

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**



**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE  
PLAY EN LA ESTRUCTURA DE COBRE EXISTENTE EN LA  
EMPRESA DE TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA  
PROVINCIAL DE SANTA ELENA”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Autor: Víctor Rodríguez Vera**

**Tutor: Ing. Víctor Fuentes Dumes**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2014**

La Libertad, 22 de mayo de 2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA ESTRUCTURA DE COBRE EXISTENTE EN LA EMPRESA DE TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA PROVINCIAL DE SANTA ELENA”, elaborado el Sr. Rodríguez Vera Víctor Enrique, egresado de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

**Atentamente**

.....

**Ing. Víctor Fuentes Dumes.**

**TUTOR**

## **CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA**

En mi calidad de Licenciad.. de la especialidad de Lengua y Literatura, luego de haber revisado y corregido la tesis “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA ESTRUCTURA DE COBRE EXISTENTE EN LA EMPRESA DE TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA PROVINCIAL DE SANTA ELENA”, previa la obtención del Título de INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, del egresado de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones , Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, RODRIGUEZ VERA VICTOR ENRIQUE, certifico que está habilitada con el correcto manejo del lenguaje, claridad en la expresión, coherencia en los conceptos, adecuado empleo de la sinonimia, corrección ortográfica y gramatical.

Es cuanto puedo decir en honor a la verdad.

La Libertad, .. de Mayo del 2014

Lcd... ..

LICENCIADA EN LITERATURA Y PEDAGOGÍA

## DEDICATORIA

*A mi esposa Jacqueline*

Por su amor y estar conmigo en todos los momentos de mi vida desde que Dios me la puso en mi camino.

*A mis hijas Ma. Raquel y Ma. Eugenia*

Fruto de nuestro amor, por ser la motivación más hermosa en nuestras vidas.

*A mi nieto Juan Diego*

Que me ha traído alegría desde su nacimiento

*A mis Padres Enrique y Perla*

Por darme la vida, brindarme su amor de padres y por hacerme un hombre de bien.

*A mis tías Elvira, Ángela, Nola*

Por brindarme su cariño inmenso y apoyo constante.

*A Leito,*

Mi hermanita querida, Dios te bendiga.

## AGRADECIMIENTO

*A Dios Padre Infinitamente Bueno*

Por amarme hasta la eternidad y darnos su esencia divina.

*A Jesucristo mi Redentor*

Por haberme salvado y mostrarme el camino de regreso a casa.

*A la Virgen María Intercesora*

Por ser mediadora ante su hijo en mis dolencias y necesidades.

*A mi esposa, hijas, Madre, tías y hermana*

Por su ayuda incondicional. Gracias, las amo

*Al Ing. Víctor Fuentes*

Por haberme guiado en el desarrollo de este proyecto y en las aulas.

*A mis profesores*

Que me tuvieron paciencia y me orientaron en el camino de esta profesión

## TRIBUNAL DE GRADO

---

Ing. Freddy Villao Santos, MSc.  
Decano de la Facultad de  
Sistemas y Telecomunicaciones

---

Ing. Washington Torres Guin, MSc.  
Director de Escuela

---

Ing. Víctor Fuentes Dumes  
Profesor Tutor

---

Ing. Daniel Gómez  
Profesor de Área

---

Ab. Milton Zambrano Coronado, MSc.  
Secretario General - Procurador

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN  
LA ESTRUCTURA DE COBRE EXISTENTE EN LA EMPRESA DE  
TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA PROVINCIAL DE SANTA  
ELENA”**

Autor: Víctor Rodríguez Vera  
Tutor: Ing. Víctor Fuentes Dumes

**RESUMEN**

La presente investigación analiza y diseña una alternativa de solución con el propósito de poder brindar el servicio Triple Play en la empresa de telefonía pública CNT EP Agencia Regional de la Provincia de Santa Elena a través del par de cobre existente, aprovechando toda su infraestructura y tecnología ya instalada, optimizando la Red de Acceso.

Este proyecto desarrolla cinco capítulos.

El capítulo 1 revisa la situación técnica limitante con lo que se identifica el problema, se justifica su investigación, se plantean los objetivos, se determina la hipótesis y se proponen resultados a lograr.

El capítulo 2 estudia el marco teórico correspondiente a la tecnología implementada en la Planta Telefónica y su migración hacia la de nuevas generaciones NGN como fundamento teórico y sustento de los avances en el campo de las comunicaciones sobre el par de cobre.

En el capítulo 3 se analiza la situación actual de la estructura con que cuenta la CNT EP en la red de transporte o transmisión y principalmente en la Red de Acceso de la regional.

El capítulo 4 diseña alternativas de optimización de la red para poder brindar el servicio en estudio.

En el capítulo 5 se analizan e interpretan los valores de las mediciones y pruebas realizadas, comparando con los estándares correspondientes concretando las perspectivas de optimización para brindar servicios con las tendencias de velocidades actuales, y sustancialmente, se evalúa la hipótesis planteada.

Conclusión principal: se cumple con los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, es decir poder brindar el servicio en la estructura existente, sobretodo, en los nodos nuevos y en otros con el cumplimiento de parámetros específicos.

## **INDICE GENERAL**

CARATULA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
TRIBUNAL DE GRADO .....	VI
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
INDICE DE ANEXOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1 .....	2
MARCO REFERENCIAL .....	2
1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. Identificación del problema .....	3
1.2. Situación actual del problema.....	3
1.3. Justificación del tema .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.5. Hipótesis.....	6
1.6. Resultados esperados .....	7
CAPÍTULO 2.....	9
MARCO TEÓRICO .....	9
2. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1 Antecedentes.....	10

2.1.1	Antecedentes históricos .....	10
2.1.2	Antecedentes referenciales .....	10
2.2.	Elementos principales de la red de Planta Externa .....	11
2.2.1	Propiedades Eléctricas del bucle del abonado .....	15
2.2.1.1	Resistencia de bucle telefónico .....	15
2.2.1.2	Desequilibrio resistivo .....	16
2.2.1.3	Continuidad de pantalla.....	17
2.2.1.4	Voltaje inducido .....	17
2.2.1.5	Atenuación .....	18
2.2.1.6	Diafonía.....	18
2.2.1.7	Resistencia de Tierra .....	19
2.2.1.8	Resistencia de aislamiento.....	20
2.3	Plataforma Multiservicios .....	21
2.3.1	Servicios y funciones de la Plataforma Multi-Servicios.....	22
2.3.2	Características de un AMG .....	22
2.3.3	Características Generales de Plataforma Multi-Servicios.....	23
2.3.4	Sistema de Conexión .....	23
2.4	Red de Acceso .....	24
2.4.1	Acceso por medio físico .....	24
2.4.1.1	Par de cobre.....	24
2.4.1.2	Cable coaxial.....	24
2.4.1.3	Fibra óptica .....	25
2.4.1.4	Redes híbridas coaxial-fibra.....	25
2.4.2	Acceso por medio inalámbrico .....	25
2.4.3	Redes de Acceso con tecnologías xDSL.....	25
2.4.3.1	ADSL, ADSL2 y ADSL2+ .....	27
2.4.3.2	Estándares de ADSL2+.....	30
2.4.3.3	Comparativa entre ADSL2 y ADSL2+ .....	30
2.4.3.4	VDSL, VDSL2 .....	31
2.4.3.5	G.fast.....	33
2.5	Redes de Nueva Generación NGN.....	34

2.5.1 Características de las NGN .....	34
2.5.2 Tecnología de NGN.....	35
2.6 Tecnología de Transporte de Datos y de Modulación .....	36
2.6.1 Descripción de la modulación.....	36
2.6.2 DSLAM .....	40
2.6.3 ATM sobre ADSL .....	42
2.6.3.1 DSLAM sobre ATM .....	43
2.6.3.1 IP-DSLAM .....	43
2. 7 Los servicios Triple Play .....	44
2.7.1 Los servicios integrados .....	46
2.7.2 Calidad de Servicio.....	46
2.7.3 Calidad de Servicio QoS y Calidad de Experiencia QoE .....	46
2.7.4 Sistemas de Difusión 2.7.4.1 Unicast .....	47
2.7.4.2 Multicast .....	48
2.7.4.3 Broadcast o difusión.....	49
2.8 Estructura metodológica de la investigación.....	49
2.8.1 Tipo de estudio .....	50
2.8.2 Métodos de investigación .....	50
2.8.3 Fuentes y técnicas de recolección de datos .....	51
2.9 Términos básicos.....	52
CAPÍTULO 3.....	55
ANÁLISIS.....	55
3. ANÁLISIS.....	55
3.1 Diagrama situación actual .....	56
3.2 Estructura Tecnológica de CNT EP .....	57
3.3 Servicios que brinda CNT EP .....	57
3.4 Disposición de equipos y medios de transmisión .....	58
3.4.1 Red de Transporte del Nodo Principal Santa Elena .....	59
3.4.2 Red de Acceso de CNT EP Provincia de Santa Elena .....	61
3.4.3 Distritos en CNT EP Provincia de Santa Elena .....	66

3.4.3.1 Sector Urbano: .....	67
3.4.3.2 Sector Norte: .....	67
3.4.3.3 Sector Sur: .....	67
3.4.4 Par trenzado de Cobre .....	67
3.4.5 Equipos del Abonado .....	69
3.5 Análisis situación actual de la red.....	69
3.5.1 Análisis Técnico .....	70
3.5.1.1 Mediciones en la red Telefónica Nodo Pechiche .....	72
3.5.1.2 Mediciones en ADSL2+ Nodo Pechiche .....	83
Fuente: Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena .....	89
3.5.2 Análisis Económico .....	90
3.5.3 Análisis Operativo .....	91
CAPÍTULO 4.....	93
DISEÑO .....	93
4. DISEÑO .....	93
4.1 Arquitectura de la Red de Acceso .....	94
4.1.1 Diseño arquitectónico .....	94
4.1.2 Diagrama de componentes .....	96
4.2 Servicios propuestos .....	97
4.2.1 Requerimientos de Banda Ancha .....	100
4.2.2 Anchos de Banda para cada Servicio y su Espectro .....	101
4.3 Topología de red.....	104
4.4 Diseño del Nodo Pechiche .....	104
4.4.1 Red de Transmisión Pechiche.....	104
4.4.2 Planos del Nodo Pechiche .....	105
4.4.3 Ubicación de los Distritos .....	108
4.5 Hardware instalado.....	108
4.6 Software del AWG .....	109
CAPÍTULO 5.....	111
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	111

5. ANÁLISIS COMPARATIVO, EVOLUCIÓN, TENDENCIA Y PERSPECTIVAS .....	111
5.1 Comparación de resultados de Pruebas y Mediciones.....	112
5.1.1 Comparación medición Aislamiento .....	114
5.1.2 Comparación medición Resistencia de Bucle .....	114
5.1.3 Comparación medición Desequilibrio Resistivo.....	115
5.1.4 Comparación medición Continuidad de Pantalla.....	115
5.1.5 Comparación medición Atenuación .....	116
5.1.6 Comparación medición Diafonía .....	116
5.1.7 Comparación medición Voltaje Inducido .....	117
5.2 Análisis de las mediciones.....	117
5.3 Estimaciones en el resto de nodos .....	118
5.3.1 Nodos con AMG y red nueva .....	119
5.3.2 Nodos con AMG nueva y red antigua.....	120
5.3.3 Nodos con AMG y red antiguas.....	120
5.4 Evaluación de Hipótesis .....	122
CONCLUSIONES .....	123
RECOMENDACIONES.....	126
Bibliografía .....	129
ANEXOS .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Elementos de una Red de Planta Externa.....	12
Figura 2.2. Medición de la Resistencia del bucle .....	16
Figura 2.3. Medición de Desequilibrio Resistivo.....	16
Figura 2.4. Medición de la continuidad de pantalla .....	17
Figura 2.5 Medición del Voltaje Inducido .....	17
Figura 2.6. Medición de la Atenuación .....	18
Figura 2.7 Medición de la Diafonía .....	19
Figura 2.8 Medición de la Resistencia de aislamiento.....	20
Figura 2.9 Plataforma Multiservicios .....	21
Figura 2.10 Normalización del xDSL.....	27
Figura 2.11 Relación distancia vs velocidad de Tx en una red de Cobre con tecnologías xDSL.....	27
Figura 2.12 Espectro ADSL2 y ADSL 2+ .....	28
Figura 2.13 Velocidad vs Distancia entre ADSL2 y ADSL2+.....	29
Figura 2.14 Ancho de banda y Servicios.....	29
Figura 2.15 Comparativa de velocidades de bajada .....	31
Figura 2.16 Espectro ADSL2, ADSL 2+ y VDSL2 .....	32
Figura 2.17 Ancho de banda vs Distancias entre ADSL2+, VDSL1 y VDSL2....	32
Figura 2.18 Arquitectura NGN y elementos de Red.....	36
Figura 2.19 Conexión ADSL .....	37
Figura 2.20 Splitter .....	37
Figura 2.21 Modulación ADSL DMT con FDM .....	39
Figura 2.22 Caudal máximo (Kbps) de los módems ADSL en función de la longitud del bucle de abonado .....	40
Figura 2.23 DSLAM .....	41
Figura 2.24 Diagrama de la estructura IPTV en Triple Play .....	45
Figura 2.25 Unicast y Multicast .....	48
Figura 2.26 Broadcast.....	49
Figura 3.1: Diagrama de nodos.....	56
Figura 3.2 Nodo provincial de Sta. Elena.....	59
Figura 3.3 Diagrama del equipamiento MPLS.....	61
Figura 3.4 Alcatel-Lucent 7302 ISAM.....	62

Figura 3.5 Alcatel-Lucent 7330 ISAM.....	64
Figura 3.6 Alcatel-Lucent 1540 Litespan MSAN.....	66
Figura 3.7 Dynatel 965 AMS/ADSL2+ .....	72
Figura 3.8 Medición de aislamiento .....	73
Figura 3.9 Medición de Resistencia de Bucle .....	75
Figura 3.10 Medición de desequilibrio Resistivo .....	77
Figura 3.11 Medición de Continuidad de pantalla .....	79
Figura 3.12 Medición de Voltaje inducido .....	81
Figura 3.13 Medición de Atenuación.....	83
Figura 3.14 Espectro de interferencias .....	86
Figura 4.1: Arquitectura propuesta Triple Play .....	95
Figura 4.2 Componentes del Nodo Pechiche. ....	96
Figura 4.3 Opciones de servicios Triple Play .....	97
Figura 4.4 Plataforma convergente para DSL y GPON .....	100
Figura 4.5 Distribución de frecuencias ADSL,ADSL2, ADSL2+ .....	101
Figura 4.6 Distribución de frecuencias ADSL,ADSL2, ADSL2+, VDSL y VDSL2 ... .....	102
Figura 4.7 Red telefónica jerárquica. ....	104
Figura 4.8 Red de transmisión Pechiche. ....	105
Figura 4.9 Red de Primaria. ....	106
Figura 4.10 Red de Secundaria D-30. ....	107
Figura 4.11 Esquema de Empalmes D-30. ....	107
Figura 4.12 AMG –Alcatel Lucent 1540 MSAN LiteSpan. ....	109
Figura 5.1: Protocolo de Pruebas de Red Telefónica. ....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Plan fundamental de Transmisión de la red de cobre.....	15
Tabla 3.1: Planes de Internet CNT.....	58
Tabla 3.2: Sectores del Nodo Provincial.....	60
Tabla 3.3: Estado y distancias de los pares de cobre.....	68
Tabla 3.4: Distancias mayores a 2000 m, La Libertad-Central.....	69
Tabla 3.5 Medición de Aislamiento.....	75
Tabla 3.6 Medición de Resistencia de Bucle.....	77
Tabla 3.7 Medición de Desequilibrio Resistivo.....	79
Tabla 3.8 Medición de Continuidad de pantalla.....	81
Tabla 3.9 Medición de Voltaje inducido .....	822
Tabla 3.10 Medición de Atenuación en DSL.....	85
Tabla 3.11 Medición de Diafonía.....	87
Tabla 3.12 Medición de Atenuación en DSL.....	89
Tabla 4.1 Servicio 1.....	97
Tabla 4.2 Servicio 2.....	98
Tabla 4.3 Servicio 3.....	98
Tabla 4.4 Opción FTT(B/C) + ADSL2.....	99
Tabla 4.5 Opción FTTH/PON .....	99
Tabla 4.6:Requerimientos de anchos de banda vs distancias.....	100
Tabla 4.7 Ubicación de distritos o armarios.....	108
Tabla 5.1 Comparación de medición de Aislamiento.....	114
Tabla 5.2 Comparación de medición de Resistencia de Bucle.....	114
Tabla 5.3 Comparación de medición de Desequilibrio Resistivo.....	115
Tabla 5.4 Comparación de medición de Continuidad de Pantalla.....	115
Tabla 5.5 Comparación de medición de Atenuación.....	116
Tabla 5.6 Comparación de medición de Diafonía.....	116
Tabla 5.7 Comparación de medición de Voltaje Inducido.....	117
Tabla 5.8: Nodos con AMG y red nueva.....	119
Tabla 5.9 Nodos con AMG nueva y red antigua.....	120
Tabla 5.10 Nodos con AMG y red antiguas.....	121

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Autorización de CNT EP regional Santa Elena.....	143
Anexo 2 Memoria fotográfica de equipos de la Central La Libertad.....	144
Anexo 3 Memoria fotográfica de Nodo Pechiche.....	147
Anexo 4 Referencia de ensamblaje de Alcatel-Lucent MSAN 1540 Litespan...	148
Anexo 5 Data Sheet de Alcatel-Lucent ISAM 7302.....	149
Anexo 6 Manual Dynatel 965 AMS/ADSL2+ .....	151
Anexo 7 Planos de Pechiche.....	153
Anexo 8 Protocolo de Pruebas de Red Telefónica Nodo Pechiche.....	154

## INTRODUCCIÓN

Los servicios que brindan las Telecomunicaciones en la actualidad se han convertido en una herramienta primordial, sin la cual difícilmente podemos desarrollar nuestras actividades cotidianas. Cabe mencionar que con el uso generalizado de las comunicaciones sea de voz como de datos y video, ingresamos al presente siglo con una creciente demanda de este servicio básicamente a través de la superpista de la información llamada Internet la cual requiere, como debe suponerse, un mayor ancho de banda y comunicaciones en tiempo real.

