADSL2+	66
3.1.3.1	Modelo de objetos para la gestión de configuración xDSL	67
3.1.3.1.1	Servicios relacionados con los perfiles.....	70
3.1.3.1.2	Perfil de velocidad de datos DS.....	70
3.1.3.1.3	Perfil de velocidad de datos UP.....	71
3.2	Herramientas y equipos de prueba.....	71
3.2.1	Herramientas software para prueba en redes IP.....	71
3.2.2	Equipos de prueba.....	74
3.2.2.1	Pruebas Básicas.....	74
3.2.2.1.1	Medidas de Voltaje:	74
3.2.2.1.2	Medidas de Resistencia:	74
3.2.2.1.3	Medida de Capacitancia	74
3.2.2.1.4	Medida de Corriente Inducida AC:	74
3.2.2.2	Pruebas Extendidas	74
3.2.2.2.1	Detección de Bobinas de Carga.....	74
3.2.2.2.2	Medida de Distancia –TDR–	74
3.2.2.2.3	Análisis de Derivaciones –TDR–:	74
3.2.2.2.4	Pruebas en Banda Ancha de PSD	74
3.2.2.2.5	Respuesta en frecuencia del par	74
3.2.2.2.6	Prueba de Balance Longitudinal.....	74
3.2.2.2.7	Precalificación para servicios ADSL, ADSL2, ADSL2+ y SHDSL	74

3.2.2.2.8 Calificación de Servicios xDSL.....	74
3.2.2.2.9 Apoyo Codificación.....	75
3.2.2.2.10 Métodos de encapsulación	75
3.2.2.3 Pruebas Triple Play.....	75
3.2.2.3.1 ADSL, VDSL2, SHDSL multi-par y Ethernet:	75
3.2.2.3.2 Datos:	75
3.2.2.3.3 Voz:.....	75
3.2.2.3.4 Video	75
3.3 Procedimiento	75
3.3.1 Monitoreo.....	75
3.3.1.1 Puntos de monitoreo:	75
3.3.1.1.1 Punto 1 –PT1–	76
3.3.1.1.2 Punto 2 –PT2–	76
3.3.1.1.3 Punto 3 –PT3–	76
3.3.1.1.4 Punto 4 –PT4–	77
3.3.1.1.5 Punto 5 –PT5–	77
3.3.1.2 Parámetros de Monitoreo:.....	77
3.3.1.2.1 Parámetros de Capa Física	79
3.3.1.2.1.1 Integridad RF:.....	79
3.3.1.2.1.2 Capa IP/Parámetros de red: [UIT-T Y.1540]:	80
3.3.1.2.1.2.1 Ancho de banda usado en capa de enlace IP:	80
3.3.1.2.1.2.2 Ancho de banda disponible en capa de enlace IP:	80
3.3.1.2.1.2.3 Ancho de banda de capa IP extremo a extremo:	80
3.3.1.2.1.2.4 Ancho de banda disponible de capa IP extremo a extremo:	80
3.3.1.2.1.2.5 Pérdida de distribución de longitud de recorrido:	80

3.3.1.2.1.2.6 Distribución de intervalo sin errores:.....	80
3.3.1.2.1.2.7 Modelos y métricas de pérdida de paquetes:.....	80
3.3.1.2.1.2.8 Jitter Streaming –SJ–:.....	81
3.3.1.2.1.2.9 Tasa de pérdida de paquetes:.....	81
3.3.1.2.1.2.10 Tasa paquetes fuera de orden:.....	81
3.3.1.2.1.2.11 Tasa de pérdida por ráfaga:.....	81
3.3.1.2.1.2.12 Tasa de pérdida por brecha:.....	81
3.3.1.2.1.2.13 Promedio de duración de brecha:.....	81
3.3.1.2.1.2.14 Promedio de longitud de ráfaga RTP:.....	81
3.3.1.2.1.2.15 Pérdida contador de período:.....	81
3.3.1.2.1.2.16 Máximo período de pérdida IP:.....	81
3.3.1.2.1.2.17 Retransmisiones:.....	81
3.3.1.2.1.2.18 IGMP/tiempo cesante:.....	81
3.3.2 Flujogramas de prueba.....	82
CAPÍTULO 4. MODELO PROPUESTO.....	85
4.1 Consideraciones.....	85
4.1.1 Escenarios en la red de acceso.....	85
4.1.1.1 Voz y datos desde la central hasta el usuario por par de cobre.....	86
4.1.1.2 Voz desde la central por cobre y datos desde el DSLAM remoto.....	87
4.1.1.3 Voz y datos desde el DSLAM remoto –FTTC–.....	88
4.1.2 Capacidad de canal para los planes básicos ofrecidos a clientes.....	89
4.1.3 Limitación del medio de transmisión.....	90
CAPÍTULO 5. PROTOCOLO PROPUESTO.....	93
5.1 Prueba de parámetros físicos de cada uno de los puertos del IP DSLAM ..	94
.....	94
5.2 Prueba de parámetros físicos de cada uno de los pares.....	95

5.3 Prueba de error en cada uno de los pares telefónicos.....	96
5.4 Prueba de error en cada uno de los puertos del IP DSLAM.....	97
5.5 Prueba de Velocidad.....	98
5.6 Pruebas de Conectividad	99
5.7 Prueba de Unicast.....	100
5.8 Prueba de Multicast	101
5.9 Formato pruebas desde el DSLAM.....	102
5.10 Formato características del DSLAM	103
5.11 Formato características del CPE	104
CAPÍTULO 6. PRUEBAS Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	105
6.1 Pruebas	105
6.1.1 Pruebas centralizadas.	105
6.1.2 Pruebas en terreno.....	106
6.1.2.1 Pruebas en terreno desde el MDF en central y armarios.....	106
6.1.2.2 Pruebas en terreno desde el equipo remoto:.....	107
6.2 Resultados obtenidos.....	108
6.2.1 Prueba 1, desde el DSLAM en central hasta diferentes clientes.	108
6.2.1.1 Análisis pruebas desde DSLAM en central.	111
6.2.2 Prueba 2, Simulación de fallas.	112
6.2.2.1 Categoría y tipo de fallas en pares de cobre.	112
6.2.2.1.1 Fallas resistivas:.....	112
6.2.2.1.2 Fallas capacitivas: Abierto completo, abierto parcial y Split o trocado.	112
6.2.2.2 Pruebas en el IPDSLAM remoto con fallas simuladas:	112
6.2.2.2.1 Split en el par primario:.....	113
6.2.2.2.2 Tierra por el hilo A en el par secundario	113

6.2.2.2.3 Corto sólido en el par secundario:	113
6.2.2.2.4 Tierra por el hilo B en el par secundario	113
6.2.2.2.5 Cruce directo	113
6.2.3 Pruebas desde el DSLAM remoto.....	114
6.2.4 Pruebas desde el MDF en la central telefónica hasta el DSLAM remoto.	115
6.2.5 Pruebas desde el MDF en central con fallas simuladas.	116
6.3 ANÁLISIS POR TIPO DE CABLE en ADSL2+	119
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	121
CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES.....	122
CAPÍTULO 9. TRABAJO FUTURO.....	124
CAPÍTULO 10. BIBLIOGRAFÍA	125
CAPÍTULO 11. GLOSARIO	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Los 10 mejores países en términos de suscriptores IPTV.	18
Figura 2. Red de acceso por par de cobre de un operador de telecomunicaciones que brinda servicios de voz y banda ancha con tecnología xDSL.	21
Figura 3. FTTx Comparación Capex y Opex.	24
Figura 4. Modelo en capas de la red multiservicios.	26
Figura 5. Alternativas de acceso.	27
Figura 6. Topología de la red multiservicios.	29
Figura 7. Infraestructura de la red alámbrica típica de un operador de telecomunicaciones.	31
Figura 8. Cable telefónico multipar para exteriores con conductores de cobre.	32
Figura 9. Circuito eléctrico que permite modelar el par telefónico de cobre.	33
Figura 10. Cable coaxial.	35
Figura 11. Cable de fibra óptica.	36
Figura 12. FTTx en las redes de acceso.	37
Figura 13. xPON en la red de acceso.	38
Figura 14. Evolución de las tecnologías PON.	40
Figura 15. Límites de los medios de transmisión.	43
Figura 16. Solución IPTV.	44
Figura 17. Dominio IPTV.	46
Figura 18. Arquitectura funcional IPTV.	48
Figura 19. Modelo de objetos para gestión xDSL.	68
Figura 21. Puntos de monitoreo.	76
Figura 22. Puntos de monitoreo de extremo a extremo.	77
Figura 23. Prueba de CPE.	82
Figura 24. Prueba del DSLAM en central.	83
Figura 25. Prueba del DSLAM remoto.	84
Figura 26. Tendencias tecnológicas en el primer trimestre de 2011.	85
Figura 27. Voz y datos desde el DSLAM en central por el par de cobre.	86
Figura 28. Datos desde el DSLAM remoto y voz desde la central.	88
Figura 29. Voz y datos desde el DSLAM o UAM remoto.	89
Figura 31. Velocidad vs alcance en VDSL2 y ADSL2+.	91
Figura 32. Arquitectura de conexión del equipo de prueba SIPLEX PRO monitor.	105
Figura 33. Conexión de cabezales de prueba.	106
Figura 34. Conexión del equipo de prueba SIPLEX VER.	107
Figura 35. Pruebas de las características físicas y velocidad.	108
Figura 36. Velocidad Vs Distancia desde el DSLAM en central.	111
Figura 37. Tipo de fallas en pares de cobre.	112
Figura 38. Atenuación vs Velocidad, desde el MDF, en central, hasta el DSLAM remoto.	117

Figura 39. SNR vs Distancia desde el MDF, en central, hasta el DSLAM remoto	117
Figura 41. Evaluación para el servicio IPTV en pares de cobre.....	119
Figura 42. Velocidad vs distancia en cables telefónicos multipar de cobre-secos	120
Figura 44. Propuesta de diagnóstico para servicio de banda ancha.....	123
Figura 45. Proceso prueba e instalación servicio banda ancha por par de cobre.	123
Figura 46. Worldwide consumer BVAS revenues, 2003-2010	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Servicios ofrecidos en redes NGN.....	28
Tabla 2. Velocidades de transmisión referenciales requeridas para video IPTV...44	
Tabla 3. Tecnología xDSL	45
Tabla 4. Mapeo funcional entre la arquitectura IPTV basada en NGN y la arquitectura NGN.....	50
Tabla 5. Definiciones de clases de QoS de las redes IP y objetivos de calidad de funcionamiento de la red.....	51
Tabla 6. Protocolos de capa de aplicación.	54
Tabla 7. Protocolos de capa de transporte.....	55
Tabla 8. Protocolos de capa de red.....	55
Tabla 9. Tasa máxima de bajada alcanzable, sin parámetros de encuadre extendido.	64
Tabla 10. Tasa máxima de bajada alcanzable con entrelazado de 16K y parámetros extendido de encuadre.	65
Tabla 11. Tasa máxima de bajada alcanzable con entrelazado de 24K y parámetros extendido de encuadre.	65
Tabla 12. Recomendaciones iniciales de IPTV sobre ADSL2+.....	67
Tabla 13. Herramienta de medida de calidad de servicio.....	72
Tabla 14. Puntos y parámetros de monitoreo.....	78
Tabla 15. Estándares RF y sus medidas esenciales.	80
Tabla 16. Capacidad de canal en planes básicos.	89
Tabla 17. Resumen de las características ADSL2+	92
Tabla 18. Perfil de prueba general	109
Tabla 19. Perfil de prueba específico	109
Tabla 20. Pruebas desde DSLAM en central	110
Tabla 21. Pruebas desde el DSLAM remoto –cerca al usuario–.	114
Tabla 22. Pruebas desde el MDF en la central telefónica hasta el DSLAM remoto.	115
Tabla 23. Capacidad de transmisión	119

Resumen

La modernización en la infraestructura que permita ampliar la capacidad para transportar datos con la finalidad de sostener y de mejorar la oferta de servicios desarrollados a partir de soluciones que minimicen los costos de inversión y operación es uno de los grandes retos para los operadores de telecomunicaciones. En este escenario, la inversión para el despliegue de nuevas tecnologías como FTTH es muy alta, tanto por el equipamiento como por las inversiones en obra y tiempos de implementación, mientras que el despliegue de tecnologías que aprovechan parte del recurso existente como xDSL, FTTCab y FTTB permite un equilibrio entre los costos de inversión y los costos de operación.

Con el desarrollo de diferentes tecnologías de banda ancha en el acceso, se produce el mayor avance tecnológico que permite brindar varios servicios a través del mismo –convergencia–. Aparecen así los operadores de telecomunicaciones que prestan actualmente servicios de voz y datos por el par de cobre tradicional, y desean prestar servicios como la televisión, pero poseen limitación de capacidad de transferencia de datos en el acceso motivado por las pérdidas que presenta el cobre debido a la naturaleza del canal. Esta limitación técnica exige a los operadores de telecomunicaciones evaluar su infraestructura con el fin de implementar nuevos y más exigentes servicios como IPTV sobre su plataforma actual.

Es necesario evaluar la red de acceso como un requisito previo e ineludible para la prestación de un servicio mediante un proceso, una verificación de los parámetros versus estándares y/o especificaciones del proveedor de tecnología y una medición –instrumentos de medida, escala de valores y umbrales–, por esta razón se ha decidido abordar este importante aspecto en el presente trabajo de grado. Para el operador, desde la perspectiva técnica, desde la perspectiva de comercialización y de soporte del servicio resulta de trascendental importancia contar con la seguridad que el servicio será desplegado y soportado dentro de los parámetros de operación que sugieren los estándares y los proveedores.

En el marco teórico se tratan los siguientes temas: Contextualización de la red de un operador de telecomunicaciones, evolución para la prestación de nuevos servicios como IPTV sobre el par de cobre. Las limitaciones y pruebas del cobre. En la parte final de este trabajo, se presenta el protocolo –producto principal de este trabajo de grado–, conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.

Palabras claves: IPTV, par de cobre, limitaciones, evaluar y protocolo.

Abstract

The modernization of the infrastructure to expand capacity to carry data in order to sustain and improve service offerings with solutions that minimize capital and operating costs is one of the biggest challenges for telecom operators, as the investment the deployment of new technologies such as FTTH is very high, both for equipment as investments in force and deployment times while deploying technologies that take advantage of the existing resource such as xDSL, and FTTB FTTCab allows a balance between investment costs and operating costs.

With the development of different technologies for broadband access, there is the greatest technological advance that allows providing various services through the same access-convergence. Appear and telecom operators currently providing voice and data services by the traditional copper pair, and wishing to provide services such as television, but have limited data transfer capacity of access driven by the copper losses has due to the nature of the channel. This technical limitation requires telecommunications operators to assess their infrastructure to implement new and more demanding services like IPTV on your current platform.

It is necessary to evaluate the access network as a prerequisite and essential for the provision of a service through a process, a verification of the parameters versus standards and / or technology provider specifications and measurement, measuring instruments, scale of values and thresholds.

In the theoretical framework covers the following topics: Contextualizing the network of a telecom operator, evolution for the provision of new services like IPTV over copper pair. The limitations and testing of copper. At the end of this paper, we present the protocol-product of this paper-grade, conclusions, recommendations and future work.

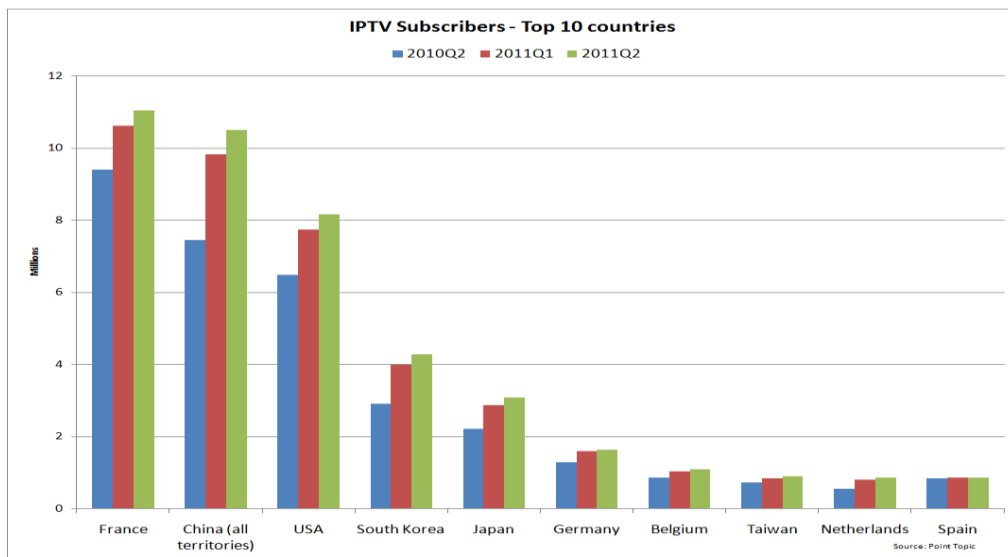
Keywords: IPTV, copper pair, limitations, evaluation and protocol.

Capítulo 1. Introducción

IPTV es una tecnología de transmisión de contenidos audiovisuales basado en el protocolo IP. Para el caso colombiano, la distribución del servicio se lleva a cabo mediante redes alambradas, principalmente sobre par de cobre, lo cual implica que esta tecnología se hace susceptible a un medio como éste, que presenta limitación en la capacidad de canal, desgaste físico del par de cobre, intermitencias y alta latencia, entre otras.

La aceptación de IPTV en países europeos como Francia, líder en el mercado¹, ver figura 1, se debe a que un gran porcentaje de su red está en fibra óptica o híbrido Fibra-coaxial, diferente a lo que acontece en Colombia en donde gran parte de la infraestructura se encuentra soportada por pares trenzados de cobre que ofrecen limitada capacidad de canal, además de ser obsoletos por su antigüedad para soportar los servicios que ofrecen las nuevas tecnologías de la información.

Figura 1. Los 10 mejores países en términos de suscriptores IPTV.



Fuente: Point Topic, IPTV statistics Q2 2011

¹ Point Topic, IPTV statistics Q2 2011, A Short Report from Broadband Money Makers, p. 5

En Colombia el primer operador que ofreció IPTV fue EPM en Medellín, servicio que posteriormente se extendió hacia otras ciudades como Armenia, Manizales, Valledupar, Montería, Sincelejo, Bucaramanga y Bogotá.

El desarrollo de IPTV le ha permitido a UNE-EPM potenciar su red actual y prestar servicios convergentes de voz, televisión e internet a través de la misma red, de igual manera, extender la cobertura y permitir al usuario contar con un servicio de televisión digital de excelente interactividad. Al respecto EMCALI Telecomunicaciones lanzará este año –2012– el servicio en Santiago de Cali.

Implementar IPTV sobre la red de un operador de telecomunicaciones implica revisar la infraestructura para garantizar un acceso de banda ancha con buena calidad de servicio y experiencia, extender y potenciar su red para prestar servicios convergentes de voz, televisión e internet a través de la misma red con el fin de ofrecer al usuario un servicio de televisión digital de excelente calidad e interactividad.

No se trata de prescindir de par de cobre, si no de actualizarlo y estructurar nuevos esquemas de acceso al usuario final, es decir, remplazar las conexiones directas del par de cobre desde la central telefónica, por redes híbridas que involucren cables de fibra óptica hasta los armarios de distribución ubicados cerca a los clientes, en las unidades residenciales, y de ahí utilizar la distribución existente del par de cobre hasta los hogares, esto aprovecha mejor las características del par trenzado para el cubrimiento de distancias cortas con significativas tasas de transferencia de información.

En un país en desarrollo como Colombia donde aun se tienen sistemas analógicos de telefonía en muchas poblaciones con tendidos muy antiguos de pares de cobre en muchas poblaciones, vale la pena analizar hasta qué punto resulta viable renovar el tendido de cobre para ofrecer nuevos servicios, y si lo es, cuál sería el costo que tendría que pagar el usuario.

La limitación de capacidad de transferencia de datos en el acceso por las pérdidas que presenta el par de cobre debido a las características de construcción, exige al operador de telecomunicaciones evaluar la infraestructura de cobre, lo que permite implementar nuevos y más exigentes servicios. El servicio IPTV demanda una conexión a 1.75 Mbps para televisión estándar SDTV –Standard Definition Television– y 10 Mbps para televisión de alta definición HDTV –High Definition Television–. Estos cálculos son usando MPEG-4 AVC para la codificación de vídeo.²

² ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.215 y 219.

Empresas estatales como ETB, EPM, EMCALI, etc. deben aprovechar las oportunidades en la ampliación de servicios de banda ancha en forma masiva, servicios de acceso y aplicaciones de internet para lograr mayor penetración aprovechando las potencialidades de las nuevas tecnologías sobre el par de cobre, afianzarse en los servicios de telecomunicaciones inalámbricas e incursionar en otros servicios como televisión por suscripción, IPTV y satelital.

Actualmente, el índice de penetración de internet en Colombia y en general en América Latina crece de forma exponencial y de la mano con este servicio también vienen creciendo los servicios derivados de este, por ejemplo IPTV; sin embargo, el éxito de esta tecnología depende, entre otros, del impacto que tenga la televisión digital que se implementará muy pronto en Colombia y que sería su principal rival.

Actualmente todos los servicios incluyendo la telefonía y la televisión tienden a ser prestados a través de la banda ancha que llega al cliente, por lo que aparte del despliegue de fibra óptica, también se está usando al máximo la capacidad del par de cobre, las redes de TV Cable e igualmente las redes móviles que se están desplegando con fuerza.

El servicio de televisión se ha transformado en una plataforma digital interactiva con servicios avanzados de video, telefonía e Internet –triple-play–, donde actualmente es posible brindar desde el televisor, aplicaciones de comunicación y entretenimiento tales como la difusión –“broadcast”–, se emite el mismo stream de vídeo a todos los dispositivos de acceso conectados a la red, independientemente de si han solicitado o no el canal– de televisión digital de alta definición, video en demanda –“unicast”–, cada usuario conectado recibe un stream único–, video pago por ver, audio y video bajo demanda, programación de televisión en vivo –“multicast”–, la transmisión de una señal de vídeo única a varios usuarios de forma simultánea–, video telefonía, juegos en línea, Internet TV, guía electrónica de programación, e-mails, mensajes, y mucho más.

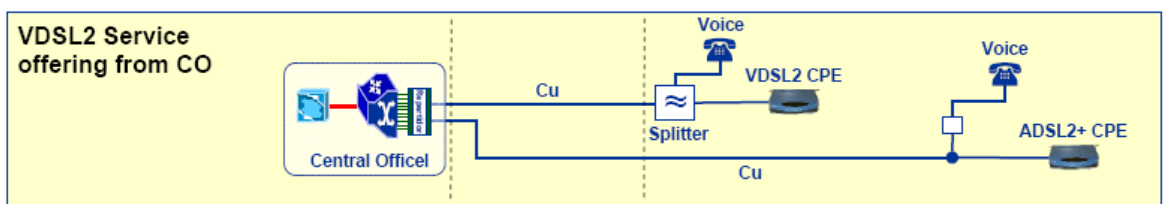
IPTV permite facilidades adicionales –interactividad– sobre la TV difundida, o Broadcasting, como personalizar el contenido a demanda, permitiendo a los usuarios seleccionar, por ejemplo, una película determinada y comenzar a verla, en ese mismo instante, adelantar, retroceder o inclusive hacer pausa en el momento que más lo desee.

Contexto de Trabajo

Los operadores de telecomunicaciones enfrentan al desafío competitivo y estratégico de ofrecer nuevos servicios a sus usuarios, esta realidad tiene consecuencias sobre: su estructura de costos operacionales y de inversión, sobre su infraestructura, y sobre la imagen de servicio al cliente. Como consecuencia del incremento en la demanda de ancho de banda generado por los nuevos servicios que se desea implementar en la red, por el incremento en el número de usuarios y por el desarrollo tecnológico; y financiero, la prestación de nuevos servicios demanda grandes inversiones, tanto por el equipamiento como por las inversiones en obra y tiempos de implementación así como también en el alistamiento y prestación del servicio.

Los operadores de telecomunicaciones que prestan servicios de voz y datos por el par de cobre tradicional con tecnología xDSL, figura 2, ofrecen limitada velocidad de transferencia de datos en el acceso motivada por las pérdidas que presenta el par de cobre como consecuencia de la naturaleza del canal.

Figura 2. Red de acceso por par de cobre de un operador de telecomunicaciones que brinda servicios de voz y banda ancha con tecnología xDSL.³



Fuente: Telefónica's Access Network Transformation

Esta limitación técnica exige evaluar la infraestructura actual del operador con el fin de garantizar al usuario la prestación del servicio, ya que las características de construcción del par de cobre hace difícil la prestación de nuevos y más exigentes servicios como IPTV, entre otros, aquel que establece que se requiere de una conexión a 1.75 Mbps para televisión estándar SDTV –Standard Definition Television– y 10 Mbps para televisión de alta definición HDTV –High Definition Television–. Estos cálculos consideran la utilización del estándar de codificación MPEG-4 AVC para la codificación de vídeo.⁴

³. Ibid., p.216 y 219.

⁴LAWRENCE, Harte. IPTV Basics. Althos Publishing Fuquay-Varina, USA, 2006., p.140.

Planteamiento del Problema

Los operadores de telecomunicaciones en las áreas de planeación e ingeniería requieren de protocolos, entendidos estos como una secuencia ordenada y estructurada de pasos, que les permita evaluar la factibilidad técnica para la implementación y la prestación de un nuevo servicio sobre su actual plataforma. Actualmente no se conoce de la utilización de un protocolo con estas características implementado y usado por algún operador que preste sus servicios en la ciudad de Santiago de Cali.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Proponer y validar, un protocolo que permita realizar la evaluación de la red de acceso por par de cobre de un operador de telecomunicaciones para garantizar la prestación del servicio IPTV.

1.2 Objetivos Específicos

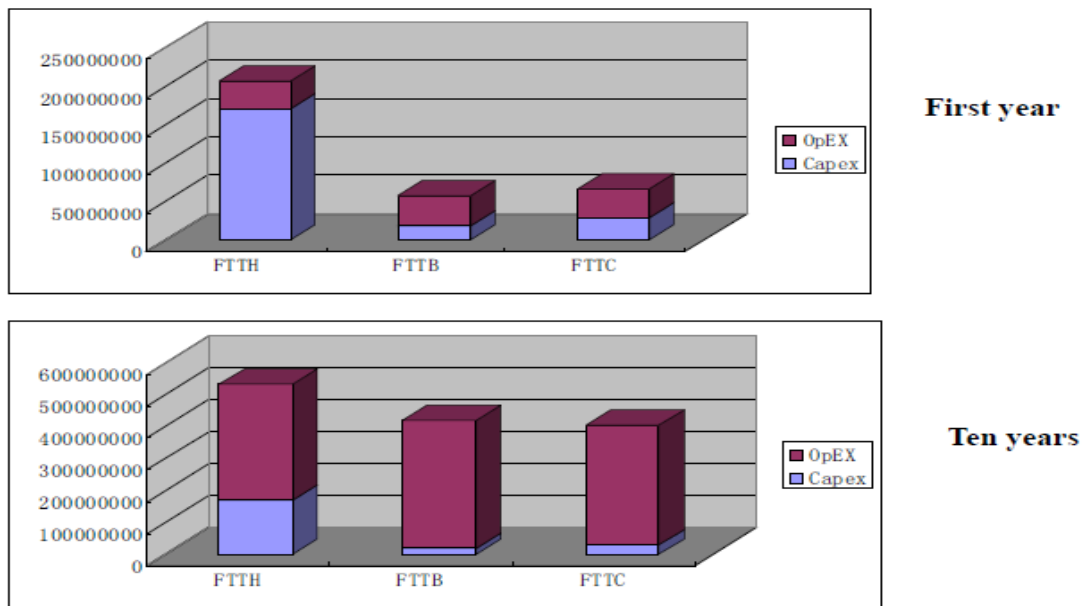
- 1.2.1 Identificar las métricas y restricciones técnicas en la red de acceso por par de cobre de un operador de telecomunicaciones asociadas con la prestación del servicio IPTV.
- 1.2.2 Caracterizar la arquitectura de los escenarios más representativos asociados con el despliegue de la red de acceso por par de cobre en un operador de telecomunicaciones cuando se presta el servicio IPTV.
- 1.2.3 Proponer un protocolo para evaluar la red de acceso por par de cobre que le permita garantizar a un operador de telecomunicaciones la prestación del servicio IPTV.
- 1.2.4 Validar el protocolo propuesto a través de pruebas de certificación en la red de acceso por par de cobre de EMCALI E.I.C.E. E.S.P. Telecomunicaciones.

Capítulo 2. Marco Teórico

Las dificultades y retos que enfrentan los operadores de telecomunicaciones al implementar, desarrollar y ofrecer nuevos servicios sobre la misma infraestructura –convergencia–, para mantener actualizada su plataforma tecnológica, diseñada de forma estructurada, modular y escalable que le permita incorporar las nuevas tecnologías en cada una de sus capas y para mejorar el servicio de atención al cliente frente a los demás operadores, le impone unos enormes retos de competitividad para mantener competitiva su posición en el complejo mercado de las telecomunicaciones.

la modernización en la infraestructura que permita ampliar la capacidad para transportar datos con el fin de sostener la oferta de servicios con soluciones que minimicen los costos de inversión y operación –Capex y Opex– es uno de los grandes retos para los operadores de telecomunicaciones, dado que el Capex para el despliegue de nuevas tecnologías como FTTH es muy alto, tanto por el equipamiento como por las inversiones en obra y tiempos de implementación, mientras el despliegue con tecnologías que aprovechan parte del recurso existente como FTTB y FTTC permite un equilibrio entre los costos de inversión y los costos de operación como se aprecia en la figura 3.

Figura 3. FTTx Comparación Capex y Opex.



Fuente: ZTE GPON and FTTx Solutions, febrero 2011.

Es necesario evaluar la red de acceso como un requisito previo e ineludible para la prestación de un servicio mediante un proceso, una verificación de los parámetros versus estándares, especificaciones del proveedor de tecnología y una medición – instrumentos de medida, escala de valores y umbrales–

2.1 Red de telecomunicaciones.

Hace aproximadamente una década, los principales servicios de telecomunicaciones se clasificaban en tres categorías: telefonía fija, telefonía móvil y datos e Internet, siendo prestados por tres redes diferentes. En cuanto a los audiovisuales, como la televisión por cable, emisoras de televisión abierta se tenía para cada servicio una red.

El desarrollo, despliegue y uso masivo de redes IP ha permitido usar las redes de transmisión en forma compartida entre varios servicios. De hecho, los primeros sistemas convergentes fueron las redes de transmisión IP.

A continuación, con el desarrollo de diferentes tecnologías de banda ancha, se produce el mayor avance tecnológico que permite brindar varios servicios a través del mismo acceso. Aparecen así los operadores de televisión por cable que brindan servicios de televisión, datos, Internet y telefonía por el mismo medio, el cable coaxial. La misma convergencia en los accesos se produce en el par de cobre y en los accesos inalámbricos en la medida que la banda ancha se propaga.

Finalmente aparece la convergencia en los terminales y a través de la implantación progresiva de arquitecturas como IMS –IP Multiservices Subsystem– es posible hacer converger aplicaciones y contenidos sobre las mismas redes y accesos.

Las principales ventajas que trae la convergencia son:

- Reducción general de costos en la implantación de servicios.
- Reducción del tiempo de puesta en servicio –“Time to Market”–.
- Satisfacción de las necesidades de los clientes facilitando múltiples servicios, aplicaciones y contenidos sobre el mismo terminal.
- Disponibilidad de redes más compactas y eficientes que facilitan el despliegue de los accesos físicos a la sociedad de la Información y el conocimiento.

La infraestructura tecnológica que soporta la convergencia se puede dividir conceptualmente en capas de acceso, transporte y aplicaciones. Estas capas en conjunto responden a la estructura denominada arquitectura IMS –IP Multimedia Subsystem– hacia la cual tienden las redes en el mundo.

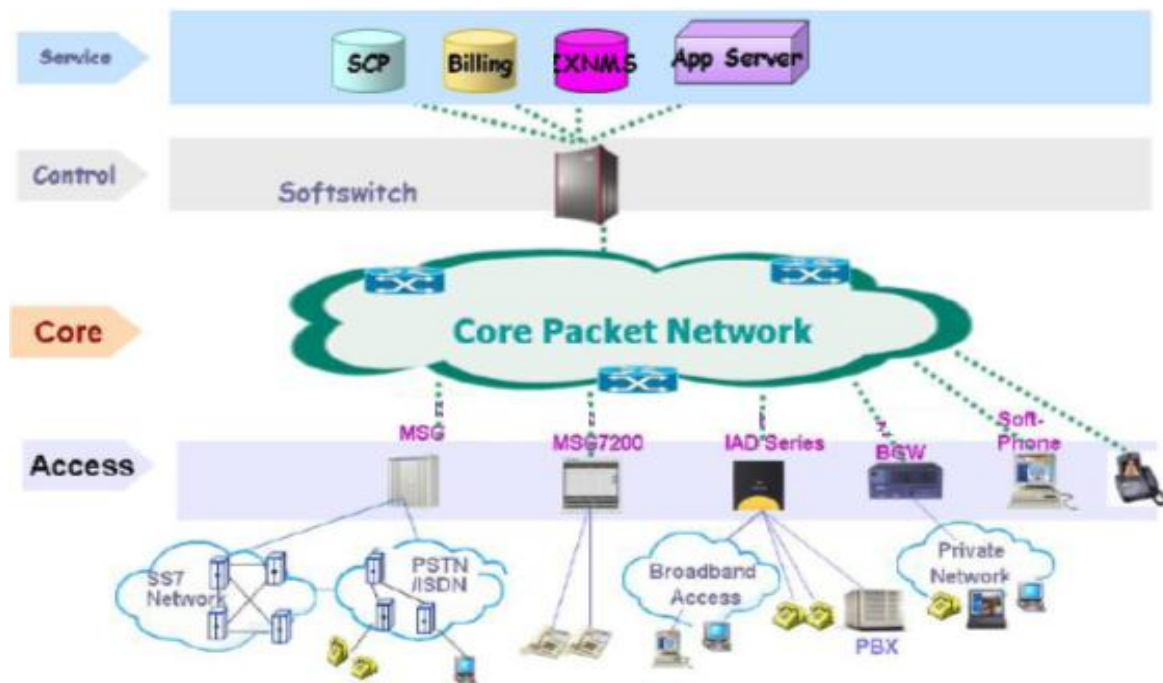
Esta arquitectura, desarrollada inicialmente para los servicios móviles a través del grupo 3GPP, gestor de las tecnologías GSM, WCDMA/UMTS, HSPA, LTE se ha

ido imponiendo como el estándar para la convergencia entre varias plataformas que incluyen las redes fijas de telefonía y TV de abonado. Su estructura y filosofía está orientada a la convergencia.⁵

2.1.1 Arquitectura de Red Multiservicios –RMS–

El operador de telecomunicaciones normalmente tiene en servicio una red convergente, de nueva generación, llamada Red Multiservicios –RMS– la cual provee accesos de banda ancha, servicios LAN to LAN, servicios de conexión a Internet, servicios de voz a través de líneas POTS, voz y telefonía sobre IP, y demás servicios como: servicios de red inteligente, correo de voz, mensajería unificada, servicios prepago, servicios de IVR y televisión sobre IP. La Red Multiservicios está conformada por cuatro capas, como se observa en la figura 4.

Figura 4. Modelo en capas de la red Multiservicios.



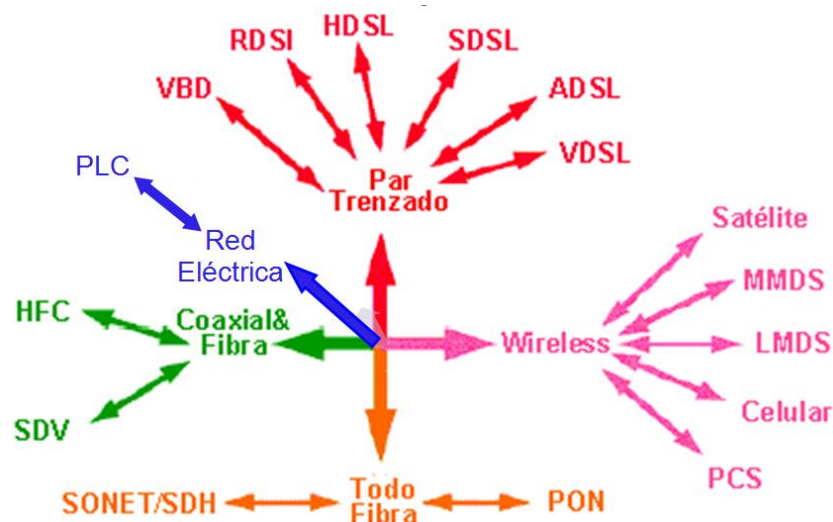
Fuente: ZTE, Propuesta Red Multiservicios.

2.1.1.1 Capa de acceso: La capa de acceso es utilizada para conectar suscriptores y terminales con la red por una variedad de medios, y para convertir el formato de información original en un formato conveniente que se puede transferir sobre la red.

⁵De León, Omar. Perspectivas de las tecnologías de Telecomunicaciones y sus implicancias en los Mercados y marcos regulatorios en los países de América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, julio de 2009, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., p.7.

De forma general, en documentos especializados se acostumbra clasificar las redes de acceso en cuatro grupos principales según el medio de soporte: par trenzado de cobre, fibra/coaxial, inalámbrico, todo fibra y recientemente con transmisión por la red eléctrica. La figura 5 muestra algunas de las tecnologías e implementaciones que caen en las categorías anteriores.

Figura 5. Alternativas de acceso.



Fuente: <http://colos.inf.um.es/cienciaytecnologia/ponencias/JaimeCastillo1-50.pdf>.

2.1.1.2 Capa de Núcleo –Core–: Este Nivel contiene switches Multiservicios o un Backbone core. Cambia el formato de la información para que así pueda ser enviada a través de la red. Es decir, fragmenta la voz en segmentos y los lleva a ATM o paquetes IP. Por lo tanto, se puede decir que es una plataforma que despliega: ATM, Frame Relay, IP, IP-VPNs, VPNs de la capa 2, MPLS, Emulación de Circuitos, Voz en paquetes y Soluciones a nivel inalámbrico.

2.1.1.3 Capa de control: La capa de control de red incorporará toda la funcionalidad que se necesite para dar servicios sin fallas y de alta calidad para los distintos tipos de redes, se puede considerar como un conjunto de dominios, donde cada uno contiene servidores de control que son específicos a una red determinada.

2.1.1.4 Capa de Servicios: Esta capa se refiere al manejo de los aspectos que pueden ser observados directamente por los usuarios de la red de telecomunicación. Entre las funciones que cumple la capa de servicio se encuentran: Calidad y gestión en el servicio –retardos, pérdidas, etc.–, contabilidad, adición y remoción de usuarios, asignación de direcciones,

mantenimiento de direcciones de grupo. Algunos de los servicios ofrecidos en las Redes Multiservicios se aprecian en la tabla 1.

Tabla 1. Servicios ofrecidos en redes NGN

Clase de servicio	Servicios
Audio digital	Audio bajo demanda Audio con calidad de estudio Audio sub-estándar Difusión de audio Telefonía
Video digital	Difusión de video de alta definición Difusión de video estándar Difusión de video subestándar Videoconferencia Videotelefonía VoD de alta definición VoD estándar VoD subestándar
Servicio básico de datos	Correo Difusión de datos Mensajería Navegación P2P Trasferencia de archivos
Servicio de valor añadido	<i>e-administration</i> <i>e-commerce</i> <i>e-games</i> <i>e-learning</i>

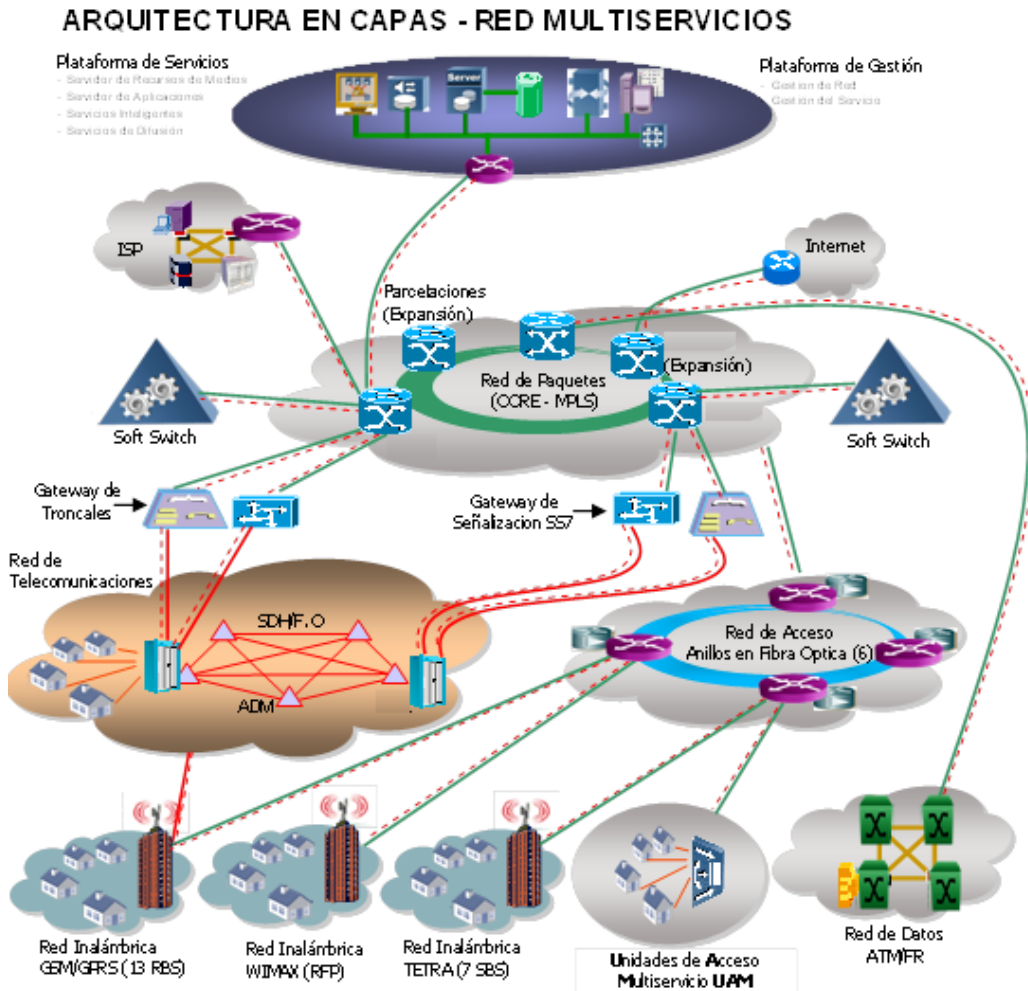
Fuente: Luis Bellido Triana, contribución a las metodologías para la evaluación de la calidad del servicio en redes heterogéneas.

Adicionalmente, la red Multiservicios cuenta con una plataforma única de gestión, desde la cual se pueden gestionar todos los elementos de la red.

2.1.2 Topología de la red de un operador de telecomunicaciones

La figura 6 esquematiza la topología de la red Multiservicios de un operador de telecomunicaciones y muestra la convergencia de los sistemas existentes: Red TDM –sistema con centrales convencionales–, el sistema GSM, la Red de datos ATM y el nodo de internet –ISP–.

Figura 6. Topología de la red Multiservicios.



Fuente: ZTE, Propuesta Red Multiservicios a la GUENT de EMCALI.

2.1.2.1 La UAM –Unidad de Acceso Multiservicios–, conecta líneas POTS, puertos xDSL, puertos xPON, puertos ethernet y puertos RDSI de acceso primario PRI entre otros.

2.1.2.2 El softswitch controla el tráfico de voz packetizado y el tráfico hacia o desde la red PSTN existente. El softswitch también controla la prestación de servicios de voz para todos los clientes de la PSTN y los clientes conectados a la red de paquetes.

2.1.2.3 Los Gateway de troncales proveen las interfaces para integrar la red PSTN a la red Multiservicios, convirtiendo el tráfico TDM en tráfico de paquetes y viceversa.

2.1.2.4 El Gateway de señalización adapta la señalización CCN7 propia de la red PSTN en señalización de paquetes e inversa.

2.1.3 Infraestructura

Con el fin de entender las oportunidades y retos relacionados con el desarrollo de nuevos servicios, es útil revisar la infraestructura de telecomunicaciones existente de un operador, que representa una gran inversión de capital y que puede ser apta para la prestación del servicio IPTV.

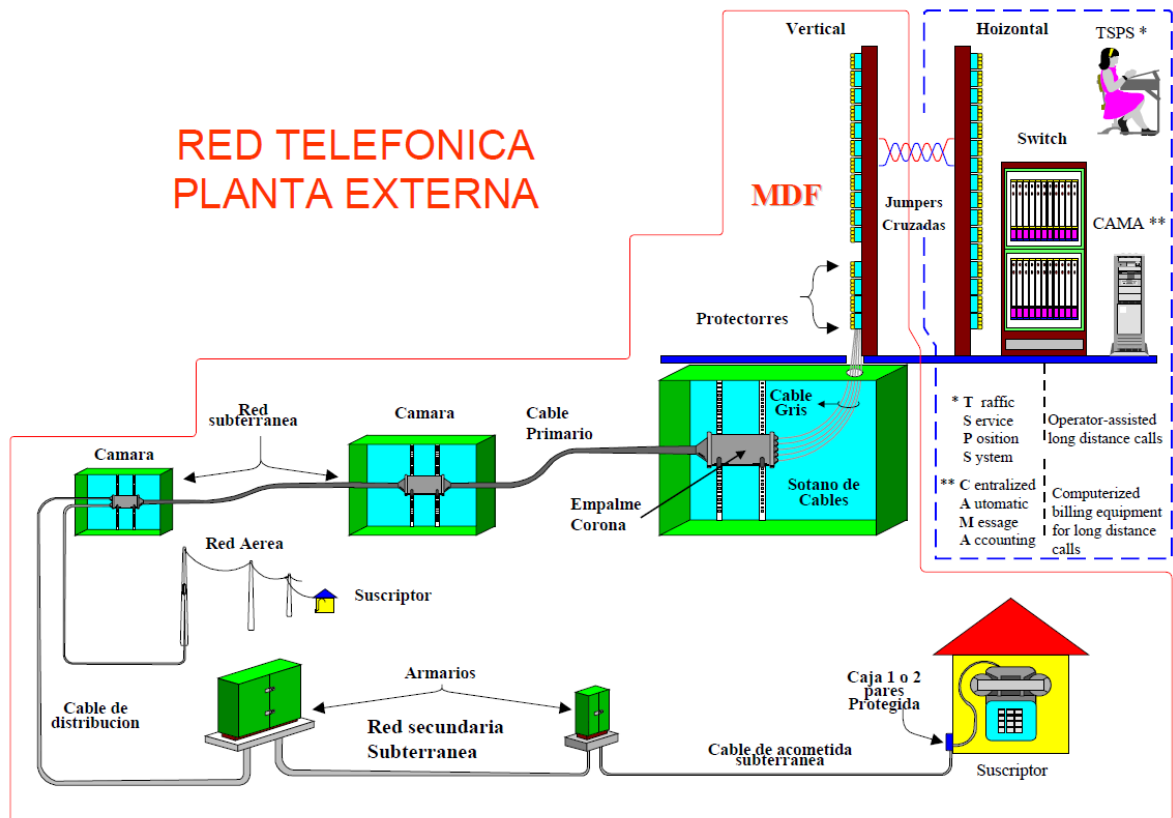
Infraestructura de red alámbrica: xDSL –cable de cobre–, Cable TV –coaxial– y FTTx –fibra óptica–.

Infraestructura de red inalámbrica: WiFi, WiMax, satélite, 2G, 2.5G, Y 3G, GPRS, EDGE y LTE.

2.1.3.1 Planta Interna de Telecomunicaciones. El concepto de planta interna se define como el conjunto de equipos e instalaciones que se ubican dentro de la edificación de la central telefónica, constituida fundamentalmente por equipos de conmutación, de transmisión, equipos de apoyo, distribuidores: MDF –Main Distribution Frame–, DDF –Digital Distribution Frame– y ODF –Optical Distribution Frame–, etc. dispuestos normalmente dentro de una edificación por seguridad, especificación y recomendación de los fabricantes; aunque el avance tecnológico ha permitido que la instalación de estos equipos sea posible en la planta externa, con equipos diseñados y construidos para operar a intemperie. La planta interna normalmente era propiedad del operador de telecomunicaciones, sin embargo, hoy cualquier equipo externo o de usuario final se puede denominar equipo de premisas del cliente y puede ser de propiedad del operador o del usuario.

2.1.3.2 Planta Externa de Telecomunicaciones. En telecomunicaciones, la planta externa es el conjunto de construcciones, instalaciones y equipos que se ubican fuera de la edificación de la central telefónica sirviendo de enlace con los abonados, constituida fundamentalmente por el bucle local o bucle de abonado; con cables telefónicos, cubiertas de empalme, conductos, postes, armarios, cajas de distribución, cámaras, canalizaciones subterráneas, torres, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red alámbrica o inalámbrica desde la central telefónica hasta el usuario, como se aprecia en la figura 7. Normalmente la planta externa es propiedad del operador de telecomunicaciones por la gran inversión requerida en su implementación.

Figura 7. Infraestructura de la red alámbrica típica de un operador de telecomunicaciones.



Fuente: 3M. Curso planta externa cobre teoría básica.pdf.

Los tipos de cables –accesos cableados o alámbricos– instalados en planta externa desde la central hasta el usuario son: cable telefónico multipar de cobre, cable coaxial y cable de fibra óptica.

2.1.4 Cable telefónico multipar de cobre

Los cables telefónicos multipar de cobre utilizados para transportar señales eléctricas se pueden clasificar en cables para exteriores y cables para interiores, pueden ser rellenos o secos, figura 8.

Figura 8. Cable telefónico multipar para exteriores con conductores de cobre.



- 1 Conductor en alambre de cobre suave.
- 2 Aislamiento en polietileno celular con piel (foam skin).
- 3 Cubierta del núcleo en cinta poliéster, no higroscópica que proporciona rigidez dieléctrica entre el núcleo y la pantalla.
- 4 Pantalla en cinta de aluminio corrugada recubierta con copolímero por ambas caras.
- 5 Chaqueta de polietileno resistente a la abrasión, a la intemperie y a la penetración de humedad.

Fuente: www.centelsa.com.co. Cable telefónico para exteriores.pdf.

Los cables telefónicos para exteriores tradicionales de planta externa se usan normalmente en redes subterráneas, troncales, directas, primarias y secundarias aptos para la transmisión de voz y datos en frecuencias discretas hasta 6.3 MHz norma ANSI/ICEA S-85-625-2002⁶. Para cables por encima de 6.3 MHz.

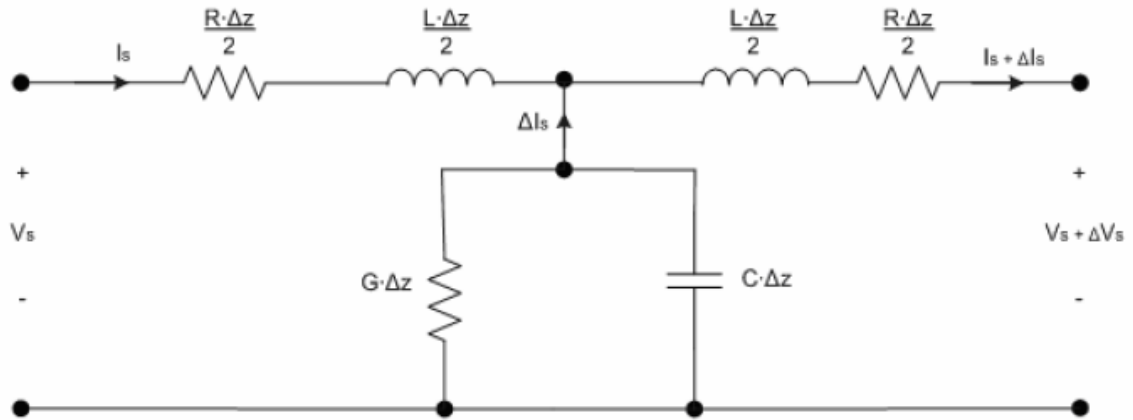
El par telefónico de cobre se puede modelar como una línea de transmisión uniforme, figura 9, mediante la obtención de ecuaciones matemáticas diferenciales que permiten describir el comportamiento de la corriente y el voltaje de la señal al propagarse a lo largo de la línea de transmisión.⁷ Se designan como parámetros primarios de la línea de transmisión los siguientes:

- Resistencia en serie por unidad de longitud, R , expresada en Ω/m .
- Inductancia en serie por unidad de longitud en H/m .
- Capacidad en paralelo por unidad de longitud, C , en Fd/m .
- Conductancia en paralelo por unidad de longitud, G , en S/m .

⁶ ANSI/ICEA. S-85-625-2002 Standard for telecommunications cable aircode, polyolefininsulated, copper conductor technical requirements, Published by Insulated cable engineers association. Inc. Carrollton, GA, U.S.A. third edition December 2002.

⁷ Hayt William H. Teoría Electromagnética. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana, México, 1991.

Figura 9. Circuito eléctrico que permite modelar el par telefónico de cobre.



Fuente: Hayt William H. Teoría Electromagnética.

La resistencia depende la resistividad de los conductores y de la frecuencia. En altas frecuencias, la resistencia aumenta con la frecuencia debido al efecto pelicular – skin–, ya que la corriente penetra sólo una pequeña capa cercana a la superficie del conductor. La inductancia es consecuencia del hecho de que todo conductor por el que circula una corriente variable tiene asociada una inductancia. Como la línea está formada por dos o más conductores separados por un dieléctrico, constituye, por tanto, un condensador cuya capacidad depende del área de los conductores, su separación y la constante dieléctrica del material que los separa. Finalmente, la conductancia es consecuencia de que el dieléctrico no es perfecto y tiene resistividad finita, por lo que una parte de la corriente se “fuga” entre los conductores y, junto con la resistencia en serie contribuye a las pérdidas o atenuación en la línea.

2.1.4.1 Limitaciones de redes de acceso en cobre: Al transmitir servicios de banda ancha sobre una red por par de cobre, se debe tener en cuenta que el nivel requerido para las líneas DSL aumenta dramáticamente, y en un futuro estos servicios requerirán una mayor capacidad de canal que el que la tecnología de cobre puede proporcionar.

La capacidad de canal proporcionado por las tecnologías DSL se incrementa considerablemente día a día. Sin embargo, cada vez existe mayor número de subscriptores utilizando diferentes servicios de banda ancha simultáneamente. Por lo tanto, a pesar de que las tecnologías de cobre contribuyeron en el inicio del mercado de las telecomunicaciones, tienen ciertas limitaciones, siendo las más importantes el ancho de banda soportado y la velocidad de transmisión asimétrica.

A medida que la red de cobre se aleja de los DSLAM –Digital Subscriber Line Access Multiplexer–, las velocidades de transmisión disminuyen dramáticamente para transmitir servicios Triple Play. La distancia máxima soportada fluctúa alrededor de los 2 Km. dependiendo de la calidad de la red de cobre⁸.

En cuanto a la simetría, la tecnología de cobre brinda velocidades de bajada mucho más altas que las de subida, y servicios de la nueva era como son: mensajería instantánea, juegos de video en línea y VoIP, requieren una alta tasa de transmisión de subida. Además, existen limitaciones en la infraestructura del cobre, el cual provoca inducciones electromagnéticas causando atenuación de las señales, ruidos impulsivos y diafonías. Errores como bucles mal balanceados, contactos intermitentes y fugas de cable, provocan interrupción o fallas en los servicios.

2.1.4.1.1 Ruido Impulsivo: Se presenta mediante pequeños pulsos de ruido provocados por dispositivos que se encuentran cerca de la red. Existen dos tipos de ruido impulsivo:

2.1.4.1.1.1 Impulsos repetitivos de ruido –REIN– Repetitive Impulse Noise, causados por lo general por las lámparas fluorescentes, convertidores de voltaje y motores debido a que regulan constantemente la electricidad.

2.1.4.1.1.2 Impulsos no repetitivos de ruido, causados cuando se encienden o se calientan ciertos dispositivos electromagnéticos ya que consumen bastante energía.

2.1.4.2 Atenuación: Es la pérdida de potencia de la señal a medida que viaja por el par de cobre. La cantidad de atenuación se define por las características del par y aumenta a frecuencias altas.

2.1.4.3 Diafonía: Es la interferencia causada por las señales en las cercanías de los conductores. Existen dos tipos de diafonía: Paradiafonía –NEXT– producida a cortas distancias del transmisor y Telediafonía –FEXT– producida a mayores distancias del transmisor.

⁸ <http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/695/1/T-ESPE-027469.pdf> [consultado: diciembre 2011]

2.1.4.4 Interferencia de Radio Frecuencia: La tecnología de cobre presente interfiere ante señales inalámbricas, producidas por antenas emisoras o receptoras de señales de radio.

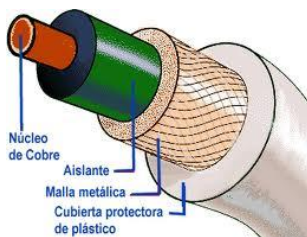
2.1.4.5 Fugas de cable –Bridge Taps: Son líneas que se encuentran conectadas al bucle de cobre en un extremo, mientras que el otro extremo se encuentran desconectadas. Estas pueden causar reflexiones de la señal y mayor atenuación.

2.1.4.6 Bucles mal balanceados: Se dice que un bucle se encuentra mal balanceado cuando sus hilos tienen distinta impedancia. El desbalance es producido por lo general en zonas donde los pares no se encuentran trenzados, en cables húmedos ya que tienen pérdidas en su resistencia y en cables oxidados debido a que son asimétricos. Esto afecta en gran manera la transmisión de señales con alta frecuencia provocando que se vuelvan susceptibles a diafonías y a interferencias de radio frecuencia.

2.1.5 Cable coaxial.

El cable coaxial, figura 10, utilizado para transportar señales eléctricas está compuesto de un hilo conductor central de cobre o aluminio rodeado por una malla de hilos de cobre o aluminio. El espacio entre el hilo y la malla lo ocupa una capa aislante dieléctrica que separa los dos conductores y mantiene las propiedades eléctricas. Todo el cable está cubierto por un aislamiento de protección para reducir las emisiones eléctricas. El ejemplo más común de este tipo de cables es el coaxial de televisión –CATV–.

Figura 10. Cable coaxial.



Fuente: <http://www.bricopage.com/electricidad/cablecoaxial.htm>.

El cable coaxial es un medio de transmisión apropiado de banda base para banda ancha MDF o señales MIC. Hay dos tipos de cable coaxial que la UIT-T recomienda. Un tipo es el de diámetro grande 2.6 / 9.5 mm y el otro tipo es el de

diámetro pequeño 1.2 / 4.4 mm,⁹ donde sus principales diferencias son la cubierta del cable, los diámetros y la impedancia.

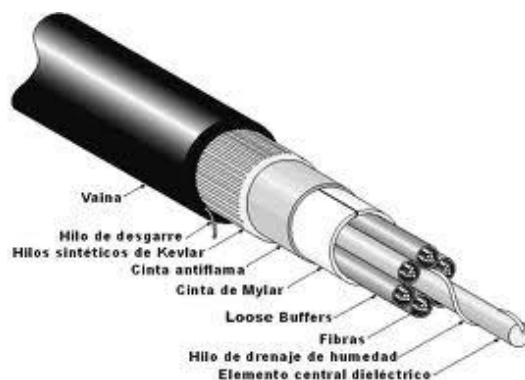
El cable coaxial proporciona una gran capacidad de canal de comunicaciones con una alta inmunidad al ruido. La capacidad de canal depende de la longitud del cable y del tipo, y puede ser de hasta 450 MHz.

2.1.6 Cables de fibra óptica.

La fibra óptica es fabricada de un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra. La fuente de luz puede ser láser o un LED. Las fibras, figura 11, se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades superiores a las de radio o cable¹⁰.

Según el modo de propagación se clasifican en fibras ópticas monomodo y multimodo. En las fibras monomodo –norma ITU-T G.652– se propaga un solo modo de luz, utilizadas en aplicaciones de larga distancia, hasta 100 KM sin regeneradores; es más compleja de diseñar y costosa comparada con la fibra multimodo. Con la ventaja adicional de transmitir elevadas tasas de información. Mientras que en las fibras multimodo se propagan múltiples modos de luz, usadas comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 KM; es simple de diseñar y económica.

Figura 11. Cable de fibra óptica.



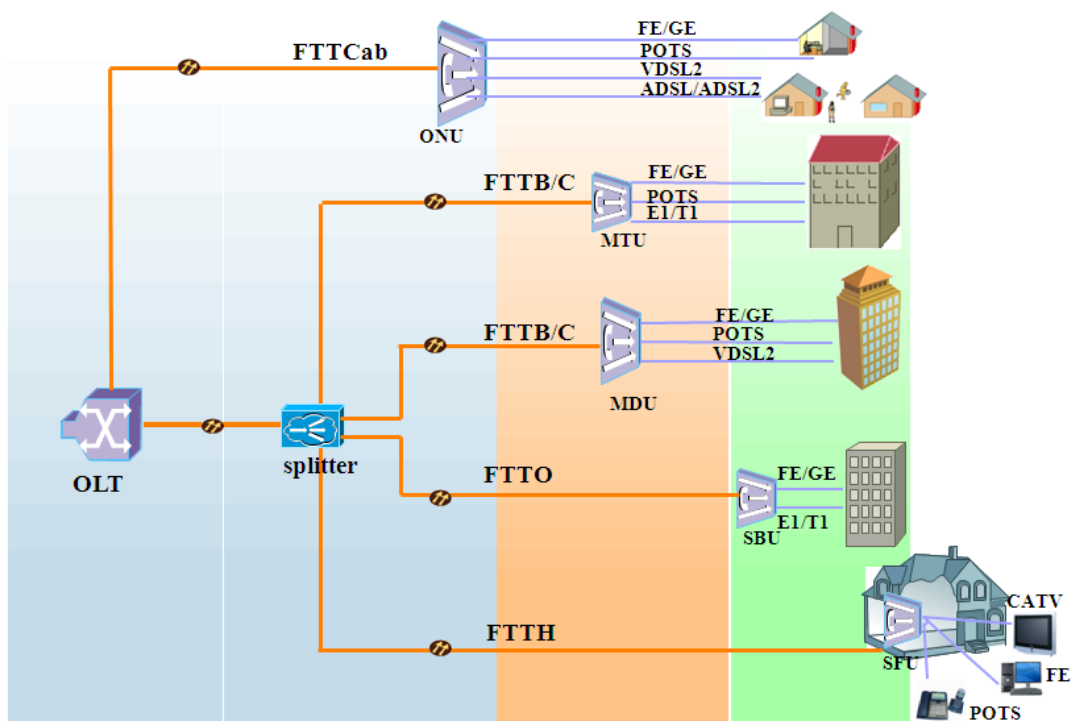
Fuente: <http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/>.

⁹G. Moumoulidis, OTE, ITU. Breve descripción de sistemas de conmutación y transmisión PLANITU doc-17-S

¹⁰Fibra óptica. http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica [consultado: octubre 2011]

Las redes de acceso basadas en fibra óptica ofrecen diferentes posibilidades al realizar el despliegue. Una clasificación a tener en cuenta y que condiciona las prestaciones, escalabilidad y solución tecnológica del despliegue es el alcance que la fibra consigue dentro del tramo entre la central y el usuario final, como se observa en la figura 12. Esta clasificación da lugar al concepto de FTTx –Fiber To The x– fibra hasta x, donde x es una variable que determina el punto final de la fibra.

Figura 12. FTTx en las redes de acceso.



Fuente: univ.zte.com.cn.

FTTH –Fiber To The Home– también conocida como fibra hasta el hogar, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados, como el Triple Play, telefonía, Internet de banda ancha y televisión, desde la central del operador a los hogares y negocios de los usuarios.

FTTB –Fiber To The Building– usa un enlace de fibra óptica desde la central del operador a los límites del edificio, continuando hasta el usuario final mediante otro medio de transmisión posible, par de cobre, coaxial o radio.

FTTCab –Fiber To The Cabinet– usa un enlace de fibra óptica desde la central del operador hasta el gabinete o nodo, la fibra se termina en un armario de calle

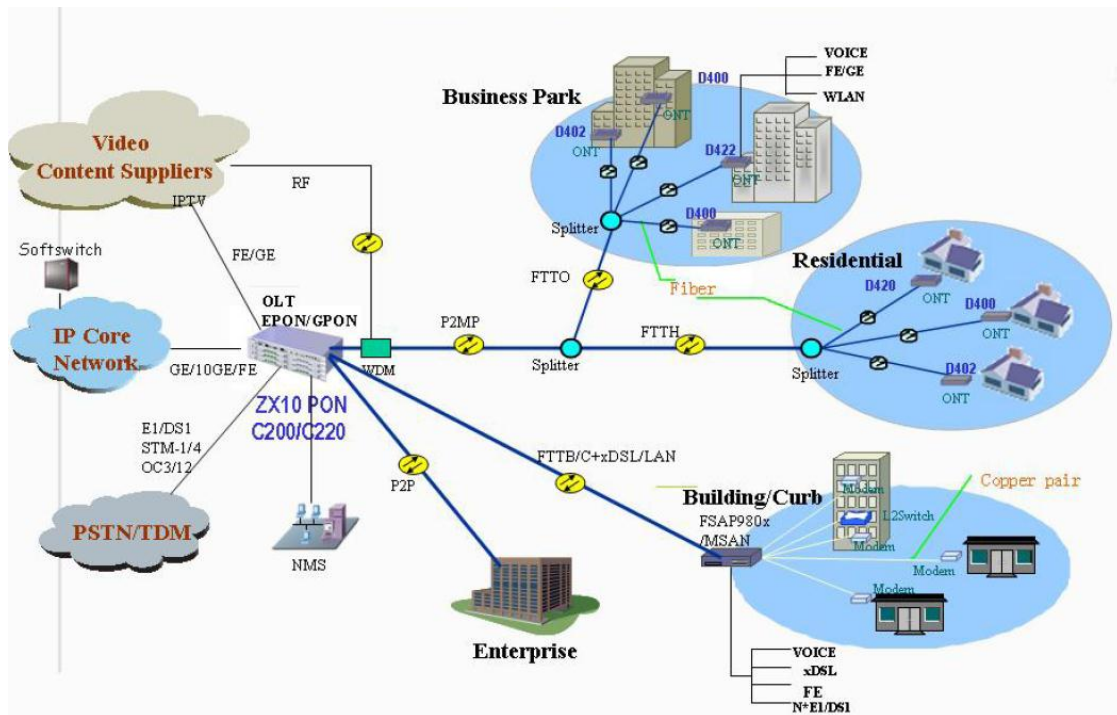
cerca de las instalaciones del usuario, con la conexión final que puede ser par de cobre, coaxial o radio.

Los demás conceptos se encubren en significado: FTTP es similar a FTTB y FTTC es complementario a FTTCab y FTTN. Para evitar confusiones y expansión de acrónimos, se mantiene solo tres variantes: FTTH, FTTB y FTTC y se plantean dos escenarios de trabajo FTTC con cobre hasta el usuario y cobre desde la central hasta el usuario con el fin de proponer y validar las pruebas, un protocolo que permita realizar la evaluación de la red de acceso por par de cobre de un operador de telecomunicaciones para garantizar la prestación del servicio IPTV.

Las redes de acceso de fibra óptica se distribuyen básicamente en dos configuraciones específicas, Punto a Punto –P2P– y Punto-Multipunto –P2MP–, generalmente en topologías tipo estrella como se observa en la figura 13, aunque se pueden encontrar unos pocos anillos, a diferencia de las redes de agregación y transporte, que por su criticidad generalmente son conformadas en topologías tipo anillo.

Dentro de las tecnologías ópticas desplegadas en P2P encontramos PDH, SDH y ETHERNET y para P2MP la tecnología óptica desplegada puede ser xPON.

Figura 13. xPON en la red de acceso.



Fuente: ZTE FTTx Total Solutions in Access Layer.

WDM –Wave Division Multiplexing– es una tecnología óptica que utiliza diferentes longitudes de onda para multiplexar diversas señales. Los transmisores que operan a diferentes longitudes de onda pueden inyectar sus propias señales ópticas en la fibra. Al final del enlace, las señales se pueden volver a discriminar y separar por longitud de onda. El elemento que se encarga de combinar diferentes longitudes de onda o extraerlas y convertirlas de nuevo en señales se llama acoplador WDM –WDM coupler–¹¹. Una red xPON es una red que permite a los usuarios tener mayores tasas de transferencias de datos y mejores servicios al contar con accesos por medio de fibra óptica con WDM. Además, estas redes logran reemplazar los elementos activos en una red por elementos pasivos, reduciendo los costos de la red en un gran porcentaje. Las redes xPON se clasifican en:

APON o ATM-PON –Redes Ópticas Pasivas ATM– está definida en la revisión del estándar de la ITU-T G.983, es el primer estándar desarrollado para las redes PON. Los sistemas APON usan el protocolo ATM como portador. APON se adecúa a distintas arquitecturas de redes de acceso, como, FTTH, FTTB/C y FTTCab.

BPON Surgió como una mejora de la tecnología A-PON para integrar y obtener acceso a más servicios como Ethernet, distribución de video, VPL, y multiplexación por longitud de onda –WDM–. Broadband PON se define en varias revisiones al estándar ITU-T 983 de las cuales están desde la G.983.1 que es la original de esta tecnología, hasta la G.983.8. La especificación G.983.1 de B-PON define una arquitectura de forma simétrica, es decir, que la velocidad para la transmisión de datos en el canal de bajada es el mismo para el canal de subida –155 Mbps–.