De esta manera, se han llegado a obtener alternativas de servicios de gran impacto en estos últimos años como son Internet de alta velocidad, televisión digital IPTV y voz sobre IP, siendo el nuevo escenario que se plantea mucho más exigente, donde las velocidades que se manejan están en constante aumento, y las operadoras ofertan como mínimo 2 Mbps y 15 Mbps o más para poder brindar estos nuevos servicios.

El tema propuesto resalta la importancia de implementar este tipo de servicios sobre la misma estructura de cobre, con la diferencia de que, al optimizar el desempeño de los elementos de la red, se prolongará la vida útil de este medio ante la presencia de redes de acceso por fibra óptica o inalámbrica, en principio más veloces. El cobre como medio de acceso debía tener sus días contados, pero ante el desarrollo de tecnologías que mejoran el desempeño de las transmisiones, sigue vigente y coexistirá con la fibra óptica y los medios inalámbricos que se usan para los mismos fines.

La investigación aplica métodos Hipotético, Deductivo, Aplicada, de Observación, de Modelación, de Comparación, logrando alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo de tesis

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

Este proyecto se enfoca en el estudio de la estructura de la Red de Acceso de la empresa de telefonía pública CNT EP Agencia Provincia de

Santa Elena, con el fin de optimizar su operación, para brindar los servicios de voz, Internet de alta velocidad y televisión digital.

### **1.1. Identificación del problema**

En nuestra región los servicios de telefonía fija y móvil e internet son brindados principalmente por la empresa estatal de comunicaciones CNT EP, Claro y Movistar. Se debe indicar que Claro y Movistar ofrecen telefonía celular e Internet, a más de los Smartphone (teléfonos móviles inteligentes), a través de módems que se conectan al puerto USB de las computadoras y solo Claro empieza a ofrecer televisión pagada como en ciudades con mayor población a través de TV satelital. Cabe indicar que estos servicios son relativamente caros si los referimos al salario promedio que un ecuatoriano gana.

La empresa estatal de telefonía fija del Ecuador conocida como Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, (fusión de las sociedades anónimas Andinatel y Pacifictel producida el 14 de enero del 2010.), viene a incursionar en este espectro de servicios de telecomunicaciones, con el limitante de ofrecer solo dos servicios por medio de la estructura de línea de cobre existente por donde ofrece los servicios de voz y de Internet de Banda Ancha, y de televisión pagada a través de enlace satelital.

### **1.2. Situación actual del problema**

Normalmente CNT EP venía ofreciendo el servicio de Internet a través de EASYNET, cuyas tasas de transmisión eran relativamente bajas, (en el rango de 256 Kbps- 1024 Kbps), pero a medida que pasa el

tiempo, y por la necesidad de transportar información a velocidades y distancias cada vez mayores, ahora la empresa está dando a sus usuarios mejores tasas, pero deberá presentar estabilidad y calidad para transportar como promedio de una a dos decenas de Mega bits por segundo para brindar nuevos y competitivos servicios.

Para que esto pueda ocurrir, la operadora Estatal de Telecomunicaciones debe revisar dos situaciones técnicas que actualmente tiene: la baja velocidad que brinda la tecnología ADSL; y, el uso de una tecnología separada al brindar televisión por satélite.

### **1.3. Justificación del tema**

Con la necesidad de competitividad y debido a que la demanda de servicios de telecomunicaciones en todo el mundo está en constante aumento, y además los usuarios van requiriendo nuevos servicios, las redes de telecomunicaciones existentes necesitan aumentar su capacidad e implementar nuevas tecnologías periódicamente. Por este motivo, cada cierto tiempo las empresas de telecomunicaciones deben efectuar enormes inversiones en infraestructura, plataformas y gestión de telecomunicaciones.

La empresa de telefonía pública del estado ha ingresado a dar nuevos servicios tecnológicos, entre ellos el de Internet de Banda Ancha a través de su estructura de cobre existente por medio del cual normalmente nos han provisto de voz (telefonía convencional).

De esta forma están aprovechando solo las dos terceras partes del potencial que brinda la estructura cableada por medio del par de cobre con que se cuenta. Esta inversión ya realizada, podría dar más réditos si se implementara un tercer servicio a través de la misma, específicamente el de televisión de alta definición (HDTV). Este

conjunto de tres servicios, voz, internet y televisión a través de un mismo medio es conocido como Triple Play.

La tendencia actual es emplear solo fibra óptica en las tecnologías FTTH o un sistema híbrido de fibra óptica y cable coaxial conocido por sus siglas en inglés HFC, teniendo en cuenta que al invertirse en estas tecnologías, significaría no aprovechar todas las bondades que ofrece la estructura de cobre que se dispone.

Este proyecto de tesis va dirigido a analizar y diseñar una red de servicios TRIPLE PLAY para aprovechar toda la estructura tecnológica existente en la empresa de telefonía pública CNT EP agencia provincial de Santa Elena, optimizando sus recursos para convertirla en una alternativa viable que se pueda implementar a corto plazo.

#### **1.4. Objetivos**

Para la consecución de los objetivos, se plantean las dos limitantes principales que tiene la operadora Estatal de Telecomunicaciones en nuestra regional provincial para poder brindar este servicio a través del medio de cobre, es decir la baja velocidad que brinda la tecnología ADSL, y el usar una tecnología separada al brindar televisión por satélite.

##### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Analizar y diseñar una Red de servicios Triple Play mediante la tecnología de acceso xDSL para mejorar el servicio existente en una Red de Telefonía Pública optimizando su estructura.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la estructura de comunicación de una planta externa de la Red de Telefonía Pública
- Estudiar las Redes de Acceso xDSL que transmiten impulsos sobre pares de cobre, para el diseño de una plataforma de Telecomunicaciones con lo que se transfieren datos a mayor tasa y obtener más ancho de banda.
- Analizar las redes híbridas en la coexistencia de redes de cobre con las de NGN(Next Generation Networking) o NGA(Next Generation Access Networks)
- Analizar la tecnología de transporte de datos y de modulación **QAM/CAP** (Modulación de Amplitud en Cuadratura)/(carrierless amplitude/phase) y **DMT** (Discrete Multi Tone modulation), para su implementación en el diseño de la red de servicios Triple Play.
- Diseñar una red de servicios Triple Play a partir la tecnología de acceso xDSL para unificar el servicio de voz, datos y video en una Red de Telefonía Pública.

### 1.5. Hipótesis

Al optimizar el desempeño de los recursos en la estructura existente en una empresa de telefonía pública se podrá brindar el servicio Triple Play por un solo medio de comunicación.

## VARIABLES

### Variable independiente (causa)

Optimizar el desempeño de los recursos en la estructura existente.

### Variable dependiente (efecto)

Brindar el servicio Triple Play por un solo medio de comunicación.

## 1.6. Resultados esperados

- ✓ Se complementará el conocimiento adquirido en la Universidad sobre telecomunicaciones, en particular las tecnologías de acceso xDSL que son las tecnologías instaladas para el transporte digital de información a través de una única conexión de línea telefónica y entre ellas la ADSL2, ADSL2+, VDSL, VDSL2, así como las que se implementarán a corto plazo como ADSL2++ conocida como ADSL4, así como el G.fast, las mismas que sirven para el acceso al servicio entre el proveedor y los usuarios.
- ✓ Se analizarán las técnicas de modulación más utilizadas en tecnologías xDSL a saber modulación por Multi Tonos Discreto **DMT** (Discrete Multi Tone Modulation) y Modulación de Fase y Amplitud Sin Portadora **CAP** (Carrierless Amplitude/Phase), con los cuales se conseguirán altas velocidades de subida (upstreams) y bajada (downstreams).

- ✓ Se estudiará la configuración de equipos DSLAM (Multiplexor De Acceso De Línea De Abonado Digital) modems xDSL, se estudiarán los dispositivos de división de señal y/o micro filtro como elementos de interconexión entre el abonado y la empresa.
  
- ✓ Se expondrán las Redes Híbridas, la convivencia de redes de cobre con las de NGA (Next Generation Access Networks) y se analizará la tecnología FTTx + xDSL (Fiber To The x + xDSL) es decir la coexistencia entre el cobre y la fibra óptica como medios de acceso en las redes de banda ancha.
  
- ✓ Con la optimización de los recursos de la estructura existente se diseñara una red Triple Play.

# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2. MARCO TEÓRICO**

En el desarrollo de esta propuesta es necesario revisar conceptos y teorías básicas del funcionamiento de la planta externa de la Red de Telefonía Pública, el funcionamiento de las Tecnologías de Acceso

xDSL<sup>1</sup> que se usan en la misma, así como las Técnicas de Modulación correspondientes para conseguir altas velocidades de transmisión.

## **2.1 Antecedentes**

### **2.1.1 Antecedentes históricos**

La evolución vertiginosa de las tecnologías en telecomunicaciones ha hecho que actualmente contemos con alta velocidad de comunicación en la última milla, la cual debe tener una excelente calidad de servicio QoS<sup>2</sup>. Estos accesos de banda ancha se vienen dando desde la década pasada, logrando brindar a los usuarios un conjunto de servicios integrados como por ejemplo, servicio de Internet de alta velocidad, servicios de voz y de video, interconexión de redes LAN, entre otros. Entre los años 1990 y 2000 hemos sido testigos de transmisiones de datos a velocidades en el orden de 33,6 Kbps hasta 56 Kbps, arribando al nuevo siglo con velocidades que oscilaban en el orden de 128 Kbps, pasando rápidamente a 256 Kbps y 512 Kbps. En los últimos cinco años las compañías proveedoras de servicio de internet en el mundo vienen desarrollando tasas de transmisión y transferencia de datos en el orden de 1 Mbps, logrando actualmente transmitir entre 15 a 50 Mbps y en aumento, lo que hasta hace poco tiempo era impensable.

### **2.1.2 Antecedentes referenciales**

En el marco de la investigación se ha precisado comparar, a más de las investigaciones tecnológicas realizadas por organismos de investigación científicos, universidades y empresas involucradas, los

---

<sup>1</sup> xDSL, familia de tecnologías DSL Digital Subscriber Line o Línea Digital del Abonado

<sup>2</sup> QoS, Quality of Service, Calidad de Servicio

trabajos y aplicaciones referentes a este tipo de desarrollo tecnológico en el mundo. Se ha revisado la evolución de esta forma de implementación en países como Estados Unidos, España, Francia, Dinamarca entre otros, así como en países de América del sur, convirtiéndose en prototipos de este desarrollo.

## **2.2. Elementos principales de la red de Planta Externa**

Es preciso tener presente que la Planta Externa, como indica el manual NORMAS DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA de CNT “Conforma todo el conjunto que parte del par de hilos de cobre conectados a un equipo terminal con la central local, parte desde el domicilio, recorriendo la red de dispersión, la red secundaria y la red primaria, instaladas en forma aérea o subterránea en canalización.” (CNT, 2009)

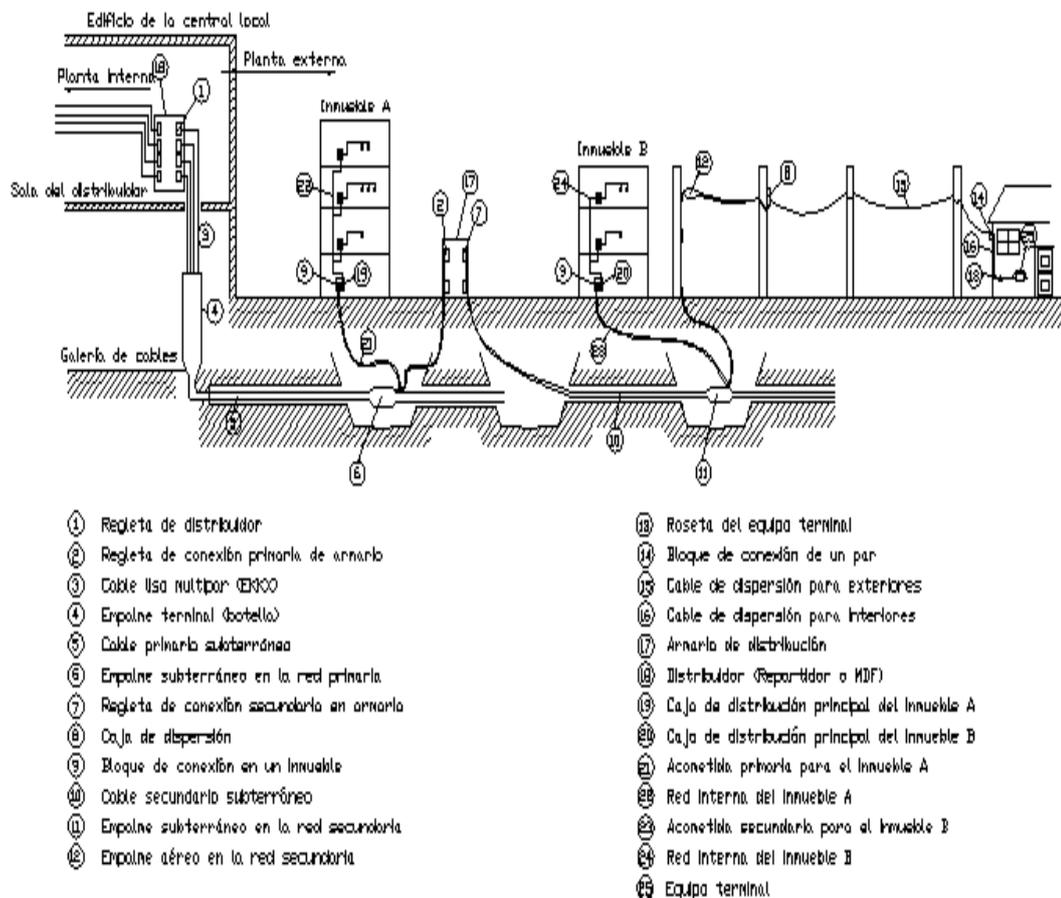
La Empresa Estatal de Telecomunicaciones CNT EP, también ha invertido en su planta externa por lo cual actualmente las Redes de Acceso tanto de cobre como de Fibra Óptica, sirven para implementar las Plataformas Multi-Servicios con los que se brindan los servicios de Nueva Generación conocidas como NGN<sup>3</sup>.