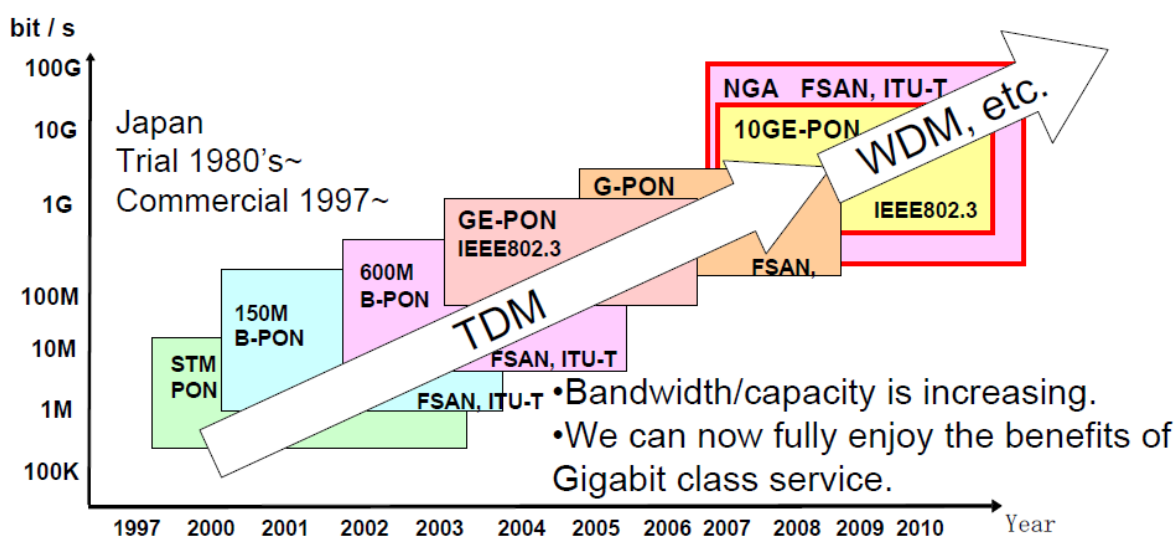
EPON Ethernet – PON es un sistema desarrollado por un grupo de estudio de la IEEE de Ethernet en la última milla –EFM–. Este sistema se basa principalmente en el transporte de tráfico Ethernet en vez del transporte por medio de celdas de ATM, que en muchos casos resulta ser muy ineficiente. Este sistema aplica los beneficios que trae usar la fibra óptica en el transporte vía Ethernet. EPON se apega a la norma de IEEE 802.3 y funciona con velocidades de 1 Gbps. Una ventaja de este sistema es que ofrece QoS en ambos canales –Downstream y upstream–. En cuanto a la gestión y administración de la red, EPON se basa en el protocolo SNMP, reduciendo la complejidad de los sistemas de gestión de otras tecnologías.

¹¹Soto, Jorge Mateos. Redes WDM
<http://personales.alumno.upv.es/~jormaso/WDM/redesWDM.htm> [consulta noviembre 2011]

GPON Gigabit PON es otra tecnología perteneciente a la arquitectura PON, la cual está aprobada por la ITU-T en cuatro recomendaciones, la G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984.4. El principal objetivo de GPON es ofrecer una transferencia de información mayor que sus anteriores predecesoras, y lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios basados en IP. Las velocidades manejadas por esta tecnología son mucho más altas, ofreciendo hasta 2,488 Gbps y la posibilidad de tener arquitecturas asimétricas.¹²

10GE-PON Tecnología aprobada por la ITU-T en dos recomendaciones, la G.987 y la G.988 de la serie XG-PON. 10GE-PON Evolucionando con una mayor capacidad de canal respecto a su antecesora GPON como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 14. Evolución de las tecnologías PON



Fuente: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/06/13/T06130000500001PDFE.pdf Optical Component Technology.

2.1.7 Limitaciones fundamentales en la transmisión de información

En el diseño de un sistema de comunicación o de cualquier sistema para esta materia, el ingeniero se enfrenta a dos clases generales de restricciones: por un lado, los factores tecnológicos, es decir, los factores vitales de la ingeniería y por otra parte, las limitaciones físicas fundamentales impuestas por el propio sistema, o sea, las leyes de la naturaleza en relación con el objetivo propuesto. Ambas clases de restricciones deben ser analizadas al diseñar el sistema.

¹²G, Juan Sebastián, Tecnologías de redes PON –paper– http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Definición_caracteristicas_PON_APOn_BPON_GEPON_GPON_EPON.pdf, p.1

Los problemas tecnológicos son dificultades que incluyen consideraciones tan diversas como disponibilidad del equipo, interacción con sistemas existentes, factores económicos, etc., problemas que pueden ser resueltos en teoría, aunque no siempre de manera práctica.

Las limitaciones fundamentales en la transmisión de la información por medios eléctricos son el *ancho de banda* y el *ruido*.¹³

2.1.7.1 La limitación por ancho de banda: La utilización de sistemas eficientes conduce a una reducción del tiempo de transmisión, es decir, a transmitir una mayor información en el menor tiempo. Una transmisión de información rápida se logra empleando señales que varían rápidamente con el tiempo. Pero al tratar con un sistema eléctrico, el cual cuenta con una energía almacenada; una ley física expresa que en todos los sistemas, excepto en los que no hay pérdidas, un cambio en la energía almacenada requiere una cantidad definida de tiempo. Así, no se puede incrementar la velocidad de la señalización en forma arbitraria, ya que en consecuencia el sistema dejará de responder a los cambios de la señal.

Una medida conveniente de la señal es su velocidad de transmisión, o sea, el ancho del espectro de la señal. En forma similar, el régimen al cual puede un sistema cambiar la energía almacenada, se refleja en su respuesta de frecuencia útil, medida en términos del ancho de banda del sistema. La transmisión de una gran cantidad de información en una pequeña cantidad de tiempo, requiere señales de banda ancha para representar la información y sistemas de banda ancha para acomodar las señales. Por lo tanto, dicho ancho de banda surge como una limitación fundamental.

Cuando se requiere de una transmisión en tiempo real, el diseño debe asegurar un adecuado ancho de banda del sistema. Si el ancho de banda es insuficiente, puede ser necesario disminuir la velocidad de señalización, incrementándose así el tiempo de transmisión.¹⁴

2.1.7.2 La limitación por ruido: El éxito en la comunicación eléctrica depende de la exactitud con la cual el receptor pueda determinar cuál señal es la que fue realmente transmitida, diferenciándola de las señales que podrían haber sido transmitidas. Una identificación perfecta de la señal sería posible solo en ausencia de ruido y otras contaminaciones, pero el ruido existe siempre en los sistemas eléctricos y sus perturbaciones sobrepuestas limitan posibilidad para identificar correctamente la señal que interesa y así, la transmisión de la información.

¹³ <http://www.eveliux.com/mx/limitaciones-de-las-comunicaciones.php> [consultado: diciembre 2011]

¹⁴ Ibid.

El ruido es inevitable. De la teoría cinética. Cualquier partícula a una temperatura diferente de cero absoluto, posee una energía térmica que se manifiesta como movimiento aleatorio o agitación térmica. Si la partícula es un electrón, su movimiento aleatorio origina una corriente aleatoria. Luego, si esta corriente aleatoria ocurre en un medio conductor, se produce un voltaje aleatorio conocido como ruido térmico o ruido de resistencia. Existe también ruido térmico asociado con la radiación electromagnética. En consecuencia, como no se puede tener comunicación eléctrica sin electrones u ondas electromagnéticas, tampoco se puede tener comunicación eléctrica sin ruido.¹⁵

Las variaciones de ruido típicas son muy pequeñas, del orden de micro voltios. Si las variaciones de la señal son sustancialmente mayores, digamos varios voltios pico a pico, el ruido puede ser ignorado. En realidad, en sistemas ordinarios bajo condiciones ordinarias, la relación señal a ruido es bastante grande para que el ruido no sea perceptible. Pero en sistemas de amplio régimen o de potencia mínima, la señal recibida puede ser tan pequeña como el ruido o más. Cuando esto sucede, la limitación por ruido resulta muy real.

Es importante señalar que si la intensidad de la señal es insuficiente, añadir más pasos de amplificación en el receptor no resuelve nada; el ruido sería amplificado junto con la señal, lo cual no mejora la relación señal a ruido. Aumentar la potencia transmitida ayuda, pero la potencia no se puede incrementar en forma indefinida por razón de problemas tecnológicos. —uno de los primeros cables trasatlánticos se deterioro por una ruptura ocasionada por un alto voltaje, aplicado en un esfuerzo por obtener señales útiles en el punto de recepción—.

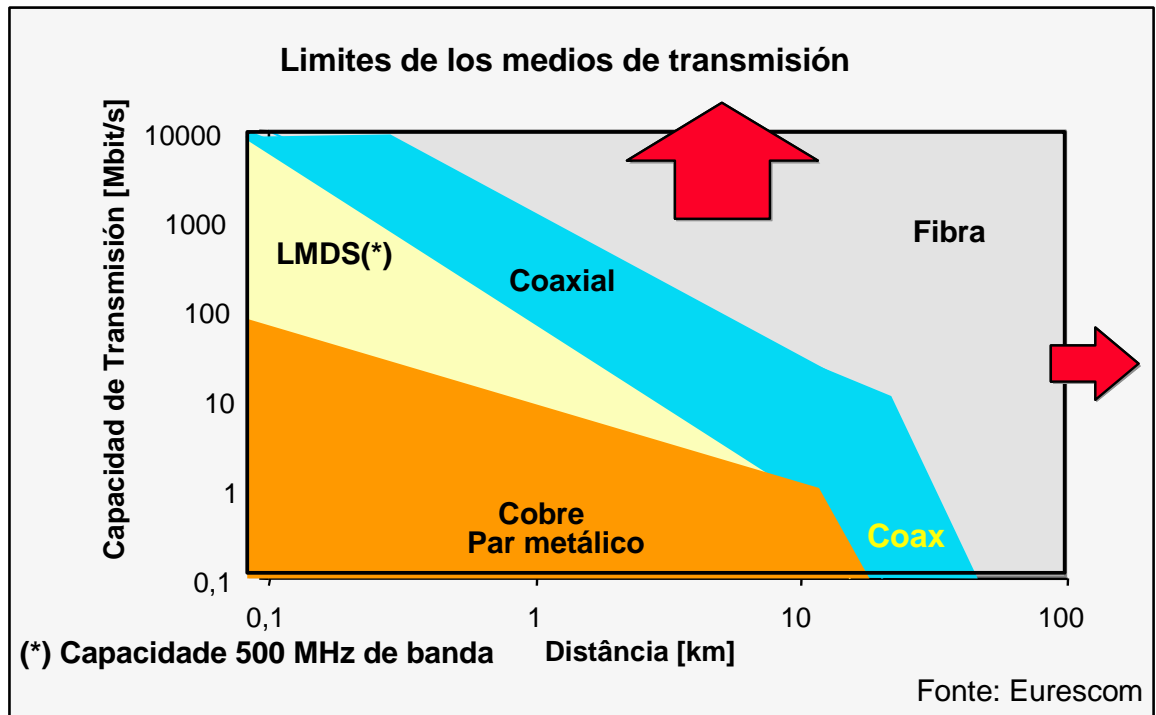
Dado un sistema con ancho de banda y relación señal a ruido fija, existe un límite superior definido, al cual puede ser transmitida la información por el sistema. Este límite superior se conoce con el nombre de capacidad de información y es uno de los conceptos centrales de la teoría de la información. Como la capacidad es finita, se puede decir, que el diseño del sistema de comunicación es un compromiso entre tiempo de transmisión, potencia transmitida, ancho de banda y relación señal a ruido; compromiso limitado por los problemas tecnológicos.¹⁶

La figura 15 muestra los límites de los medios de transmisión por la capacidad de transmisión.

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Ibid

Figura 15. Límites de los medios de transmisión.



Fuente: Eurescom.

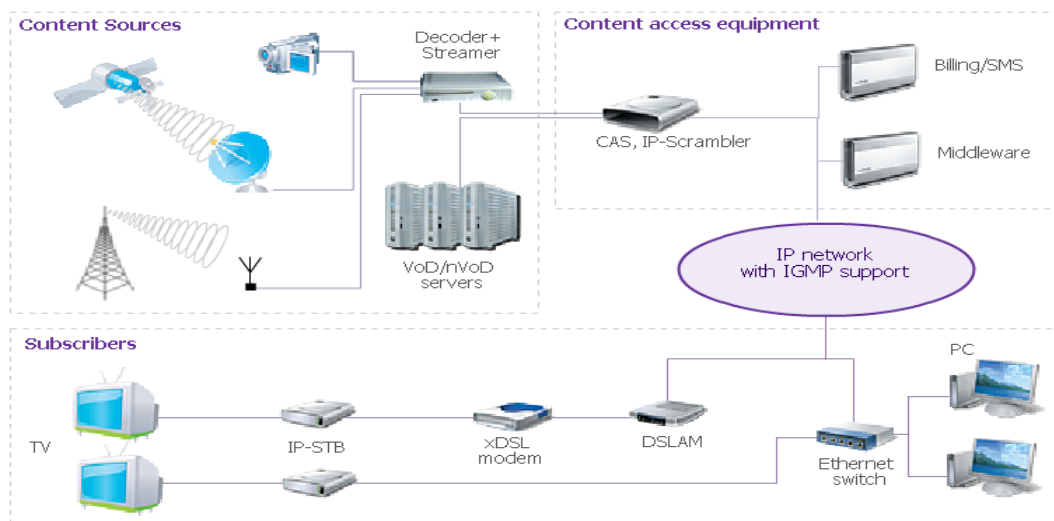
2.2 IPTV.

El desarrollo acelerado de las telecomunicaciones ofrece innumerables servicios a través de las redes digitales. En cuanto al servicio de televisión se pueden encontrar las siguientes alternativas: Televisión Digital Terrestre –TDT–, Televisión Digital Satelital –TDS–, televisión por Internet –Internet TV–, Televisión por IP –IPTV–. En redes lo tradicional era transportar datos digitales con ATM, pero las necesidades de nuevos servicios como IPTV han llevado a todos los operadores a migrar de ATM a Ethernet por su flexibilidad, economía y sencillez para su implementación.

La tecnología IPTV, Televisión sobre el Protocolo de Internet, ha evolucionado mucho en los últimos años tanto para los operadores fijos como para los móviles. El proceso de transmisión puede comenzar desde un servidor donde esté almacenado el video, desde una transmisión en vivo o puede ser una señal satelital. La señal fuente se convierte a datos digitales con un decodificador, los cuales se encapsulan en paquetes IP. Antes de ser distribuidos al usuario final, la señal IPTV debe ser encriptada; luego es transmitida para llegar a un Sep Top Box

que convierte los datos digitales en señal analógica para que pueda ser interpretada por el televisor.¹⁷ Básicamente esta tecnología dispone de un servidor de gestión y de dos servidores de contenidos, uno para el video streaming de contenidos difundidos en directo y el otro para el video bajo demanda o VoD, figura 16.

Figura 16. Solución IPTV.



Fuente: <http://www.netup.tv/es-ES/>

En cuanto a las velocidades de transmisión de datos, ver tabla 2, son variables según el tipo de contenido, siendo necesario una mayor transferencia de datos para deportes o películas de acción con muchos cambios de imagen. En promedio, se pueden tomar las siguientes velocidades como referencia según la codificación empleada.

Tabla 2. Velocidades de transmisión referenciales requeridas para video IPTV.

Codificación de Video Estándar	MPEG-2	MPEG-4 AVC
Standard Definition –SD–	2.5Mbps	1,75 Mbps
High Definition –HD–	15 Mbps	10 Mbps

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

¹⁷ K. HASTINGS y N. NECHITA. Challenges and opportunities of delivering IP-based residential television services". *IEEE Communications Magazine*. Vol. 38, Nº11. nov 2000, p.86-92

Las altas velocidades de datos hacen necesario disponer de accesos adecuados por lo que en general se debe recurrir a tecnologías como el ADSL2+ que permite tasas teóricas de transferencia de hasta 20/1 Mbps a cortas distancias, ver Tabla 3, con ayuda de la combinación de fibra y ADSL2+ o FTTH/VDSL2 como es el caso de AT&T en EEUU o inclusive, directamente FTTH.

IPTV permite facilidades adicionales sobre la TV difundida, o Broadcasting, como personalizar el contenido a demanda, permitiendo a los usuarios seleccionar, por ejemplo, una película determinada y comenzar a verla, en ese mismo instante, adelantar, retroceder o inclusive hacer pausa en el momento que más lo desee¹⁸.

Tabla 3. Tecnología xDSL¹⁹

Family	ITU	Name	Ratified	Maximum Speed capabilities
ADSL	G.992.1	G.dmt	1999	7 Mbps down 800 kbps up
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	2002	8 Mb/s down 1 Mbps up
ADSL2plus	G.992.5	ADSL2plus	2003	24 Mbps down 1 Mbps up
ADSL2-RE	G.992.3	Reach Extended	2003	8 Mbps down 1 Mbps up
SHDSL (updated 2003)	G.991.2	G.SHDSL	2003	5.6 Mbps up/down
VDSL	G.993.1	Very-high-data-rate DSL	2004	55 Mbps down 15 Mbps up
VDSL2 -12 MHz long reach	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	55 Mbps down 30 Mbps up
VDSL2 - 30 MHz Short reach	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	100 Mbps up/down

Fuente: ADSL Forum.

Las señales de audio y video pueden ser almacenadas en un servidor o enviadas en paquetes de datos a computadores o Set Top Boxes –STB–, gracias a una conexión de alta velocidad. Este mecanismo permite a los usuarios diferentes opciones de interactividad, las cuales les garantiza tener mucho más control sobre la información que desean y su experiencia de entretenimiento.

¹⁸Ibid., p. 8

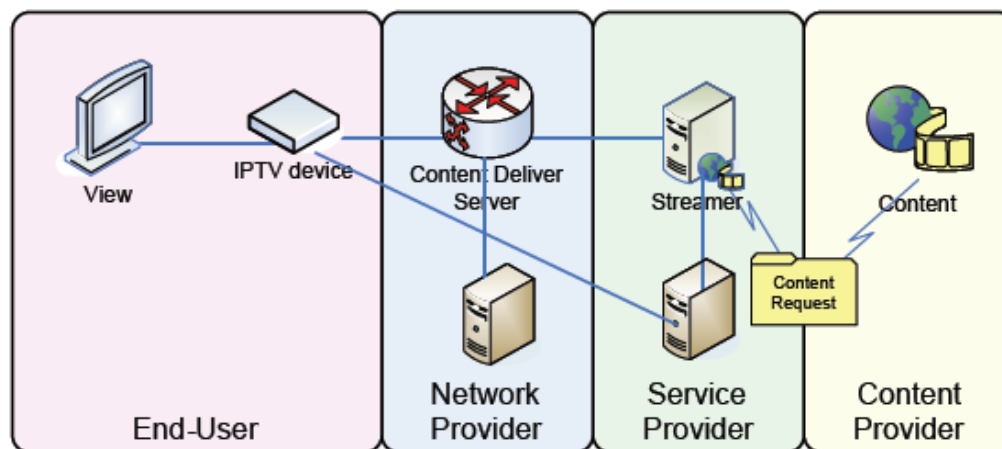
¹⁹Broadband forum.org http://www.broadband-forum.org/downloads/About_DSL.pdfDSL Technology Evolution., p.2 [Consultado: septiembre 2011]

La definición oficial de IPTV –Internet Protocol Television– aprobado por el Grupo Temático de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre IPTV –UIT-T FG IPTV– es: "*Servicios multimedia como la televisión, vídeo, audio, texto, gráficos y datos prestados a través de redes basadas en IP que proporcionan el nivel necesario de calidad de servicio y experiencia, seguridad, interactividad y fiabilidad*"²⁰.

2.2.1 Dominios funcionales IPTV

Para ayudar a la comprensión de los requerimientos del servicio IPTV en la red de acceso, se suministra en este documento los principales dominios funcionales que están involucrados en la prestación del servicio, figura 17, donde el proveedor de telecomunicaciones puede desempeñar varios dominios funcionales²¹.

Figura 17. Dominio IPTV



Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

2.2.1.1 Proveedor de contenido: Entidad propietaria o con licencia para vender el contenido o los activos de contenido.

2.2.1.2 Proveedor de servicios [UIT-T M.1400]: Referencia general a un operador de telecomunicaciones que proporciona servicios a clientes y a otros usuarios, ya sea por tarifa o por contrato. Un proveedor de servicio puede o no operar la red. Un proveedor de servicios puede ser opcionalmente un cliente de otro proveedor de servicios.

²⁰FG IPTV-OD-0001 Mandate and Terms of reference of FG IPTV Working Groups, FG IPTV Chairman, 1st FG IPTV meeting: Geneva, 10-14 July 2006., p.1

²¹ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.96

2.2.1.3 Proveedor de red [UIT-T Q.1290]: Organización que mantiene y opera los componentes de red necesarios para la funcionalidad IPTV. Un proveedor de la red, opcionalmente, también puede actuar como proveedor de servicios.

2.2.1.4 Usuario final [UIT-T J.112]: Ser humano, organización o sistema de telecomunicaciones que tiene acceso a la de red para comunicarse a través de los servicios prestados por la red. Un usuario final no es necesariamente un suscriptor.

2.2.2 Arquitectura IPTV

La arquitectura IPTV basada en NGN se define de conformidad con [UIT-T Y.2012], puede ser basada en el uso de componentes de red y tecnologías existentes, como en arquitecturas NGN con o sin IMS. Lo que lleva a tres posibles opciones para la representación de la arquitectura que permite a los proveedores de servicios ofrecer el servicio de IPTV:

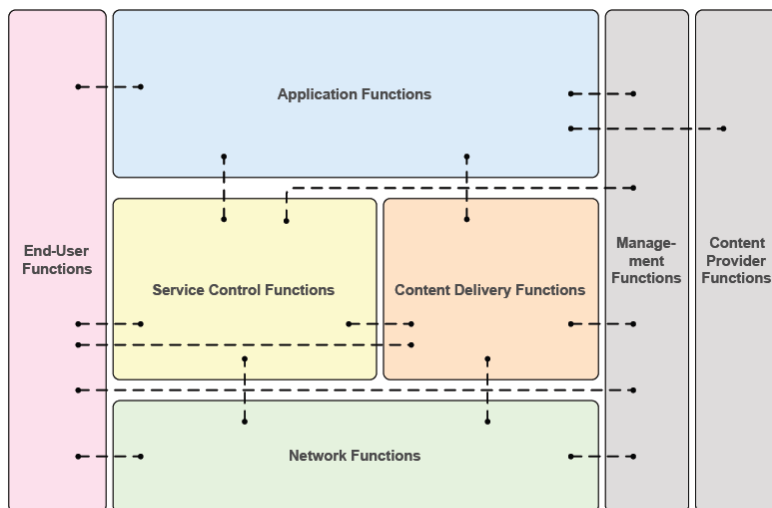
- i. Arquitectura funcional IPTV de red sin NGN –incluye las redes existentes–.
- ii. Arquitectura funcional IPTV, basada en la arquitectura funcional NGN, sin IMS.
- iii. Arquitectura funcional IPTV basada en NGN y su componente de IMS.

Para este proyecto se trabaja sobre una red con arquitectura funcional IPTV basada en NGN sin IMS, debido a la red del operador de telecomunicaciones sobre el cual se realizarán las pruebas.

La arquitectura IPTV basada en NGN con IMS utiliza funciones básicas y asociadas a IMS, tales como el bloque funcional del servicio de perfiles de usuario definido en [UIT-T Y.2021] para proporcionar funciones de control de servicio. La arquitectura IPTV basada en NGN sin IMS utiliza funciones de control de servicios que no son funciones básicas de IMS para proporcionar funciones de control de servicio. El marco de la arquitectura funcional IPTV se muestra en la figura 18, e identifica los principales grupos funcionales para IPTV y las funciones relacionadas en cada grupo funcional.²²

²² ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.100.

Figura 18. Arquitectura funcional IPTV.



Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

2.2.2.1 Funciones de usuario final: Realiza la mediación entre el usuario final y la infraestructura de IPTV. Las funciones de usuario final se componen de las funciones del terminal IPTV y las funciones de red doméstica.

2.2.2.1.1 Funciones de Terminales IPTV –ITF: Se encargan de recoger los comandos de control del usuario final, e interactuar con las funciones de aplicación para obtener información de servicio –EPG Guía electrónica de programación, por ejemplo–, licencias de contenido, y claves para el descifrado.

2.2.2.1.1.1 Funciones de aplicación de cliente: Realizan el intercambio de información con las funciones de la aplicación para soportar IPTV y otras aplicaciones interactivas.

2.2.2.1.1.2 Servicio de Protección de Contenido –SCP: Interactúan con el lado del servidor proporcionando funciones SCP.

2.2.2.1.1.3 Funciones de distribución de contenido cliente: Reciben y controlan la entrega de contenidos de la fuente, adquiere los datos de contenido de la entrega de contenido y funciones de almacenamiento.

2.2.2.1.1.4 Bloque funcional de control de cliente: Permiten la Función del Terminal IPTV –ITF– para iniciar solicitudes de servicio IPTV de control de servicios, con el fin de preparar para la conexión con las funciones de distribución de contenidos.

2.2.2.1.1.5 Funciones SCP de cliente: Comprueban los derechos de uso y

descifran el contenido. Estas funciones interactúan con el lado del servidor para proporcionar funciones SCP Servicio de Protección de Contenido.

2.2.2.1.2 Funciones de red doméstica: Proporcionan la conectividad entre la red externa y cada uno de los dispositivos terminales IPTV. Estas funciones incluyen la conectividad IP, asignación de direcciones IP y la configuración de las funciones de red a los dispositivos terminales IPTV.

2.2.2.2 Funciones de aplicación: Habilitan las funciones de usuario final para seleccionar y comprar un elemento de contenido.

2.2.2.3 Funciones de Distribución de Contenidos –CDF: Facilitan la entrega de contenido de las funciones de aplicación a las funciones de usuario final utilizando las capacidades de las funciones de red.

2.2.2.4 Funciones de control de servicios: Proporcionan las funciones de solicitud y liberación de recursos de red y de servicios necesarios para apoyar los servicios de IPTV.

2.2.2.5 Funciones de gestión: Realizan las funciones de gestión del sistema de gestión general, la supervisión de estado y configuración.

2.2.2.6 Funciones de contenido de proveedores: Son proporcionadas por la entidad que es propietaria o tiene licencia para vender el contenido o los activos de contenido, es decir, propietario de los derechos de contenido, metadatos y uso.

2.2.2.7 Funciones de red: Proporcionan conectividad de capa IP entre los componentes del servicio IPTV y las funciones del usuario final. Las funciones de red se comparten entre todos los servicios prestados por IP a un usuario final.

2.2.2.7.1 Autenticación y asignación de bloques funcionales de IP: Proporcionan las funciones para autenticar la entrega del bloque funcional puerta de enlace de red, así como la asignación de dirección IP del terminal IPTV.

2.2.2.7.2 Bloque de control de los recursos de funcionamiento: Proporcionan el control de los recursos que se asignan para el suministro de servicios IPTV a través de la red de acceso, borde y funciones básicas de transporte.

2.2.2.7.3 Acceso a funciones de red: Son responsables primero de la agregación y el reenvío del tráfico IPTV enviado por las funciones de usuario final en el borde de la red central y segundo de enviar el tráfico de IPTV desde el borde del núcleo de la red hacia las funciones de usuario final.

2.2.2.7.4 Funciones de borde: Son responsables de reenviar el tráfico IPTV

agregado por las funciones de acceso a la red hacia la red principal, y también reenviar el tráfico de IPTV a la red básica de las funciones de usuario final.

2.2.2.7.5 Funciones básicas de transporte: Son responsables de redirigir el tráfico IPTV en todo el núcleo de la red.

2.2.3 Relación entre la arquitectura IPTV y arquitecturas NGN

La NGN basada en la arquitectura de IPTV significa que la arquitectura, de acuerdo con [UIT-T Y.2012] proporciona servicios de IPTV. Por lo tanto, sus funciones tienen una relación de correspondencia con la arquitectura NGN como se muestra en la tabla 4. Las funciones de aplicación del componente IPTV pueden ser incluidas en las funciones de soporte de aplicaciones y funciones de servicio de soporte de NGN, luego, las funciones de aplicación, las funciones de control de servicios, y las funciones de distribución de contenido se incluyen en el estrato de servicio de la arquitectura NGN.²³

Tabla 4. Mapeo funcional entre la arquitectura IPTV basada en NGN y la arquitectura NGN.

No.	Arquitectura IPTV	Arquitectura NGN	Comentarios
1	Funciones de red.	Estrato de transporte.	Se corresponden entre sí.
2	F. de usuario final.	Funciones de usuario final.	Se corresponden entre sí.
3	Funciones de gestión.	Funciones de gestión.	Se corresponden entre sí.
4	Funciones de control de servicios.	Funciones de control de servicios – en el estrato de servicios–	Se corresponden entre sí. Sin embargo las funciones de control de servicios de NGN pueden incluir otras funcionalidades.
5	Funciones de entrega de contenido.	En algún lugar en el estrato de servicios –en f. de prestación de servicios" [UIT-T Y.2012].	Las funciones de distribución de contenidos pueden residir fuera de la NGN en casos como el de un proveedor servicios externo.
6	Funciones de aplicaciones.	F. de soporte de aplicaciones y funciones de soporte de servicios – en el estrato de servicios–	Las funciones de aplicación pueden residir fuera de la NGN en casos como el de un proveedor de servicios externo.

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

2.2.4 Calidad de servicio –QoS–

En la recomendación [UIT-T Y.1541] se especifican los valores de calidad de funcionamiento IP de la red de extremo a extremo para cada uno de los parámetros

²³ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.133

de calidad de funcionamiento definidos en la Rec. UIT-T Y.1540. Los valores de calidad de funcionamiento específicos varían en función de la clase de QoS de la red. En esta Recomendación se definen ocho clases de QoS de red, de las cuales dos son provisionales. Las clases de QoS de red definidas aquí tienen por objetivo establecer las bases de los acuerdos entre los usuarios y los proveedores de servicios de red, y entre los proveedores de servicio.

La tabla 5 muestra las definiciones de clases de QoS de las redes IP, los objetivos de calidad de funcionamiento de red y una guía para su aplicabilidad. Las Clases 6 y 7 se asignan provisionalmente en [UIT-T Y.1541] y están destinadas a apoyar los requisitos de desempeño de las aplicaciones de alta tasa de bits de usuario que tienen estrictas requisitos de pérdida/error apoyadas de las clases 0 y 1.

Tabla 5. Definiciones de clases de QoS de las redes IP y objetivos de calidad de funcionamiento de la red.

QoS class	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPRR	Applications (examples)
0	100 ms	50 ms	1×10^{-3}	1×10^{-4}	–	Real-time, jitter sensitive, low delay, highly interactive
1	400 ms	50 ms	1×10^{-3}	1×10^{-4}	–	Real-time, jitter sensitive, medium delay, interactive
2	100 ms	U	1×10^{-3}	1×10^{-4}	–	Transaction data, low delay, highly interactive
3	400 ms	U	1×10^{-3}	1×10^{-4}	–	Transaction data, medium delay, interactive
4	1 s	U	1×10^{-3}	1×10^{-4}	–	Low loss
5	U	U	U	U	–	Best effort
6	100 ms	50 ms	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	High bit rate, strictly low loss, low delay, highly interactive
7	400 ms	50 ms	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-6}	High bit rate, strictly low loss, medium delay, interactive

NOTES – U: undefined

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

Notas generales:

La gran mayoría de los trayectos IP que ofrecen conformidad con la Rec. UIT-T Y.1541 deberían satisfacer estos objetivos. Para algunos parámetros, la calidad de funcionamiento en trayectos más cortos y/o menos complejos puede ser significativamente mejor.²⁴ Los proveedores de servicios de red pueden decidir ofrecer compromisos de calidad de funcionamiento mejores que los de estos objetivos.

“U” significa “no especificado” o “sin límites”.

NOTA 1 - Cuando los tiempos de propagación sean muy largos no se cumplirán objetivos de bajo retardo extremo a extremo. En estas y algunas otras circunstancias, que todo proveedor experimentará, tarde o temprano, no siempre se podrán cumplir los objetivos de IPTD en las clases

²⁴ Blandon David, Yoni Díaz, Fabio G. Guerrero,... Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia. CINTEL, primera edición, dic 2010, impreso en Colombia., p.45

0 y 2 y, en su lugar, se podrán utilizar los objetivos para el IPTD de la tabla 5 que representan clases de QoS factibles. Los objetivos de retardo de una clase no impiden que un proveedor de servicios de red ofrezca servicios con compromisos de retardo más cortos.

NOTA 2 - La definición del objetivo de IPDV (definido en la Rec. UIT-T Y.1540) es la variación del retardo de paquetes IP entre dos puntos. Véanse la Rec. UIT-T Y.1540 y el apéndice II para obtener información adicional detallada sobre la naturaleza de este objetivo.

NOTA 3 - Este valor depende de la capacidad de los enlaces interredes. Son posibles variaciones más pequeñas cuando todas las capacidades son mayores que la velocidad primaria –T1 o E1–, o cuando los campos de información de paquetes en competencia son menores que 1500 octetos.

NOTA 4 - Los objetivos de clase 0 y 1 para IPLR están basados parcialmente en estudios que muestran que las aplicaciones y los codecs de voz de alta calidad no se verán afectados esencialmente por un IPLR de 10^{-3} .

NOTA 5 - Este valor asegura que la pérdida de paquetes es la fuente dominante de los defectos presentados a las capas superiores, y es factible con un transporte IP sobre ATM.

2.2.4.1 Requerimientos de arquitectura QoS: La arquitectura de QoS en NGN debe estar en capacidad de administrar diferentes clases de redes de acceso –xDSL, 3GPP...– y diferentes tipos de núcleo de red, hagan parte del mismo, o pertenezcan a dominios diferentes.²⁵ La arquitectura QoS de NGN debe estar en capacidad de suplir los siguientes requerimientos:

2.2.4.1.1 Soportar funciones para reserva de recursos QoS, servicios de control de admisión basados en políticas locales, políticas de control de red y control de entrada.

2.2.4.1.2 Proveer un mecanismo para aplicar funciones en diferentes subsistemas de servicios multimedia, para reservar recursos en los transporte de acceso y núcleo.

2.2.4.1.3 Ofrecer soporte al control de admisión y recursos, a través de múltiples dominios administrativos.

2.2.4.1.4 Ofrecer soporte al árbol de escenarios de QoS.

2.2.4.1.5 Ofrecer soporte a los controles de QoS garantizada, y QoS relativa.

2.2.4.1.6 Ofrecer soporte a diferentes tecnologías de transporte de acceso, incluyendo: xDSL, UMTS, Cable, LAN, WLAN, *Ethernet*, MPLS, IP, ATM, etc.

2.2.4.1.7 Ofrecer soporte a diferentes tecnologías de transporte de núcleo

2.2.4.1.8 Ser capaz de exportar información de carga y sesiones de medida.

²⁵ Ibid., p.48

2.2.5 Servicios IPTV

La siguiente lista de servicios IPTV, no es exhaustiva, se clasifican por su servicio y características desde la perspectiva del usuario final.