De este manual de CNT resaltamos las siguientes partes generales:

- Repartidor o Distribuidor Principal (Regletas)
- Armarios o Subrepartidores (Bloques)
- Cajas de Dispersión

---

<sup>3</sup> NGN, Next Generation Networking, Red de Siguiete Generación



**Figura 2.1 Elementos de una Red de Planta Externa**

Fuente: Manual Normas de Diseño de Planta Externa (2009) CNT

Detallando así sus partes:

- **Distribuidor o Repartidor General.-** Punto donde llegan las líneas de abonados y permite conectar hacia los equipos de conmutación.
- **Red Primaria.-** Une el Distribuidor con los Armarios (subrepartidor) de zona, está constituida por cables (primarios y/o fibra óptica) que parten de la central y se dividen hacia armarios de distribución.

Generalmente van por canalización en ductos de PVC, es la parte más pesada de la red.

- **Distritos.-** Zonas que en función de la red se divide una ciudad geográficamente. Cada zona tiene su armario (subrepartidor), excepto la zona directa en donde el repartidor reemplaza al armario.
- **Armarios (subrepartidores).-** Está ubicado en un determinado punto del distrito y es el lugar de conexión entre los cables primarios y secundarios por medio de bloques de conexión de 50 o 100 pares. Permiten en forma separada las ampliaciones de red primaria y de red secundaria.

La conexión un abonado va desde sus respectivos bloques de conexión y se unen mediante cables de cruzada (puentes). Es un punto de corte en las líneas de abonados para localización de averías hacia el lado primario o secundario.

- **Red Secundaria.-** Es la parte que une un armario de distribución y las cajas de dispersión y está constituida por bloques de conexión, cables aéreos, murales, subterráneos, empalmes y cajas de dispersión.
- **Caja de Dispersión.-** Es un punto de conexión entre la red secundaria y las líneas individuales de cada abonado. Constituyen además puntos de corte para labores de operación y mantenimiento.
- **Líneas de Conexión (Red de Abonado).-** Son los cables que van desde la caja de dispersión hacia el aparato telefónico. Esta se divide en dos tramos, hasta un punto de conexión y luego continúa

con un cable tipo interior en casa del abonado terminando en un conector de placa o roseta.

Respecto al calibre de los cables y de la protección con sistema de puesta a tierra este manual indica:

**Calibre de los cables:** Es de mencionar que en CNT se usan los cables calibre 0.4 mm y excepcionalmente de cables calibre 0.5 mm

**Sistemas de puesta a tierra:** Para reducir el nivel de ruido y proteger la red contra descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se instalará sistemas de puesta a tierra en cada armario y a lo largo de todas las rutas tanto primarias como secundarias, con una resistencia máxima de acuerdo a lo siguiente:

Los valores menores a  $3 \Omega$  (Ohmios) se manejan en la planta interna (dentro de la central local o nodo de acceso), para la red de planta externa los valores serán  $\leq 10 \Omega$  (Ohmios).

La pantalla electrostática de todos los cables primarios debe estar conectada al sistema de tierra de la central local, también se debe conectar a tierra la estructura metálica del bastidor principal (MDF) y el herraje terminal del empalme terminal de botella.

Se resalta también el **Plan Fundamental de Transmisión** el cual indica el límite dentro del cual se puede garantizar un servicio de telecomunicaciones a través de la red de cobre, el cual está en función de los parámetros eléctricos de la misma, por tanto, dependiendo de los servicios a brindar se deberá respetar la resistencia de bucle de los cables de acuerdo a los siguientes valores:

<b>Servicios</b>	<b>Resistencia de lazo</b>	<b>Conductor de 0.4mm.</b>	<b>Conductor de 0.5mm.</b>
Servicio de Voz	$\leq 1200 \ \Omega$	4,28 Km.	6,74 Km.
Servicios xDSL hasta 512 Kbps	$\leq 900 \ \Omega$	3.57 Km.	5.61 Km.
Servicios xDSL hasta 2 Mbps	$\leq 600 \ \Omega$	2.14 Km.	3.37 Km.
Servicios xDSL hasta 8 Mbps	$\leq 400 \ \Omega$	1.4 Km.	2.2 Km.

**Tabla 2.1 Plan fundamental de Transmisión de la red de cobre**

**Fuente:** Manual Normas de Diseño de Planta Externa (2009) CNT

Indica este manual que con el propósito de garantizar la calidad de los diferentes servicios a ser ofrecidos, el diseño de una red de cobre no debe sobrepasar un radio de 2 kilómetros.

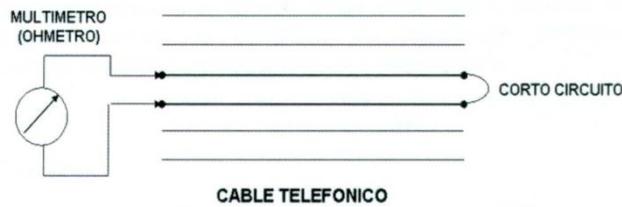
### **2.2.1 Propiedades Eléctricas del bucle del abonado**

Para poder cumplir con el Protocolo de Pruebas de Red Telefónica que indican las Normas de construcción, es necesario que se cumplan ciertos parámetros indicadores, de los cuales se revisarán específicamente los que se detallan a continuación remitiéndonos al Manual de Normas de Planta externa de la CNT EP (CNT, 2009)

#### **2.2.1.1 Resistencia de bucle telefónico**

Las centrales telefónicas deben tener una resistencia de bucle de máximo 1800 Ohm para su funcionamiento normal, el aparato

telefónico posee de 400 a 600 Ohm de impedancia, por lo que la resistencia de bucle debe ser máximo de 1200 Ohm desde la central telefónica hasta el aparato telefónico del usuario. (CNT, 2009)



**Figura 2.2. Medición de la Resistencia del bucle**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.2 Desequilibrio resistivo

Es la diferencia de resistencia a corriente continua, entre dos hilos del mismo par, esta diferencia no deberá exceder en más del 1,5% en promedio y máximo 3% individual, del valor de la resistencia de bucle de ese par. (CNT, 2009)

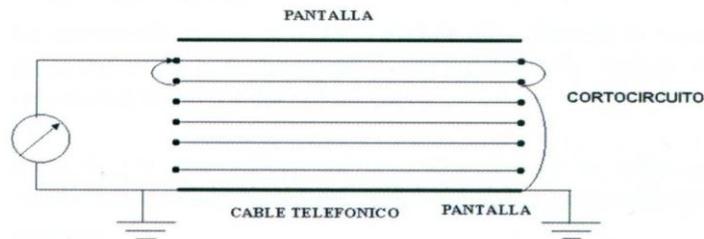


**Figura 2.3. Medición de Desequilibrio Resistivo**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.3 Continuidad de pantalla

La pantalla del cable deberá ser eléctricamente continua en toda su longitud del bucle y su resistencia debe ser de 5 ohmios como máximo. (CNT, 2009)

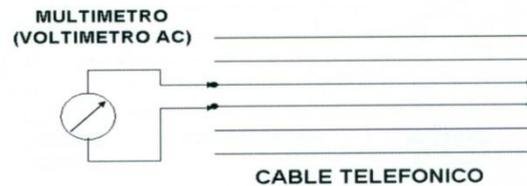


**Figura 2.4. Medición de la continuidad de pantalla**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.4 Voltaje inducido

El voltaje inducido en un par telefónico es debido a la emisión electromagnética que se irradia desde una red de energía eléctrica cercana. El voltaje inducido máximo admisible debe ser de 2 Voltios (Corriente Alterna) (CNT, 2009).



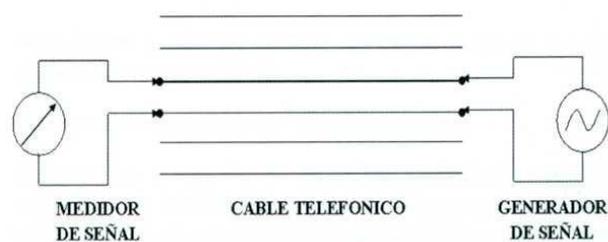
**Figura 2.5 Medición del Voltaje Inducido**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.5 Atenuación

La atenuación de una señal es la medida de la pérdida de potencia de dicha señal a lo largo del bucle de abonado, debido a la resistencia eléctrica del par de cobre y el recubrimiento distante del cobre, ya que estos materiales disipan potencia. La atenuación máxima en todo el bucle debe ser de 9 dB como máximo.

Para 0.4 mm y 800 Hz deberá ser menor a 1.68 dB/Km y a 1600 Hz deberá ser menor que 2.05 dB/Km (CNT, 2009).



**Figura 2.6. Medición de la Atenuación**

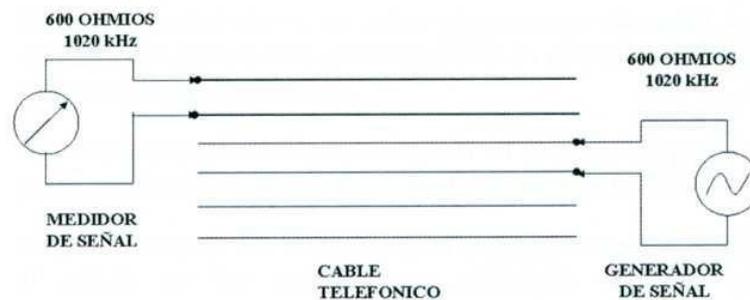
Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.6 Diafonía

La diafonía es la interferencia producida por las señales cuando se encuentran cerca de conductores.

Para realizar las mediciones de la diafonía se usa un generador de señal con un rango de frecuencia en el orden de 100 Hz a 6000 Hz

con una impedancia de 600 o 900 W respectivamente, más un medidor de señal con rango de impedancia igual al generador y un rango de medición en el orden de -100 dBm a 20 dBm (CNT, 2009).



**Figura 2.7 Medición de la Diafonía**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

### 2.2.1.7 Resistencia de Tierra

El propósito del sistema de puesta a tierra y la continuidad de pantalla, es proteger la Planta Externa contra descargas atmosféricas, interferencia electromagnética y frentes de ondas de corrientes alternas que provocan inducción.

Un sistema eficiente de puesta a tierra es aquel que ofrece la menor resistencia posible al paso de corriente desde la pantalla del cable hacia la tierra.

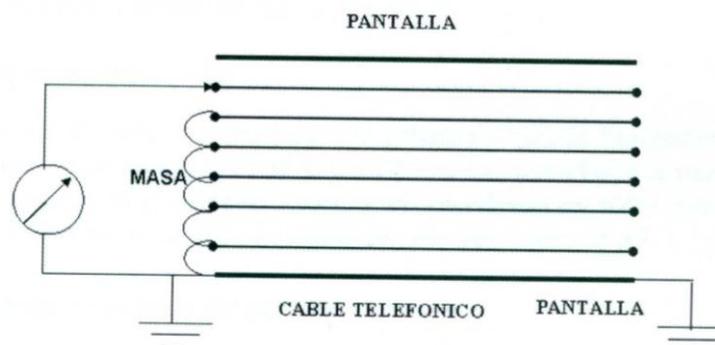
El valor de la resistencia de la puesta a tierra debe tener un valor máximo admisible de 15 Ohmios y, en sistemas de datos de alta velocidad, máximo de 5 Ohmios (CNT, 2009).

### 2.2.1.8 Resistencia de aislamiento

Es la habilidad del material de aislamiento para resistir el flujo de corriente a través de él. La medida de resistencia de aislamiento se expresa en Megohmios por kilómetro, esta relación es inversa a la longitud de cable.

La resistencia de aislamiento depende del material aislante con que están separados los cables entre sí. Para su medición se utiliza un instrumento llamado Megger, el cual tiene la propiedad de medir altas resistencias.

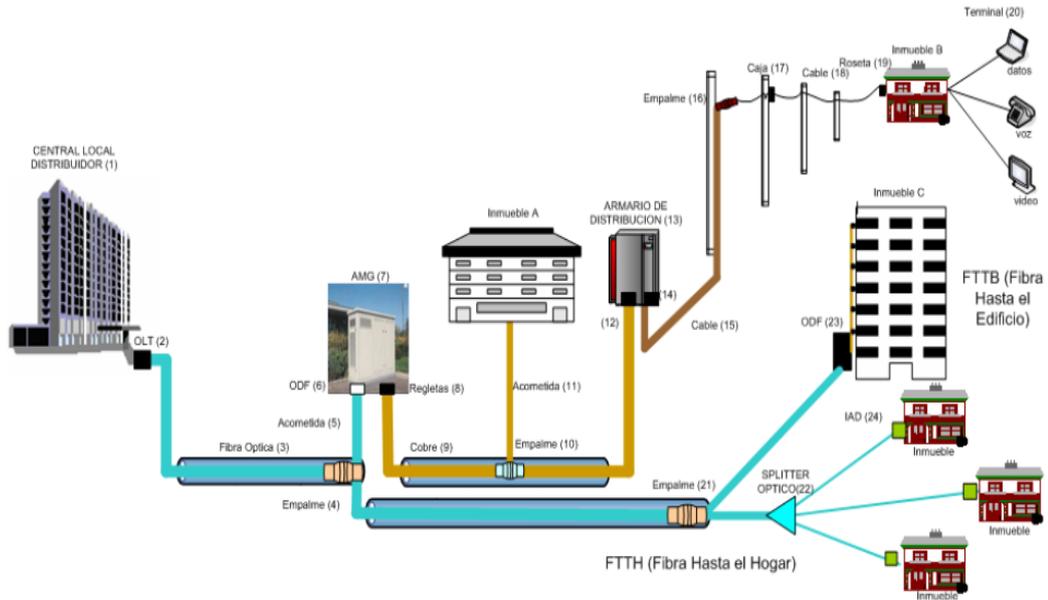
Las especificaciones técnicas garantizan que la resistencia de aislamiento de un conductor no debe ser menor a 2000 Mohm/Km para los cables con aislación de papel y de 5000 Mohm/Km para los cables con aislación de polietileno, aplicando una tensión continua de 500 Voltios por minuto (CNT, 2009).



**Figura 2.8 Medición de la Resistencia de aislamiento**

Fuente: Manual Normas de pruebas de Planta Externa CNT EP

## 2.3 Plataforma Multiservicios



**Figura 2.9 Plataforma Multiservicios**

**Fuente:** Manual Normas de Diseño de Planta Externa (2009) CNT

- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1. Distribuidor                                  | 9. Cable primario subterráneo              | 17. Caja de dispersión                    |
| 2. OLT (Terminal de Línea Óptica) Tarjetas de E1 | 10. Empalme subterráneo en la red Primaria | 18. Cable de dispersión para exteriores   |
| 3. Fibra Óptica Mono modo ITU G-652              | 11. Acometida Primaria para inmueble A     | 19. Roseta de Equipo Terminal             |
| 4. Empalme subterráneo de fibra (red de enlace)  | 12. Regleta Conexión primaria en armario   | 20. Equipo Terminal del cliente           |
| 5. Acometida al AMG                              | 13. Armario de Distribución                | 21. Empalme de fibra subterráneo          |
| 6. ODF (Optical Distributor Frame) Dist. Óptico  | 14. Regleta conexión secundaria en armario | 22. Splitter Óptico                       |
| 7. AMG (Access Media Gateway) Arm. Inteligente   | 15. Cable Secundario subterráneo y aéreo   | 23. ODF Distribuidor Óptico               |
| 8. Regletas de Distribución                      | 16. Empalme Aéreo en la red secundaria     | 24. IAD (Dispositivo de Acceso Integrado) |

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP viene cambiando gradualmente la infraestructura de la planta interna y externa convirtiéndola en una Plataforma Multiservicios con el fin de implementar lo que se conoce como Red de Nueva o Próxima Generación NGN por sus siglas en inglés Next Generation Networking, desarrollando esta nueva plataforma con el fin de lograr la convergencia tecnológica de los nuevos servicios multimedia (voz, datos, video)

### **2.3.1 Servicios y funciones de la Plataforma Multi-Servicios**

Como uno de sus componentes más importantes en esta nueva plataforma encontramos los AMG (Access Media Gateways) o Armarios Inteligentes permiten la implementación de una NGN, que se realiza migrando los servicios actuales a nuevos equipos como refiere el Manual NORMAS DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA de CNT (CNT, 2009):

- La Matriz de Conmutación pasa a ser una red IP<sup>4</sup>
- El Procesador Central es reemplazado por el Softswitch<sup>5</sup>
- La Interfaz de abonados será, según el tipo de acceso, tomada por los IAD<sup>6</sup> o los AMG Armarios Inteligentes.

### **2.3.2 Características de un AMG**

Un AMG permite brindar servicios de voz, datos y video al mismo tiempo, por esta razón es una solución que permite implementar servicios Triple Play.

Se utiliza el AMG como solución de servicio telefónico cuando:

- No hay disponibilidad de la Red Telefónica Tradicional.
- No hay disponibilidad de Números Telefónicos en la Central.
- La demanda de servicios de telefonía y banda ancha es mayor a 200 abonados

Cuando se presentan estas condiciones se recurre al AMG para brindar servicio de telefonía y de banda ancha

---

<sup>4</sup> IP Internet Protocol, Protocolo de Internet

<sup>5</sup> Softswitch, Es un dispositivo que provee Control de llamada y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes <http://es.wikipedia.org/>

<sup>6</sup> IAD, Dispositivo de Acceso Integrado, Manual de CNT

La capacidad de los Armarios Inteligentes (AMG) depende de las tarjetas que se instalan, pueden ser solo POTS<sup>7</sup> (telefonía tradicional), o solo ADSL<sup>8</sup>, o tipo combo con los dos servicios.

### **2.3.3 Características Generales de Plataforma Multi-Servicios**

- Para brindar un servicio óptimo de ADSL y POTS la distancia máxima entre un AMG y el abonado debe ser de 2 Km.
- Dentro de estos 2 Km el diseño de la red primaria y secundaria de Cu<sup>9</sup> será de acuerdo a las normas de diseño establecidas para brindar servicios de banda ancha.
- Dentro de los equipos AMG, externos e internos, los últimos son de mayor capacidad de abonados y usados en nodos y centrales
- En estos equipos se deben colocar tomas de tierra para su protección.

### **2.3.4 Sistema de Conexión**

Los Armarios Inteligentes (AMG) se los conecta a la Central Telefónica o al Nodo más cercano por medio de Fibra Óptica (G.652 D<sup>10</sup>) o por medio de Radio Enlace dependiendo de la topología del terreno y de la factibilidad del despliegue de la fibra.

El número de puertos determina el número de clientes que pueden ser servidos (puerto por cliente).

---

<sup>7</sup> POTS, Plain Old Telephone Service o Servicio Telefónico Tradicional o Telefonía Básica

<sup>8</sup> ADSL Línea de Abonado Digital Asimétrica

<sup>9</sup> Cu, Cobre

<sup>10</sup> G.652 D, fibras ópticas optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 1310 nm a 1550 nm, incluida la región de 1383 nm y de acuerdo a la subcategoría G.652.D de la ITU-T

## 2.4 Red de Acceso

Se entiende como una Red de Acceso en la que “un proveedor de servicios de telecomunicaciones se conecta en red con los usuarios o abonados” (Wikipedia, 2014).

Indica esta misma fuente que en una Red de Acceso se puede conectar por dos tipos de medios:

- Acceso por medio físico, como el cable coaxial, el par telefónico, la fibra óptica o una combinación de fibra y coaxial o fibra y par trenzado
- Acceso por medio inalámbrico, sean estos por radio frecuencias, WiFi<sup>11</sup>, WiMax<sup>12</sup> (Wikipedia, 2014)

### 2.4.1 Acceso por medio físico

#### 2.4.1.1 Par de cobre

El par de cobre es el medio físico más usado, el cual en un inicio solo fue diseñado para el servicio telefónico, en la actualidad se está aprovechando mejor sus características, “...modula conjuntamente señales de voz, vídeo y datos, y en VDSL2 supera los 200 Mbit/s” (Wikipedia, 2014) .

#### 2.4.1.2 Cable coaxial

Se usa mayormente para dar servicio de televisión por cable y conectado a elementos electrónicos adecuados soporta dar servicio triple play (telefonía, televisión y acceso a Internet banda ancha). (Wikipedia, 2014)

---

<sup>11</sup> WiFi, es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica del estándar IEEE 802.11b de Secuencia Directa

<sup>12</sup> WiMax, siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz y puede tener una cobertura de hasta 50 km

#### **2.4.1.3 Fibra óptica**

La fibra óptica se está llegando en convertir el medio de acceso donde se pueden ofrecer los mayores anchos de banda y en teoría “puede manejar una gran cantidad de datos en velocidades de transferencia de terabits por segundo” (Wikipedia, 2014).

#### **2.4.1.4 Redes híbridas coaxial-fibra**

Es una combinación de tecnologías en la que ciertos dispositivos enlazan la fibra óptica y el cable coaxial. (Wikipedia, 2014)

#### **2.4.2 Acceso por medio inalámbrico**

Se conoce que el acceso inalámbrico se consigue cuando se propagan las señales electromagnéticas en el espacio, conectando a través de transmisores y receptores de radio a los abonados o clientes. Todos los distintos dispositivos que manejamos actualmente como por ejemplo las computadoras portátiles, los teléfonos celulares, las tablets, y demás, usan estas tecnologías de acceso inalámbrico, entre ellas (4G, 3G, GSM, WiFi, WiMax, LMDS, etc.). (Wikipedia, 2014)

#### **2.4.3 Redes de Acceso con tecnologías xDSL**

El par de cobre fue usado para establecer comunicaciones de voz, que requieren muy poco ancho de banda, entre los 300 Hz y los 3400 Hz.

Esta red de acceso, constituida por pares de cobre tenía serias limitaciones para soportar servicios que requieren un gran ancho de banda. No fue hasta la llegada de la tecnología xDSL cuando las limitaciones de ancho de banda se vieron superadas, pudiendo aprovechar el bucle de cobre para ofrecer servicios de banda ancha a los usuarios finales, simultáneamente con los servicios de voz por la red

telefónica. (Huidobro Moya, 2006)

A mediados de los años 90 se inicia el uso de las tecnologías llamadas xDSL, en donde la x viene a representar sus diferentes modos de transmisión, dentro de las cuales se puede citar al High speed DSL, al Asymmetric DSL y sus actualizaciones ADSL2 y ADSL2+ y al Very high speed DSL y su actualización VDSL2 y otras como el Gfast que continúan en desarrollo. Básicamente se analizan las asimétricas.

De todas las tecnologías de esta familia la más extendida es sin duda el ADSL<sup>13</sup>. El ADSL brinda un acceso asimétrico y de alta velocidad a través del par de cobre. (Huidobro Moya, 2006) Las velocidades alcanzadas con las primeras versiones son de unos 1.5 Mbps en sentido descendente a distancias de 5 o 6 Km. máximo.

La UIT<sup>14</sup> reporta que posteriormente aparecieron el ADSL2 y ADSL2+ que permitían ofrecer tasas de transferencia muy superiores al ADSL haciendo uso de la misma infraestructura. De esta forma, “con ADSL2+ se pueden alcanzar velocidades de bajada de hasta 24 Mbps<sup>15</sup>, y de subida de hasta 3.5 Mbps” (ITU-T, 2013) .

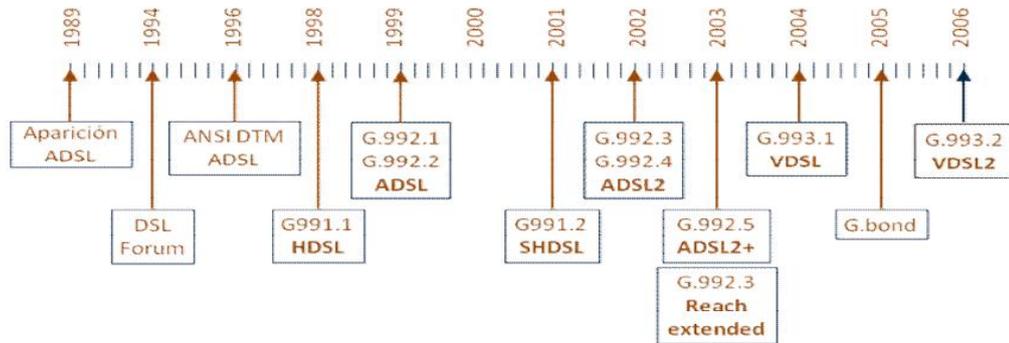
Por último aparece “la tecnología VDSL y su posterior evolución VDSL2, con la que se consiguen velocidades de hasta 100 Mbps tanto en sentido descendente como ascendente” (ITU-T Recommendation, 2011).

---

<sup>13</sup> ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line, Línea Digital Asimétrica de Abonado

<sup>14</sup> UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación – TIC

<sup>15</sup> Mbps, Mega bits por segundo

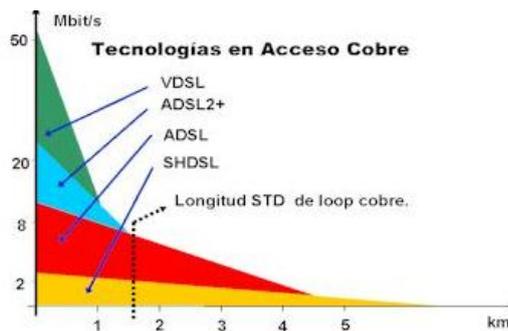


**Figura 2.10 Normalización del xDSL**

Fuente: [http://oa.upm.es/22126/1/pfc\\_helena\\_fernandez\\_vicente\\_a.pdf](http://oa.upm.es/22126/1/pfc_helena_fernandez_vicente_a.pdf)

### 2.4.3.1 ADSL, ADSL2 y ADSL2+

El ADSL2+ viene como resultado del desarrollo del ADSL (G.992.1) y del ADSL2 (G.992.3) en donde la ITU-T lo norma como G.992.5., el mismo que consiste básicamente en duplicar el espectro que puede usar, específicamente en el canal de bajada de información o downstream hacia el abonado para bucles muy cortos menores de 1,5 kilómetros. (Huidobro Moya, 2006)



**Figura 2.11 Relación distancia vs velocidad de Tx en una red de Cobre con tecnologías xDSL**

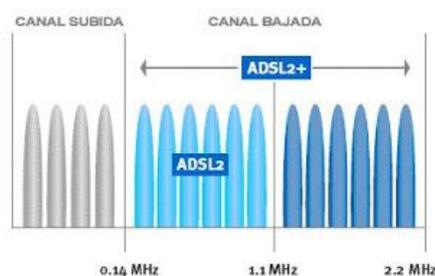
Fuente: [http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/octubre/acceso\\_i.asp](http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/octubre/acceso_i.asp)

En la figura se puede notar en color celeste, que el ADSL2+ puede llegar a velocidades alrededor de los 20 Mbps en distancias próximas a la

central. Conforme se va distanciando de la misma el caudal se reduce, de tal manera que a partir de los 2500 a 3000 metros en adelante, no se nota la diferencia entre el ADSL, ADSL2 y ADSL2+ como indica esta misma fuente. (Huidobro Moya, 2006)

Resalta Huidobro en su libro que se debe tener presente que los efectos de diafonía<sup>16</sup> y a la atenuación<sup>17</sup> se dan en la parte alta del espectro del ADSL2+, donde es más frágil, de tal manera que al alejarse de la central, el ruido por diafonía y la atenuación se incrementan. (Huidobro Moya, 2006)

En la tecnología ADSL2+ se logran tasas de transferencia de datos de 24 Mbps de bajada y hasta 1,2 Mbps de subida, que superan los 8 Mbps de bajada y 1 Mbps de subida que se llegan en ADSL. Esto se logra porque el rango de frecuencias en el que opera está entre los 0,14 MHz hasta los 2,2 MHz, doblando el ancho del espectro con que trabaja ADSL y ADSL2. (Abadia Digital, 2006)



**Figura 2.12 Espectro ADSL2 y ADSL 2+**

**Fuente:** <http://www.abadiadigital.com/que-es-el-adsl2/>

<sup>16</sup> Diafonía, en inglés Crosstalk (XT), cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado, <http://es.wikipedia.org/wiki/Diafon%C3%ADa>

<sup>17</sup> Atenuación, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión, <http://es.wikipedia.org/wiki/Atenuaci%C3%B3n>

La norma G.992.5 de la ITU señala que el ADSL2+ debe ser utilizado en distancias cortas, siendo limitada por la distancia debido a su mayor rango de diafonía y atenuación. (Huidobro Moya, 2006)

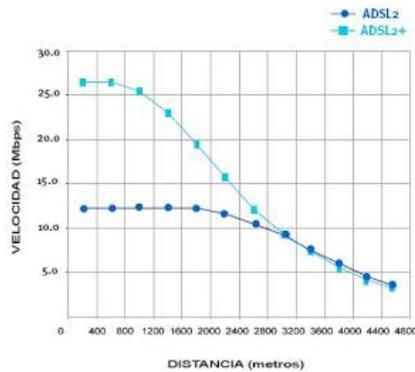


Figura 2.13 Velocidad vs Distancia entre ADSL2 y ADSL2+

Fuente: <http://www.abadiadigital.com/que-es-el-adsl2/>



Figura 2.14 Ancho de banda y Servicios

Fuente: <http://www.abadiadigital.com/que-es-el-adsl2/>

### **2.4.3.2 Estándares de ADSL2+**

Entre los anexos de este estándar se puntualizan:

- En el Anexo A se indican los requisitos específicos para un sistema ADSL que opera en la banda de frecuencia por encima de los POTS.
- En el Anexo B se indican los requisitos específicos para un sistema ADSL que opera en la banda de frecuencia por encima de la RDSI
- En el Anexo M están los requisitos específicos para un sistema de ADSL con ancho de banda ascendente extendida, que opera en la banda de frecuencia por encima de POTS.

Con este estándar se tiene la alternativa de funcionar en modo totalmente digital, de tal manera que la frecuencia reservada para voz analógica se la sume al canal de subida. (Sanz, 2006)

La compañía francesa Free creó el F-ADSL, tecnología basada en ADSL2+ logrando transmitir 174 Mbps de bajada y 18 Mbps de subida en el mismo par de cobre a 1.000 metros de longitud, y a 1.800 metros la velocidad baja a 120 Mbps (Sanz, 2006).

Esta misma fuente indica en su portal que para las empresas de telecomunicaciones invertir en ADSL2+ resultará beneficioso porque en poco tiempo se transmitirá a más de 24 Mbps sin mayores gastos, y será menor que invertir en VDSL2 (Sanz, 2006).

### **2.4.3.3 Comparativa entre ADSL2 y ADSL2+**

Se puede ver en los medios de comunicación digital que en los países desarrollados como España por ejemplo, se preparaban para ingresar a las conexiones de mayor transferencia de datos en el año 2005. En

algunos otros países de Europa como Holanda, Bélgica y Francia en el año 2006 ya ofrecían este servicio. (elmundo.es , 2005)

Señala esta fuente que otra ventaja de las nuevas tecnologías es que no es necesario cambiar el hardware, pues casi todos los ruteadores soportan líneas ADSL2 Y ADSL2+ posibilitando brindar el servicio de banda ancha sin invertir. (elmundo.es , 2005)

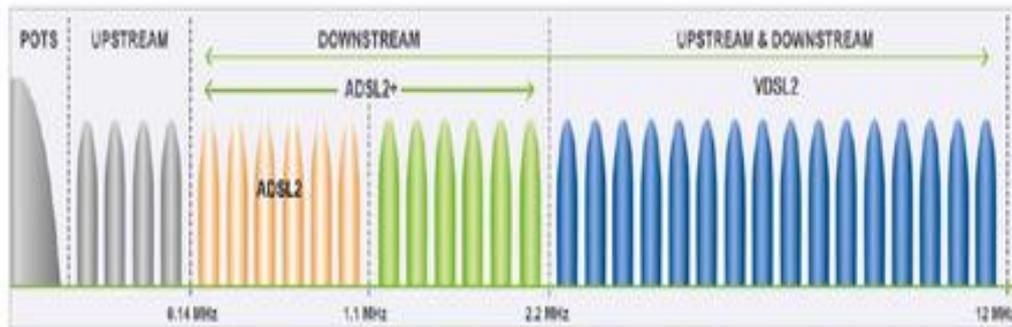


Figura 2.15 Comparativa de velocidades de bajada

Fuente: <http://www.elmundo.es/navegante/2005/03/04/esociedad/1109942204.html>

#### 2.4.3.4 VDSL, VDSL2

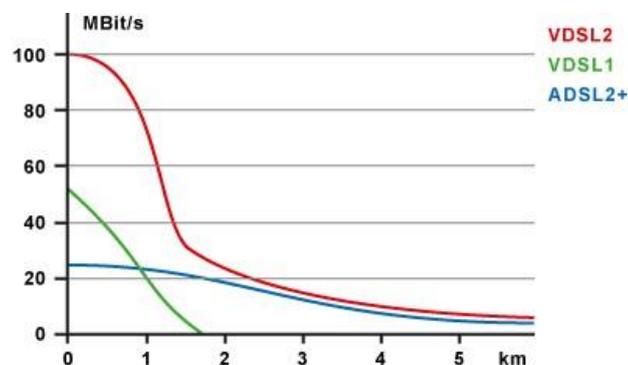
En el regulación de la UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones para la VDSL o Línea de Abonado Digital de muy alta tasa de transferencia, conocida por G.993.1, se indica que permite la transmisión de velocidades de datos asimétricas y simétricas agregadas de hasta decenas de Mbit/s en pares trenzados, y que mientras que las compañías telefónicas tradicionales conocidas como POTS, utilizan aproximadamente los 4 kHz inferiores y ADSL/HDSL utiliza aproximadamente 1 MHz del espectro del hilo de cobre, la presente recomendación utiliza hasta 12 MHz del espectro. (Union Internacional de Telecomunicaciones, 2011)



**Figura 2.16 Espectro ADSL2, ADSL 2+ y VDSL2**

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/VDSL2>

El VDSL2, conocido también como regulación G.993.2, es una evolución del VDSL. Esta Recomendación es una mejora de la Recomendación UIT-T G.993.1 que puede alcanzar 200 Mbit/s (bajada mas subida) en pares trenzados. (Union Internacional de Telecomunicaciones, 2006)



**Figura 2.17 Ancho de banda vs Distancias entre ADSL2+, VDSL1 y VDSL2**

Fuente: <http://www.rankia.com/blog/adsl/1963330-que-vdsl-vdsl2-diferencias-adsl-adsl2>

Esta misma fuente indica que el servicio telefónico ordinario utiliza aproximadamente los primeros 4 kHz, el ADSL aproximadamente 2 MHz del espectro del hilo de cobre, y esta Recomendación puede utilizar hasta 30 MHz del espectro. (Union Internacional de Telecomunicaciones, 2006)

#### **2.4.3.5 G.fast**

La UIT incorpora una nueva recomendación para el servicio de banda ancha cuyo nombre es G.fast, siendo actualmente el acceso más rápido hacia los abonados a nivel de capa física.