2.2.5.1 Servicios de contenido:

- 2.2.5.1.1 TV lineal –audio, vídeo y datos.
- 2.2.5.1.2 Broadcast Audio lineal.
- 2.2.5.1.3 TV lineal con funcionalidades adicionales.
- 2.2.5.1.4 Servicio Multi-Visión
- 2.2.5.1.5 Pague Por Ver –PPV.
- 2.2.5.1.6 Servicio de difusión personal.
- 2.2.5.1.7 PVR – servicio de red o en la base del cliente–
- 2.2.5.1.8 Tiempo de desplazamiento de TV.
- 2.2.5.1.9 Video en Demanda – VoD.
- 2.2.5.1.10 VoD radiodifusión cercano.
- 2.2.5.1.11 Contenido Push.
- 2.2.5.1.12 Música en Demanda –MoD, incluye libros de audio.
- 2.2.5.1.13 Servicio de descarga de contenido
- 2.2.5.1.14 Servicio de Información –EPG: Guía electrónica de programas, etc.
- 2.2.5.1.15 Servicios de contenido de terceros.
- 2.2.5.1.16 Contenido para el usuario final –vídeo, etc. y aplicaciones.
- 2.2.5.1.17 Servicios de Información de regulación.
- 2.2.5.1.18 Publicidad.
- 2.2.5.1.19 Servicios híbridos.

2.2.5.2 Servicios interactivos:

- 2.2.5.1.2.1 Televisión interactiva –iTV–
- 2.2.5.1.2.2 Servicios de aprendizaje –educación–
- 2.2.5.1.2.3 Servicios de información –noticias, tiempo, tráfico, etc. –
- 2.2.5.1.2.4 Servicios de espectáculos –álbum de fotos, juegos, karaoke, etc. –
- 2.2.5.1.2.5 Portal de servicios
- 2.2.5.1.2.6 Comercio de servicios –seguridad, servicios bancarios, de valores, etc.
- 2.2.5.1.2.7 Publicidad Interactiva.

2.2.5.3 Servicios de comunicación:

- 2.2.5.1.3.1 Servicios de comunicación –e-mail, mensajería instantánea, SMS, chat canal, VoIP, Web, video conferencia múltiple y teléfono de video, etc.–
- 2.2.5.1.3.2 Comunicaciones de mensajería.
- 2.2.5.1.3.3 Servicio de presencia.²⁶

²⁶ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.173

2.2.6 Protocolos IPTV

La siguiente lista está destinada a proporcionar una referencia rápida a los protocolos que puede ser necesario al prestar el servicio de IPTV:

Tabla 6. Protocolos de capa de aplicación.

Protocol	Document	Document title
DHCP	[IETF RFC 2131]	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv4)
	[IETF RFC 3315]	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
	[IETF RFC 3633]	IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6
	[IETF RFC 3736]	Stateless Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Service for IPv6
	[IETF RFC 4039]	Rapid Commit Option for the Dynamic Host Configuration Protocol version 4 (DHCPv4)
DNS	[IETF RFC 1034]	Domain names – concepts and facilities (DNS)
	[IETF RFC 1035]	Domain names – implementation and specification
	[IETF RFC 3596]	DNS Extensions to Support IP Version 6 DNS
	[IETF RFC 3646]	DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)
DVB-IPTV	[ETSI TS 102 034]	Transport of MPEG 2 Transport Stream (TS) Based DVB Services IP Based Networks
FEC	[b_IETF RFC 5052]	Forward Error Correction Building Block
	[IETF RFC 5053]	Raptor Forward Error Correction Scheme for Object Delivery
FLUTE	[b_IETF RFC 3926]	FLUTE – File Delivery over Unidirectional Transport
FTP	[IETF RFC 959]	File Transfer Protocol
http	[IETF RFC 2616]	Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1
	[IETF RFC 2617]	HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication
IPDC CDP	[ETSI TS 102 472]	Digital Video Broadcasting: IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols
LC	[b_IETF RFC 3450]	Asynchronous Layered Coding Protocol Instantiation
	[b_IETF RFC 3451]	Layered Coding Transport (LCT) Building Block
MBMS	[ETSI TS 126 346]	Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Protocols and codecs
Metadata	[ETSI TS 102 471] :	Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H Electronic Service Guide (ESG)
	[ETSI TS 102 539]	Digital Video Broadcasting: Carriage of Broadband Content Guide (BCG) information over Internet Protocol
	[ETSI TS 102 822-3-2]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 3: Meta Sub-part 2: System aspects in a unidirectional environment.
	[ETSI TS 102 822-6-1]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 6: Delivery of metadata over a bi-directional network; Sub-part 1: Service and transport
	[ETSI TS 102 822-8]	Broadcast and On-line Services: Search, select and rightful use of content on personal storage systems ("TV-Anytime"); Part 8: Phase 2 – Interchange Data Format
	[OASIS WSN]	Web Services Base Notification 1.3 (WS-Base Notification)

Tabla 6. Protocolos de capa de aplicación. (fin)

Protocol	Document	Document title
RTP	[IETF RFC 2250]	RTP Payload Format for MPEG1/MPEG2 Video
	[IETF RFC 3550]	RTP: A Transport protocol for Real-Time Applications
	[IETF RFC 3611]	Real Time Protocol Control Protocol Extended Reports (RTCP XR
	[IETF RFC 4585]	Extended RTP Profile for Real-time Transport Control Protocol (RTCP)-Based Feedback (RTP/AVPF).
	[IETF RFC 4588]	RTP Retransmission Payload Format
RTSP	[IETF RFC 2326]	Real Time Streaming Protocol (RTSP)
SIP	[IETF RFC 3265]	Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification
SNTP	[b_IETF RFC 2030]	Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI
TSL	[IETF RFC 2246]	The TLS Protocol Version 1.0

Tabla 7. Protocolos de capa de transporte.

Protocol	Document	Document title
TCP	[IETF RFC 793]	Transmission Control Protocol (TCP)
	[IETF RFC 1323]	TCP Extensions for High Performance
	[IETF RFC 2018]	TCP Selective Acknowledgement Optio
UDP	[IETF RFC 768]	User Datagram Protocol (UDP)

Tabla 8. Protocolos de capa de red.

Protocol	Document	Document title
BGMP	[IETF RFC 3913]	Border Gateway Multicast Protocol (BGMP): Protocol Specification
ICMP	[IETF RFC 792]	Internet Control Message Protocol (ICMP)
	[IETF RFC 4862]	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration
IGMP	[IETF RFC 2236]	Internet Group Management Protocol, Version 2
	[IETF RFC 3228]	IANA Considerations for IPv4 Internet Group Management Protocol (IGMP)
IP	[IETF RFC 791]	Internet Protocol
	[IETF RFC 2373]	IP Version 6 Addressing Architecture
	[IETF RFC 2460]	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification
	[IETF RFC 2461]	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)
	[IETF RFC 3513]	Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture
MLD	[IETF RFC 4861]	Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)
MSDP	[IETF RFC 3810]	Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6
	[IETF RFC 3618]	Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
PIM-SM	[IETF RFC 4611]	Multicast Source Discovery Protocol (MSDP) Deployment Scenarios
	[IETF RFC 4602]	Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM) IETF Proposed Standard Requirements Analysis
Anycast-R	[IETF RFC 4609]	Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM) Mul Routing Security Issues and Enhancements
	[IETF RFC 3446]	Anycast Rendezvous Point (RP) mechanism using Protocol Inde Multicast (PIM) and Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)
SSM	[IETF RFC 4610]	Anycast-RP Using Protocol Independent Multicast (PIM)
	[IETF RFC 3569]	An Overview of Source-Specific Multicast (SSM)
	[IETF RFC 4607]	Source-Specific Multicast for IP
	[IETF RFC 4608]	Source-Specific Protocol Independent Multicast in 232/8

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

EMCALI, operador de telecomunicaciones del área metropolitana de Cali –la tercera ciudad en importancia del país–, con servicios de voz y datos tiene implementado una solución centralizada de diagnóstico automático de la red de abonado, con capacidad de pruebas extendidas y para banda ancha –ADSL2+–.

Labor que responde a la estrategia del operador de actualización de sus plataformas informáticas y de migración de servicios a través de redes de nueva generación, con el objetivo de atender bajo una misma plataforma el diagnóstico de los diferentes servicios y especialmente aquellos con una demanda creciente, como los servicios de datos bajo tecnologías como el ADSL2+.

La solución implementada en la GUENT de EMCALI corresponde a las unidades SIPLEX PRO y SIPLEX VER, con funcionalidad para pruebas de conectividad ATU C/R, software de gestión SAPE –Sistema Administrativo de Pruebas Extendidas– e integración con las plataformas informáticas actuales del operador.

SIPLEX –Sistema de Planta Externa– de OSP Para verificación, inventario, precalificación y prueba automática con funcionalidad para banda ancha.

El software de gestión SAPE permite concentrar las pruebas eléctricas, la precalificación para datos bajo una misma plataforma e integra los diferentes sistemas de prueba existente en la empresa.

Gestión.

- Sistema de gestión centralizado para prueba de línea, precalificación de pares, diagnóstico, despacho y cierre de órdenes de servicio.
- Acceso a prueba eléctrica en ambiente WEB, desde cualquier PC conectado a la red corporativa, por equipos portátiles o vía IVR desde el campo.
- Sofisticado sistema de autenticación que permite controlar el acceso a las pruebas.
- Pruebas rutinarias por elemento de red, grandes clientes, por zonas.
- Automáticas a los pares reportados por los clientes, realizando el diagnóstico automático y despacho al buzón respectivo.
- Múltiples reportes por: elemento de red, operario, tipo de daño, zona, cliente, entre otros configurables por el usuario.
- Conexión directa a la base de datos –OSS– de la compañía mediante la red corporativa.

Capítulo 3. Parámetros, equipos de prueba y procedimientos

3.1 Parámetros

Los proveedores de servicios deben conocer, definir y divulgar con exactitud parámetros como calidad de servicio, velocidad de datos y precio del servicio que garantice un marco de referencia uniforme para el usuario. La primera parte del capítulo está orientada a la evaluación de los parámetros del rendimiento y calidad del servicio IPTV con el fin que el proveedor provisione la red, cumpliendo lo establecido en las recomendaciones de organismos de normalización mundial, ejemplo: ITU-TY.1540.

3.1.1 Parámetros del rendimiento y calidad del servicio del par de cobre para IPTV.

El monitoreo que se necesita en cada nodo depende de los parámetros de rendimiento y calidad de servicio que deben ser medidos. En general hay cuatro parámetros de interés:

- Rendimiento.
- Pérdida de paquetes.
- Variación del retardo.
- Retardo²⁷.

3.1.1.1 Medición de Rendimiento: Para medir el rendimiento se debe distinguir entre paquetes relevantes y los que pertenecen a otros servicios. Los medios para realizar este tipo de medidas dependerán de la arquitectura y los protocolos utilizados para transportar el servicio. Por ejemplo, si se trata de una secuencia de vídeo que solo se asocia con una dirección IP de origen y va a una determinada dirección destino entonces, la forma adecuada será contar todos los bytes de los paquetes con una fuente específica y las direcciones destino.

3.3.1.1.1 Medición de rendimiento basado en PID. Los paquetes de vídeo o audio en el MPEG2-TS necesitan ser contados con un PID –Identificador de

²⁷ Broadband Forum, TR-160. IPTV Performance Monitoring. Issue: 1.00 Date: November 2010., p.20.

Paquete– único. El valor de PID es asignado durante la etapa de multiplexación MPEG. La medición de rendimiento requiere que un contador acumule el número de bytes asociado con un PID específico que se pasa por un punto en un intervalo de tiempo determinado. La capacidad de medir el rendimiento basado en PID permitirá aislar y solucionar problemas que afectan QoE –Calidad de la Experiencia– de IPTV. El rendimiento de vídeo, el rendimiento de audio y el rendimiento de paquetes nulos.

3.1.1.2 Medición de la pérdida de paquetes: La pérdida de paquetes tiene un gran impacto sobre la calidad de la experiencia –QoE– de IPTV y puede ocurrir por muchas razones, entre ellas los disturbios externos, por ejemplo, el ruido de impulsos eléctricos, los relámpagos, la interferencia del ruido en las líneas xDSL, la reconfiguración del sistema y la congestión del tráfico.²⁸ La pérdida de paquetes de IPTV conduce a la pixelización o bloqueo y congelación de fotogramas.

A través del proceso de compresión de vídeo en IPTV, se generan tres tipos de tramas: las tramas-I, tramas-P y tramas-B, es decir, las tramas internas, tramas previstas y tramas biprevistas. Las tramas I sirven de referencia para todas las tramas del grupo de imágenes –GOP– Group Of Pictures. Un GOP es la codificación de una secuencia de tramas que contiene toda la información que puede ser completamente decodificado dentro de ese grupo, la pérdida de parte o la totalidad de una trama-I puede mantenerse durante todo un GOP. Del mismo modo, las tramas-P y B pueden ser referenciadas por otras tramas y se pueden presentar problemas similares, pero por lo general en menor proporción.

La pérdida de paquetes también puede aumentar el tiempo de cambio de canal –tiempo de zapping–. Durante el cambio de canal, los decodificadores esperan por la próxima trama-I de referencia antes de presentar la imagen al espectador, la pérdida de paquetes durante esta trama puede causar que el decodificador espere hasta la próxima trama buena, esta situación aumenta significativamente el tiempo de cambio del canal.

La medida de la pérdida de periodo es la duración del error de un evento, mientras la pérdida de distancia es la medida de la duración entre pérdida de paquetes. El Broadband Forum en su recomendación TR-126 define la pérdida de distancia deseable como un error en una hora de televisión estándar –SD– y un error en cuatro horas para alta definición –HD– de programación, en periodos de pérdida de 16 ms.

Para detectar la pérdida de un paquete en un flujo de servicios de vídeo individual, los números de secuencia de TCP o RTP deben ser supervisados. Una ruptura en la secuencia, indica un paquete perdido. Con TCP cuando hay retransmisión de un

²⁸ Ibid.

paquete perdido los números de secuencia discontinua derivados de la retransmisión deben ser ignorados.

La medición de la pérdida de paquetes se puede realizar mediante el control de RTP o capas de protocolo MPEG2-TS.

En el caso de la medición de pérdida de paquetes mediante RTP, es común controlar el número de campo de continuidad de secuencia durante un período de tiempo. Cuando la medición se basa en la pérdida de paquetes MPEG2-TS se utiliza campos de continuidad que se supervisan continuamente, aunque el contador de continuidad tiene una resolución demasiado baja para proporcionar una medida confiable de la tasa de pérdida de paquetes.

3.1.1.3 Medición de Jitter.

3.1.1.3.1 Jitter de paquete Inter-llegada: Para medir el retraso de jitter en el flujo de servicios de vídeo se requiere que el flujo de paquetes del servicio identifique y registre el tiempo de llegada de cada paquete. El jitter se calcula a partir de la diferencia de tiempo entre la llegada de paquetes adyacentes.²⁹

El Jitter inter-llegada es una estimación de la varianza estadística de los paquetes de datos RTP, tiempo inter-llegada que se mide sobre la base de la marca de tiempo RTP. El jitter inter-llegada se define como la desviación media de la diferencia en distancia de paquetes en el receptor en comparación con el remitente de un par de paquetes. Se debe calcular continuamente a medida que cada paquete de datos se recibe de la misma fuente.

3.1.1.3.2 PCR Jitter: El Flujo de transporte es un formato especificado en MPEG-2 Parte 1. Combina los datos de audio, vídeo y otros en paquetes de 188 bytes –184 bytes de carga útil y 4 bytes de la cabecera del paquete–. Cuando se transmite a través de IP estos 188 paquetes bytes se encapsulan en datagramas UDP que normalmente contiene siete paquetes de 188 bytes cada uno. Se incluye en esta corriente de transporte los parámetros de sincronización de reloj que se envían a intervalos de tiempo regulares. El campo de sincronización del reloj, llamado Programa de Referencia de Reloj –PCR–, es el valor instantáneo o una muestra del reloj de tiempo de 27 MHz del sistema –STC–, ubicado en el codificador de vídeo MPEG. El PCR en el flujo de transporte permite al decodificador MPEG recrear la hora del sistema del reloj del codificador.

3.1.1.4 Medición de Retardo: La medición de retardo, entre dos nodos de una red, se refiere a la medición directa de retraso en el flujo de paquetes de un flujo de vídeo que requiere solo el registro del tiempo de cada paquete al pasar por

²⁹ Ibid., p.21.

cada nodo. Los relojes en cada nodo deben ser bloqueados para referencia de un reloj principal.³⁰

ADSL es compatible con dos modos de latencia –retardo–. Uno rápido diseñado para aplicaciones sensibles al retardo como la voz y el otro entrelazado diseñado para aplicaciones sensibles a la pérdida de información como IPTV. El camino "entrelazado" entrelaza tramas DSL para optimizar la protección de error en presencia de fuentes de ruido impulsivo que son comunes a DSL.³¹

Se recomienda que los proveedores de redes DSL utilicen la ruta de latencia entrelazada, especialmente para la dirección de bajada cuando soporten IPTV. El retardo es ajustable cuando se utiliza la ruta entrelazada. El objetivo es equilibrar la máxima protección del impulso del ruido de bajada en ambas direcciones a través de minimizar el retraso de subida. La configuración del retardo máximo es alta para el flujo descendente y relativamente baja para el flujo ascendente, tratando de minimizar el total de ida y vuelta en tiempo y aumentar al máximo la protección de ruido de impulsivo.

Recomendación inicial: Configuración de retardo IPTV

Máximo retardo de bajada

Implementaciones existentes	10 – 16 ms
Valor de referencia	8 ms

Máximo retardo de subida

Implementaciones existentes	1 – 8 ms
Valor de referencia	2 ms

³⁰ Ibid., p.21 y 22.

³¹ Ibid., p.22.

3.1.2 Directrices para la configuración de ADSL2+ en IPTV

En adelante, se presentarán cada uno de los parámetros descritos con el objetivo de ofrecer datos básicos necesarios para la investigación y el análisis de la configuración apropiada para la implementación específica de cada servicio. Tras el estudio, sobre las implementaciones existentes se identifican valores específicos de referencia lo cual permite establecer un perfil genérico de ADSL2+ para IPTV. Estas recomendaciones son consideradas como puntos de partida razonables para un proveedor de servicios que desee desplegar IPTV mediante ADSL2+. Sin embargo, desde el entorno de cada proveedor de servicios, la red es única, los valores de la línea pueden ser inapropiados para cualquier combinación particular de la red, equipos y servicios. Por lo tanto, a los proveedores de servicios se les recomienda realizar sus propias pruebas y análisis para ajustar los valores de los parámetros más allá de los valores iniciales de referencia que aparecen en este trabajo.³²

3.1.2.1 Objetivo del margen de ruido: El margen de ruido blanco se define como el margen de relación señal/ruido SNR –Signal to noise ratio– que debe estar disponible cuando se realice el proceso de sincronismo entre los módems ADSL en cada extremo de la línea en el nodo de acceso y en el Gateway Residencial RG –Residential Gateway–. Su objetivo es determinar la capacidad de cada subportadora DMT –Discrete Multi-Tone–.

Muchos organismos de normalización y muchos proveedores de redes DSL recomiendan un margen blanco de 6 dB para la comunicación de subida como de bajada en el acceso a Internet de alta velocidad HSIA –High Speed Internet Access–. Sin embargo, la tasa de errores de bit y los eventos de ruido asociados con implementaciones HSIA en bucles típicos de abonado de cobre tiende a ser inconvenientes para la prestación del servicio IPTV.

3.1.2.1.1 Margen de ruido de bajada para IPTV: La experiencia operativa con IPTV ha llevado a la conclusión que un margen de 6 dB a menudo no proporciona una separación suficiente del ruido de fondo para una experiencia de alta calidad al usuario.

Implementaciones existentes	6 – 10 dB
Valor de referencia	8 dB

3.1.2.1.2 Margen de ruido en el enlace de subida para IPTV: El camino para los datos en el enlace de bajada utiliza técnicas de corrección de errores que originan retrasos con el fin de proteger mejor la señal de IPTV. El tráfico de control IPTV

³² Broadband Forum, TR-176 ADSL2Plus Configuration Guidelines for IPTV. Issue: 1.00 September 2008., p.18.

utilizado para comunicar el cambio de canal, la demanda de contenido y otras funciones relacionadas con QoE en IPTV resultan sensibles a los retardos.³³

IPTV es frecuentemente usado con otras aplicaciones, como juegos y voz que pueden verse afectada en presencia de una latencia demasiado alta tanto en el enlace de bajada como el enlace de subida. Los proveedores de red DSL normalmente ofrecen velocidades en datos de un nivel superior que son mucho menor que la capacidad de velocidad/alcance de la trayectoria ascendente. Además, la ruta de subida de datos es generalmente menos sensible a los errores. Esto proporciona una oportunidad para optimizar el trayecto ascendente de la siguiente manera:

- a) Reduciendo al mínimo la latencia.
- b) Aumentando al máximo la estabilidad.
- c) Logrando la velocidad ascendente necesaria de bits.

Para lograr los objetivos antes mencionados se debe utilizar una latencia de protección de impulso de bajo ruido –INP– Impulse Noise Protection. Con el fin de maximizar la estabilidad, dado el bajo INP fijado, el margen objetivo de subida debe ser mayor.

Implementaciones existentes	6 – 8 dB
Valor de referencia	8 dB

3.1.2.2. Margen de ruido Máximo: Se define como el margen de ruido máximo que debe ser soportado. Si el margen de ruido de operación excede el margen de ruido máximo, la potencia debe ser reducida.

3.1.2.2.1 Margen de ruido máximo de subida y de bajada. El algoritmo de reducción de energía puede reducir demasiado la potencia en ciertos escenarios, especialmente en el contexto de ciclos cortos. A menos que se realice una caracterización cuidadosa en los modelos de ruido, distancias de bucle y la implementación de reducción de potencia de una solución particular, puede ser aconsejable deshabilitar la reducción de potencia por completo. Sin embargo, al hacerlo se introduce energía adicional y diafonía.

Implementaciones existentes	12 – 31 dB
Valor de referencia	8 dB

3.1.2.3 Margen de ruido Mínimo: El margen de ruido mínimo define el mínimo nivel aceptable de operación. Una línea que se desempeña en un margen

³³ Ibid., p.19.

operativo saludable puede experimentar un aumento en su nivel de ruido debido a la activación de las líneas adyacentes o la entrada de fuentes de ruido externo. Cuando el margen operativo cae por debajo del margen de ruido mínimo durante un período determinado de tiempo, la potencia se incrementa. Si la potencia está funcionando al máximo posible para ADSL2+ y el margen operativo cae por debajo del margen de ruido mínimo durante un período determinado de tiempo, la línea se ajustará a las nuevas condiciones³⁴.

Los eventos de reajuste realizados por la disminución del margen de operación por debajo de su nivel mínimo tienen tres efectos negativos:

- 3.1.2.3.1** La línea ADSL se ajustará a una tasa de bits inferior y el margen de ruido será mayor que el que tenía inicialmente.
- 3.1.2.3.2** El servicio será interrumpido durante el reajuste hasta por 60 segundos.
- 3.1.2.3.3** El proceso de negociación puede ser destructivo para las líneas vecinas induciendo errores.

Teniendo en cuenta los efectos causados por un ajuste técnico, es importante seleccionar un margen de ruido mínimo que sea lo suficientemente bajo como para no provocar una reconversión innecesaria. Por el contrario, lo que le permite a una línea mantenerse sincronizada es el Showtime: “Hora del Espectáculo”, cuando los módems permiten la comunicación de las capas superiores: enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación. También durante este periodo se mantiene un control de calidad de la línea por si fuese necesario re-sincronizaciones. El uso de la velocidad de adaptación óptima es otra opción para la gestión del ruido mínimo sin afectar IPTV.

Mínimo valor de ruido de bajada para IPTV

Implementaciones existentes	0 – 3 dB
Valor de referencia	0 dB

Mínimo valor de ruido de subida para IPTV

Implementaciones existentes	0 – 3 dB
Valor de referencia	0 dB

³⁴ Ibid., p.20.

3.1.2.4 Protección contra ruido impulsivo: El ruido impulsivo se define como la interferencia eléctrica que se produce en periodos cortos. Puede ser causada por una variedad de fuentes, grandes motores de soldadoras por arco, inadecuada alimentación de C.A. y la no puesta a tierra de dispositivos electrónicos. Estos tipos de perturbadores causan un impulso eléctrico que es breve pero potente y temporalmente puede interferir con la transmisión en el circuito DSL.³⁵

Los perfiles ADSL2+ pueden ofrecer un parámetro para definir la cantidad mínima de protección contra el ruido Impulsivo. En la capa de transmisión, los símbolos DMT son de duración fija de 250 microsegundos. El parámetro INP_min define el número mínimo de símbolos DMT que estará protegido de ruidos impulsivos y por lo tanto la duración mínima del ruido impulsivo para la cual la corrección de errores debe ser capaz de recuperarse. Para proporcionar el máximo error de protección, INP_min debe ser tan grande como sea posible sin comprometer indebidamente tasa de bits y latencia, tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Tasa máxima de bajada alcanzable, sin parámetros de encuadre extendido.

		INP_min						
		0	½	1	2	4	8	16
delay_max [ms]	1 (Note)	24432	0	0	0	0	0	0
	2	24432	7104	3008	960	0	0	0
	4	24432	15232	7104	3008	960	0	0
	8	24432	22896	15232	7104	3008	960	0
	16	24432	22896	15232	7552	3520	1472	448
	32	24432	22896	15232	7552	3712	1728	704
	63	24432	22896	15232	7552	3712	1728	704

NOTE – In ITU-T Rec. G.997.1, a 1 ms delay is reserved to mean that $S_p \leq 1$ and $D_p = 1$.

Fuente: Broadband Forum, TR-176. ADSL2+ Configuration Guidelines for IPTV.

³⁵ Ibid., p.23.

Tabla 10. Tasa máxima de bajada alcanzable con entrelazado de 16K y parámetros extendido de encuadre.

		INP_min						
		0	½	1	2	4	8	16
delay_max [ms]	1 (Note)	29556	0	0	0	0	0	0
	2	29556	25718	20928	7616	0	0	0
	4	29556	27613	25718	21093	7616	0	0
	8	29556	27809	26042	22244	14455	8112	0
	16	29556	27809	26042	22244	14455	8112	4024
	32	29556	27809	26042	22244	14455	8112	4024
	63	29556	27809	26042	22244	14455	8112	4024

NOTE – In ITU-T Rec. G.997.1, a 1 ms delay is reserved to mean that $S_p \leq 1$ and $D_p = 1$.

Fuente: Broadband Forum, TR-176. ADSL2+ Configuration Guidelines for IPTV.

Tabla 11. Tasa máxima de bajada alcanzable con entrelazado de 24K y parámetros extendido de encuadre.

		INP_min						
		0	½	1	2	4	8	16
delay_max (ms)	1 (Note)	29556	0	0	0	0	0	0
	2	29556	25718	20928	7616	0	0	0
	4	29556	27612	25718	21092	7616	0	0
	8	29556	28394	27217	24703	19092	8112	0
	16	29556	28394	27217	24703	19092	10844	4024
	32	29556	28394	27217	24703	19092	10844	5393
	63	29556	28394	27217	24703	19092	10844	5393

NOTE – In ITU-T Rec. G.997.1, a 1 ms delay is reserved to mean that $S_p \leq 1$ and $D_p = 1$.

Fuente: Broadband Forum, TR-176. ADSL2+ Configuration Guidelines for IPTV.

Como recomendación inicial de protección contra el ruido impulsivo de bajada para IPTV es de recordar que la dirección de bajada lleva la imagen de IPTV por lo tanto es importante proteger contra el ruido de impulso que la dirección de subida.

Los valores más altos INP proporcionan una mejor protección de error si es compatible, pero puede afectar negativamente la tasa de bits y/o latencia. Si un proveedor de servicios tiene un sector de planta que se considera más susceptible a eventos de duración de ruido impulsivo, entonces tal vez desee considerar el aumento del valor del parámetro INP de bajada. Sin embargo, se debe tener en cuenta el impacto sobre la tasa máxima que la línea puede lograr en el equipo.³⁶

Protección contra ruido impulsivo de bajada

Implementaciones existentes	1 – 2 ms
Valor de referencia	2 (se incrementa a 4 si el equipo permite que el rendimiento no se degrade)

Protección contra ruido impulsivo de subida

Implementaciones existentes	0 – 1
Valor de referencia	0.5

3.1.3 IPTV sobre ADSL2+

Los parámetros de la tabla 12 se basan en la experiencia de un número de proveedores de servicios y proveedores de equipos que han participado activamente en el despliegue de IPTV a través de ADSL2+ entre el 2006 y 2008. Esto se debe utilizar sólo como guía. Los valores de referencia pueden servir de punto de partida antes de que un proveedor de servicios los haya ajustado a su propio servicio y entorno de red.³⁷

³⁶ Ibid., p.26.

³⁷ Ibid., p.27.

Tabla 12. Recomendaciones iniciales de IPTV sobre ADSL2+.

Bitrate Attributes	Downstream	Upstream
Maximum	Total bitrate required for all services offered, including overhead.	Total bitrate required for all services offered, including overhead.
Minimum	Minimum bitrate required for IPTV and supporting applications.	Minimum upstream bitrate required for IPTV control signaling.
Margin Attributes	Downstream	Upstream
Target	8 dB	8 dB
Maximum	16 dB	16 dB
Minimum	0 dB	0 dB
SRA downshift	<target-min>/2	<target-min>/2
SRA Upshift	<max-target>/2	<max-target>/2
Error Protection Attributes	Downstream	Upstream
INP	2 (increase to 4 if equipment permits without overly degrading throughput)	0.5
Max-delay	8 ms	2 ms

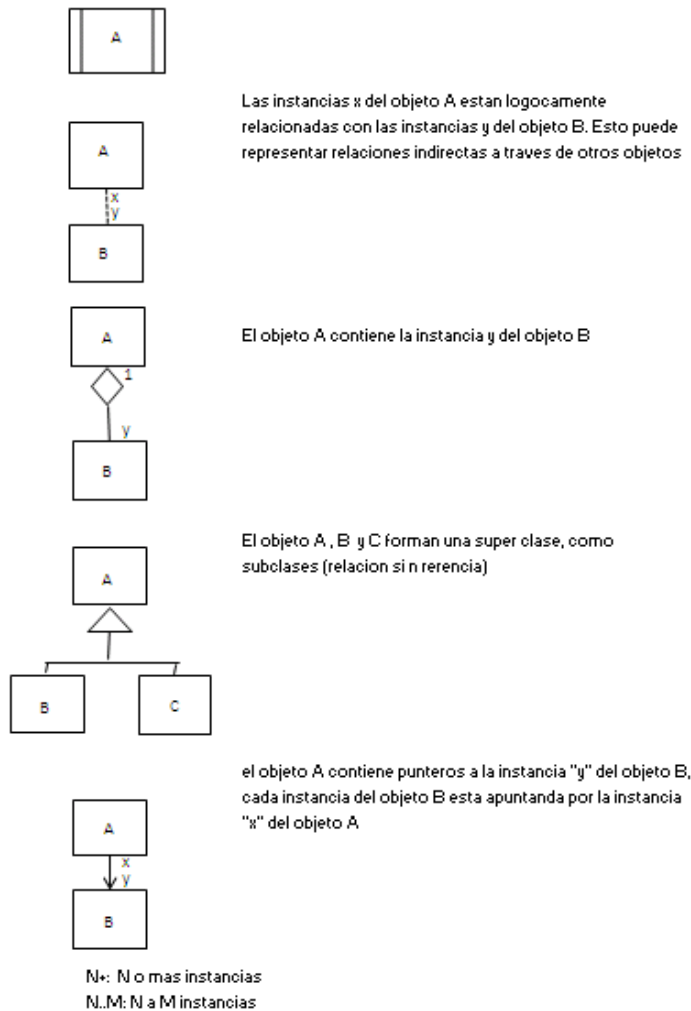
Fuente: Broadband Forum, TR-176. ADSL2+ Configuration Guidelines for IPTV.

Se recomienda que un proveedor de servicios pruebe a fondo el funcionamiento de cualquier combinación particular de parámetros que se utilizan en su defecto en los perfiles de IPTV con el fin de identificar las limitaciones del equipo.

3.1.3.1 Modelo de objetos para la gestión de configuración xDSL: La gestión del modelo de objetos utilizada en la especificación TR-252 se basa en los objetos gestionados que figuran en la revisión 3 de la ITU-T recomendación G.997.1, haciendo énfasis en la gestión de capa física para transporte DSL,³⁸ este modelo de objetos define la estructura de objetos gestionados, figura 19, las definiciones de los parámetros detallados y el modo en que se accede y manipula la información.

³⁸ Broadband Forum, TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model. Issue: 1.00 November 2010., p.13

Figura 19. Modelo de objetos para gestión xDSL.



Fuente: TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model

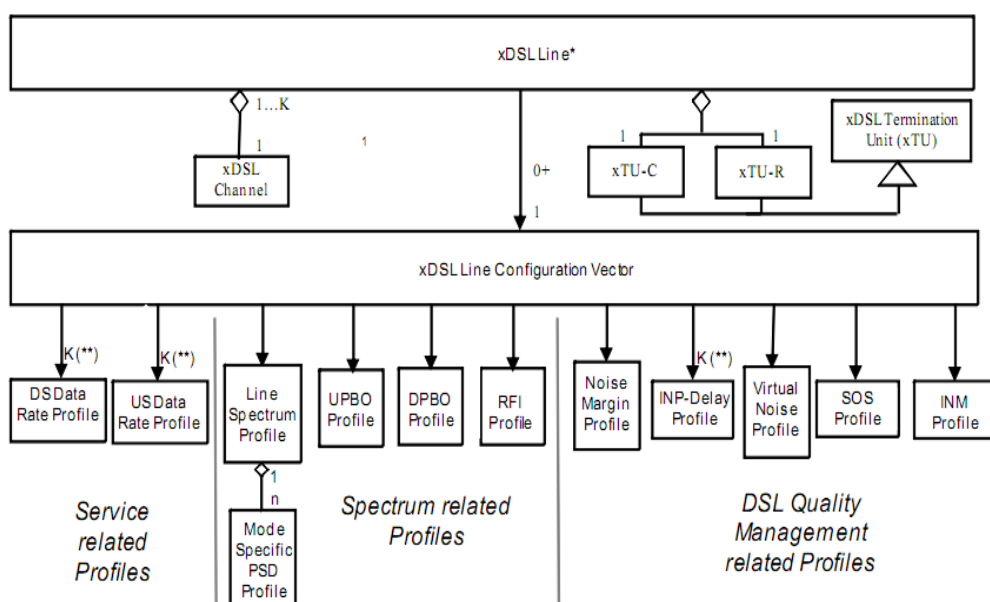
La gestión del modelo de objetos ayuda a los administradores a construir, navegar, añadir, modificar o eliminar elementos y contenido, adicionalmente se pueden crear modelos con distintos niveles de detalles y relaciones entre sí, con pruebas y con el plan de desarrollo, durante todo el ciclo de vida.

El principio del modelo de objetos para los parámetros de configuración se conoce como vector de perfiles –VoP–, el cual fue desarrollado por primera vez en el Broadband Forum TR-165, estos perfiles definen los rangos de asignación de banda ancha que pueden ser asignados en una red de acuerdo a las características definidas para los usuarios de esa red. En VoP los parámetros de configuración se dividen en grupos independientes o perfiles que se abordan en un vector con punteros específicos. La figura 20 muestra los perfiles individuales

que contienen los parámetros enumerados a continuación. Los nombres de los parámetros se toman de G.997.1 y los anexos que dan las definiciones de sus parámetros³⁹.

Los perfiles de banda ancha definen las velocidades que van a ser prestadas por la plataforma de acceso. Los perfiles son especificados de acuerdo los planes de comerciales definidos por los proveedores del servicio, para los cuales debe realizarse una caracterización de acuerdo a la distancia y demás parámetros físicos y eléctricos de la red.⁴⁰

Figura 20. Modelo de objetos para gestión xDSL.



Fuente: Broadband Forum, TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model.

***Nota:** en el modo directo del método de fijación, La línea xDSL es igual al vector de configuración de línea xDSL.

K = Es el máximo número de canales =4

****Nota:** son los perfiles de canal relacionados, cada ejemplo, se identifica por un número de canal.

“n” Es el número de modos de transmisión de xDSL habilitados en los parámetros de configuración XTSE.

Los objetos de línea xDSL representan una línea física de transmisión individual y sus estados y parámetros asociados.

Los siguientes parámetros deben ser soportados por los objetos de línea xDSL.

³⁹ Broadband Forum, TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model. Issue: 1.00 November 2010., p.14.

⁴⁰ Broadband Forum, TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model. Issue: 1.00 November 2010., p.14.

- Identificador de línea xDSL.
- Puntero al vector de configuración de línea xDSL.
- Puntero al umbral de línea xDSL.
- Gestión de potencia para manejo forzado –PMSF–.
- Diagnóstico de bucle modo forzado.
- Sistema de transmisión xDSL.
- Estado de gestión de potencia.
- Casos de éxito/falla.

El canal xDSL representa un canal de transmisión lógico individual y sus estados y parámetros asociados.

Los siguientes atributos deben ser soportados por el canal xDSL.

- Número de canal –ID Numérica de un canal en una línea -1 to K–

La unidad de terminación xDSL –Xtu–, representa un modem xDSL en cualquiera de los extremos de la línea XDSL, el Xtu tiene dos clases, xTU-C –central office modem–, y el xTU-R –modem remoto–.

Los siguientes atributos deben ser soportados por las unidades de terminación xTU.

- Identificador de xTU –xTU-C or xTU-R–
- Identificador del proveedor. xTU G.994.1
- Identificador del proveedor del sistema.
- Número de versión.
- Número serial.
- Resultado de auto prueba.
- Capacidades del sistema de transmisión xDSL⁴¹.

3.1.3.1.1 Servicios relacionados con los perfiles. Los perfiles de servicio contienen los parámetros para la configuración de los tipos de datos para cada canal. Habrá un perfil de velocidad de datos para cada canal de Downstream –bajada– y Upstream –subida–. El número de canales posibles varía con el tipo de DSL. Para ADSL y VDSL2 puede haber hasta dos en cada dirección y para ADSL2 y ADSL2+, puede ser de hasta cuatro en cada dirección. Así, para cubrir todas las posibilidades, habrá ocho puntos en la línea de configuración de vectores para los perfiles de velocidad de datos en xDSL. Si el número de canales usados es menor que el máximo de canales, los punteros correspondientes a los canales no requeridos deben ser llevados al valor nulo (0).

3.1.3.1.2 Perfil de velocidad de datos DS –Downstream. El perfil de tasa de descarga de los datos debe contener los siguientes parámetros:

- Mínima velocidad de datos de bajada.
- Mínima reserva de velocidad de datos de bajada.

⁴¹ Ibid., 15-17

- Máxima velocidad de datos de bajada.
- Velocidad de adaptación de bajada.
- Velocidad de datos mínima de bajada en baja potencia.
- Máximo Bit Error Ratio de bajada.
- Tasa de cambio de umbral inferior de velocidad de datos de bajada.
- Tasa de cambio de umbral superior de velocidad de datos de bajada.

3.1.3.1.3 Perfil de velocidad de datos UP –Upstream.⁴² El perfil de subida de los datos de debe contener los siguientes parámetros:

- Mínimo velocidad de datos de subida.
- Mínima reserva de velocidad de datos de subida.
- Máximo velocidad de datos de subida.
- Velocidad de adaptación de subida.
- Velocidad de datos mínima de subida en baja potencia.
- Máximo Bit Error Ratio de subida.
- Tasa de cambio de umbral inferior de velocidad de datos de subida.
- Tasa de cambio de umbral superior de velocidad de datos de subida.

3.2 Herramientas y equipos de prueba.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los requerimientos técnicos planteados en la solución, se describen a continuación herramientas y equipos de prueba que permiten verificar la compatibilidad e interoperabilidad entre los diversos equipos y servicios desplegados en la red de acceso.

3.2.1 Herramientas software para prueba en redes IP

Las herramientas disponibles en el mercado, tabla 13, que podrían ser usadas para realizar mediciones de QoS en una NGN se recopilan en la siguiente tabla. Estas herramientas fueron desarrolladas para trabajar con redes IP puras, cuyo tránsito convencional corresponde a datos, y no con NGN que tienen un tráfico de voz y video. Por lo tanto, es necesario estudiar cada una de ellas e identificar las que permitan diseñar los paquetes de prueba que la herramienta usa para llevar a cabo la medida, emulando el tráfico característico de una NGN.⁴³

⁴² Ibid., 18.

⁴³ Blandon David, Yoni Diaz, Fabio G. Guerrero, ... Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia. CINTEL, primera edición, dic 2010, impreso en Colombia. p.57

Tabla 13. Herramienta de medida de calidad de servicio.

Herramienta Generadora de Tráfico	Plataforma	Licencia
<p>Némesis. Utilidad de inyección y generación de paquetes por línea de comando para probar intrusión en redes, firewalls, etc. Puede generar paquetes e inyectar tráfico nativo ARP, DNS, Ethernet, ICMP, IGMP, IP, OSPF, RIP, TCP y UDP. http://nemesis.sourceforge.net/</p>	<p>Linux Windows</p>	<p>Comercial</p>
<p>SCAPY. Programa de manipulación de paquetes interactivo, capaz de descifrar paquetes de un amplio número de protocolos, enviarlos por la red, capturarlos y mucho más. Realiza con mucha facilidad la mayoría de tareas clásicas como scanning, trace routing, probing, unit test, attacks o network discovery. También realiza tareas específicas que la mayoría de herramientas no puede realizar, como envío de tramas invalidas, inyección de tramas 802,11, y combinación de técnicas (VLAN hopping + ARP cache poisoning, VOIP decoding on WEP encrypted channel, etc.). http://www.secdev.org/projects/scapy</p>	<p>Linux</p>	<p>GPL</p>
<p>Distributed Internet Traffic Generator (D-ITG). El Generador de Tráfico Internet Distribuido es una plataforma capaz de producir tráfico a nivel de paquete con gran exactitud, replicando apropiadamente procesos estocásticos tanto para IDT (inter Departure procesos estocásticos tanto para IDT (inter Departure Time), como para variables PS (Packet Size) aleatorias (exponencial, uniforme, Cauchy, normal y Pareto). Soporta generación de tráfico IPv4 e IPv6 y es capaz de generar tráfico a nivel de red, transporte y aplicación. http://www.grid.unina.it/software/ITG/index.php</p>	<p>Linux Windows</p>	<p>GPL</p>

Tabla 13. Herramienta de medida de calidad de servicio. (fin)

-continuación Herramienta Generadora de Tráfico	Plataforma	Licencia
<p>Pktgen. Herramienta de prueba de alto desempeño. Hace parte del kernel de Linux, por lo que es actual mente la mejor forma de probar el proceso TX del driver del dispositivo y NIC. Puede también ser usado para generar paquetes ordinarios para probar otros dispositivos de red. De especial interés es su uso para probar routers o bridges que usen el stack de red en Linux. Por estar en el kernel, puede generar una rata alta de paquetes con poca saturación en el sistema de los dispositivos de red tales como routers o bridges. http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/pktge</p>	Linux (Kernel)	GPL
<p>Packet Generator. Herramienta simple, útil para medir carga en la red y reproducir tráfico de red observado. Permite transmitir tráfico vía Ethernet 10/100M desde un computador Windows. Soporta un modo de paquetes simple para enviar repetidamente e mismo paquete y un modo buffer para regenerar tráfico capturado de la red actual. http://www.clearsightnet.com/productspacketgenerator.jsp</p>	Windows	GPL
<p>GASP. Sistema analizador y generador de protocolos. Permite construir paquetes “a mano” para probar el comportamiento de los programas al enfrentar algún paquete desconocido. Está dividido en dos partes. Un compilador toma las especificaciones del protocolo y genera su código manualmente. Este código es un nuevo comando Tcl. Gasp está construido sobre Tcl/Tk, por lo que extiende a script, facilidades provistas por Tcl. http://laurent.riesterer.free.fr/gasp/</p>	Linux Windows	GPL
<p>Gspooof 3.0. Es una herramienta que construye y envía paquetes TCP-IP con exactitud y facilidad. Trabaja desde la consola (línea de comando) y tiene una interfaz gráfica fácil de usar escrita en GTK+ too. Soporta manipulación de cabecera Ethernet, manipulación de cabecera IP, manipulación de cabecera TCP, carga útil TCP, torrents, y notificación de congestión. http://gspooof.sourceforge.net/</p>	Linux	GPL
<p>Harpoon. Generador de flujo a nivel de tráfico. Usa un set de parámetros de distribución que pueden ser automáticamente extraídos de trazas NetFlow para generar flujos que exhiben las mismas cualidades estadísticas presentes en las trazas medidas de Internet, incluyendo características temporales y espaciales. Puede ser usado para generar tráfico representativo background para probar aplicaciones o protocolos, o para probar switches y routers. http://www.cs.wisc.edu/~jsommers/harpoon/ http://wail.cs.wisc.edu/waildownload.py</p>	Linux Solaris 8 FreeBSD MAcOSX	No comercial para uso en investigación
<p>Rude and Crude. Rude permite emitir datos UDP en tiempo real. Crude, los colecta. Rude es un pequeño y flexible programa que genera tráfico a la red que puede ser recibido y analizado, en otro lado de la red, con Crude. Estos programas pueden generar y medir solamente trafico UDP. http://rude.sourceforge.net/</p>	Linux	GPL2

Fuente: CINTEL. Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia.pdf.

3.2.2 Equipos de prueba

Los equipos más comunes de uso en redes de telecomunicaciones de cobre para Voz y Banda Ancha, realizan pruebas eléctricas básicas y extendidas para cubrir los requerimientos técnicos necesarios en la atención de las fallas de líneas de clientes de voz, banda ancha, servicios DSL y proyección de servicios de IPTV.

Con el fin de clasificar y seccionar los problemas, los equipos pueden realizar las siguientes pruebas manuales y automáticas, según lo defina el usuario

3.2.2.1 Pruebas Básicas

3.2.2.1.1 Medidas de Voltaje: Detección de voltaje peligroso, Voltaje AC y Frecuencia: A-B, A-T, B-T y Voltaje DC: A-B, A-T, B-T.

3.2.2.1.2 Medidas de Resistencia: Resistencia de aislamiento: A-B, A-T, B-T, 0.

3.2.2.1.3 Medida de Capacitancia: Capacitancia: A-B, A-T, B-T; Balance capacitivo: A-T, B-T y Distancia: A-B, hasta 7000 metros +/- 5%.

3.2.2.1.4 Medida de Corriente Inducida AC: Corriente Inducida AC RMS y frecuencia: A-B y Corriente Inducida DC: A-B.

3.2.2.2 Pruebas Extendidas

3.2.2.2.1 Detección de Bobinas de Carga.

3.2.2.2.2 Medida de Distancia –TDR–.

3.2.2.2.3 Análisis de Derivaciones –TDR–: Longitud total del cable, Distancia a la derivación y Distancia de la derivación.

3.2.2.2.4 Pruebas en Banda Ancha de PSD: Densidad Espectral de Potencia en banda ancha y Filtros IEEE-743/1995 E, F y G para ISDN, HDSL, ADSL.

3.2.2.2.5 Respuesta en frecuencia del par.

3.2.2.2.6 Prueba de Balance Longitudinal.

3.2.2.2.7 Precalificación para servicios ADSL, ADSL2, ADSL2+ y SHDSL. La precalificación de pares permite estimar la velocidad de un par para ambos servicios, dando las velocidades UP/DOWN STREAM proyectadas en dicho par. Bajo las normas: ANSI/POTS, ITU-T Anexo A/POTS, ETSI/POTS, G.LITE/POTS, ITU-T Anexo B/ISDN y ETSI/ISDN.⁴⁴

3.2.2.2.8 Calificación de Servicios xDSL: Pruebas de conectividad en Línea para xDSL

⁴⁴ EXFO, Equipo de pruebas de triple uso de IP, adsl2+, vdsl2 y cobre.pdf, acceso a dispositivos de pruebas de redes p. 6.

3.2.2.2.9 Apoyo Codificación: MPEG2, MPEG4, H264, AVS, VC-1, etc.

3.2.2.2.10 Métodos de encapsulación: VLAN, PPPoE, RTP, RTSP, TCP, UDP, IGMP, etc.

3.2.2.3 Pruebas Triple Play⁴⁵

3.2.2.3.1 ADSL, VDSL2, SHDSL multi-par y Ethernet:

- Pruebas a nivel ATM utilizando ADSL y ADSL2/2+
- PING y bucle ATM-OAM, escaneo VPI/VCI

3.2.2.3.2 Datos: Prueba de rendimiento velocidades de datos reales

- Pruebas de IP, incl. IP PING, traza de ruta (con DHCP, VLAN)
- Prueba de descarga HTTP, bajada y subida FTP

3.2.2.3.3 Voz: Prueba de enlaces VoIP (Voz sobre IP)

- Emulación de terminal VoIP, facilidades acústicas (varios codecs)
- Evaluación OK/ FALLO, muestra de parámetros de calidad
- Evaluación de la calidad de voz:
 - MOSCQE seg. la ITU-T P.800, modelo E, seg. ITU-T G.107
 - PESQ, seg. la ITU-T P.862.

3.2.2.3.4 Video: prueba de servicios IPTV y VoD, emulación del Desco

- Evaluación OK/ FALLO, muestra de parámetros de calidad
- Incluye traza online IPTV de larga duración con WINalyse
- Análisis MDI (Media Delivery Index) según la RFC 4445

3.3 Procedimiento

Realizar pruebas considera la evaluación de las variables como: nivel señal a ruido, atenuación y retardo, teniendo en cuenta los parámetros como la plataforma tecnológica ADSL2+, la tasa de transmisión y simulación de fallas en el enlace.

3.3.1 Monitoreo

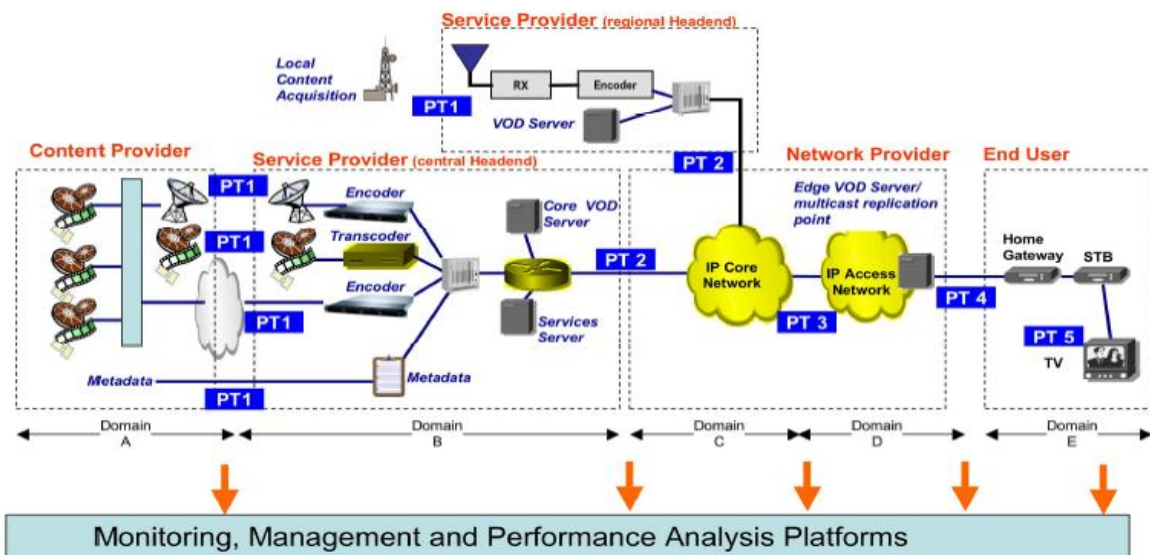
Los operadores tienen la opción de realizar un control que, en conjunto, forma una topología de monitoreo de extremo a extremo. Monitorear las características de rendimiento, a través de un único dominio o varios dominios, puede ser integrado con existentes o nuevos sistemas de apoyo a las operaciones –OSS, Operations Support Systems– y/o sistemas de gestión de red NMS –Network Management System–.

3.3.1.1 Puntos de monitoreo: La topología y dominios varían de un operador a otro, sin embargo, el monitoreo se puede aplicar en cada límite de dominio. Una topología ejemplo, con límites de dominio generalizado se muestra en la figura 17.

⁴⁵ 04_ARGUS 145plus_Data sheet_E_V_07_2011.pdf, Analizador combinado triple play +xDSL. P. 4.

Estos dominios se dividen en campos específicos de monitoreo, ver figura 21. Dentro de cada dominio, diferentes aspectos pueden ser monitoreados en cada límite de dominio como se indica a continuación:

Figura 201. Puntos de monitoreo.



Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

En un sistema general de monitoreo se recomienda incluir una plataforma de gestión del desempeño. En la plataforma de gestión, las entidades de gestión individuales o dominios de algunos puntos de monitoreo recogen los parámetros de análisis de rendimiento y generan informes. El rango de la plataforma de gestión, puede abarcar todos los dominios, como se mostro en la anterior figura. A continuación se definen los diferentes puntos de monitoreo.

3.3.1.1.1 Punto 1 –PT1– Delimita la frontera entre el dominio de suministro de contenidos y el control de IPTV. Pretende monitorear la calidad de la fuente de vídeo, la calidad de audio de origen y la verificación de los metadatos.

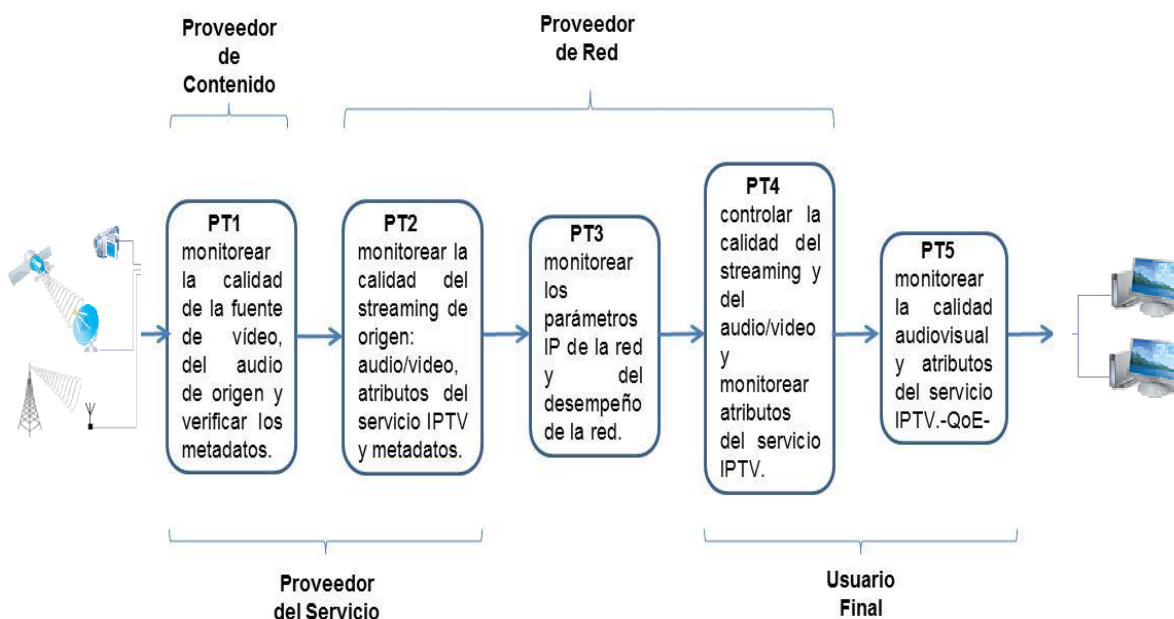
3.3.1.1.2 Punto 2 –PT2– Delimita la frontera entre el dominio de proveedor de servicios y proveedor de la red. Pretende monitorear la calidad del streaming de origen, tales como monitoreo de la calidad audio/video, atributos del servicio IPTV, y la verificación de los metadatos.

3.3.1.1.3 Punto 3 –PT3– Delimita las redes de núcleo y borde IP, donde el monitoreo IP relacionado con los parámetros de desempeño, como monitoreo de la red y monitoreo del desempeño de la red son importantes.

3.3.1.1.4 Punto 4 –PT4– Es el más cercano al usuario donde el control de la calidad de streaming, calidad audio/video y el monitoreo de atributos del servicio IPTV son importantes. Este punto de monitoreo es el utilizado en el presente trabajo.

3.3.1.1.5 Punto 5 –PT5– Está en el punto final y se relaciona directamente con la QoE del usuario final, figura 22, donde son importantes el monitoreo de la calidad audiovisual y el monitoreo de atributos del servicio IPTV.

Figura 212. Puntos de monitoreo de extremo a extremo.



3.3.1.2 Parámetros de Monitoreo: A continuación se describen los parámetros que deben ser monitoreados en las diferentes etapas de extremo a extremo de una cadena de suministro IPTV. Con referencia a la figura 19, que identifica los puntos de monitoreo y dominios. Una marca de verificación en cada celda de la tabla indica la aplicabilidad de un parámetro de monitoreo. Para este proyecto se definen solo los parámetros más significativos de capa física y capa de red IP, tabla 14.⁴⁶

⁴⁶ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.282

Tabla 14. Puntos y parámetros de monitoreo.

Monitoring Parameters	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
Physical Layer Parameters					
RF Integrity	✓				
IP Layer/Network Parameters					
Packet Loss	✓		✓	✓	
Packet Jitter	✓		✓	✓	
IGMP Join/Leave				✓	
IP Flow List	✓	✓	✓	✓	
Link IP Layer Used Bandwidth	✓	✓	✓	✓	
Link IP Layer Avail Bandwidth	✓	✓	✓	✓	
End-to-End IP Layer Bandwidth	✓	✓	✓	✓	
End-to-End IP Layer Avail Bandwidth	✓	✓	✓	✓	
Loss Run Length Distribution	✓	✓	✓	✓	
Error Free Interval Distribution	✓	✓	✓	✓	
Other Packet Loss Metrics & Models	✓	✓	✓	✓	
Streaming Jitter	✓	✓	✓	✓	
Packet Loss Rate	✓	✓	✓	✓	
Out of Order Packet Rate	✓	✓	✓	✓	
Burst Loss Rate	✓	✓	✓	✓	
Gap Loss Rate	✓	✓	✓	✓	
Mean Gap Length	✓	✓	✓	✓	
Mean RTP Burst Length	✓	✓	✓	✓	
Loss Period Count	✓	✓	✓	✓	
IP Maximum Loss Period	✓	✓	✓	✓	
Retransmissions	✓	✓	✓	✓	

Tabla 14. Puntos y parámetros de monitoreo. (continuación)

Transport Layer Parameters					
ETSI TR 101 290 P1	✓	✓	✓	✓	
ETSI TR 101 290 P2	✓	✓			
ETSI TR 101 290 P3	✓				
Service Line-Up Parameters					
Channel Line-Up		✓			✓
Service Metadata	✓	✓			✓
Channel Zap Time					✓
Correctness Rate					✓
Connection Success Rate					✓
Connection Time					✓

Monitoring Parameters	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
Channel Attributes Parameters					
Channel Attributes	✓	✓			✓
Video Quality	✓	✓	✓	✓	✓
Audio Quality	✓	✓	✓	✓	✓
Video Blackout	✓	✓			✓
Video Freeze Frame	✓	✓			✓
Audio Tone/Silence	✓	✓			✓
Ancillary Channel Associated Attributes	✓	✓			✓
VOD Parameters					
VOD Request Performance					✓
Other Parameters					
AAA Success Rate		✓			✓
STB Booting Time					✓

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

3.3.1.2.1 Parámetros de Capa Física.

3.3.1.2.1.1 Integridad RF: La tabla 15 presenta una lista de algunas frecuencias de radio –RF– de uso común y normas para la prestación de difusión de contenidos a través de medios terrestre, satélite y cable.⁴⁷

⁴⁷ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.285

Tabla 15. Estándares RF y sus medidas esenciales.

Monitoring Parameters	Terrestrial		Satellite		Cable
RF Signal Level	DVB-T [ETSI EN 300 744]	8VSB [ATSC A/53B]	DVB-S [ETSI EN 300 421]	DVB-S2 [ETSI EN 302 307]	DVB-C [ETSI EN 300 429]
Signal to Noise Ratio (SNR)					
Modulation Error Ratio (MER)					
Bit Error Rate (BER)					

Fuente: ITU-T IPTV Focus Group Proceedings.

3.3.1.2.1.2 Capa IP/Parámetros de red: [UIT-T Y.1540]: Define los parámetros de rendimiento de la red y [b_RFC 3357] define la pérdida de distancia, la pérdida de periodo, la pérdida de tasa perceptible, la pérdida de la duración del periodo y la pérdida entre la longitud de periodo.

3.3.1.2.1.2.1 Ancho de banda usado en capa de enlace IP: Suma del ancho de banda de capa IP de todos los flujos de paquetes IP dentro de un enlace.

3.3.1.2.1.2.2 Ancho de banda disponible en capa de enlace IP: Ancho de banda máximo de capa IP que el enlace puede proporcionar, sin influir en otros flujos existentes –flujos de fondo– en el enlace.

3.3.1.2.1.2.3 Ancho de banda de capa IP extremo a extremo: Ancho de banda de capa IP máximo de extremo a extremo que se puede proporcionar a lo largo del camino a los flujos existentes.

3.3.1.2.1.2.4 Ancho de banda disponible de capa IP extremo a extremo: Ancho de banda de capa IP máximo que un camino de extremo a extremo puede ofrecer, sin influir en otros flujos existentes –flujos de fondo– a lo largo de ese camino.

3.3.1.2.1.2.5 Pérdida de distribución de longitud de recorrido: Describe la pérdida sucesiva de paquetes IP en la distribución de longitud de recorrido.

3.3.1.2.1.2.6 Distribución de intervalo sin errores: Describe el correcto recibo de sucesivos paquetes IP.

3.3.1.2.1.2.7 Modelos y métricas de pérdida de paquetes:

(i) Ráfagas dispersas: Altos períodos de pérdida de paquetes, de forma análoga a los segundos con muchos errores.

(ii) Ráfaga continua: Períodos de pérdida de todos los paquetes. Puede ocurrir por la paquetización, es decir, varios paquetes de transporte dentro de un paquete IP.

(iii) Pérdidas aisladas: Suele ocurrir debido a errores de bit en la transmisión o colisiones excesivas en las redes de área local.

3.3.1.2.1.2.8 Jitter Streaming –SJ–: Representa la tasa de bits máxima y mínima de salida del servidor de streaming. SJ desde el punto de vista de la red es una medida fundamental en el seguimiento del rendimiento.⁴⁸

3.3.1.2.1.2.9 Tasa de pérdida de paquetes: Proporción de paquetes IP o RTP perdidos en la red o descartados por la capa 1 ó 2, o perdidos después de la corrección FEC o por retransmisión.

3.3.1.2.1.2.10 Tasa paquetes fuera de orden: Indica la proporción de paquetes IP o RTP que llegan fuera de orden.

3.3.1.2.1.2.11 Tasa de pérdida por ráfaga: Indica la proporción de paquetes IP o RTP perdidos por ráfaga –dispersas–.

3.3.1.2.1.2.12 Tasa de pérdida por brecha: Proporción de paquetes IP o RTP perdidos dentro de los períodos de interrupción.

3.3.1.2.1.2.13 Promedio de duración de brecha: Indica el promedio de las diferencias entre ráfagas de paquetes IP o RTP.

3.3.1.2.1.2.14 Promedio de longitud de ráfaga RTP: Promedio de los períodos de ráfaga –dispersa– o paquetes IP o RTP. Indica la gravedad de los problemas transitorios que afectan la calidad de vídeo.

3.3.1.2.1.2.15 Pérdida contador de período: Cuenta del número de veces de pérdida de período que superó la pérdida del período umbral.

3.3.1.2.1.2.16 Máximo período de pérdida IP: Pérdida máxima del número de paquetes IP en un evento.

3.3.1.2.1.2.17 Retransmisiones: Muestra el número de retransmisión RTP/UDP en un intervalo de medición.

3.3.1.2.1.2.18 IGMP/tiempo cesante: Es la diferencia de tiempo entre la orden IGMP y la recepción del primer paquete de vídeo por el decodificador o STB. Tiene en cuenta la latencia de red. La latencia IGMP más el tiempo que tarda en llenar buffer del decodificador de entrada, decodificar y mostrar el contenido, constituye el tiempo de cambio de canal total.⁴⁹

⁴⁸ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.287

⁴⁹ ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.288

3.3.2 Flujogramas de prueba

Herramientas de prueba, requisitos y compensación.

- Simulador de bucle.
- Simulador y analizador de tráfico con interfaces de adaptación de red.
- Switch/Router ATM.
- PC con interface USB y Ethernet.
- Simulador de ruido para ambos extremos de la línea (Circuitos fuente simulador integral de ruido o generadores de forma de onda arbitraria).

Figura 223. Prueba de CPE

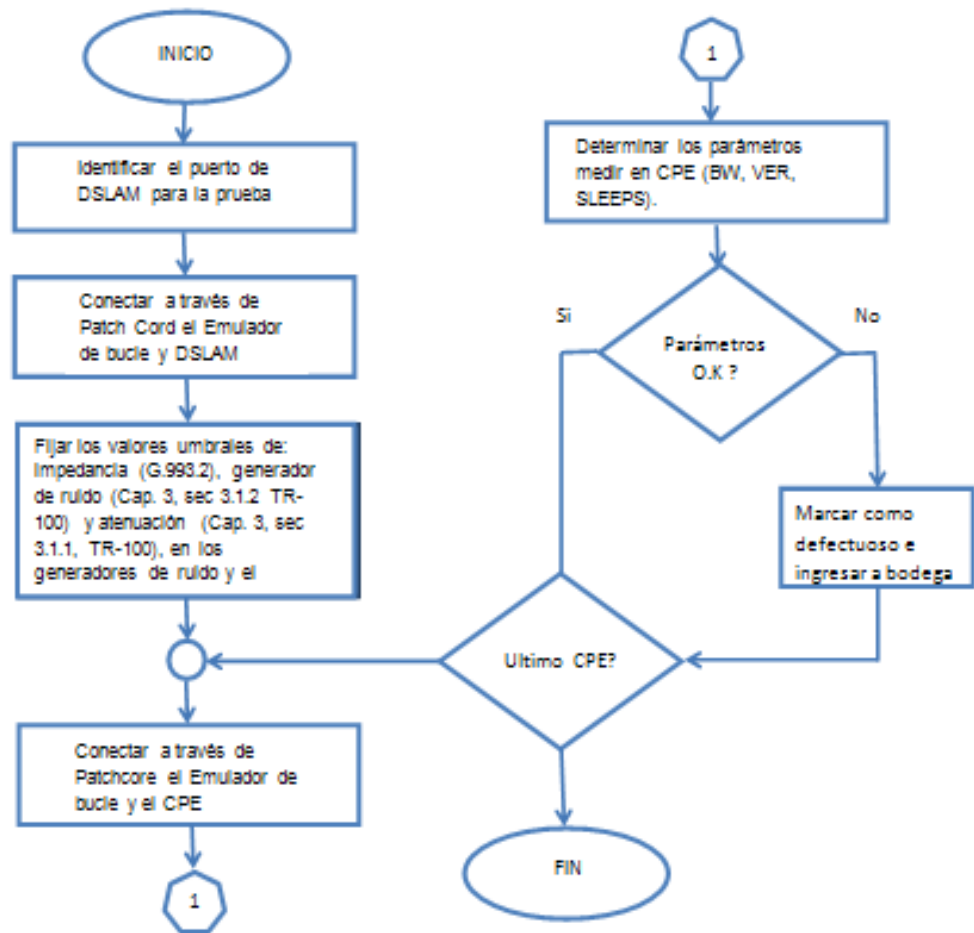


Figura 234. Prueba del DSLAM en central

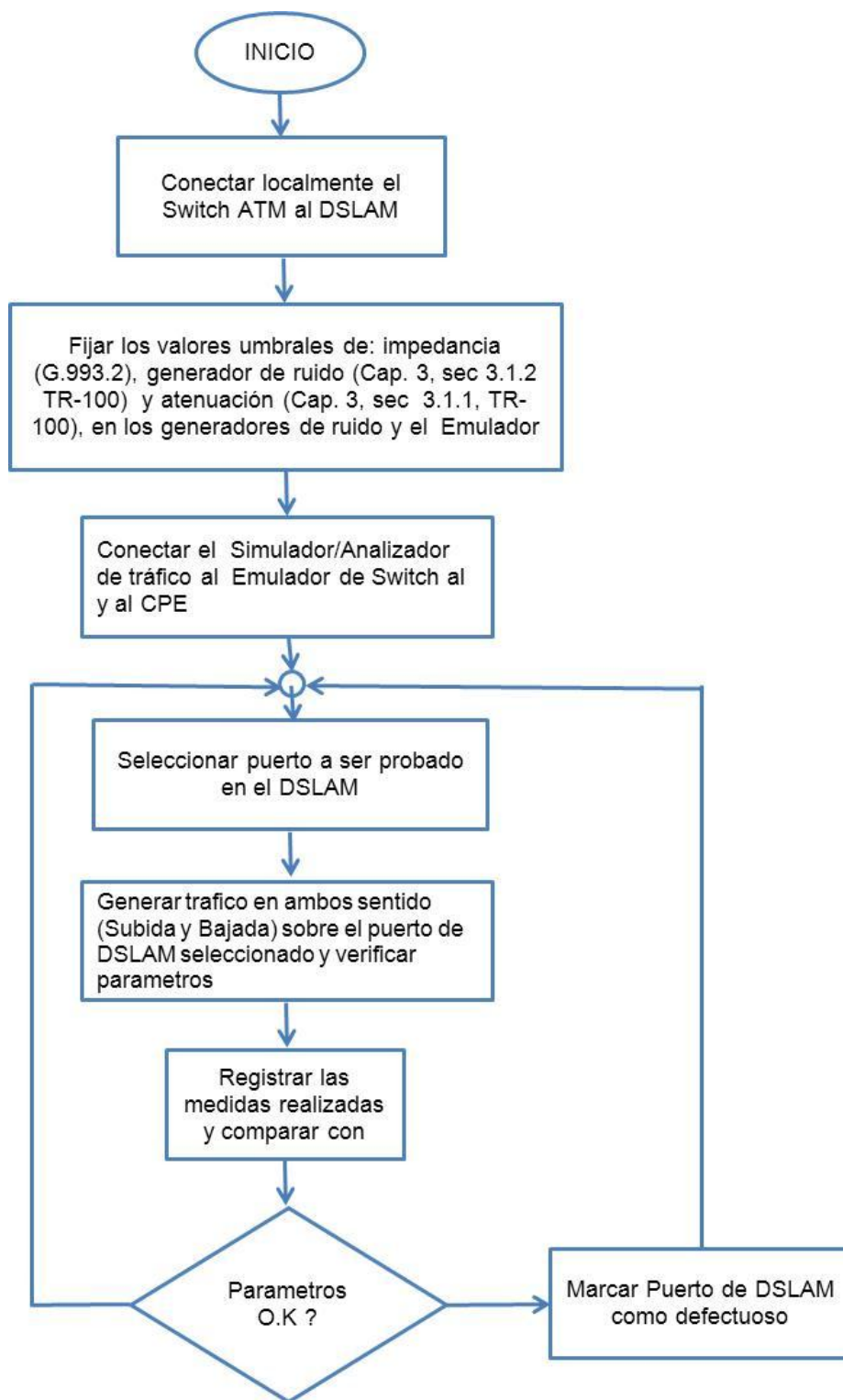
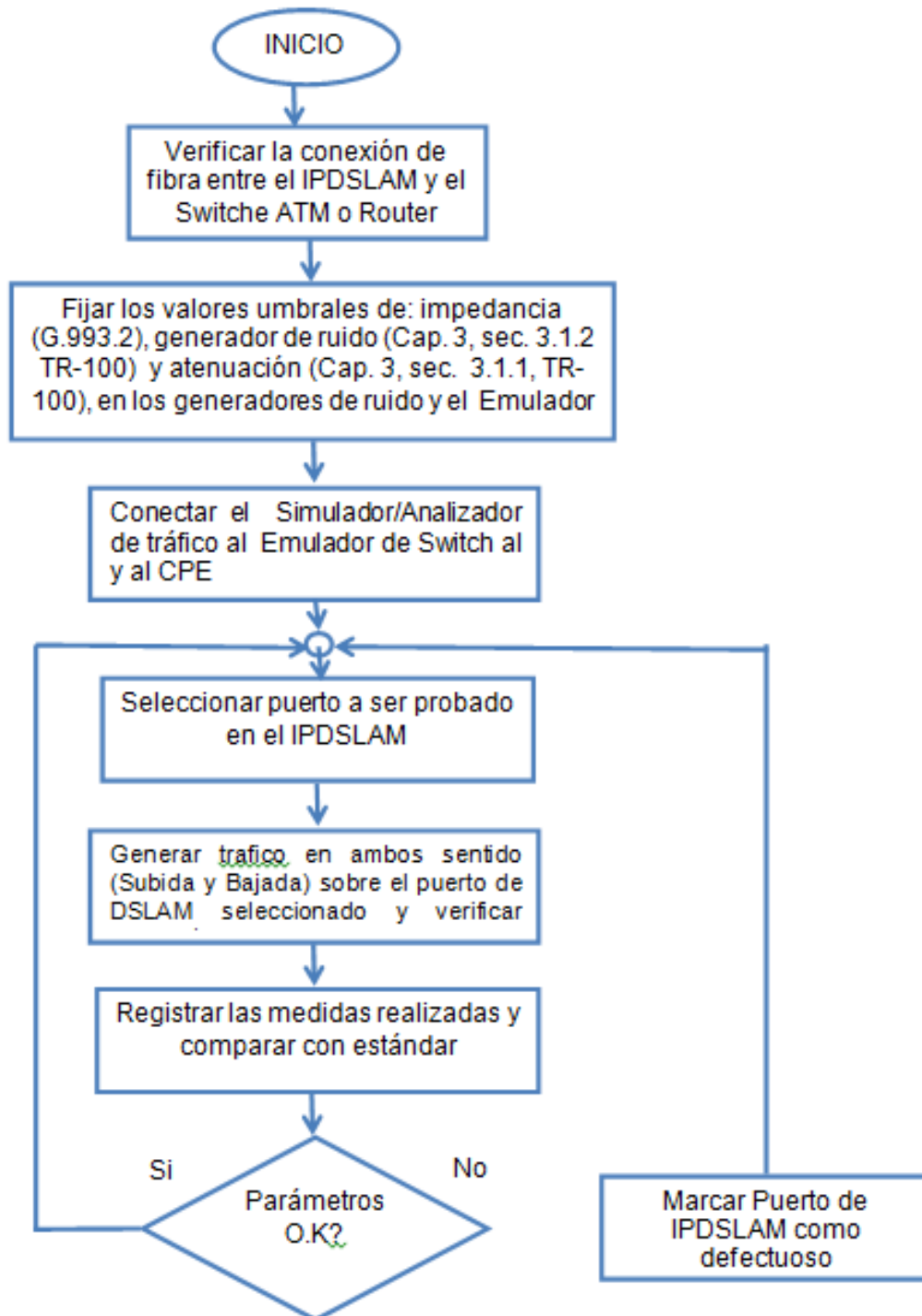