Se puede decir que G.fast aprovecha la misma estructura de cobre para alcanzar las tasas de transferencia de datos que se obtienen con la fibra óptica pero a un menor costo (UIT-T, 2013)

Los estudios realizados por miembros de la UIT en conjunto con universidades y la industria relacionada, han alcanzado la primera fase para la aprobación de G.fast. Esta se convertirá en la nueva norma de banda ancha de la UIT capaz de lograr velocidades de acceso de hasta 1 Gbit/s a través de las líneas telefónicas existentes. Estas velocidades se alcanzarán en un radio de 250 metros desde un punto de distribución (FTTdp)<sup>18</sup>. (UIT-T, 2013)

G.fast aprovechará su gran ancho de banda para brindar servicios como la reproducción directa en línea Ultra-HD "4K" o "8K" y la TVIP o IPTV, el almacenamiento avanzado basado en la nube y la comunicación por vídeo de alta definición (HD). (UIT-T, 2013)

En cuanto al protocolo de la capa física de G.fast están definidos en la Recomendación UIT-T G.9701 "Acceso rápido a terminales de abonado - Especificación de la capa física". (UIT-T, 2013)

Esta misma fuente indica que la Comisión de Estudio 15 de la UIT-T tentativamente habrá finalizado el proceso de aprobación de G.fast en abril de 2014, en las que se especifican métodos para garantizar que los equipos G.fast no interfieran con servicios de radiodifusión tales como las radiotransmisiones en FM. (UIT-T, 2013)

G.fast se ha concebido para que coexista con VDSL2, en donde G.fast es más eficaz en función de los costos que la FTTH. (UIT-T, 2013)

---

<sup>18</sup> FTTdp, Fiber to the distribution point, Fibra hasta el punto de distribución o armario

Cabe recalcar que este informe fue presentado en Ginebra el 11 de diciembre de 2013.

## **2.5 Redes de Nueva Generación NGN<sup>19</sup>**

Con este término se quiere especificar el desarrollo de la actual infraestructura de las telecomunicaciones en el campo de las redes y del acceso telefónico, con el fin de alcanzar una convergencia tecnológica en los nuevos servicios multimedia. Su concepto tecnológico consiste en transportar la información en paquetes encapsulados a través de Internet por lo que están diseñadas y construidas a partir del protocolo de internet IP.

Para definir esta red la UIT señala:

Una NGN es una red basada en la transmisión de paquetes pudiendo aprovechar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de tal manera que el transporte sea independiente de la infraestructura de red utilizada. También ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios (UIT, 2004)

### **2.5.1 Características de las NGN**

Como recalca la UIT, la NGN se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Las transferencias de paquetes
- La separación de las funciones de control entre las capacidades portadoras , llamada / sesión , y aplicación / servicio

---

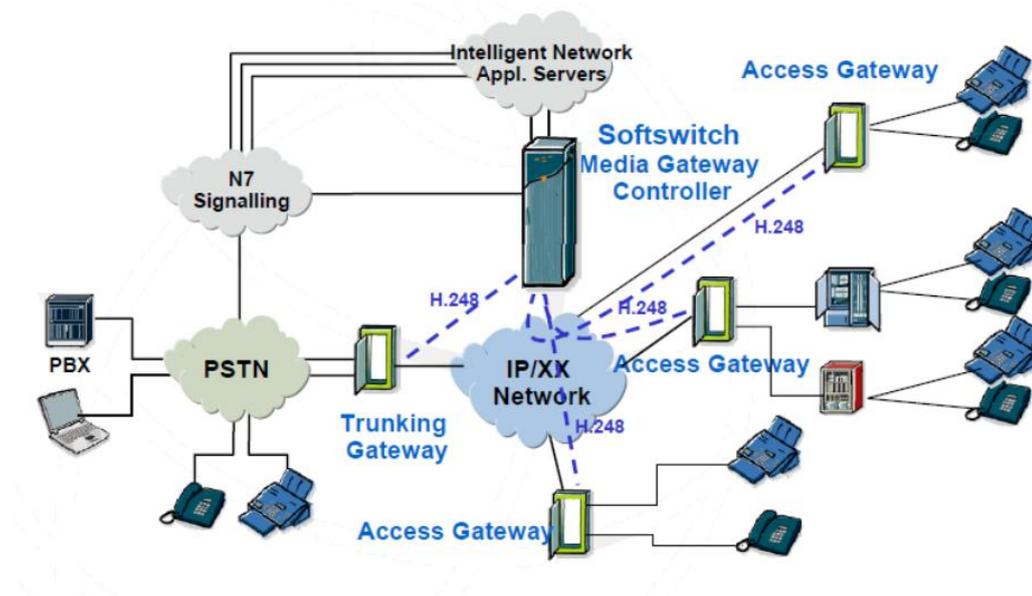
<sup>19</sup> NGN, Next Generation Networking, Red de Siguiete o Próxima Generación

- El desacoplamiento de la prestación de servicios de red , y el suministro de interfaces abiertas
- Soporte para una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en bloques de construcción de servicios (incluidos los servicios en tiempo real / transmisión / tiempo no real y multi- medios de comunicación)
- Capacidades de banda ancha con calidad de servicio y transparencia de extremo a extremo
- Inter funcionamiento con redes heredadas a través de interfaces abiertas
- Movilidad generalizada
- Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios
- Una variedad de esquemas de identificación que puede ser resuelto a las direcciones IP para los propósitos de enrutamiento en redes IP
- Características del servicio unificadas para el mismo servicio que percibe el usuario
- Servicios convergentes entre fijo / móvil
- Independencia de las funciones relacionadas con los servicios de tecnologías de transporte subyacentes
- Cumple con todos los requisitos reglamentarios , por ejemplo en relación con las comunicaciones de emergencia y seguridad / privacidad , etc (Union Internacional de Telecomunicaciones, 2010)

### **2.5.2 Tecnología de NGN**

Inicialmente se debe mencionar que la Red de Telefonía Pública Conmutada o PSTN migran la conmutación por circuitos a una conmutación por paquetes, con lo que se logra dar los servicios multimedia de redes IP de nueva generación. Esto conlleva a que se

integren todos los servicios como telefonía, televisión, radio, web, correo usando una infraestructura común, teniendo como ventaja principal una misma gestión y tarificación para todos os servicios, siendo más económico tanto para el abonado como para el proveedor; y su desventaja principal es tener una sola arquitectura. (Universidad de los Andes, Gilberto Diaz, 2014)



**Figura 2.18 Arquitectura NGN y elementos de Red**  
Fuente: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/redes/NGN.pdf>

## 2.6 Tecnología de Transporte de Datos y de Modulación

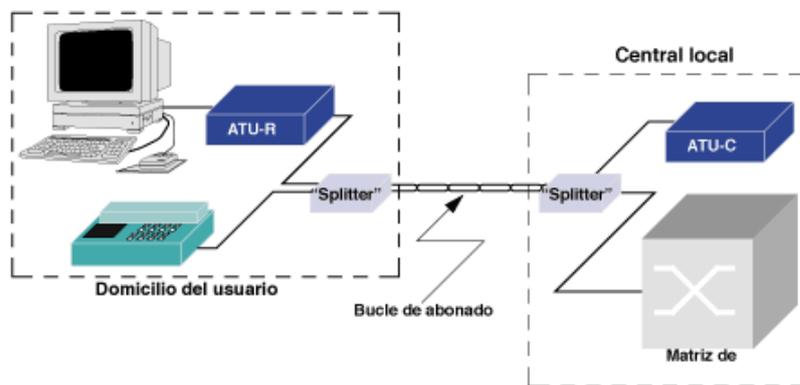
### 2.6.1 Descripción de la modulación

La tecnología ADSL usa una técnica de modulación que posibilita la transmisión de datos a gran velocidad sobre el bucle del abonado.

En la figura siguiente se muestra un enlace ADSL entre un abonado y la central local a la que está supeditada. A más de los módems situados

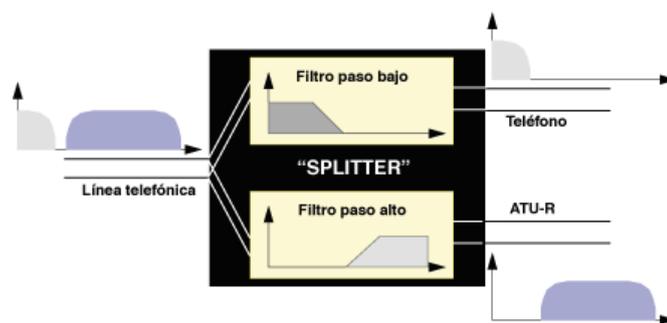
tanto en casa del abonado, llamado ATU-R<sup>20</sup> y en la central ATU-C<sup>21</sup>, delante de ellos se ubica un dispositivo llamado "splitter"<sup>22</sup>, el cual es un divisor de frecuencias como se observa en la figura 2.20.

Este divisor de frecuencias opera con dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo, cumpliendo con la tarea de dividir las señales transmitidas por el lazo de tal manera que las señales de baja frecuencia, en nuestro caso la telefonía, no vayan juntas a las de alta frecuencia, es decir con los datos.



**Figura 2.19 Conexión ADSL**

Fuente: <http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>



**Figura 2.20 Splitter**

Fuente: <http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>

<sup>20</sup> ATU-R, ADSL Terminal Unit-Remote, Terminal de la Unidad Remota del ADSL(casa)

<sup>21</sup> ATU-C, ADSL Terminal Unit-Central, Terminal de la Unidad Central del ADSL(central o centralita)

<sup>22</sup> Splitter, Divisor de frecuencia

En los inicios de la tecnología ADSL se trabajaban a la par con dos métodos o formas de modulación: CAP<sup>23</sup> y DMT<sup>24</sup>. En la actualidad los organismos de estandarización de las telecomunicaciones como el ANSI<sup>25</sup>, ETSI<sup>26</sup> e ITU<sup>27</sup> optan por la DMT.

En el libro *Sistemas de Comunicaciones*, Marcos Faúndez Zanuy indica de la modulación CAP:

Es una modificación de la modulación QAM<sup>28</sup> en la cual se suprime la portadora. Por lo que no se transmite y debe recuperarse en el receptor. Tecnológicamente es más sencillo que DMT, consume menos potencia y el tiempo de inicialización de la conexión es inferior. Sus contras son que su rendimiento frente a interferencias, uso de la capacidad de la línea, etc., son menores. (Faúndez Zanuy, 2001)

En cuanto a la modulación DMT esta fuente indica:

Es un sistema de modulación multi-portadora semejante a la modulación COFDM<sup>29</sup>, siendo una multiplexación que envía un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, en la que cada una lleva información, la cual es modulada en QAM o en PSK<sup>30</sup>, haciendo pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión. En ADSL se utilizan 256 portadoras, mientras que en VDSL son hasta 4096

---

<sup>23</sup> CAP, Carrierless Amplitude/Phase, Modulación en Amplitud/Fase sin portadora

<sup>24</sup> DMT, Discrete MultiTone, Modulación en Multitono Discreto

<sup>25</sup> ANSI, American National Standards Institute, Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

<sup>26</sup> ETSI, European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones

<sup>27</sup> ITU, UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones

<sup>28</sup> QAM, Quadrature Amplitude Modulation, Modulación de Amplitud en Cuadratura

<sup>29</sup> COFDM, Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales codificado

<sup>30</sup> PSK, Phase Shift Keying, Modulación por Desplazamiento de Fase

portadoras. Habitualmente se usan los primeros canales para tráfico de canales analógicos de voz, los siguientes para comunicaciones ascendentes (del usuario a la red) y el resto para comunicaciones descendentes. DMT adapta la tasa de bits en cada sub-canal a la relación señal a ruido (S/N) del mismo. (Faúndez Zanuy, 2001)

Observamos que en la figura 2.23:

Las sub-portadoras distan entre ellas 4,3125 KHz, y el ancho de banda que ocupa cada sub-portadora de 4 KHz. La distribución del flujo de datos entre sub-portadoras se hace en función de la estimación de la relación Señal a Ruido (S/N), cuanto mayor es esta relación, tanto mayor es el caudal que puede transmitir por una sub-portadora. La técnica de modulación usada es la misma tanto en el ATU-R como en el ATU-C, teniendo su diferencia en que el ATU-C contiene hasta 256 sub-portadoras, mientras que el ATU-R sólo un máximo de 32. (Universidad de Zaragoza, 2014)

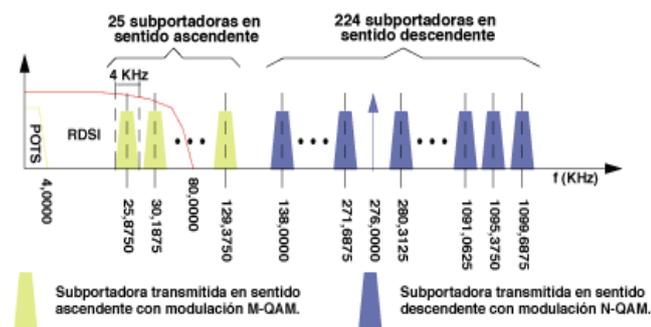


Figura 2.21 Modulación ADSL DMT con FDM<sup>31</sup>

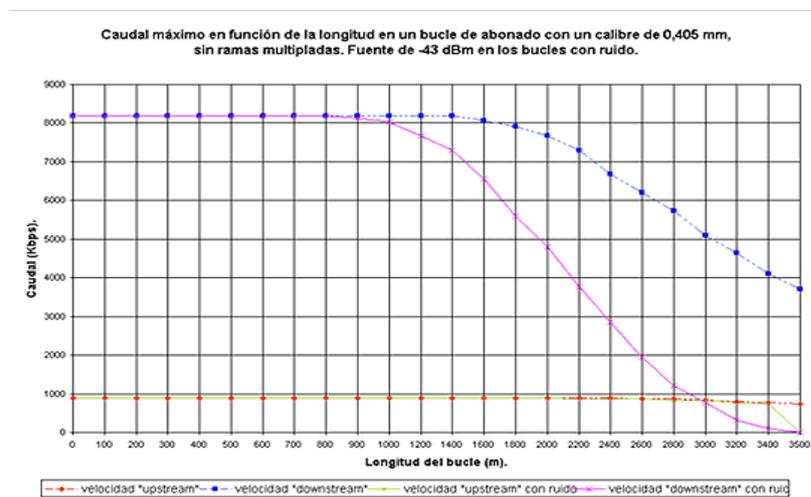
Fuente: <http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>

Este portal de Servicios y Comunicaciones de la Universidad de Zaragoza también indica que:

<sup>31</sup> FDM, Frequency Division Multiple Access, acceso múltiple por división de frecuencia

La atenuación por unidad de longitud es mayor a la vez que se aumenta la frecuencia de las señales transmitidas, por lo tanto el caudal máximo que se puede obtener a través de los módems ADSL varía en función de la distancia que se ubique el abonado. (Universidad de Zaragoza, 2014)

Observando la figura 2.22 se puede observar que a una distancia de 2,6 Km de la central, y con presencia de ruido, tendremos una tasa de 2 Mbps en sentido descendente y 0,9 Mbps en sentido ascendente.