Figura 245. Prueba del DSLAM remoto



Capítulo 4. Modelo Propuesto

4.1 Consideraciones

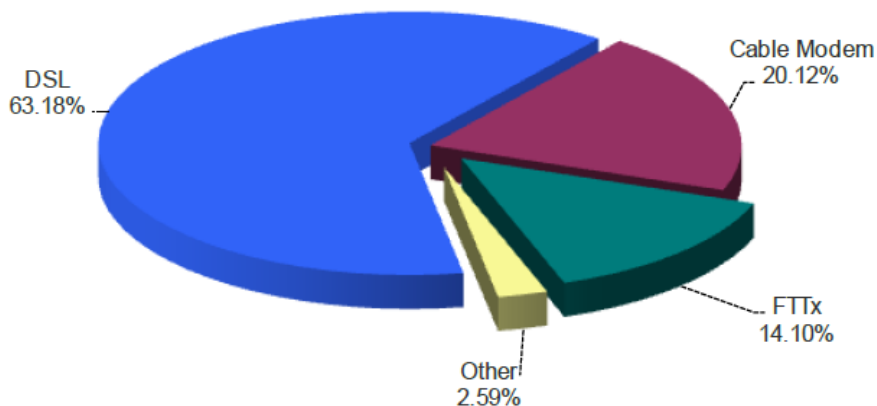
En el presente trabajo, las pruebas están circunscritas a tres (3) situaciones específicas: Escenarios en la red de acceso, capacidad de canal para los planes básicos ofrecidos a clientes y la limitación del medio de transmisión.

Por ser el par de cobre objeto del presente trabajo y el medio físico que llega directamente al usuario final, las pruebas se realizan utilizando el punto de monitoreo 4 –PT4–, ver figura 21, sobre el cual se debe controlar la calidad de streaming y la calidad audio-visual, y monitorear los principales atributos del servicio IPTV.

4.1.1 Escenarios en la red de acceso.

Los escenarios propuestos surgen con el fin de aprovechar el máximo potencial del par de cobre existente en la prestación de servicios que requieran gran capacidad de canal, ejemplo IPTV.

Figura 256. Tendencias tecnológicas en el primer trimestre de 2011.



Fuente: Point Topic, World Broadband Statistics Short Report Q1 2011.

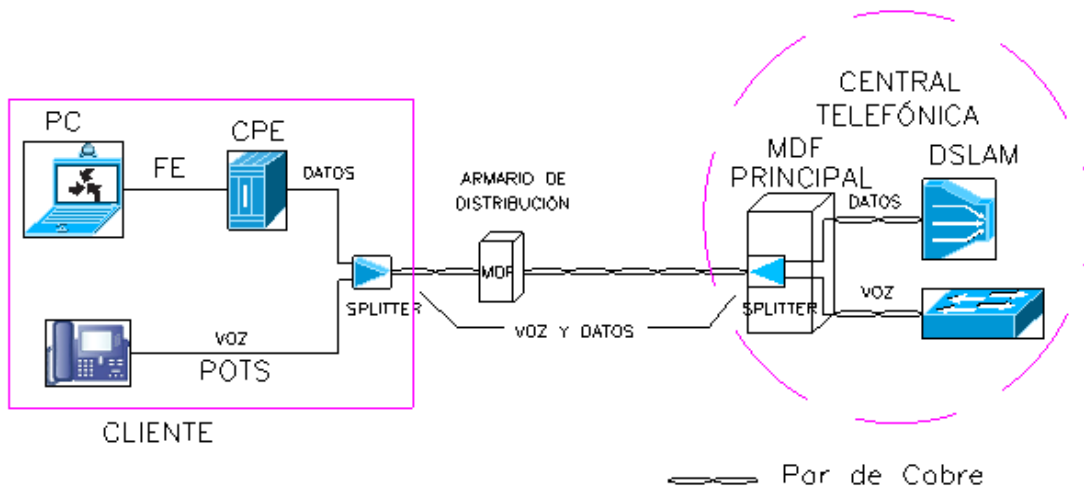
El uso de tecnologías de banda ancha utilizada por suscriptores, figura 23, muestra como DSL sigue siendo la más popular, con más de 341,6 millones de suscriptores –63,18%–. El cable módem fue segundo con 108,8 millones de usuarios –20%– y FTTx fue tercero con más de 76 millones de suscriptores –14%.⁵⁰

El primer escenario aprovecha la red de cobre existente desde la central telefónica hasta el usuario, los siguientes dos escenarios se despliegan con tecnologías que aprovechan parte del recurso existente, donde el conjunto de la solución híbrida de fibra-cobre –FTTx– es la mejor manera de conseguir velocidades relativamente altas para los consumidores con un modelo de negocio para el operador y prestador del servicio de telecomunicaciones que le permite un costo de implantación relativamente moderado.

4.1.1.1 Voz y datos desde la central hasta el usuario utilizando par de cobre.

En el primer escenario propuesto, figura 27, los equipos activos de banda ancha y de voz se encuentran instalados en la misma edificación –Central Telefónica– para prestar los servicios de voz y datos, Internet e IPTV sobre ADSL2+. En el MDF se realiza la combinación de los servicios, de ahí en adelante los datos efectúan el mismo recorrido de la voz a través del par de cobre existente.

Figura 267. Voz y datos desde el DSLAM en central por el par de cobre.



El escenario número uno (1) permite reducir la inversión inicial en tecnología de la información y su posterior operación, debido a que se aprovecha la experiencia de

⁵⁰ Point Topic, World Broadband Statistics Short Report Q1 2011., Junio 2011 p.6

los empleados en la red de cobre, con una inversión en capacitación sobre el mantenimiento y pruebas de IPTV sobre ADSL2+.

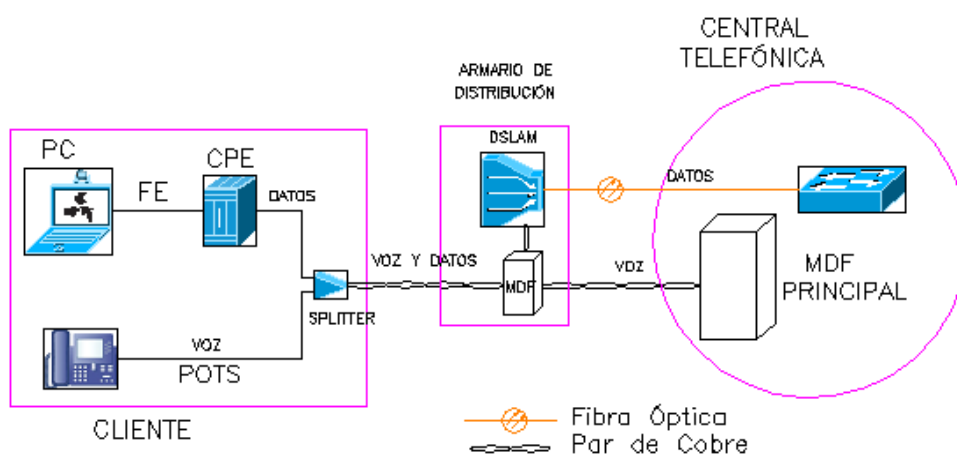
Se puede mencionar como ventaja la integración de las comunicaciones con los procesos empresariales de gestión de una manera fácil y flexible, con actividades de operación y mantenimiento centralizadas, reduciendo significativamente los costos operativos del proveedor de servicios.

Se puede plantear como desventaja que la distancia de la red de cobre desde el DSLAM en central hasta el suscriptor es mayor lo cual puede implicar cierta inestabilidad en el servicio para los usuarios que se encuentren demasiado alejados de la central telefónica, debido a la distancia y cantidad de puntos de conexión que por un lado aumenta la SNR y por otro lado generan retardo, sin embargo se vuelve muy importante el conocimiento y el análisis que se tenga de los equipos que brindan el servicio de voz, Internet e IPTV, y de la red propia.

En el primer escenario se debe tener en cuenta que en circunstancias extremas se puede presentar que algunos hogares puedan tener voz e Internet pero no IPTV. En el caso de que haya un número considerable clientes en una zona específica, la entidad prestadora del servicio debe estudiar el caso de desplegar o no un nodo que permita disminuir la distancia del bucle de abonado para así ofrecer IPTV en condiciones óptimas, incluso para nuevos servicios que puedan surgir como consecuencia del crecimiento de la NGN.

4.1.1.2 Voz desde la central por cobre y datos desde el DSLAM remoto. La figura 28 describe el segundo escenario propuesto que permite prestar los servicios de voz, internet e IPTV sobre ADSL2+ con una combinación de voz, por cobre, desde la central telefónica lo cual no cambia respecto al escenario anterior. Internet e IPTV sobre ADSL2+ se brinda desde un IPDSLAM remoto, conectado por fibra óptica desde la central e instalado cerca al usuario, justo en este punto se realiza la combinación de los servicios. Cuánto más cerca el cliente este del equipo que difunde el servicio de Internet e IPTV mayor calidad podemos garantizar en la señal recibida por el cliente, y como consecuencia mayor garantía tendrá el servicio contratado.

Figura 278. Datos desde el DSLAM remoto y voz desde la central

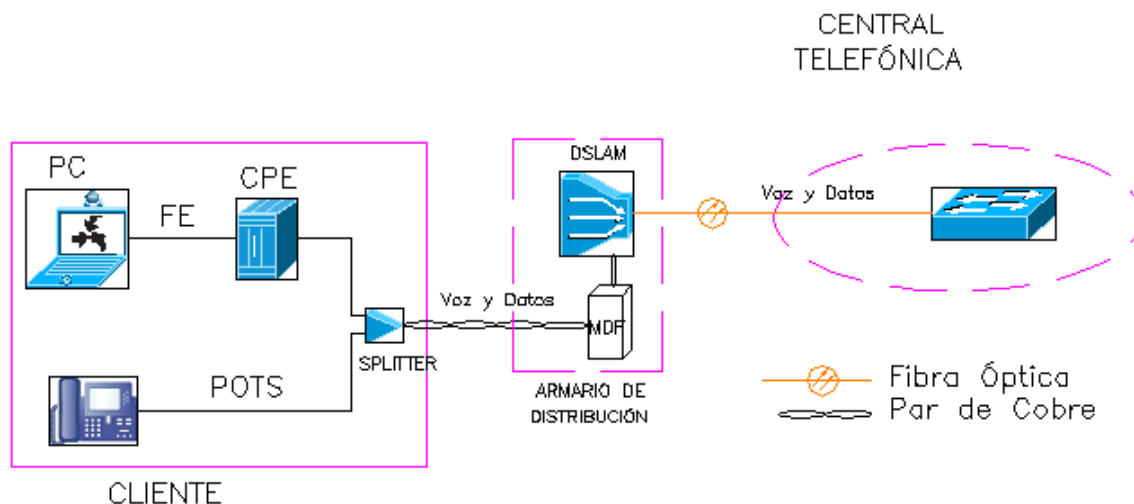


La reducción en la velocidad del ADSL2+, puede venir determinada por factores tales como la presencia de señales eléctricas o electromagnéticas que producen interferencias en el canal de transmisión o por la distancia desde el cliente a la ubicación del DSLAM. En su definición, el escenario dos (2), es una combinación de FTTC con cobre desde el MDF donde se sugiere en este tipo de configuraciones que la distancia por cobre no sobrepasa el kilómetro, lo cual permite lograr estabilidad en el servicio.

El escenario dos (2) puede presentar situaciones que afecte únicamente al servicio de voz o al de datos e IPTV, si se presenta un daño en el enlace, de cobre o fibra respectivamente, que va desde el MDF en central y el DSLAM.

4.1.1.3 Voz y datos desde el DSLAM remoto –FTTC– El tercer (3) escenario es igualmente una aplicación del concepto FTTC, figura 29, donde adicionalmente puede aparecer un nuevo equipo denominado UAM –unidad de acceso remoto– que administra POTS, IPTV y ADSL. La conexión del equipo activo, DSLAM o UAM, a la central se realiza a través de un enlace fibra óptica, mientras la conexión hacia los usuarios es mediante par trenzado de cobre. Este escenario, en el caso del DSLAM permite reemplazar la voz de tecnología TDM a IP, ofrece ventajas adicionales desde el punto de vista económico, con la reducción de los costos operativos y de mantenimiento, por otro lado exige mayor grado de especialización del personal técnico.

Figura 289. Voz y datos desde el DSLAM o UAM remoto.



Nota: para el tercer escenario con DSLAM remoto, es necesario instalar en el cliente un equipo terminal IP o un IAD –Integrated Access Device– para el servicio de voz tradicional.

4.1.2 Capacidad de canal para los planes básicos ofrecidos a clientes.

La capacidad de la red determina el número máximo de canales simultáneos por abonado. Por lo anterior se acuerda en la tabla 16 para la implementación en un hogar promedio y utilizando codificación MPEG-4, trabajar en el presente proyecto, tres (3) planes básicos al cliente para la prestación del servicio IPTV por par de cobre.

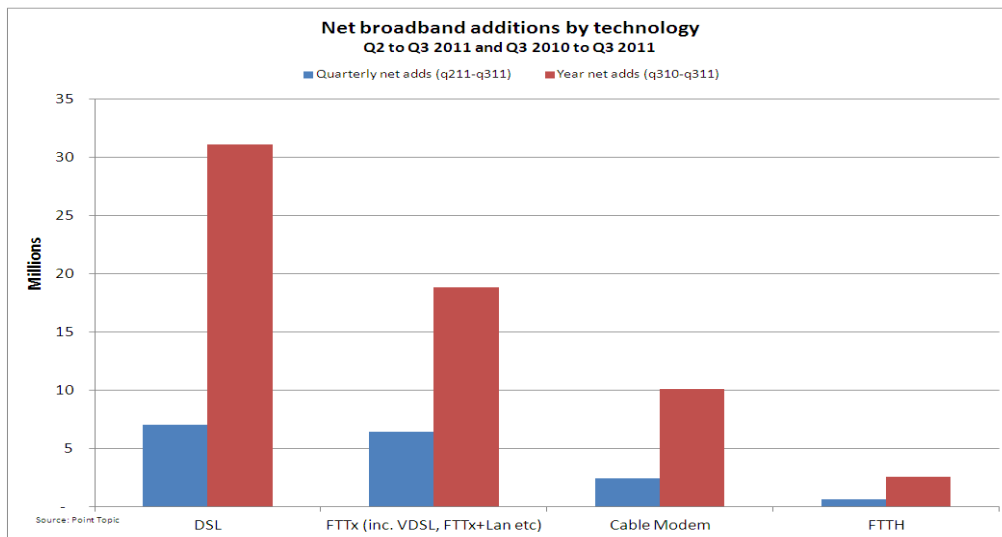
Tabla 16. Capacidad de canal en planes comerciales.

Plan	Cantidad canales SDTV	Cantidad canales HDTV	Conexión INTERNET	Capacidad Canal (Mbps)
1	2 x 2 Mbps	0	1 x 4 Mbps	8
2	1 x 2 Mbps	1 x 8 Mbps	1 x 4 Mbps	14
3	2 x 2 Mbps	1 x 8 Mbps	1 x 4 Mbps	16

Se puede apreciar en los anteriores planes la capacidad máxima que un usuario puede requerir –16 Mbps– con dos (2) canales de televisión estándar y un (1) canal de alta definición simultáneos, más el servicio de Internet a 4 Mbps. Con ADSL2+ y VDSL2 se puede alcanzar o superar los 24 Mbps y 100 Mbps respectivamente para distancias cercanas a la central, menores a 600 metros.

Los tres planes básicos considerados generan una gran variedad de posibilidades, paquetes y servicios comerciales para ofrecer a los clientes, con DSL que sigue siendo la tecnología más popular entre los consumidores, figura 30, con una adición de más de 30 millones de líneas nuevas en un año, 12 millones más que FTTx en segundo lugar.⁵¹ FTTx incluye llegada con par de cobre al usuario con VDSL.

Figura 30. Adicción neta de líneas por tecnología – por trimestre y año



Fuente: Point Topic, World Broadband Statistics

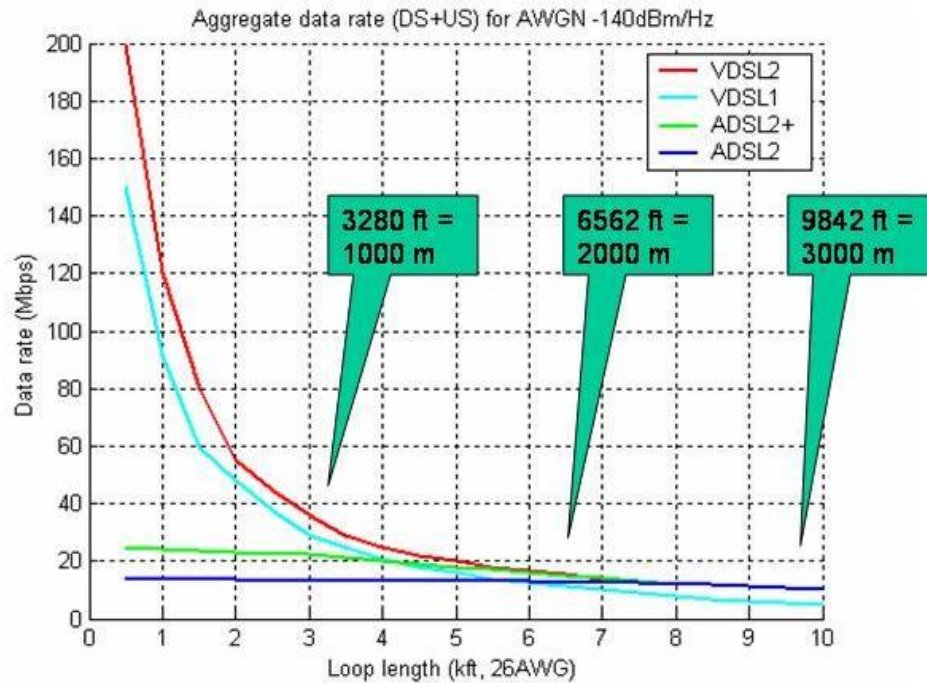
4.1.3 Limitación del medio de transmisión.

Las distancias por evaluar en el par de cobre se realizan a menos a 600 metros, acorde a la tendencia actual de acercar la fibra óptica al usuario, FTTC y FTTB, brindando una capacidad de canal significativa para el servicio IPTV sobre ADSL2+ y VDSL2.

A continuación se observa en la figura 31 el comportamiento de la velocidad con respecto a la distancia. Se intenta mostrar la tendencia de disminución de la velocidad a mayor distancia. En la figura los valores indicados no deben considerarse como generales, sino que se debe confrontar con los datos prácticos brindados por los diferentes fabricantes e implementaciones realizadas.

⁵¹ Point Topic. World Broadband Statistics: Short Report - Q3 2011., enero 2012. p. 4

Figura 31. Velocidad vs alcance en VDSL2 y ADSL2+.



Fuente: DSL Forum.

La figura 31 corresponde a un escenario con ruido blanco gaussiano aditivo con una potencia espectral de 140 dBm/Hz. Se puede observar, a distancias de hasta 1Kft, es decir, aproximadamente 300 M se obtiene una tasa de 100 Mbps, luego a 1 KM aproximadamente VDSL2 se comporta como ADSL2+.

Las pruebas en este trabajo se realizaron con transceptores de línea de abonado digital asimétrica de amplio ancho de banda –ADSL2+– sobre pares trenzados de cable telefónico AWG-26 que permite la transmisión de datos a alta velocidad entre el extremo del operador de red –ATU-C– y el extremo del cliente –ATU-R– para aplicaciones con transmisión simultánea de ADSL2+ y del servicio en banda vocal en el mismo par.

Tabla 17. Resumen de las características ADSL2+

ADSL2+	
Margen de frecuencia de bajada	0,14 – 2,2 MHz
Margen de frecuencia de subida	25,8 – 138 KHz
Velocidad máxima de bajada	24 Mbps
Velocidad máxima de subida	1,2 Mbps
Alcance	2,5 KM
Tiempo de sincronización	3 s
Corrección de errores	Sí

Capítulo 5. Protocolo Propuesto

Mediante un protocolo que permita identificar, especificar y evaluar el servicio IPTV por par de cobre se puede conocer el estado y funcionamiento general de la red y tener la capacidad de establecer los correctivos necesarios. El protocolo esta basado en pruebas de parámetros definidos por recomendaciones como la TR-100 del Broadband Forum y adecuación de formatos de evaluación de redes como el utilizado por CANTV “Gerencia de tecnología y operaciones de telecomunicaciones fijas” para el servicio IPTV

El protocolo pretende cuantificar la conducta de la red y representarla a través de medidas de los parámetros más representativos para la prestación del servicio IPTV en un conjunto de pruebas propuestas a continuación.

5.1 Prueba de parámetros físicos de cada uno de los puertos del IP DSLAM

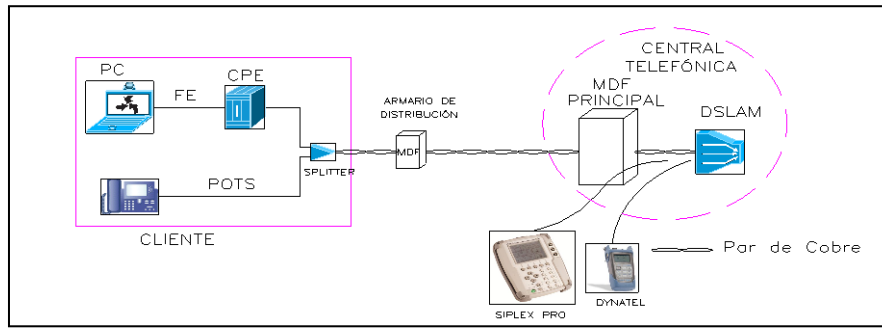
Prueba de parámetros físicos de cada uno de los puertos del IP DSLAM

Objetivo: Garantizar que los valores de los parámetros de línea de los puertos cumplen con la norma de ADSL2+ utilizada.

Equipos Usados:
 1 IP DSLAM
 1 Tarjeta ADSL2+
 1 Equipo de prueba Dynatel

1 Resistencias varias
 1 Terminal de pruebas de SAPE
 1 Cabezal de prueba de SAPE

Descripción de la Prueba: Con los equipos de prueba SAPE y Dynatel, conectados, ver siguiente figura, se midieron los valores de Impedancia, Capacitancia y Voltaje DC en cada puerto del IPDSLAM



Resultados Esperados: Los parámetros de línea de cada uno de los puertos deben ser:
 $V_{AC} a/b < 5V$, $V_{AC} a/t < 5V$, $V_{AC} b/t < 5V$, $V_{DC} a/b < 5V$, $V_{DC} a/t < 5V$, $V_{DC} b/t < 5V$.
 $R_{a/b} \gg 10M\Omega$, $R_{a/t} \gg 10M\Omega$, $R_{b/t} \gg 10M\Omega$, $R_{a/t} \gg 10M\Omega$
 $C_{a/b} < 0,3Mf$, $C_{a/t} < 0,3Mf$, $C_{b/t} < 0,3Mf$, $C_{a/t}$

Resultados Obtenidos:

Observaciones:

Nombre
 Responsable Empresa

Nombre
 Responsable Proveedor

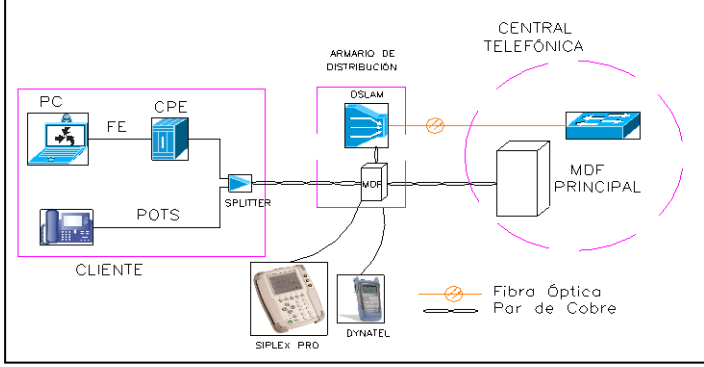
Firma
 Responsable Empresa

Firma
 Responsable Empresa

5.2 Prueba de parámetros físicos de cada uno de los pares.

<p>Prueba de parámetros físicos de cada uno de los pares</p>	<p>Objetivo: Garantizar que los valores de los parámetros de línea de los pares telefónicos cumplen con el requerimiento necesario para prestar el servicio de IPTV.</p>
<p>Equipos Usados:</p> <p>1 IP DSLAM</p> <p>1 Tarjeta ADSL2+</p> <p>1 Equipo de prueba Dynatel</p>	<p>1 Resistencias varias</p> <p>1 CPE</p> <p>1 Terminal de pruebas de SAPE</p> <p>1 Cabezal de prueba de SAPE</p>
<p>Descripción de la Prueba: Con los equipos de prueba SAPE y Dynatel, conectados, ver siguiente figura, se midieron los valores de Impedancia, Capacitancia, Voltaje AC y Voltaje DC en cada puerto del IPDSLAM.</p>	
<p>Resultados Esperados: Los parámetros de línea de cada uno de los puertos deben ser: $V_{AC} a/b < 5V$, $V_{AC} a/t < 5V$, $V_{AC} b/t < 5V$, $V_{DC} a/b < 5V$, $V_{DC} a/t < 5V$, $V_{DC} b/t < 5V$. $R_{a/b} \gg 10M\Omega$, $R_{a/t} \gg 10M\Omega$, $R_{b/t} \gg 10M\Omega$, $R_{a/t} \gg 10M\Omega$ $C_{a/b} < 0,3Mf$, $C_{a/t} < 0,3Mf$, $C_{b/t} < 0,3Mf$, $C_{a/t} < 0,3Mf$</p>	
<p>Resultados Obtenidos:</p>	
<p>Referencia: DSL Forum Working Text WT-120 Final Letter Ballot Teorical Loop Characteristics</p>	
<p>Observaciones:</p>	
<p>Nombre Responsable Empresa</p>	<p>Nombre Responsable Proveedor</p>
<p>Firma Responsable Empresa</p>	<p>Firma Responsable Empresa</p>

5.3 Prueba de error en cada uno de los pares.

Prueba de Error en cada uno de los pares telefónicos	Objetivo: Garantizar que los valores de error de los pares telefónicos estén dentro de los rangos requeridos para prestar el servicio de IPTV.
Equipos Usados: 1 IP DSLAM 1 Tarjeta ADSL2+ 1 Equipo de prueba Dynatel	Resistencias varias 1 CPE 1 Terminal de pruebas de SAPE 1 Cabezal de prueba de SAPE
Descripción de la Prueba: Se debe hacer uso de los equipos de prueba (SAPE, Dynatel) para determinar los valores de Jitter, Retardo, Nivel Señal a Ruido de los pares telefónicos.	
 <p>El diagrama ilustra la configuración de prueba de error en pares telefónicos. A la izquierda, el 'CLIENTE' incluye un PC, un FE (Front End), un CPE (Customer Premises Equipment), un POTS (Plain Old Telephone Service) y un SPLITTER. El SPLITTER está conectado a un 'ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN' que contiene un DSLAM (DSL Access Multiplexer) y un MDF (Main Distribution Frame). El DSLAM está conectado a una 'CENTRAL TELEFÓNICA' que incluye un MDF PRINCIPAL. Se muestran conexiones de fibra óptica (línea con un símbolo de fibra) y par de cobre (línea con un símbolo de par de cobre). Se indican también un SIPLEX PRO y un DYNATEL como equipos de prueba.</p>	
Resultados Esperados: Los parámetros de línea de cada uno de los puertos debe ser: Nsr Jitter Retardo	
Resultados Obtenidos: Referencia: DSL Forum Working Text WT-120 Final Letter Ballot Theorical Loop Characteristics	
Observaciones:	
Nombre Responsable Empresa	Nombre Responsable Proveedor
Firma Responsable Empresa	Firma Responsable Empresa

5.4 Prueba de error en cada uno de los puertos del IP DSLAM.

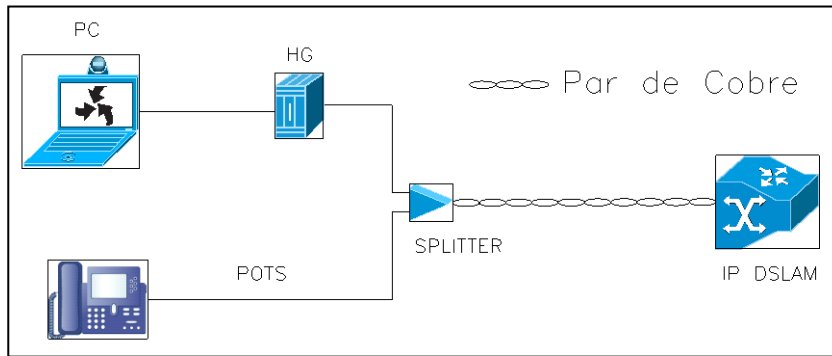
Prueba de Error en cada uno de los puertos del IP DSLAM	Objetivo: Garantizar que los valores de error de los puertos del IP DSLAM estén dentro de los rangos requeridos para prestar el servicio de IPTV.
Equipos Usados: 1 IP DSLAM 1 Tarjeta ADSL2+ 1 Equipo de prueba Dynatel	Resistencias varias 1 CPE 1 Terminal de pruebas de SAPE 1 Cabezal de prueba de SAPE
Descripción de la Prueba: Se debe hacer uso de los equipos de prueba (SAPE, Dynatel) para determinar si los valores de jitter, retardo, nivel señal a ruido de los puertos del IPDSLAM	
<p>El diagrama ilustra la configuración de prueba para un IP DSLAM. En el lado del cliente, se conectan un PC, un FE (Front End), un CPE (Customer Premises Equipment), un POTS (Plain Old Telephone Service) y un SPLITTER. El SPLITTER conecta al cliente con el DSLAM ubicado en un ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN. El DSLAM está conectado al MDF PRINCIPAL (Main Distribution Frame) de la CENTRAL TELEFÓNICA. Se muestran conexiones de Fibra Óptica (línea con un símbolo de fibra) y Par de Cobre (línea simple). También se muestran dispositivos de prueba como SIPLEX VER, DYNATEL y SAPE conectados al sistema.</p>	
Resultados Esperados: Los parámetros de línea de cada uno de los puertos debe ser: Nsr= Jitter= Retardo=	
Resultados Obtenidos: Referencia: DSL Forum Working Text WT-120 Final Letter Ballot Theorical Loop Characteristics	
Observaciones:	
Nombre Responsable Empresa	Nombre Responsable Proveedor
Firma Responsable Empresa	Firma Responsable Empresa

5.5 Prueba de Velocidad.

Prueba de Velocidad **Objetivo: Verificar el comportamiento de la velocidad de transmisión para diferentes distancias entre el IPDSLAM y el cliente**

Equipos Usados: Resistencias varias
 1 IP DSLAM 1 CPE
 1 Tarjeta ADSL2+ 1 Terminal de pruebas de SAPE
 1 Equipo de prueba Dynatel 1 Cabezal de prueba de SAPE

Descripción de la Prueba: Se debe ampliar en el BRAS, el perfil de los puertos para determinar la variación de la velocidad a medida que aumenta la distancia.



Resultados Esperados: Con la distancia debe disminuir la velocidad de transmisión.

Resultados Obtenidos:

Observaciones:

**Nombre
 Responsable Empresa**

**Nombre
 Responsable Proveedor**

**Firma
 Responsable Empresa**

**Firma
 Responsable Empresa**

5.6 Pruebas de Conectividad.

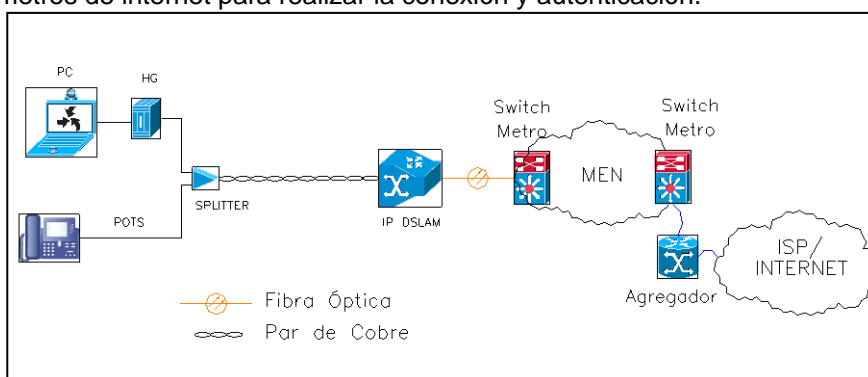
Pruebas de Conectividad

Objetivo: Verificar la conectividad a nivel de los puertos de DSLAM a internet

Equipos Usados: 1 CPE
 1 IP DSLAM 1 Terminal de pruebas de SAPE
 1 Tarjeta ADSL2+ 1 Cabezal de prueba de SAPE
 1 Equipo de prueba Dynatel 1 STB

Resistencias varias

Descripción de la Prueba: Se debe realizar la configuración del CPE de acuerdo con los parámetros de internet para realizar la conexión y autenticación.



Resultados: Conexión y autenticación según el perfil asignado.

Resultados Obtenidos:

Observaciones:

**Nombre
 Responsable Empresa**

**Nombre
 Responsable Proveedor**

**Firma
 Responsable Empresa**

**Firma
 Responsable Empresa**

5.7 Prueba de Unicast.

Prueba de Unicast

Objetivo: Verificar el funcionamiento del servicio VoD

Equipos Usados:

Resistencias varias

1 IP DSLAM

1 CPE

1 Tarjeta ADSL2+

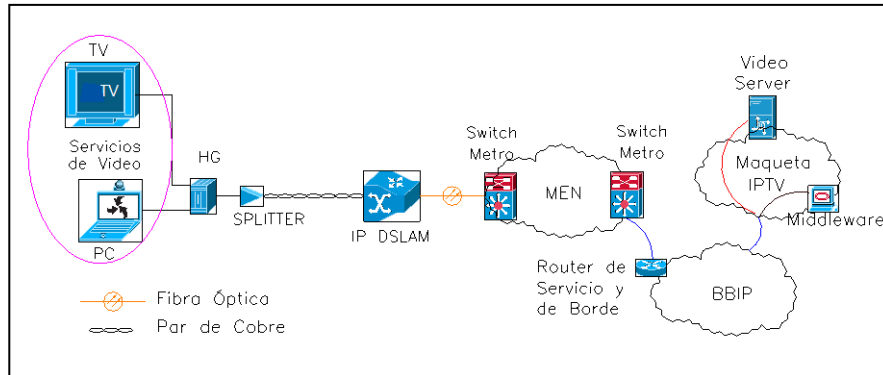
1 Terminal de pruebas de SAPE

1 Equipo de prueba Dynatel

1 Cabezal de prueba de SAPE

1 STB

Descripción de la Prueba: Se debe realizar la configuración del PVC en el CPE y en el IP DSLAM para el servicio Unicast.



Resultados: Se debe recibir en el STB una dirección IP para acceder el servicio de IPTV y a través del televisor se debe seleccionar la película o video a reproducir.

Resultados Obtenidos:

Observaciones:

Nombre

Nombre

Responsable Empresa

Responsable Proveedor

Firma

Firma

Responsable Empresa

Responsable Empresa

5.8 Prueba de Multicast.

Prueba de Multicast

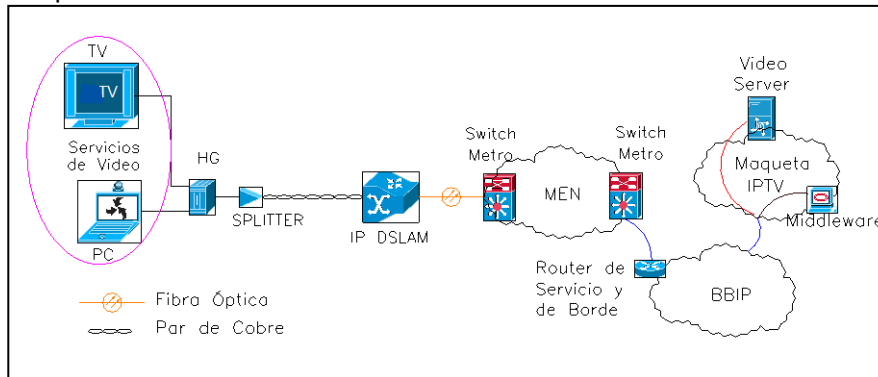
Objetivo: Verificar cada uno de los canales de IPTV definidos en el IP DSLAM

Equipos Usados:

1 IP DSLAM	1 CPE
1 Tarjeta ADSL2+	1 Terminal de pruebas de SAPE
1 Equipo de prueba Dynatel	1 Cabezal de prueba de SAPE
	1 STB

Resistencias varias

Descripción de la Prueba: Se debe realizar la configuración del PVC en el CPE y el IPDSLAM para el servicio Multicast.



Resultados: Se debe recibir en el STB una dirección IP para acceder al servicio de IPTV y a través del televisor se debe seleccionar el canal a reproducir.

Resultados Obtenidos:

Observaciones:

Nombre
Responsable Empresa

Nombre
Responsable Proveedor

Firma

Firma

5.9 Formato pruebas desde el DSLAM.

Longitud Loop 26 AWG (kft)	Perfil de Prueba AU_RA_L_30000k								Modo de Operación Reportado
	Subida				Bajada				
	Tasa de sincronismo (Kbps)				Tasa de sincronismo (Kbps)				
	Esperado	Medido	Pasa/ No pasa	Margen SNR (dB)	Esperado	Medido	Pasa / No pasa	Margen SNR (dB)	
0.1	900				18526				
0.4	900				18732				
1	900				18314				
2	900				18200				
3	900				17123				
4	900				16392				
5	900				15613				
6	900				14095				
7	900				13300				
8	900				11308				
9	850				9188				
10	800				6704				
11	750				5364				
12	700				4496				
13	650				3496				
14	600				2092				
15	550				2022				
16	500				1318				
17	376				464				
18	356				355				
19	336				246				
20	227				178				

Fuente: Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

5.10 Formato características del DSLAM

Ítem de Prueba	Resultados
Información General del DSLAM	
Información del Vendedor (Nombre del Producto y Revisión)	
Versión de HW	
Versión de SW	
Tipo de Tarjeta de Línea- Revisión	
Estándares de la Industria Soportados	
Chipset (proveedores, hardware y firmware)	
Características de ADSL2/ADSL2+	
Tasa Máxima soportada- Downstream	
Tasa Máxima soportada- Upstream	
posibles opciones de codificación	
Procedimiento Dúplex Usado (FDD, EC)	
Uso de Frecuencia de Bajada (Asignación de Bin)	
Uso Permitido de Bins de Subida (Por debajo de la opción #33)	
Soporte de Parámetros de trama extendido	
Soporte de Control mínimo de INP sobre INP=2	
Dying Gasp detección/Detección de Gasp	
Implementada reducción de energía (Si/No)	
Características ATM	
Número Máximo de VCCs por Puerto de DSLAM	
Soporte F5 OAM	
Rangos de VPI/VCI	
Características del Splitter	
Información del Vendedor	
Tipo (POTS, 2B1QISDN, 4B3T ISDN,)	
Versión de HW	

Fuente: Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

5.11 Formato características del CPE

Ítem de Prueba	Resultados
Información General del CPE	
Información del Vendedor (Nombre del Producto y Revisión)	
Estándares de la Industria Soportados	
Versión de HW	
Versión de SW	
Numero Serial	
Tipo de Modem (Interfaces)	
Versión de Controlador (PCI/USB)	
Chipset (proveedores, hardware y firmware)	
Información del Vendedor (Nombre del Producto y Revision)	
Características de ADSL2/ADSL2+	
Tasa Máxima soportada- Downstream	
Tasa Máxima soportada- Upstream	
posibles opciones de codificación	
Procedimiento Dúplex Usado (FDD, EC)	
Uso de Frecuencia de Bajada (Asignación de Bin)	
Uso Permitido de Bins de Subida (Por debajo de la opción #33)	
Soporte de Parámetros de trama extendido	
Soporte de Control mínimo de INP sobre INP=2	
Dying Gasp detección/Detección de Gasp	
Implementada reducción de Energía (Si/No)	
Características ATM	
Número Máximo de VCCs por Puerto de DSLAM	
Soporte F5 OAM	
Rangos de VPI/VCI	
Protocolos	
RFC 2684 IP Bridging	
RFC 2684 IP Routing	
Bridge Filter	
LLC-SNAP	
VC-MUX	
DHCP Client / Server	
NAT	
PAT	
RFC 2364 PPPoA	
RFC 2516 PPPoE	
PAP / CHAP	
Classical IP RFC 1577	
Número Máximo de Conexiones	
Otros protocolos soportados	
Características del Splitter	
Información del Vendedor	
Tipo (POTS, 2B1QISDN, 4B3T ISDN,)	
Versión de HW	

Fuente: Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

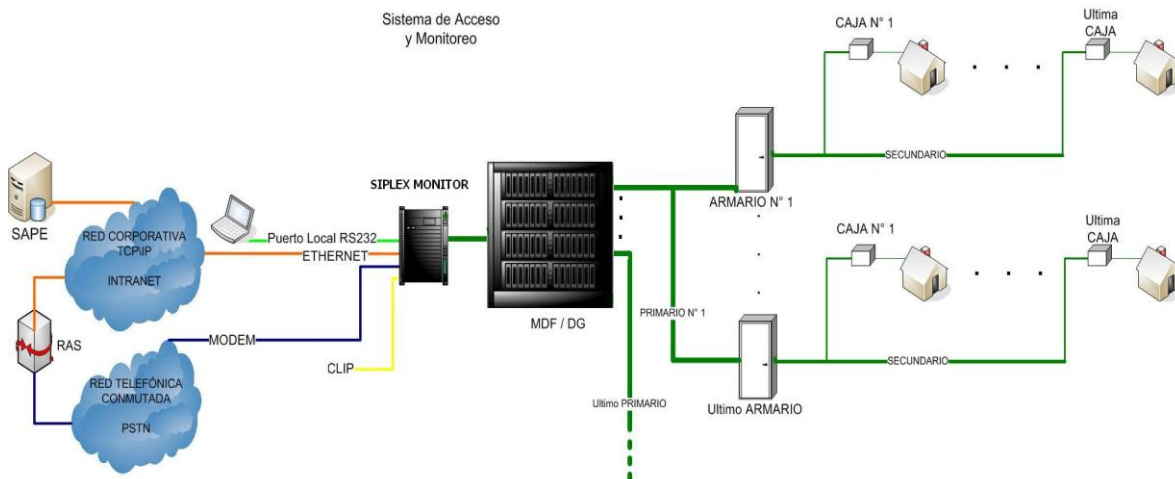
Capítulo 6. Pruebas y Resultados Obtenidos

6.1 Pruebas

6.1.1 Pruebas centralizadas.

Para las pruebas de distancia del par, voltaje alterno y continuo, capacitancia, atenuación, velocidad entregada, velocidad alcanzable, retardo y nivel señal a ruido se utilizó el equipo de prueba centralizado SIPLEX PRO con la arquitectura de conexión mostrada en la figura 32.

Figura 292. Arquitectura de conexión del equipo de prueba SIPLEX PRO monitor.

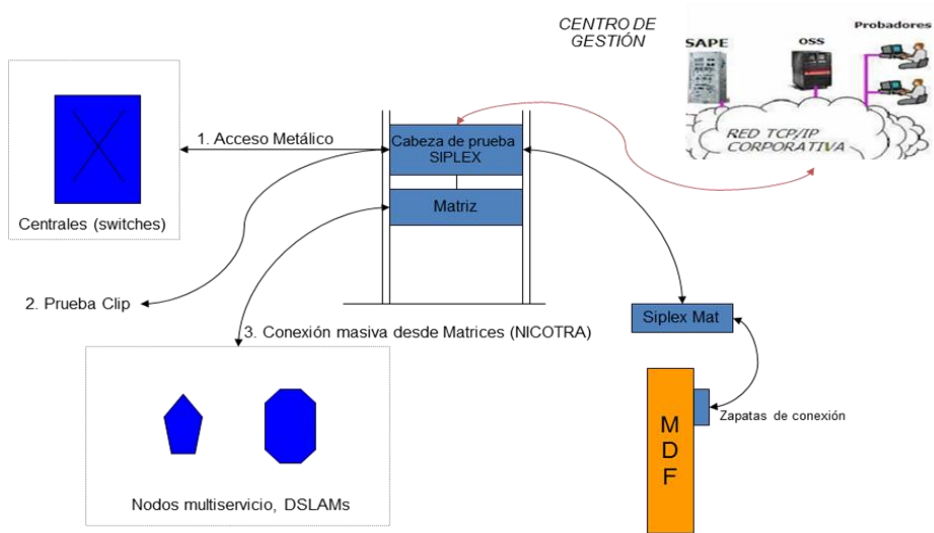


Fuente: OSP, Sistema de planta externa SIPLEX PRO

Mediante esta estructura se conectó y realizó la prueba de cada par libre y ocupado. El equipo interactuó con el sistema de monitoreo y supervisión SAPE, el cual permitió hacer pruebas remotas a la red externa de cobre.

Las pruebas se realizaron haciendo uso del acceso metálico, la cual consiste en la conexión física del cabezal de prueba del SIPLEX PRO, figura 33, con los equipos de acceso de la central telefónica permitiendo la conexión para prueba desde el circuito en central hasta el final de la línea.

Figura 303. Conexión de cabezales de prueba



Fuente: OSP, Sistema de planta externa SIPLEX PRO

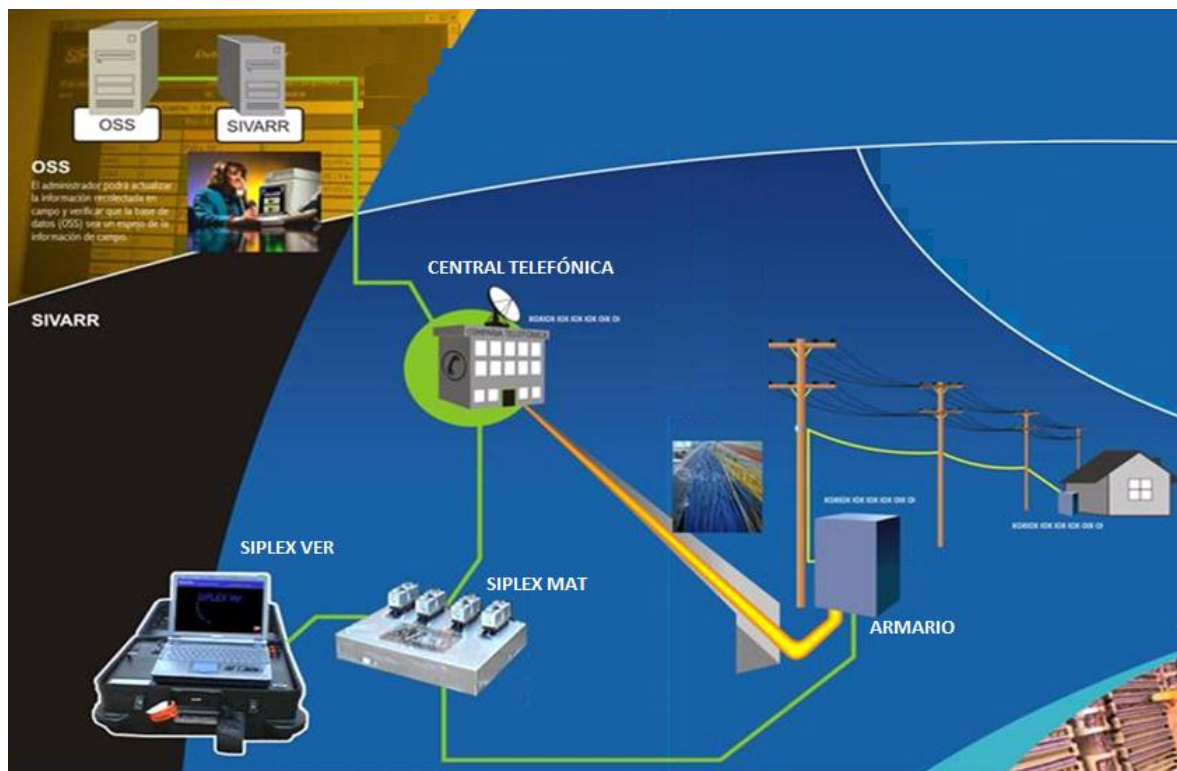
La figura 33 presenta el sistema SIPLEX PRO con los cabezales de prueba y sus diferentes tipos de conexión: A la central telefónica TDM a través de acceso metálico, a nodos multiservicios y conexión manual al MDF con ayuda del equipo Sipler Mat, el cual maneja las zapatas de conexión para los pares a ser probados. Todo el sistema es gestionado a través de la red corporativa.

Con el SIPLEX PRO se realizó la prueba del primer escenario, desde el DSLAM ubicado en la central telefónica hasta los diferentes clientes conectados a este.

6.1.2 Pruebas en terreno

6.1.2.1 Pruebas en terreno desde el MDF en central y armarios. Una variante del SIPLEX PRO es el SIPLEX VER que permitió igualmente realizar pruebas de los pares de cobre pero en terreno. Desde el MDF y el armario se realizaron las pruebas de distancia del par, voltaje alterno y continuo, capacitancia, atenuación, velocidad entregada, velocidad alcanzable, retardo y nivel señal a ruido con el siguiente esquema de conexión.

Figura 314. Conexión del equipo de prueba SIPLEX VER



Fuente: OSP, Sistema de planta externa SIPLEX VER

Con el SIPLEX VER se realizó la prueba del escenario dos (2), voz desde la central por cobre y datos desde el DSLAM remoto hacia diferentes clientes y la prueba del escenario tres (3), desde el DSLAM remoto voz y datos.

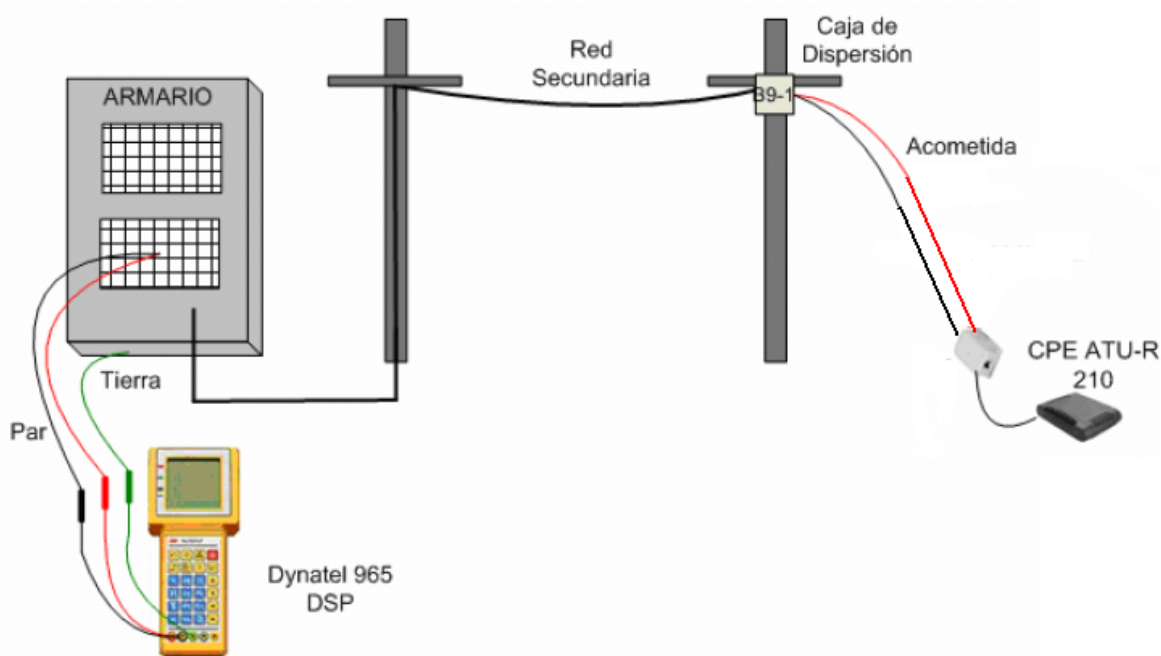
La medición de capacitancia de los pares telefónicos de cobre, se realizó como parte de las pruebas preliminares para verificar el buen estado de estos, con el fin de garantizar que las pruebas de ADSL2+. Las pruebas se realizaron sobre una línea de transmisión libre de problemas en capa física.

Teóricamente entre menor sea el balance capacitivo del par telefónico, mayor será la inmunidad al ruido que presentara el par telefónico. Esto se debe a que un par telefónico con una estructura simétrica se presenta el fenómeno de cancelación de voltajes de ruido inducidos en el par.

6.1.2.2 Pruebas en terreno desde el equipo remoto: Para el caso de los IPDSLAM que se encuentran localizados en sitios remotos. Algunos de ellos se dificultaba la prueba por el transporte del SIPLEX VER, por lo anterior se utilizó el DYNATEL que es un equipo más versátil para verificar las características físicas de los pares telefónicos. Desde el armario donde se encuentre el IPDSLAM, se

probo aislamiento, capacitancia, voltaje A.C, Voltaje D.C, velocidad de subida, velocidad de bajada, nivel señal a ruido y distancia.

Figura 325. Pruebas de las características físicas y velocidad.



Las pruebas se realizaron con la configuración de la figura 31, se determinó en cada uno de los pares: atenuación, retardo, velocidad, longitud y características físicas. A diferencia del SIPLEX VER se debió realizar prueba individual de cada par y el resultado se almacena en el equipo de prueba.

El anterior esquema se utilizó para las pruebas del escenario dos (2) voz desde la central por cobre y datos desde el DSLAM remoto.

6.2 Resultados obtenidos.

6.2.1 Prueba 1, desde el DSLAM en central hasta diferentes clientes.

Para las pruebas se tomaron quince (15) pares de cable telefónico multipar de cobre de 0.4 mm –26 AWG–. En cada par se realizaron las pruebas eléctricas básicas –Voltaje AC, Voltaje DC, Resistencia de Aislamiento y Capacitancia– y se determinó de acuerdo con los perfiles definidos para cada caso la velocidad de subida y de bajada.

De los pares que presentaron falla en las pruebas eléctricas básicas, no se obtuvo resultado de las demás pruebas. Se recomienda reservar los pares con falla para su posterior reparación o ser descartados para la prestación de servicios que demandan gran capacidad de transmisión como es el caso de IPTV.

Se tomó la configuración de latencia e INP, Tabla 18, del estándar TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan, que define el perfil de prueba general.

Tabla 18. Perfil de prueba general

Perfil de Prueba General	Parámetro	Configuración	Descripción
perfil de bajo retardo "L-2/0"	Mínimo INP	0 symbols	Protección de ruido no impulsivo

Fuente: Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

Se utiliza el perfil de prueba específico AU_RA_L_3000k, ver tabla 19, el cual define la configuración de las velocidades de subida y bajada de datos de la red, adicionalmente el modo ATSE y el modo RA para ADSL2+.

Tabla 19. Perfil de prueba específico

Perfil de Prueba específico	Perfil de Prueba General	Modo ATSE	Modo RA	bajada tasa de datos red (kbit/s) (máx.-min)	subida tasa datos red(kbit/s) (máx.-min)
AU_RA_L_3000k	L-2/0	Automode G.992.3 An.A G.992.3 An.L mask M1 G.992.5 An.A	AT_INIT	30000-32	1048-32
A2P RA_I_3000k	I-16/2	G.992.5 An.A	AT_INIT	30000-32	2016-32

Fuente: Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

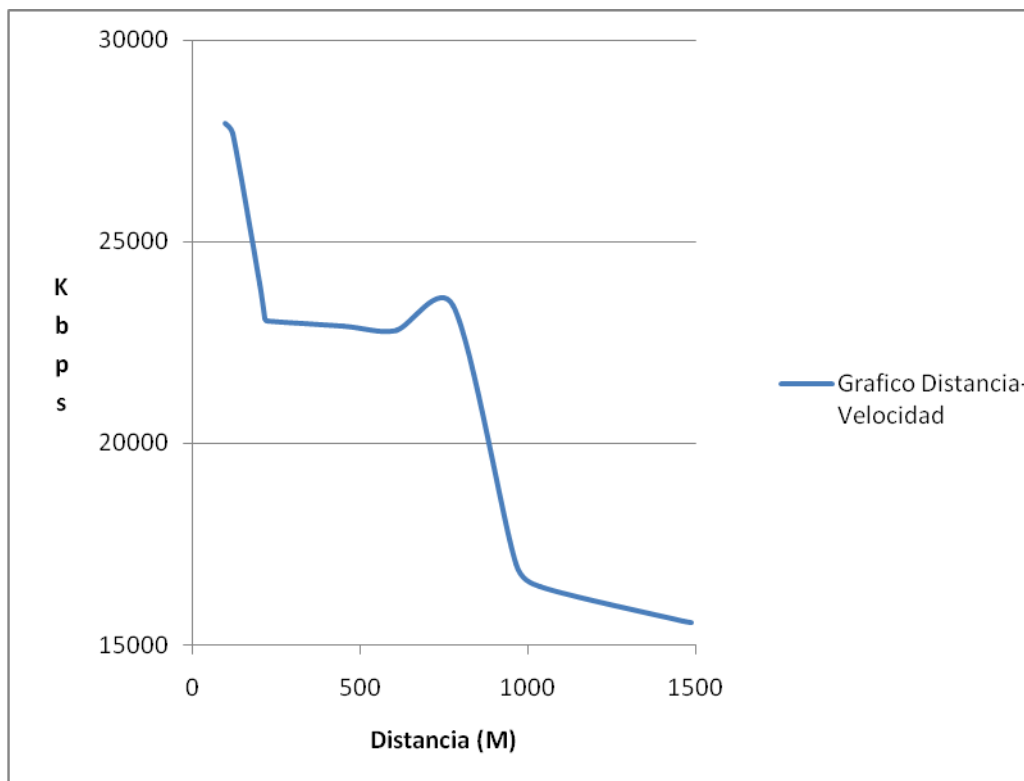
Se utiliza el formato del perfil de prueba AU_RA_L_3000 del Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan. La tabla 20 muestra los valores de las pruebas realizadas desde el DSLAM en central hasta diferentes usuarios.

Tabla 20. Pruebas desde DSLAM en la oficina central

Longitud Loop 26 AWG (M)	Perfil de Prueba AU_RA_L_3000k								Modo de Operación Reportado
	Subida				Bajada				
	Tasa de sincronismo (Kbps)				Tasa de sincronismo (Kbps)				
	Esperado	Medido	Pasa/ No pasa	Margen SNR (dB)	Esperado	Medido	Pasa / No pasa	Margen SNR (dB)	
97,00	1000	1201	Pasa	43,5	23412	27947	Pasa	43,5	ADSL2+
121,92	1000	1202	Pasa	43,5	23768	27675	Pasa	43,5	ADSL2+
201,00	1000	1207	Pasa	33,7	23743	23967	Pasa	1207,0	ADSL2+
217,00	1000	1221	No pasa	25,2	23718	23087	Pasa	1221,0	ADSL2+
223,00	1000	1185	Pasa	29,0	23693	23039	Pasa	1185,0	ADSL2+
451,00	1000	1192	Pasa	34,0	23668	22335	Pasa	1192,0	ADSL2+
613,00	1000	1180	No pasa	34,0	23643	22799	Pasa	1180,0	ADSL2+
778,00	1000	1080	Pasa	32,5	23618	18455	Pasa	1080,0	ADSL2+
451,00	1000	1192	Pasa	34,0	23616	22335	Pasa	34,0	ADSL2+
609,60	1000	1180	Pasa	34,0	22740	22799	Pasa	34,0	ADSL2+
965,00	1000	1245	No pasa	32,7	21551	17007	No pasa	32,7	ADSL2+
1039,00	1000	1234	Pasa	26,0	20287	16455	Pasa	26,0	ADSL2+
1421,00	1000	1185	Pasa	19,5	18186	11317	Pasa	19,5	ADSL2+
1466,00	1000	810	Pasa	22,7	16456	15550	Pasa	22,7	ADSL2+
1490,00	1000	402	Pasa	27,7	14368	15999	Pasa	27,7	ADSL2+

6.2.1.1 Análisis pruebas desde DSLAM en central. El escenario de conexión de velocidad de transmisión de bajada desde el DSLAM en central presenta resultados adecuados para la prestación del servicio de banda ancha, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 336. Velocidad Vs Distancia desde el DSLAM en central



Las distancias estudiadas están entre 100 y 1500 metros, mientras la velocidad de transmisión varió, el comportamiento en la mayoría de los pares es 15,5 Mbps y 27,9 Mbps, con estas características se puede garantizar la prestación del servicio de IPTV para televisión estándar y alta definición para el 100% de los pares telefónicos estudiados, sin embargo, los valores esperados no se han cumplido en su totalidad, se puede observar que los valores medidos de velocidad de transmisión de bajada para los pares con longitud entre 97 y 121 metros están por encima del valor expresado por el estándar, mientras que entre 201 y 613 metros la velocidad de transmisión es muy cercana a los valores del estándar. Para el rango de pares del 201 al 613 es necesario realizar revisión, aunque pueden soportar velocidades aceptables, están muy por debajo del estándar.

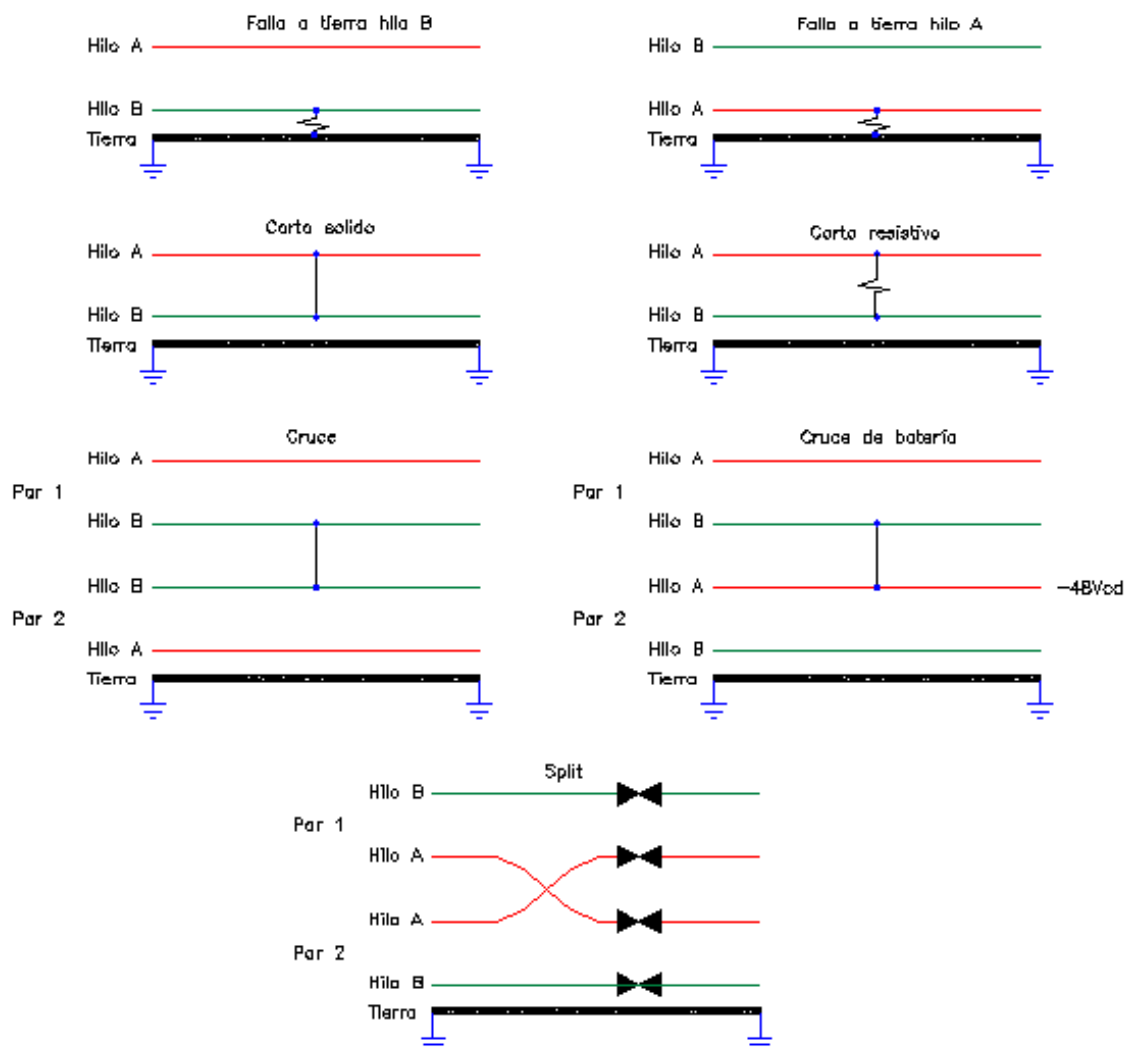
6.2.2 Prueba 2, Simulación de fallas.

6.2.2.1 Categoría y tipo de fallas en pares de cobre. Entre las fallas físicas que se pueden presentar en los cables de cobre están:

6.2.2.1.1 Fallas resistivas: Tierra, Corto, cruce y cruce de batería.

6.2.2.1.2 Fallas capacitivas: Abierto completo, abierto parcial y Split o trocado.

Figura 347. Tipo de fallas en pares de cobre.