**Figura 2.22 Caudal máximo ADSL en función de la longitud del bucle de abonado**  
Fuente: <http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>

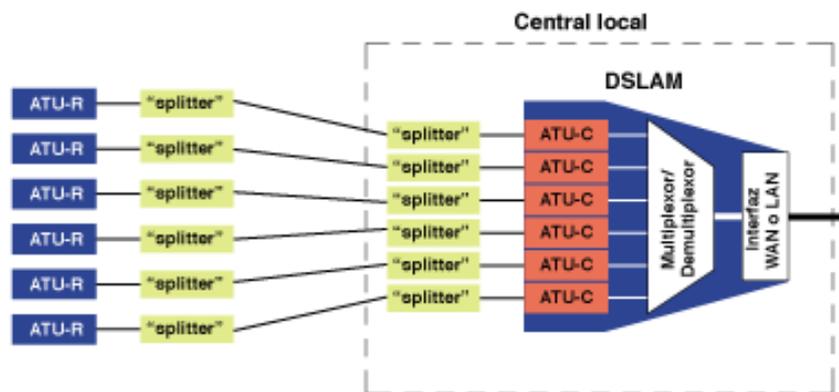
## 2.6.2 DSLAM<sup>32</sup>

El ADSL necesita una pareja de módems para dar servicio a cada usuario o abonado: uno en el domicilio del usuario, conocido como ATU-R<sup>33</sup> y otro ATU-C<sup>34</sup> en la central local a donde se conecta el bucle de ese abonado.

<sup>32</sup> DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer o Multiplexor de Línea de Acceso Digital del Abonado

<sup>33</sup> ATU-R, ADSL Terminal Unit - Remote, Unidad Terminal ADSL - Remota (casa del abonado)

El conjunto de ATU-C ubicados en la central o nodo se conoce como DSLAM, por sus siglas en ingles - Digital Subscriber Line Access Multiplexer-, es decir Multiplexor Digital de Línea de Acceso de Abonado, el cual en un chasis que reúne un gran número de tarjetas de modems ATU-C.



**Figura 2.23 DSLAM**

Fuente: <http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>

Como se observa en la figura un DSLAM integra varios ATU-Cs en un mismo equipo, constituyéndose en un elemento prioritario para que se haya masificado el uso de estos equipos en la interconexión con el bucle del abonado para brindar el servicio xDSL.

Los DSLAM son los equipos de línea instalados en la central de abonados de una empresa de telecomunicaciones y se comunican con el modem instalado en casa del usuario.

Los DSLAM están conectados a un determinado tipo de red de agregación en función de su arquitectura, una red ATM si los DSLAMs están basados en ATM, o una red Ethernet para los DSLAMs IP/Ethernet. Como resultado existen dos tipos de red de agregación paralelos coincidentes en

<sup>34</sup> ATU-C, ADSL Terminal Unit – Central, Unidad Terminal ADSL - Central

muchas ubicaciones, una basada en ATM y otra basada en Ethernet. Las redes de agregación recogen el tráfico de varios DSLAMs y lo agregan para entregarlo a la red de transporte IP. La conexión entre la red de agregación y la red de transporte IP se realiza en general a través de Servidores de Acceso Remoto de Banda Ancha (BRAS, Broadband Remote Access Server) que realizan la terminación de las sesiones PPP<sup>35</sup> (Point-to-Point Protocol). Es en esta red de transporte IP, donde converge el tráfico de las diversas redes de agregación, tanto ATM como Ethernet. (Hoffman Argothy, 2011)

Indican los parámetros UIT que los nodos de acceso no deben tener ninguna conexión de radio para evitar que sus espectros incidan en el espectro de ADSL2+ o VDSL2. Estos equipos podrán dar servicio ABA<sup>36</sup>

### **2.6.3 ATM sobre ADSL**

Revisando la evolución de las redes de comunicaciones de banda ancha notamos que primeramente se ha empleado el ATM, del término en inglés Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrono, para la conmutación en banda ancha, por lo que se transporta la información por una configuración de unidades ATM sobre los enlaces ADSL.

Como indica esta fuente de la universidad de Zaragoza, la información ya sean tramas de vídeo en diferentes formatos o paquetes IP, se reparten en células ATM, y el conjunto de ellas constituyen el flujo de datos que modulan las sub-portadoras del ADSL DMT.

---

<sup>35</sup> PPP, Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto

<sup>36</sup> ABA, Acceso de Banda Ancha

ATM sobre un enlace ADSL le da más flexibilidad para varios servicios a un gran ancho de banda. Esto redundaría en mejorar los parámetros de calidad para un determinado servicio sea voz, datos o video.

#### **2.6.3.1 DSLAM sobre ATM**

Como indica Borat, Garcia y Lloret tanto los organismos que regulan los estándares así como la industria relacionada, han estado usando el modelo ATM sobre ADSL, en donde el DSLAM cumple las funciones de conmutador ATM teniendo varias formas de conectar en WAN (STM-1, STM-4, E3, etc) así como ADSL DMT, controlando parámetros sobre el tráfico. (Boronat Seguí, García Pineda, & Lloret Mauri, 2008)

ATM estaba pensado para ofrecer servicio a las aplicaciones de lo que se consideraba banda ancha, es decir unos cuantos kbps. Ahora es considerada una tecnología obsoleta por cuanto los protocolos sobre los que trabaja Internet superan largamente el desempeño de ATM, por tal razón, se están integrando en las centrales un nuevo tipo de DSLAM, los cuales usan el protocolo IP: el IP-DSLAM.

#### **2.6.3.1 IP-DSLAM**

En su obra IPTV, la televisión por Internet, Borat, Garcia y Lloret, mencionan que el IP-DSLAM es un protocolo basado en IP que trabaja sobre ADSL y sus variaciones, con ventajas como eficacia, mayores velocidades de transmisión y mejor gestión disminuyendo las complejas conversiones de formatos, la congestión del tráfico, manejan tecnología

de conmutación Ethernet<sup>37</sup> anti-bloqueo, teniendo mejor desempeño en aplicaciones multicast<sup>38</sup> de video, como por ejemplo IPTV<sup>39</sup>. (Boronat Seguí, García Pineda, & Lloret Mauri, 2008)

Se debe considerar también que su fabricación es más barata. A lo que se tiende es a ofrecer todos los servicios empaquetados en Internet, haciendo que tanto VoIP<sup>40</sup>, IPTV, así como otros tipos de servicios que hacen uso de UDP<sup>41</sup>, mejoren sus servicios.

## 2. 7 Los servicios Triple Play

Como indica la UIT en sus recomendaciones para la industria del Triple Play se refiere a la arquitectura para la entrega de los servicios de video, datos y voz a través de una red de acceso de banda ancha como ADSL2+ o VDSL, para el hogar. (ITU, 2003)

Dentro de estos tres servicios se detalla lo siguiente:

- **Servicio de Datos.** Maneja anchos de banda grandes. Se recupera ante la pérdida de paquetes siendo exento de retardos o jitter<sup>42</sup>.
- **Servicio de Voz.** Maneja un ancho de banda pequeño. Con el codec<sup>43</sup> G.711, la tasa de bits es de 64 kbps, pero con codecs más avanzados, disminuye hasta los 4 kbps.

---

<sup>37</sup> Ethernet, estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones

<sup>38</sup> Multicast, Multidifusión, envío de la información en múltiples redes a múltiples destinos simultáneamente

<sup>39</sup> IPTV, Internet Protocol Television, sistema de distribución por suscripción de señales de televisión o vídeo usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP

<sup>40</sup> VoIP, Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, (VoIP por sus siglas en inglés, Voice over IP)

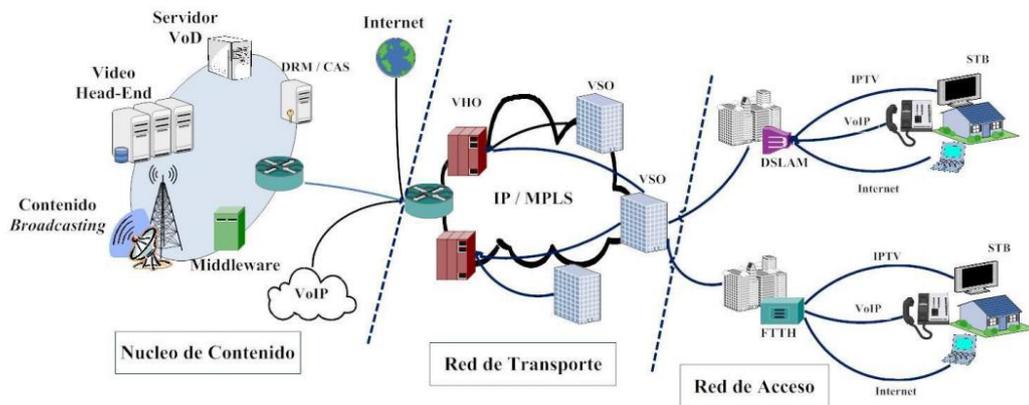
<sup>41</sup> UDP, User Datagram Protocol, es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI)

<sup>42</sup> Jitter, fluctuación, es la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj

<sup>43</sup> Codec, abreviatura de codificador-decodificador, describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal

- **Servicio de Vídeo.** Esta tipo de transmisión maneja grandes volúmenes de datos, al transportar el audio y el vídeo. Se debe sincronizar para no tener retardos entre ellos. (Millán Tejedor & Alba Soto, 2006)

Se observa en la siguiente figura la estructura de la plataforma que soporta el servicio de IPTV como parte del triple play.



**Figura 2.24 Diagrama de la estructura IPTV en Triple Play**

Fuente: Tesis maestría UCSG, Cristhian Añezco Aguilar, 2013

Como indica Añezco en su tesis de maestría, la arquitectura IPTV está compuesta por la red de acceso, la red de transporte y el núcleo de contenido, donde se gestiona el control y el acceso de los usuarios, controlando el servicio IPTV a través de un Middleware (Añezco Aguilar, 2013)

Señala este mismo autor que cuando el contenido está empaquetado es trasladado sobre una red de transporte, la que está formada por equipos que dirigen el tráfico por medio de una red IP/MPLS (Multiprotocol Label Switching) hacia los distintos nodos para su posterior distribución (Añezco Aguilar, 2013).

Finalmente, menciona Añazco, por medio de una red de acceso, que puede ser xDSL o FTTH, el contenido es llevado hasta el cliente, que a su vez necesita un equipo CPE, conocido como STB y este decodificador se integra a un televisor convencional (Añazco Aguilar, 2013).

### **2.7.1 Los servicios integrados**

Lo que se pretende técnicamente es que estos servicios puedan funcionar sobre una única infraestructura y dentro de unos parámetros de calidad aceptables. Podemos citar como tales medios al HFC<sup>44</sup>, FTTx y xDSL. En cuanto al tráfico de voz debe consumir un ancho de banda reducido pero que en las colas de los ruteadores o routers sea priorizado respecto a cualquier otro tipo de tráfico.

Respecto al tráfico de video existen dos tipos distintos: televisión en vivo que pueden recibirlo muchos usuarios al mismo tiempo, y televisión a la carta, por lo que el tráfico para cada usuario se considerará único.

### **2.7.2 Calidad de Servicio**

El término Calidad de Servicio QoS<sup>45</sup> viene a integrarse en la infraestructura de red IP, y como se indica son “las tecnologías que cumplen ciertos parámetros de calidad para los diversos tipos de flujo de datos, ... con lo que se asegura que el servicio sea dado con una calidad apropiada”. (Wikipedia, 2014)

### **2.7.3 Calidad de Servicio QoS y Calidad de Experiencia QoE**

---

<sup>44</sup> HFC, Híbrido de Fibra Óptica y Coaxial

<sup>45</sup> QoS, Quality of Service, Calidad del servicio

“**QoE**<sup>46</sup> es el rendimiento global de un sistema desde el punto de vista de los usuarios. QoE es una medida del rendimiento de extremo a extremo en el nivel de los servicios desde la perspectiva del usuario y una indicación de qué tan bien el sistema cumple con las necesidades del usuario” (FORUM, 2006).

Se puede entender el término QoS con la siguiente pregunta:

¿La red entrega el contenido adecuadamente?

“**QoS** es una medida del rendimiento, a nivel de paquetes, desde la perspectiva de la red. QoS también se refiere a un conjunto de tecnologías (mecanismos de QoS) que permiten al administrador de la red, gestionar los efectos de la congestión en el rendimiento de aplicaciones, así como ofrecer un servicio diferenciado a los flujos de tráfico de la red seleccionados o para los usuarios seleccionados. Los parámetros de QoS pueden incluir mediciones de la capa de red, tales como la pérdida de paquetes, el retardo o jitter” (FORUM, 2006).

En cambio entendamos QoE con la siguiente pregunta:

¿El usuario recibe el contenido adecuadamente?

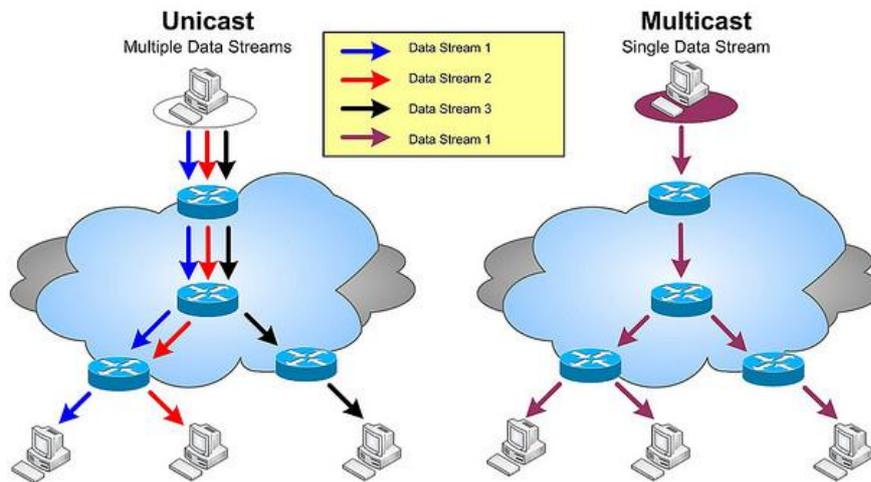
## **2.7.4 Sistemas de Difusión**

### **2.7.4.1 Unicast**

Como menciona Cisco en su página web MERAKI, en un método de envío de datagramas IP a receptores individuales en diferentes destinos.

---

<sup>46</sup> QoE, Quality of Experience, Calidad de la experiencia



**Figura 2.25 Unicast y Multicast**

**Fuente:** [https://kb.meraki.com/knowledge\\_base/multicast-support](https://kb.meraki.com/knowledge_base/multicast-support) (Cisco Meraki, 2014)

### 2.7.4.2 Multicast

En cambio, dice Cisco en su página MeraKi, que la Multidifusión IP o Multicast es un método de envío de datagramas (IP) de protocolo de Internet a un grupo de receptores interesados en una sola transmisión. A menudo se emplea para aplicaciones de streaming media en Internet y redes privadas. Dado que el tráfico se envía desde la fuente una sola vez para todos, en lugar de una vez por beneficiario, el rendimiento puede ser guardado.

### 2.7.4.3 Broadcast o difusión

Se define un Broadcast al envío de paquetes de información desde un punto a todos los puntos conectados a la red. (MARTÍNEZ ROSAS & JARAMILLO CARRASCO, 2008)

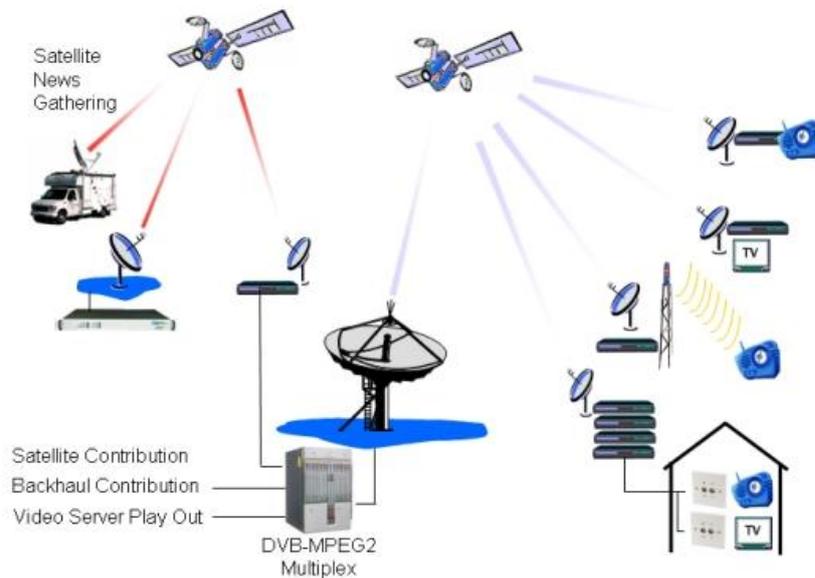


Figura 2.26 Broadcast

Fuente: <http://www.atrexx.com/broadcast>

## 2.8 Estructura metodológica de la investigación

A continuación se expondrá el tipo de estudio realizado, así como los métodos de investigación, la obtención de las fuentes, las técnicas e instrumentos de recolección de datos

### **2.8.1 Tipo de estudio**

*EXPLORATORIO:* Se obtendrá información de los técnicos de CNT EP respecto a su estructura del sistema ADSL existente, para tener conocimiento de los dispositivos con que cuentan.

*DESCRIPTIVO:* Se describirán las características del funcionamiento de la actual red y de todos los elementos y dispositivos que la integran, así como de los factores que inciden en su funcionamiento.

### **2.8.2 Métodos de investigación**

**De observación**, que permitirá auscultar in situ la situación actual de la red de acceso de CNT EP.

**Aplicada**, al utilizar nuestros conocimientos adquiridos en las aulas para diseñar la solución de mejoramiento de la red de CNT

**Inductivo – Deductivo**, por el que conoceremos la magnitud del problema de velocidades de transmisión en ADSL moderadas con lo que plantearemos el diseño de la solución.

**Hipotético – Deductivo**, al detectar que no se pueden alcanzar velocidades mayores con la tecnología ADSL, se supone que puede deberse a ciertos factores del medio o de los equipos de transmisión o de recepción o por la tecnología de modulación, comprobándose finalmente que su estructura pueda soportar o no velocidades mayores

**De modelación**, con representación gráfica o esquemática se visualiza un entorno de conexión por lo que vemos como funciona y proyectamos una mejora técnica o factibilidad de solución.

**De comparación,** se estudian las tecnologías xDSL asincrónicas y sincrónicas y se determina con cuál de ellas se obtendrán velocidades mayores.

### **2.8.3 Fuentes y técnicas de recolección de datos**

#### **Fuentes de investigación**

Las fuentes de investigación ayudarán a visualizar más claramente el objeto de estudio

Fuentes primarias: Se hará la observación directa del funcionamiento de la red xDSL, la obtención de datos de los técnicos de soporte que operan los equipos que forman parte del sistema xDSL, teniendo como referencia principal los libros de tecnologías xDSL y las publicaciones de las actuales investigaciones.

Fuentes secundarias: Las consultas a los manuales de cada equipo de la red, información en la web de los mismos, consultas a expertos de marcas de equipos, etc.

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Observación: Es el registro visual de lo que ocurre en todo el proceso de transmisión recepción entre la empresa y el abonado o usuario de la red

Encuesta: consiste en obtener información de los técnicos de la empresa sobre todo el funcionamiento del sistema ADSL

- Entrevista: Formuladas verbalmente al personal técnico de la empresa
- Cuestionario: Formuladas por escrito a los involucrados en el soporte técnico de CNT EP Provincia de Santa Elena.

## 2.9 Términos básicos

**xDSL:** Familia de tecnologías DSL Digital Subscriber Line o Línea Digital del Abonado

**IP:** Internet Protocol, Protocolo de Internet

**Softswitch:** Es un dispositivo que provee Control de llamada y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes  
<http://es.wikipedia.org/>

**IAD:** Dispositivo de Acceso Integrado, Manual de CNT

**POTS:** Plain Old Telephone Service o Servicio Telefónico Tradicional o Telefonía Básica

Cu: Cobre

**G.652 D:** Fibras ópticas optimizadas para la transmisión en las longitudes de onda de 1310 nm a 1550 nm, incluida la región de 1383 nm y de acuerdo a la subcategoría G.652.D de la ITU-T

**Nodo:** dispositivo que permite integrar los servicios de telefonía y de banda ancha

**RF:** Radio frecuencia, señal inalámbrica

**WiFi:** Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica del estándar IEEE 802.11b de Secuencia Directa

**WiMax:** Interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz y puede tener una cobertura de hasta 50 km

**DSP:** Procesador Digital de Señales o DSP (sigla en inglés de *digital signal processor*) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un conjunto de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Procesador\\_digital\\_de\\_se%C3%B1al](http://es.wikipedia.org/wiki/Procesador_digital_de_se%C3%B1al)

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line, Línea Digital Asimétrica de Abonado

**UIT:** (ITU) Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

**Mbps:** Mega bits por segundo

**Diafonía:** en inglés Crosstalk (XT), cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado, <http://es.wikipedia.org/wiki/Diafon%C3%ADa>

**Atenuación:** Es la pérdida de potencia sufrida por la señal al transitar por cualquier medio de transmisión.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Atenuaci%C3%B3n>

**TDT:** Televisión Digital Terrestre

**FTTdp:** Fiber to the distribution point, Fibra hasta el punto de distribución o armario

**NGN:** Next Generation Networking, Red de Siguiete o Próxima Generación

**DSLAM:** Digital Subscriber Line Access Multiplexer o Multiplexor de Línea de Acceso Digital del Abonado

**HD:** High Definition, Alta Definición

**ATU-R:** ADSL Terminal Unit-Remote, Terminal de la Unidad Remota del ADSL (casa)

**ATU-C:** ADSL Terminal Unit-Central, Terminal de la Unidad Central del ADSL (central o centralita)

**Splitter:** Divisor de frecuencia

**CAP:** Carrierless Amplitude/Phase, Modulación en Amplitud/Fase sin portadora

**DMT:** Discrete MultiTone, Modulación en Multitono Discreto

**ANSI:** American National Standards Institute, Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

**ETSI:** European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones

**ITU:** UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones

**QAM:** Quadrature Amplitude Modulation, Modulación de Amplitud en Cuadratura

**COFDM:** Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales codificado

**PSK:** Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase

**FDM:** Frequency Division Multiple Access, acceso múltiple por división de frecuencia

**Multicast:** Multidifusión, envío de la información en múltiples redes a múltiples destinos simultáneamente

**IPTV:** Internet Protocol Television, sistema de distribución por suscripción de señales de televisión o vídeo usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP

**VoIP:** Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, (VoIP por sus siglas en inglés, Voice over IP)

**UDP:** User Datagram Protocol, es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI)

**Jitter:** Fluctuación, es la variabilidad temporal durante el envío de señales digitales, una ligera desviación de la exactitud de la señal de reloj

**Codec:** Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal

**HFC:** Híbrido de Fibra Óptica y cable Coaxial

**QoS:** Quality of Service, Calidad del servicio

**QoE:** Quality of Experience, Calidad de la experiencia

# **CAPÍTULO 3**

## **ANÁLISIS**

### **3. ANÁLISIS**

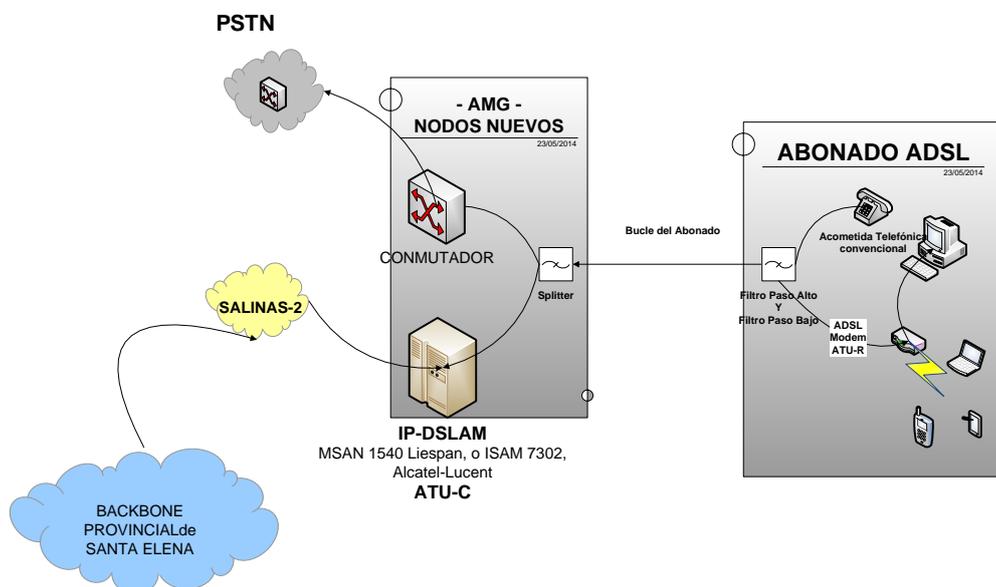
Dentro de este capítulo se revisan los elementos constitutivos de la Red de Acceso CNT EP en la Provincia de Santa Elena, realizando

mediciones telefónicas y de banda ancha de un nodo, y los servicios que ofrecen, con el objeto de analizar su estado y de esta forma tener un criterio técnico de la situación actual, para determinar posteriormente la o las alternativas de solución en la optimización de la misma.

### 3.1 Diagrama situación actual

En la actualidad la CNT EP Agencia Provincial de Santa Elena con la infraestructura de cobre que posee a través de su red de acceso, está brindando a sus abonados servicios de banda ancha y telefonía convencional.

La estructura de estos nodos que permiten dar estos servicios está formada de la manera como el diagrama lo ilustra:



**Figura 3.1: Diagrama de nodos**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

Para dimensionar cómo funciona la red, se revisa la estructura nacional y regional a continuación.

### **3.2 Estructura Tecnológica de CNT EP**

CNT EP, como indica en su página web, a nivel nacional dispone de:

#### **BackBone o Red Troncal Nacional**

- Es una red de Fibra óptica con más de 10.000 Km distribuida en todo el Ecuador, conforme a estándares internacionales 568B.3.1. (CNT EP, 2014)

#### **Red de Transporte**

- Con tecnología de última generación con IP/MPLS TE y DWDM.
- Integrada por equipos CISCO
- Con una capacidad de hasta 192 Lambdas, y con capacidades de hasta 10 Gbps. (CNT EP, 2014)

#### **Red de Acceso**

- Se Dispone de la mejor tecnología para llegar con la mayor velocidad de Internet a hogares y empresas. (CNT EP, 2014)

### **3.3 Servicios que brinda CNT EP**

La empresa tiene a disposición básicamente los siguientes servicios:

- Telefonía fija y Telefonía móvil
- Internet fijo: Fast Boy Internet Fijo e Internet móvil

- CNT Televisión Satelital
- CNT Pack: Telefonía fija, Internet Fijo, Tv Satelital

La estructura de cobre soporta tanto a la telefonía fija residencial como al servicio de internet de banda ancha, y en cuanto a los anchos de banda que ofertan en internet por este medio actualmente son:

Velocidad Down	Velocidad Up
2000 Kbps	500 Kbps.
3000 Kbps	500 Kbps.
4000 Kbps	500 Kbps.
*6000 Kbps	500 Kbps.
*10000 Kbps	1000 Kbps.
*15000 Kbps	1000 Kbps.

**Tabla 3.1: Planes de Internet CNT**

Fuente: pagina web de CNT EP

\*Previa Factibilidad técnica

El servicio de **CNT televisión** es brindado a través de una señal satelital con cobertura nacional.

En cuanto al servicio empaquetado **CNT Pack**, que comprende Telefonía fija, Internet Fijo, Tv Satelital, viene dado por los medios antes indicado, es decir, telefonía e internet fijos por el par de cobre y la televisión es satelital.

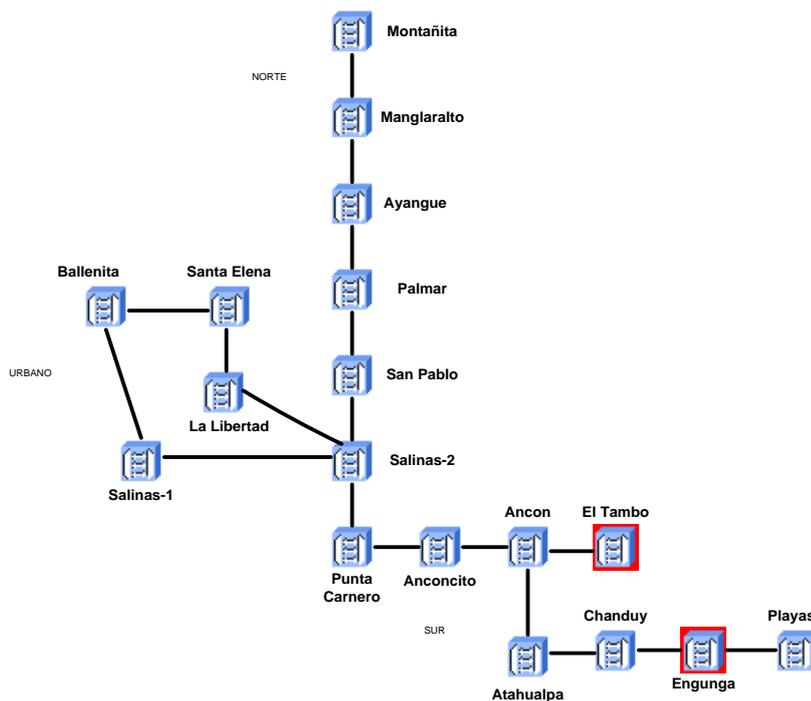
### 3.4 Disposición de equipos y medios de transmisión

La estructura de cobre de las primeras Plantas de servicio telefónicos no fueron diseñadas para soportar los actuales anchos de banda ni fueron concebidas con las especificaciones técnicas que la norma en la

actualidad exige, por lo que se ha venido cambiando por pares de cobre nuevos en algunas centrales, así como de sus equipos de tal manera que se está migrando esta plataforma de telefonía plana a una NGN de nueva generación con las Normas de Aceptación de Redes con cables multi-pares. Se detalla a continuación la estructura del Nodo Provincial.

### 3.4.1 Red de Transporte del Nodo Principal Santa Elena

La red de transporte provincial es un nodo IP/MPLS, cuyo equipamiento se indica en la figura 3.3, esta formado por:



**Figura 3.2** Nodo provincial de Sta. Elena

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena.

Este anillo está interconectado por fibra óptica y está conformado por tres áreas de cobertura a saber Norte, Urbana y Sur.

<b>Sector Norte</b>	<b>Sector Urbano</b>	<b>Sector Sur</b>
Montañita	Salinas 2	Anconcito
Manglaralto	Salinas 1	Ancón
Ayangue	Ballenita	El Tambo
Palmar	Santa Elena	Atahualpa
San Pablo	La Libertad central	Chanduy

**Tabla 3.2: Sectores del Nodo Provincial**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

El anillo usa tecnología MPLS<sup>47</sup>, que como menciona la IETF, en principio es :

Un mecanismo de transporte de datos que opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI, y unifica el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. (IETF, 2001)

Como menciona wikipedia MPLS se usa para transportar diferentes tipos de tráfico de paquetes IP, y está reemplazando al Frame Relay<sup>48</sup> y ATM llevando datos a grandes tasas y voz digital en el mismo medio (VoIP). (Wikipedia, 2014)

<sup>47</sup> MPLS, Multiprotocol Label Switching, Conmutación Multiprotocolo por etiquetas

<sup>48</sup> Frame Relay, es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual, introducida por la ITU-T a partir de la recomendación I.122 de 1988. Tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos ("frames") para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos.