6.2.2.2 Pruebas en el IPDSLAM remoto con fallas simuladas: Teniendo en cuenta los problemas que frecuentemente se presentan en una red de cobre se realizaron las siguientes simulaciones de daños en el par secundario:

6.2.2.2.1 Split en el par secundario: Se presenta un efecto de diafonía en el circuito. Se toma un par habilitado con el servicio ADSL2+, como resultado se obtiene un desbalance capacitivo en el par de cobre, bajo estas condiciones los parámetros medidos fueron:

PARÁMETRO	VALOR
Nivel Señal a Ruido	31 dB
Atenuación	5,0 dB
Retardo	1,1 dB

6.2.2.2.2 Tierra por el hilo A en el par secundario: Baja el aislamiento, y las medidas fueron las siguientes:

PARAMETRO	VALOR
Nivel Señal a Ruido	31 dB
Atenuación	7,0 dB
Retardo	1,1 dB

6.2.2.2.3 Corto sólido en el par secundario: Se cae el servicio de banda ancha.

6.2.2.2.4 Tierra por el hilo B en el par secundario: Se cae el servicio de banda ancha.

6.2.2.2.5 Cruce directo: Los resultados fueron los siguientes:

PARÁMETRO	VALOR
Nivel Señal a Ruido	31 dB
Atenuación	6,0 dB
Retardo	1,1 dB

Podemos de esta forma concluir que de las fallas simuladas solo el corto en el par secundario y tierra por el hilo B –hilo activo– afectan directamente el servicio, las demás mantienen el servicio activo.

6.2.3 Pruebas desde el DSLAM remoto

Tabla 21. Pruebas desde el DSLAM remoto –cerca al usuario–.

Longitud Loop 26 AWG (M)	Perfil de Prueba AU_RA_L_30000k								Modo de Operación Reportado
	Subida				Bajada				
	Tasa de sincronismo (Kbps)				Tasa de sincronismo (Kbps)				
	Esperado	Medido	Pasa/ No pasa	Margen SNR (dB)	Esperado	Medido	Pasa / No pasa	Margen SNR (dB)	
140	1000	1024	Pasa	23,93	23412	25.024	Pasa	23,93	ADSL2+
340	1000	1024	Pasa	23,05	23768	25.024	Pasa	23,05	ADSL2+
385	1000	1024	Pasa	22,16	23616	25.024	Pasa	22,16	ADSL2+
400	1000	1024	Pasa	21,20	22740	25.024	Pasa	21,20	ADSL2+
410	1000	1024	Pasa	20,54	22740	25.024	Pasa	20,54	ADSL2+
415	1000	1024	Pasa	19,43	22740	25.024	Pasa	19,43	ADSL2+
430	1000	1024	Pasa	16.,30	22740	24.576	Pasa	16.,30	ADSL2+
435	1000	1024	Pasa	15,01	22740	22.752	Pasa	15,01	ADSL2+
460	1000	1024	Pasa	14,50	22740	22.288	Pasa	14,50	ADSL2+
520	1000	1024	Pasa	11,30	22740	19.488	Pasa	11,30	ADSL2+
550	1000	1024	Pasa	10,40	22740	18.944	Pasa	10,40	ADSL2+
560	1000	1024	Pasa	9,52	22740	16.352	Pasa	9,52	ADSL2+

6.2.4 Pruebas desde el MDF en la oficina central hasta el DSLAM remoto.

Tabla 22. Pruebas desde el MDF en la oficina central hasta el DSLAM remoto.

Longitud Loop 26 AWG (M)	Perfil de Prueba AU_RA_L_3000k								Modo de Operación Reportado
	Subida				Bajada				
	Tasa de sincronismo (Kbps)			Margen SNR (dB)	Tasa de sincronismo (Kbps)			Margen SNR (dB)	
	Esperado	Medido	Pasa/ No pasa		Esperado	Medido	Pasa/ No pasa		
2690	994	1024	Pasa	31	9080	1120	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	1856	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2560	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	3904	Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2720	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	4128	Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	3968	Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2336	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2528	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	3936	Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2528	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	3872	Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2304	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	2848	No Pasa	31	2690
2690	994	1024	Pasa	31	9080	7840	Pasa	31	2690

6.2.5 Pruebas desde el MDF en central con fallas simuladas.

Se efectuó el análisis de daños simulados en el par primario –previo al IPDSLAM–, con el fin de determinar las consecuencias que trae para el servicio de banda ancha. Los datos iniciales fueron:

PARÁMETRO	VALOR
Nivel Señal a Ruido	31 dB
Atenuación	6,0 dB
Retardo	1,2 dB

Las fallas simuladas fueron:

1. Hilo A del primario a tierra.
2. Hilo B a tierra
3. Corto entre los hilos A y B
4. Voltaje por el hilo A
5. Voltaje por el hilo B
6. Split en el primario.

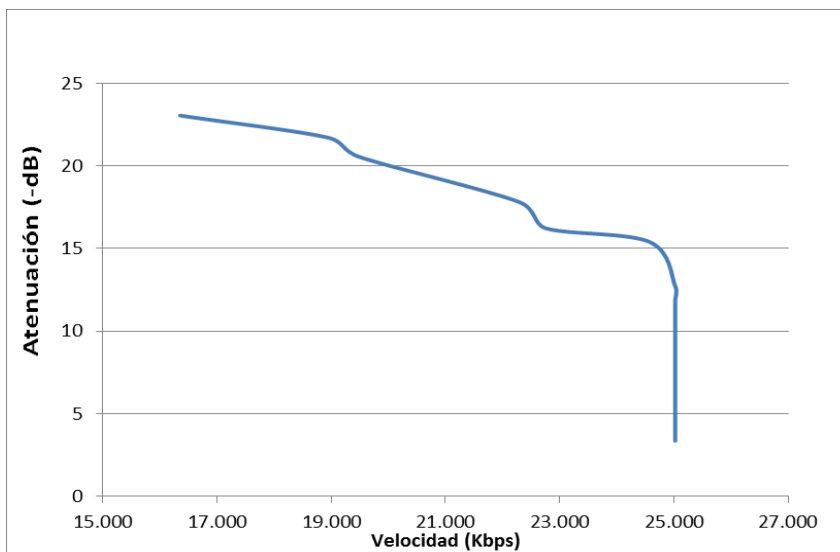
En cada una de las pruebas se obtuvo:

PARÁMETRO	VALOR
Nivel Señal a Ruido	31 dB
Atenuación	6,0 dB
Retardo	1,2 dB

Se observa que los resultados no varían, por tanto, se concluye que en este escenario cualquier daño que se presente en la red primaria de cobre, antes del IPDSLAM, no afecta el servicio de Banda Ancha prestado por el IPDSLAM instalado al finalizar la red primaria.

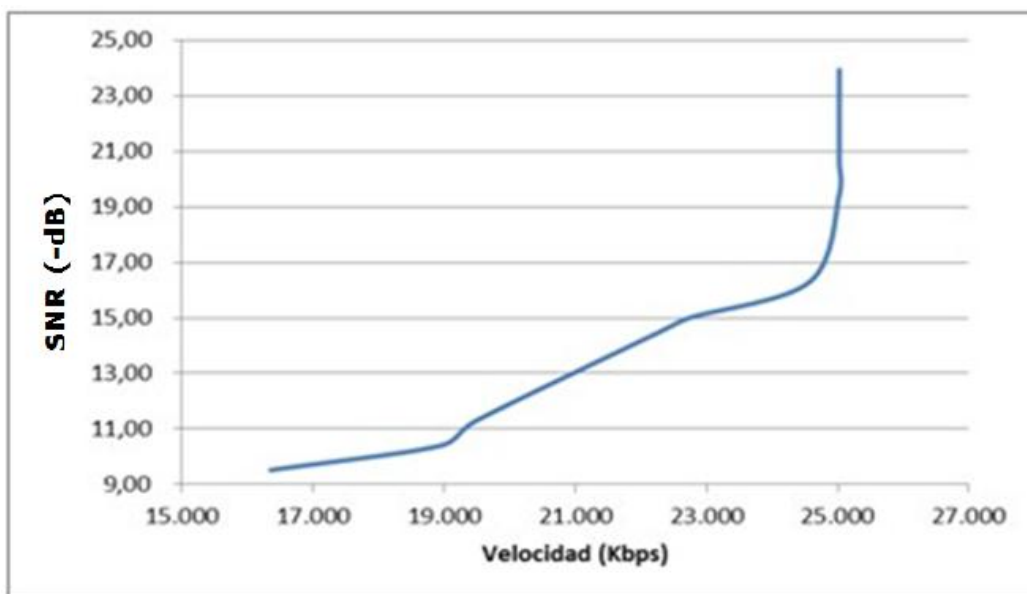
Los resultados de atenuación vs velocidad y SNR vs distancia se observan en las figuras 38 y 39.

Figura 358. Atenuación vs Velocidad, desde el MDF, en central, hasta el DSLAM remoto



Una atenuación baja permite alcanzar velocidades típicas para la prestación del servicio de IPTV por par de cobre, a pesar que la muestra tomada para representar todo el cable no es significativa, la tendencia mostrada en la figura 39 es lo suficientemente clara para esta conclusión.

Figura 369. SNR vs Velocidad desde el MDF, en central, hasta el DSLAM remoto

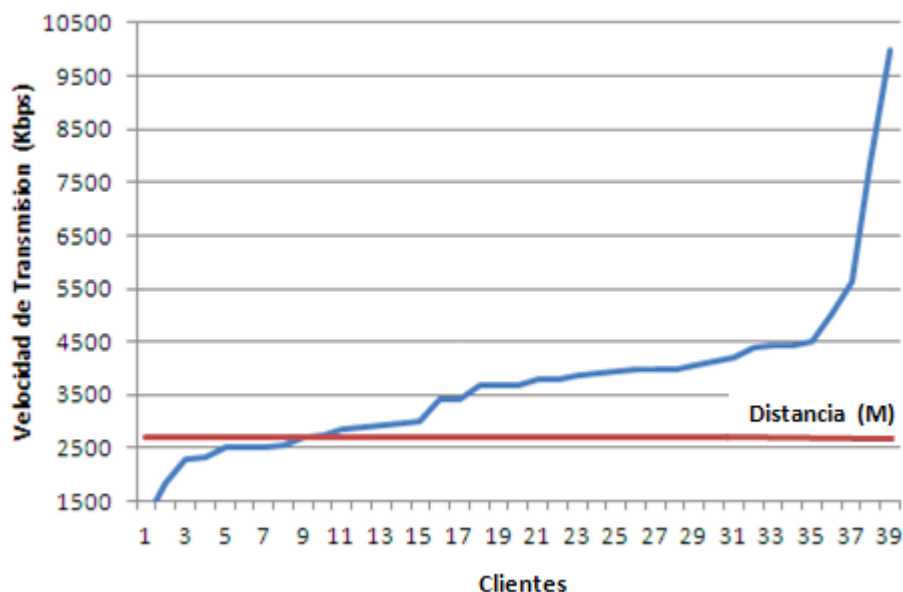


Se aprecia en la anterior figura que a mayor SNR se logra alcanzar mayor velocidad con mayor calidad de servicio; para el análisis se tomaron solo aquellos pares que presentan un valor significativo.

6.2.6 Pruebas a distancias mayores de 2500 metros.

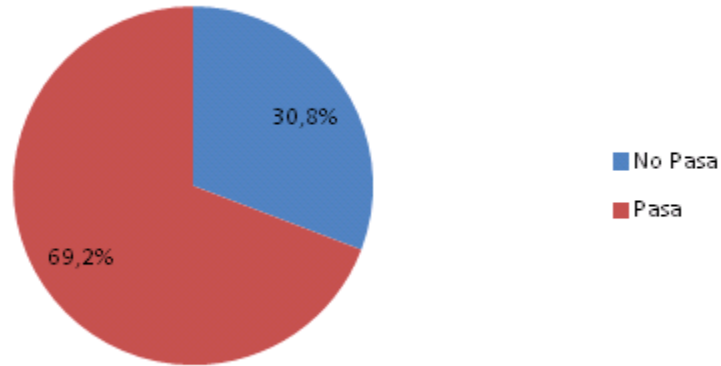
Se tomaron medidas para un cable de 2690 metros de longitud, ver figura 40, a esta distancia se presenta una serie de medidas de velocidad que puede servir para prestar el servicio de voz y banda ancha, sin embargo, si se va a incluir bajo estas condiciones IPTV la mayor parte de los pares no cumple con los requisitos mínimos de transmisión.

Figura 40. Velocidad alcanzada a 2690 metros de la central.



Aunque teóricamente el ancho de banda debe ser superior al medido en esta prueba, se debe tener en cuenta que esta medida corresponde a cables que llevan mucho tiempo en operación y han sufrido el deterioro normal, además, los valores expresados en la norma son teóricos, y no tienen en cuenta la variación de algunos parámetros como ruido externo, diafonía y la misma instalación del cliente, por lo tanto, para este caso se debe adoptar una solución más robusta que permita mejorar las características del ADSL2+.

Figura 4371. Evaluación para el servicio IPTV en pares de cobre.



La figura 41 muestra que de los 39 pares probados para este escenario el 30,8% no permiten prestar el servicio de IPTV, el 69,2% restante permitirían prestar el servicio únicamente para televisión estándar, con un solo televisor y hasta 2Mbps de velocidad de transmisión. Debido al análisis anterior, es claro que la solución a más de 2500 metros no garantiza una estabilidad en el servicio, en consecuencia, se debe caracterizar la red de cobre, disminuyendo la distancia entre el DSLAM y el cliente.

6.3 ANÁLISIS POR TIPO DE CABLE en ADSL2+

A continuación se tabula una pequeña parte de los resultados de la prueba distancia vs velocidad de bajada de acuerdo al tipo de cable implementado.

Tabla 23. Capacidad de transmisión

Distancia (M)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	5500
Vel.bajada (Kbps) en Cable Seco	15367	10301	6905	4628	3103	2080	1394	626	420
Vel. bajada (Kbps) en Cable Relleno	18938	11487	6967	4226	2563	1555	943	347	210

Los diagramas de dispersión representados en las figuras 42 y 43 muestran la tendencia de la velocidad-distancia para un cable seco y un cable relleno.

Figura 4382. Velocidad vs distancia en cables telefónicos multipar de cobre-secos

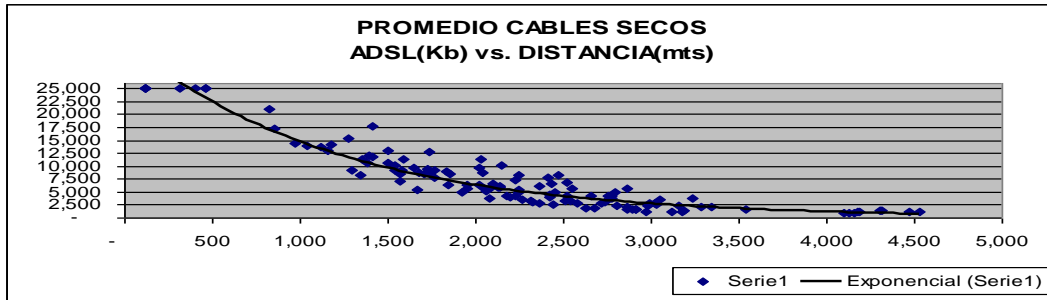
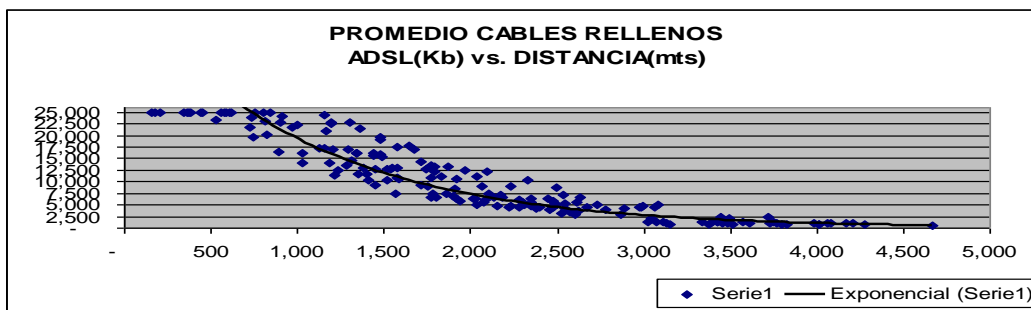


Figura 43. Velocidad vs distancia en cables telefónicos multipar de cobre-rellenos



A pesar que los datos tomados para ambas pruebas no son uniformes, se puede observar que en el caso del cable seco hay un mejor comportamiento de la velocidad de transmisión, sin embargo, para distancias cortas es mejor el comportamiento del cable relleno.

Capítulo 7. Conclusiones

7.1 La implantación del protocolo propuesto busca realizar una evaluación, basada en parámetros técnicos, que permiten garantizar al usuario un acceso de banda ancha con buena calidad de servicio y experiencia mejorando el nivel de servicio que ofrece el operador de telecomunicaciones, por otra parte el operador mejorará su capacidad de gestión y tendrá control sobre la operación y el mantenimiento – O&M– y la comercialización del servicio.

7.2 La importancia para el Operador de Telecomunicaciones de certificar la red como requisito previo e ineludible a la prestación del servicio le garantiza el despliegue y soporte dentro de los parámetros de operación que sugieren los estándares y proveedores con la posibilidad de implementaciones mucho más rápidas, confiables y eficientes redundando en favor, tanto del operador como de los consumidores, al estructurar planes comerciales acorde a las condiciones existentes en la red.

7.3 A partir del modelo propuesto, el operador de telecomunicaciones puede estandarizar y normalizar procesos tales como: la venta, la comercialización, la instalación y el mantenimiento del servicio con procedimientos claros, lo cual permite que frente a requerimientos de los clientes se tenga la seguridad de alcanzar la solución que se está proponiendo y ante una dificultad tomar la mejor decisión afectando lo menos posible al cliente y por ende la imagen de la compañía.

7.4 Problemas en la arquitectura y solución propuesta detectados en la fase de pre-instalación y pre-configuración del servicio mediante procedimientos de certificación, ayudan a definir la factibilidad financiera para la implementación y la prestación de un nuevo servicio sobre su actual plataforma.

Capítulo 8. Recomendaciones

Es importante que los operadores de telecomunicaciones cuenten con estándares, protocolos y equipos de prueba que ayuden a definir la arquitectura y evaluar la factibilidad técnica para la implementación y la prestación de un nuevo servicio sobre su actual plataforma.

La combinación de tecnologías como xDSL con fibra óptica FTTC, FTTCab o FTTN resultan más rápidas de implementar y de menor inversión, comparada con FTTH o FTTP y un paso intermedio para llegar a todo fibra, puesto que pretender la instalación de fibra óptica hasta las premisas de todos los clientes demanda una gran inversión y un mayor tiempo de ejecución.

La prueba previa de los pares telefónicos es la forma más confiable de obtener información para tomar decisiones que permitan ofrecer a los clientes acuerdos de niveles de servicio –ANS–.

Las pruebas de los parámetros primarios de la línea de transmisión determinan si los pares están listos para prestar el servicio de voz, si queremos garantizar la transferencia de mayor cantidad de información se debe complementar con pruebas de Nivel Señal a Ruido –NSR–, Atenuación y Retardo, entre otras. El comportamiento conjunto de los anteriores parámetros garantiza la prestación del servicio de IPTV estándar, en el caso del servicio de alta definición las pruebas deben ser más exigentes para garantizar el buen desempeño.

Para implementar el servicio de IPTV sobre ADSL2+ se debe tomar como referencia es estándar de la ITU G992.5, e igualmente para VDSL2 el estándar G993.2.

Es necesario implementar un sistema de revisión de las características de los pares que permita determinar si el par es adecuado o en el caso que lo haya sido en un principio determinar si aún reúne las condiciones para prestar el servicio de IPTV. Los valores de los parámetros deben ser almacenados en una base de datos, figura 39, que sirva de referencia en el momento de la implementación del servicio como se puede apreciar en la figura 40.

Figura 394. Propuesta de diagnóstico para servicio de banda ancha.

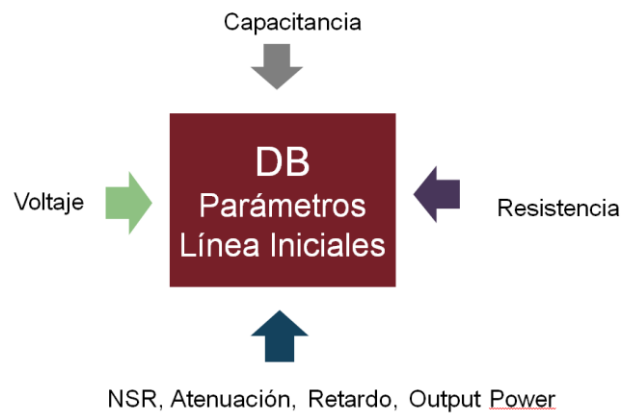
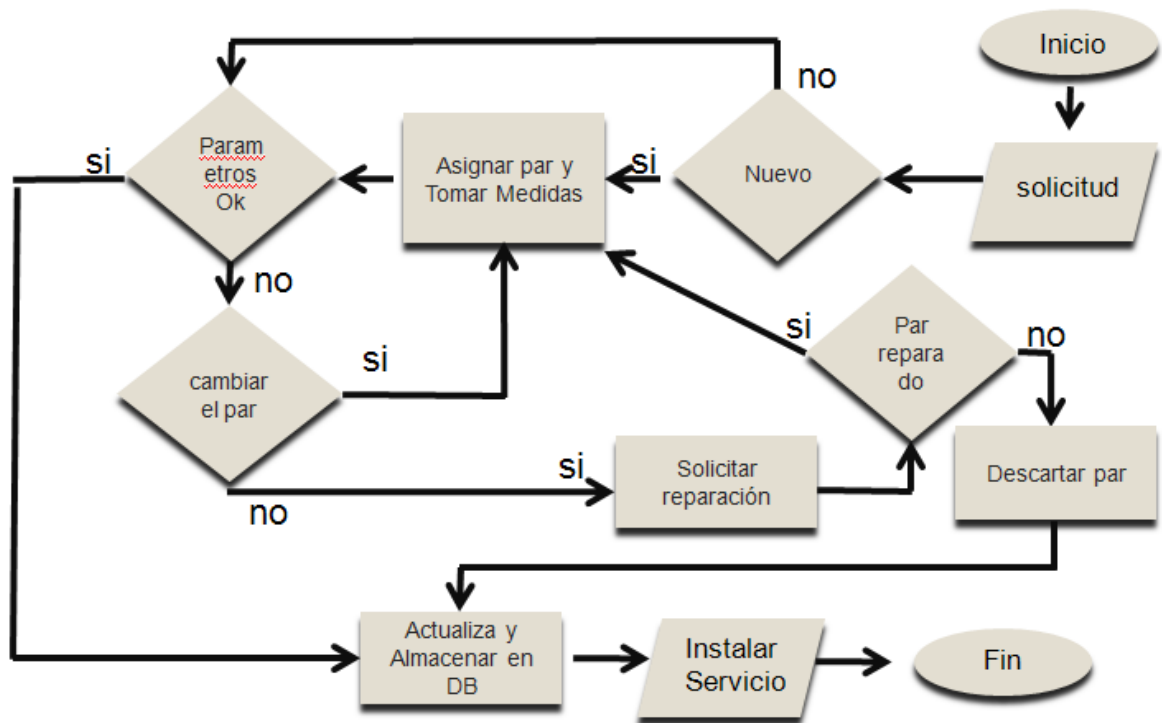


Figura 405. Proceso prueba e instalación servicio banda ancha por par de cobre.



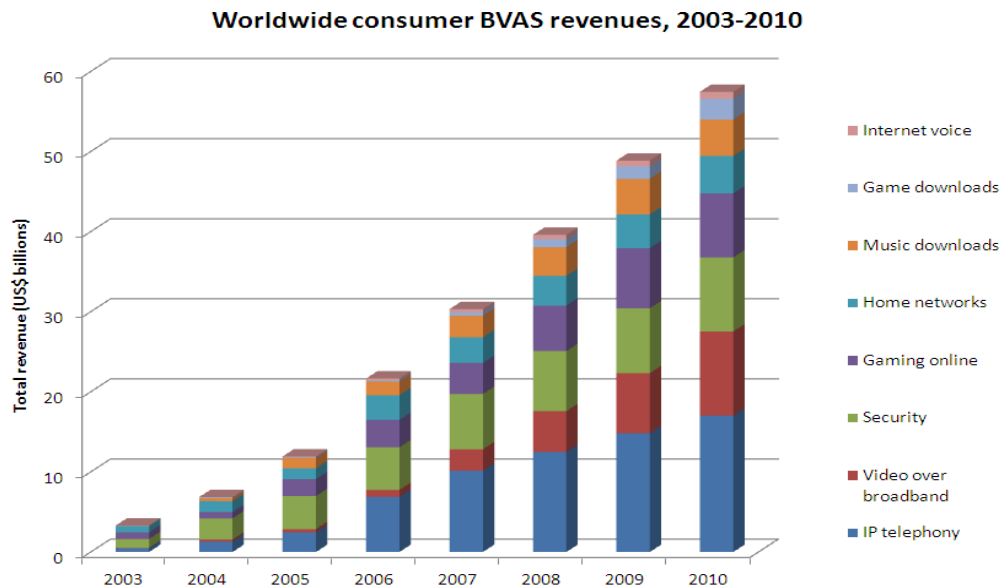
Capítulo 9. Trabajo Futuro

El presente trabajo propone al operador de telecomunicaciones un protocolo que le permite realizar la evaluación de la red de acceso por par de cobre para garantizar la prestación del servicio IPTV; se debe estar evaluando y ajustando el protocolo constantemente.

Los altos índices de crecimiento de los anchos de banda y el rápido cambio tecnológico que exigen los nuevos servicios demandan que cada servicio cuente con un protocolo.

Se pueden desarrollar múltiples servicios, aplicaciones y contenidos sobre la TV que proporcionen grandes atractivos para los clientes y generen mayores ingresos a los operadores de telecomunicaciones, figura 41. El cliente ya no es un simple espectador y puede ser parte de concursos, videoconferencias, juegos en línea, etc., gracias entre otros a la interactividad que permite IPTV.

Figura 416. Worldwide consumer BVAS revenues, 2003-2010



Fuente: Point Topic, Broadband Money Makers Update - Issue 39

Los operadores de telecomunicaciones en las áreas de comercialización, planeación, ingeniería y mantenimiento requieren igualmente de protocolos, por ejemplo, el área financiera, para la implementación de nuevos servicios demanda grandes inversiones, tanto por el equipamiento como por las inversiones en obra y tiempos de implementación, con el seguimiento de una metodología se lograrían los resultados esperados.

Capítulo 10. BIBLIOGRAFÍA

ANSI/ICEA. S-85-625-2002 Standard for telecommunications cable aircode, polyolefininsulated, copper conductor technical requirements, Published by Insulated cable engineers association. Inc. Carrollton, GA, U.S.A. third edition December 2002.

ARGUS 145plus_Data sheet_E_V_07_2011.pdf, Analizador combinado triple play +xDSL. P. 4.

Blandon David, Yoni Diaz, Fabio G. Guerrero,... Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia. CINTEL, primera edición, dic 2010, impreso en Colombia. p.45; 57

Broadband Forum TR-100 ADSL2/ADSL2+ Performance Test Plan.

Broadband Forum, TR-160. IPTV Performance Monitoring. Issue: 1.00 Date: November 2010., p.20.

Broadband Forum, TR-176 ADSL2Plus Configuration Guidelines for IPTV. Issue: 1.00. September 2008., p.18.

Broadband Forum, TR-176. ADSL2+ Configuration Guidelines for IPTV

Broadband Forum, TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model. Issue: 1.00

Broadband forum.org http://www.broadband-forum.org/downloads/About_DSL.pdfDSL Technology Evolution., p.2 [Consultado: septiembre 2011]

CINTEL. Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia.pdf.

Curso planta externa cobre teoría básica.pdf.

De León, Omar. Perspectivas de las tecnologías de Telecomunicaciones y sus implicancias en los Mercados y marcos regulatorios en los países de América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, julio de 2009, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., p.7.

DSLForum.

EXFO, Equipo de pruebas de triple uso de IP, adsl2+, vdsl2 y cobre.pdf, acceso a dispositivos de pruebas de redes p. 6.

FG IPTV-OD-0001 Mandate and Terms of reference of FG IPTV Working Groups,

FG IPTV Chairman, 1st FG IPTV meeting: Geneva, 10-14 July 2006., p.1

Fibra óptica. http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica [consultado: octubre 2011]

G, Juan Sebastián, Tecnologías de redes PON –paper–
http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Definición_caracteristicas_PON_APOn_BPON_GEPON_GPON_EPON.pdf., p.1

G. Moumoulidis, OTE, ITU. Breve descripción de sistemas de conmutación y transmisión PLANITU doc-17-S

Hayt William H. Teoría Electromagnética. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana, México, 1991.

<http://colos.inf.um.es/cienciaytecnologia/ponencias/JaimeCastillo1-50.pdf>.

<http://www.bricopage.com/electricidad/cablecoaxial.htm>

<http://www.eveliux.com/mx/limitaciones-de-las-comunicaciones.php> [consultado: diciembre 2011]

http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/06/13/T06130000500001PDFE.pdf Optical Component Technology.

<http://www.netup.tv/es-ES/>

[http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/.](http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/)

<http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/695/1/T-ESPE-027469.pdf>
[consultado: diciembre 2011]

ITU-T IPTV Focus Group Proceedings. IPTV-GSI, 2008., p.96; 100; 133; 173; 215-219; 282; 287; 288

K. HASTINGS y N. NECHITA. Challenges and opportunities of delivering IP-based LAWRENCE, Harte. IPTV Basics. Althos Publishing Fuquay-Varina, USA, 2006., p.140.

Luis Bellido Triana, contribución a las metodologías para la evaluación de la calidad del servicio en redes heterogéneas.

OSP, Sistema de planta externa SIPLEX PRO

OSP, Sistema de planta externa SIPLEX VER

Point Topic, Broadband Money Makers Update - Issue 39

Point Topic, IPTV statistics Q2 2011, A Short Report from Broadband Money Makers, p. 5

Point Topic, World Broadband Statistics Short Report Q1 2011., Junio 2011 p.6

Point Topic. World Broadband Statistics: Short Report - Q3 2011., enero 2012. p. 4

Residencial televisión services". IEEE Communications Magazine. Vol. 38, Nº11. nov 2000, p.86-92

Soto, Jorge Mateos. Redes WDM
<http://personales.alumno.upv.es/~jormaso/WDM/redesWDM.htm> [consulta noviembre 2011]

Telefónica's Access Network Transformation

TR-252 xDSL Protocol-Independent Management Model
univ.zte.com.cn.

www.centelsa.com.co. Cable telefónico para exteriores.pdf.

ZTE GPON and FTTx Solutions, febrero 2011.

ZTE, Propuesta Red Multiservicios a la GUENT de EMCALI.

Capítulo 11. GLOSARIO

- ATM** –Asynchronous Transfer Mode–: Modo de transferencia asincronica
- BER** –Bit Error Rate–: Promedio de bits recibidos incorrectamente de un total de bits enviados.
- BRIDGE TAPS**: Fugas de cable
- BROADCAST**: Transmisión de paquetes a todos los dispositivos en una red
- CAPEX**: Inversiones de capital que crean beneficios
- DMT –Discret Multitone–**: Tipo de modulación utilizada en DSL.
- E1**: Formato de transmisión digital con velocidad de 2048 Kbps (G.703).
- FEXT –Far end crosstalk–**: Diafonía en el extremo lejano.
- FRAME RELAY–Frame-mode Bearer Service–**: Tecnología de conmutación rápida de tramas.
- GSM –Global System for Mobile Communications–**: Servicio que brinda la ubicación física de un terminal móvil determinado.
- HSPA –High Speed Packet Access–**: Combinación de tecnologías posteriores y complementarias a la 3.^a generación de telefonía móvil
- IPDSLAM –Internet Protocol Digital Subscriber Line Access Multiplexer–**: Multiplexor de Acceso de Línea Digital para servicios DSL sobre el protocolo de Internet.
- ISP**: Internet Service Provider: Proveedor del servicio de internet.
- Kbps**: Kilo bits per second: Unidad de medida de la tasa de transferencia de datos
- LAN**: Local Area Network: Red de area local.
- LAN to LAN**: Conexión de redes locales.
- LMDS**: Local Multipoint Distribution Service: Tecnología de conexión vía radio, con el despliegue de servicios fijos de voz acceso a Internet, datos y video bajo demanda.
- LTE –Long Term Evolution –**: Nuevo estándar de las redes inalámbricas de alta velocidad.
- MDF –Digital Distribution Frame–**: Distribuidor principal.
- MIC** : Modulación por Impulsos Codificados.
- MPEG-2 –Moving Pictures Experts Group 2–**: Estándar para audio y vídeo por satélite y señales de TV digital por cable.
- MPEG-4 AVC –Moving Pictures Experts Group 4 Advanced Video Coding) –**: Norma que define un códec de vídeo de alta compresión.
- MULTICAST**: Envío de la información en una red a múltiples destinos. Simultáneamente.
- NEXT**: Diafonía en el extremo cercano.
- NGN –Next Generation Network –**: Red de nueva generación.
- OPEX**: Herramienta para el cálculo de gastos operativos.
- PCR –Program Clock Reference–**: Programa de referencia de reloj.
- PCS: Personal Communication System**: Sistema de comunicación móvil para intercambio de información.

PDH–Plesiochronous Digital Hierarchy– : Jerarquía digital plesiocrona

PID: Identificador de paquete

PLC – Power Line Communications– : Comunicación a través de línea de poder

PMSF : Gestión de potencia para manejo forzado

POTS –Plain Old Telephone Service–: Servicios telefónico convencional

PROTOCOLO: Relación en la comunicación o la transferencia de información

P2MP: Punto a multipunto

P2P: Punto a punto

QoE –Quality of Experience–: Calidad de la experiencia

QoS –Quality of Service–: Calidad de Servicio

RSDI: Red digital de servicios integrados

REIN: Repetitive Impulse Noise: Ruido impulsivo que se repite en el tiempo

RMS: Red Multiservicios:

RUIDO IMPULSIVO: ruido cuya intensidad aumenta bruscamente durante un impulso

SDH –Synchronous Digital Hierarchy–: Jerarquía digital síncrona

SDSL: Línea de abonado digital simétrica

SDV –Switched digital video–: Video de conmutación digital

SDTV: Standard Definition Television: Televisión Estándar

SNR –Signal Noise Ratio–: Relación señal a ruido

SOFTSWITCH: Dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura NGN

STB –Set-top Box–: Decodificador de television analógica o digital

TDM –Time Division Multiplex–: Multiplexación por división en el tiempo

TDS: Television digital satelital

TDT: Television digital terrestre

TIME to MARKET: Tiempo de puesta en servicio.

TRIPLE- PLAY: Voz, Banda ancha y Televisión a través del mismo medio

UAM: Unidad de Acceso Multiservicios

UIT-T: Unión Internacional de telecomunicaciones

UNICAST: Envío de información desde un único emisor a un único receptor

UMTS –Universal Mobile Telecommunications System–: Estándar de tercera generación de movil

VDSL –Very high bit: rate Digital Subscriber Line–: Línea de abonado digital asimétrica de muy alta tasa de transferencia.

VIDEO DIGITAL: Representación digital de la señal de vídeo

VIDEO STREAM: Difusión de audio y/o video

VPN: Red privada Virtual

WAN: Red de área extendida

WDM –Wave Division Multiplexing–: Tecnología óptica que utiliza diferentes longitudes de onda para multiplexar diversas señales

WCDMA –Wideband Code Division Multiple Access–: Acceso múltiple por división de código de banda ancha

WIRELESS: Inalámbrico

xDSL: Familia de tecnologías de acceso a banda ancha a través del par de cobre.