La Planta Interna principalmente cuenta con los siguientes equipos:

- Alcatel-Lucent 7302 ISAM<sup>49</sup>
- Alcatel-Lucent 7330 ISAM Fiber-to-the-Node (FTTN)
- Alcatel-Lucent 1540 Litespan MSAN<sup>50</sup>

✓ **Alcatel-Lucent 7302 ISAM**



**Figura 3.4 Alcatel-Lucent 7302 ISAM**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

---

<sup>49</sup> ISAM, Intelligent Services Access Manager, Administrador o Gestor Inteligente de Servicios de Accesos

<sup>50</sup> MSAN, Multi-Service Access Node, Nodo Multi-servicio de Acceso

El Alcatel-Lucent 7302 ISAM es un IP-DSLAM y como indica la información en su página web, a más de las funciones básicas de un DSLAM, permite hacer gestión de acceso al medio, resaltando:

- Es un Nodo de Acceso con Servicio Completo Oficina Central IP diseñado para ofrecer una experiencia superior Triple Play a todos los suscriptores. Es un nodo de acceso IP de alta densidad capaz de proporcionar servicios de banda ancha de muy alta velocidad a través del cobre ( VDSL2/Multi-DSL ) y fibra (Active Ethernet).
- Soporta 18 slots para DSL, P2P fiber, Splinter, y tarjetas de línea para voz, sirviendo hasta 3,456 suscriptores por cada 600mm X 600mm ETSI footprints, estándar
- Soporta multiservicio, incluyendo calidad de video, servicios de voz con características para la PSTN, servicio a negocios y backhauling móvil. (Alcatel-Lucent, 2014)
- El producto ofrece 100 Mb/s y más por abonado en los despliegues de FTTx a través de fibra y de 50 Mb/s en cobre.
- El 7302 ISAM ofrece entre 16 y 18 ranuras para GPON , fibra P2P, VDSL2 (incluyendo la vinculación y vectorización ) , ADSLx , voz y tarjetas de línea SHDSL. (Alcatel-Lucent, 2014)

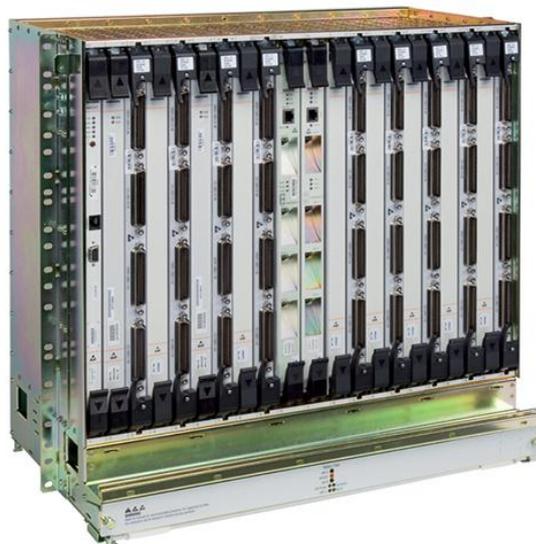
✓ **Alcatel-Lucent 7330 ISAM Fiber-to-the-Node (FTTN)**

El 7330, Fibra hasta el nodo ( FTTN ) toma lo mejor de DSL de Alcatel- Lucent desarrollado , y ofrece un conjunto único de capacidades que permite que se entregue servicios triple play más competitivos. Esta innovadora plataforma le permite ofrecer IPTV y

otras aplicaciones de ultra alto ancho de banda al tiempo de aprovechar su actual planta de cobre.

Como miembro de la familia ISAM , el Alcatel- Lucent 7330 ISAM FTTN comparte tecnología con el Alcatel- Lucent 7302 ISAM, primera plataforma basada en IP de la industria con capacidad de entregar 100 por ciento servicios de triple play. (Alcatel-Lucent, 2014)

- Soporta banda ancha rápida de 100 Mb/s y más con vectorización VDSL2
- Union multi par para incrementar ancho de banda para clientes residenciales (2 pares) o empresariales (8 pares) (Alcatel-Lucent, 2014)



**Figura 3.5 Alcatel-Lucent 7330 ISAM**

Fuente: (Alcatel-Lucent, 2014)

✓ **Alcatel-Lucent 1540 Litespan MSAN**

Este Nodo Multi-servicio de Acceso MSAN tiene entre otras las siguientes prestaciones:

- Es un nodo robusto, escalable compatible con varios proveedores de acceso que soporta múltiples tecnologías de transporte, incluyendo Ethernet, ATM, SDH<sup>51</sup>, PDH<sup>52</sup> y Ethernet sobre SDH
- El 1540 Litespan MSAN aprovecha el Administrador Inteligente de Servicios de Acceso (ISAM), líder del mercado de tecnología para ofrecer servicios de banda ancha. Con esta integración, los proveedores de servicios pueden ofrecer a sus clientes servicios de triple play centrados en el usuario, incluyendo el vídeo basado en IP.
- El 1540 Litespan MSAN, Nodo Multi-servicio de Acceso, permite la correcta evolución de las líneas de voz heredado a NGN-o de voz basada en IMS<sup>53</sup> a través de IP.
- Da aporte a los implementaciones de voz múltiples, con SIP<sup>54</sup>, H.248<sup>55</sup> y V5<sup>56</sup>
- Liderando la escalabilidad de voz y capacidad, atendiendo a más de 4.000 suscriptores por cada sistema
- 48 puertos Multi-DSL (ADSL, ADSL2 (+)), lo que garantiza las mejores operaciones en su clase para los servicios de banda ancha en los bucles de cobre.
- Optimiza los recursos de ancho de banda al tiempo que ofrece IPTV, con IGMP (V3) proxy y sondeo para la transmisión multicast de video streaming (Alcatel-Lucent, 2014)

---

<sup>51</sup> DSH, Synchronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Síncrona

<sup>52</sup> PDH, Plesiochronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Plesiócrona

<sup>53</sup> IMS, **IP Multimedia Subsystem**, Sub-sistema Multimedia IP

<sup>54</sup> SIP, **Session Initiation Protocol**, Protocolo de Inicio de Sesiones

<sup>55</sup> H.248, o Megaco, dado por ITU, define el mecanismo necesario de llamada para permitir a un controlador Media Gateway el control de puertos de enlace para soporte de llamadas de voz/fax entre redes RTC-IP o IP-IP

<sup>56</sup> V5, Interfaz V5, es una familia de protocolos de red telefónica definida por ETSI que permite las comunicaciones entre la central telefónica, también conocida como Central Local (CL o EL, en inglés), y el bucle de abonado

- Interfaz de red Ethernet Gigabit, lo que aumenta la flexibilidad al conectarse a la red troncal de datos IP a través de redes Metro Ethernet para soportar servicios de alto ancho de banda como IPTV
- Soporte integrado para Ethernet sobre SDH



**Figura 3.6 Alcatel-Lucent 1540 Litespan MSAN**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### **3.4.3 Distritos en CNT EP Provincia de Santa Elena**

La Agencia Provincial CNT EP de Santa Elena esta estructurada basicamente por 15 distritos o nodos principales como se identifican en la tabla 3.2, conformando 3 sectores, Norte, Urbano y Sur, dentro de los

cuales se han ido implementando otros a más de los anotados. También se han instalados nuevo nodos en estructura de cobre antigua en buen estado

#### **3.4 3.1 Sector Urbano:**

- La Propicia: Nodo nuevo y red nueva
- Jaime Roldos: Nodo nuevo y red nueva
- Ballenita: Nodo nuevo en la red antigua

Por entregar: Santa Rosa y Muey

#### **3.4.3.2 Sector Norte:**

- Valdivia: Nodo nuevo y red nueva
- Palmar, San Pablo, Taos, Villa Marina, Punta Centinela, Barandúa, son nodos nuevos en la red antigua.

#### **3.4.3.3 Sector Sur:**

- Pechiche: Nodo nuevo y red nueva
- Puerto Chanduy: Nodo nuevo y red nueva

Por entregar: Ciudadela El Delfin en Santa Elena

#### **3.4.4 Par trenzado de Cobre**

Se constató la situación del par trenzado de cobre o bucle del abonado en los 15 distritos y en sectores aledaños, datos que fueron dados por el

personal técnico de CNT EP, con sus distancias promedio Central - Abonado como a continuación se indica:

Central	Distancia promedio Central-abonado (m)	Numero de Pares	Estado	
			Nodo	Red /Cobre
ANCON	1728	720	A	A
ANCONCITO	2000	528	A	A
ATAHUALPA	829	720	N	N
BALLENITA	1752	1824	N	A
JAIME ROLDOS *	2030	3264	N	N
LA LIBERTAD *	1945	7489	A	A
MANGLARALTO	917	336	A	A
MONTAÑITA	1334	336	A	A
MUEY	1176	1200	N	N
PALMAR	1178	432	N	A
PECHICHE	834	336	N	N
PROPICIA *	1828	2448	N	N
PUNTA CENTINELA	1664	432	N	A
PUERTO CHANDUY	737	816	N	N
PUNTA BARANDUA	1964	432	N	A
SAN PABLO	1174	384	N	A
SANTA ELENA	1878	4081	A	A
TAOS	1498	432	N	A
VALDIVIA	600	240	N	N
VILLA MARINA	807	432	N	A
LOBO DE MAR	745	600	N	N
SANTA ROSA	780	2400	N	N
SAN PEDRO	1250	300	N	N
TOTAL DE PARES		29782		

**Tabla 3.3: Estado y distancias de los pares de cobre**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena



Con lo expuesto en las secciones previas de este capítulo se deja ver que toda la estructura con que cuenta la CNT EP regional Santa Elena respecto a sus equipos tecnológicos en funcionamiento como son los Alcatel-Lucent en sus modelos 1540, 7302, 7330, revisando la documentación del fabricante y los reportes de funcionamiento en diferentes centrales de otros países de Alcatel-Lucent publicados<sup>57</sup> en su portal, comprueban que están diseñados para dar servicios triple play.

A continuación se analizará el estado físico-técnico del medio de comunicación, el par trenzado de cobre.

Para este efecto se permitió tomar como punto de estudio específico, el Nodo de Pechiche, el cual se encuentra equipado con un Alcatel-Lucent MSAN 1540 Litespan, Nodo Multi-servicio de Acceso, así como de sus armarios o distritos y sus cajas de dispersión para las mediciones correspondientes, las que se detallan en la siguiente sección.

### **3.5.1 Análisis Técnico**

Se toma como referencias las normas presentadas en las recomendaciones UIT, en donde se considera la característica principal de ADSL2+ la cual extiende el espectro desde los 1,104 MHz hasta los 2,208 MHz, y para VDSL2 alcanzan 12 MHz destinado para la descarga (downstream), con lo que se alcanzan mayores tasas de transmisión.

Los nodos de acceso de la regional, como se detalló anteriormente, están equipados con Alcatel-Lucent 7302 ISAM, 7330 ISAM y 1540 MSAN Litespan, de los que se resaltan estas características:

---

<sup>57</sup> Publicaciones y reportes de Alcatel-Lucent, <http://www3.alcatel-lucent.com/publications/>

En tecnología ADSL2+ el fabricante garantiza hasta 20 Mbps por abonado. Estos equipos se encuentran funcionando en las centrales y nodos de CNT EP. En la tecnología VDSL2 soportan tasas hasta de 50 Mbps (Alcatel-Lucent, 2014).

### ➤ **Parámetros en el Par de Cobre para ofrecer servicios DSL**

Los fundamentos teóricos nos indican que con el fin de maximizar la calidad del enlace xDSL, es necesario que se midan las características físicas del par de cobre.

Para efectos de realizar la comprobación de las características de la estructura de cobre se procede a realizar las siguientes mediciones de las antes mencionadas:

- ✓ Mediciones en la red Telefónica: Aislamiento, Resistencia de bucle, Desequilibrio resistivo para POTs, Continuidad de pantalla, Voltaje inducido; y,
- ✓ Mediciones ADSL2+: Atenuación, Diafonía, Balance resistivo para ADSL.

Se ha utilizado el instrumento que disponen los técnicos de la regional, a saber el DYNATEL 965 AMS/ADSL2+, cuyas mediciones se toman como punto principal del análisis, junto con el estudio de las características y bondades del Alcatel-Lucent 1540 MSAN Litespan. Se resalta también que se tomarán como datos de comparación, la hoja de reporte de las mediciones hechas por el contratista y recibidas por el fiscalizador y supervisor de parte de CNT EP, llamado “PROTOCOLO DE PRUEBAS DE RED TELEFÓNICA” (CNT EP, 2014)

### ➤ **Mediciones**

Se usa el instrumento de medición en mención y como indica su manual (3M, 2008), combina los instrumentos de medición más comunes de uso en redes de telecomunicaciones de cobre para Voz y Banda Ancha con la facilidad de usar módulos de prueba enchufables:

- ✓ TDR
- ✓ Analizador
- ✓ Localizador de fallas en red Telefónica
- ✓ MODEM ADSL2+



**Figura 3.7 Dynatel 965 AMS/ADSL2+.**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

Se han realizado dos tipos de pruebas y mediciones a saber:

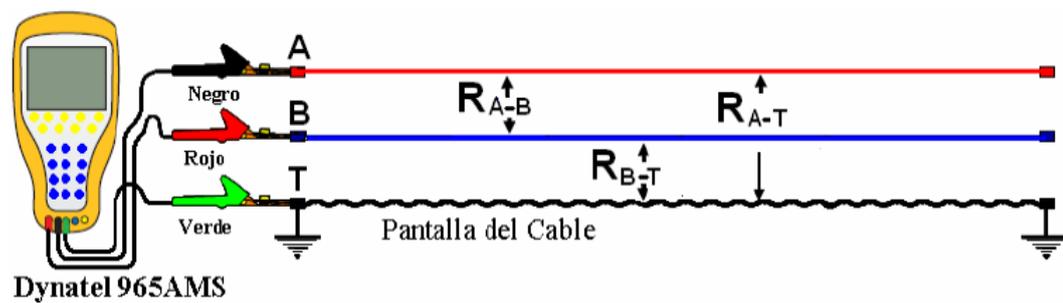
- ✓ Mediciones en la red Telefónica: Aislamiento, Resistencia de bucle, Desequilibrio resistivo para POTs, Continuidad de pantalla, Voltaje inducido; y,
- ✓ Mediciones ADSL2+: Atenuación, Diafonía, Balance resistivo para ADSL.

### **3.5.1.1 Mediciones en la red Telefónica Nodo Pechiche**

Se toma como punto referencial el reporte de pruebas y mediciones realizadas por el contratista cuando se entregó este proyecto. Se procede a realizar las siguientes pruebas:

✓ **Aislamiento**

La medición de resistencia de aislamiento permite detectar fallas resistivas como: corto, tierra o batería.



**Figura 3.8 Medición de aislamiento**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

La resistencia de aislamiento para red en servicio debe ser suficientemente alta para evitar fugas a tierra o entre hilos.

FALLA:  $0 \Omega$  a  $3 M\Omega$

ACEPTABLE:  $> 3 M\Omega$  a  $30 M\Omega$

BUENO:  $> 30 M\Omega$  a  $100 M\Omega$  y superior

REGLETA Y/O CAJA	PAR	AISLAMIENTO (Gigaohmios)			DISTANCIA (m)
		AxB	AxT	BxT	
A1	1	> 10	> 10	> 10	1136
A1	2	> 10	> 10	> 10	1136
A1	3	> 10	> 10	> 10	1136
A1	4	> 10	> 10	> 10	1136
A1	5	> 10	> 10	> 10	1136
A1	6	> 10	> 10	> 10	1136
A1	7	> 10	> 10	> 10	1136

A1	8	> 10	> 10	> 10	1136
A1	9	> 10	> 10	> 10	1136
A1	10	> 10	> 10	> 10	1136
A2	1	> 10	> 10	> 10	988
A2	2	> 10	> 10	> 10	988
A2	3	> 10	> 10	> 10	988
A2	4	> 10	> 10	> 10	988
A2	5	> 10	> 10	> 10	988
A2	6	> 10	> 10	> 10	988
A2	7	> 10	> 10	> 10	988
A2	8	> 10	> 10	> 10	988
A2	9	> 10	> 10	> 10	988
A2	10	> 10	> 10	> 10	988
A3	1	> 10	> 10	> 10	740
A3	2	> 10	> 10	> 10	740
A3	3	> 10	> 10	> 10	740
A3	4	> 10	> 10	> 10	740
A3	5	> 10	> 10	> 10	740
A3	6	> 10	> 10	> 10	740
A3	7	> 10	> 10	> 10	740
A3	8	> 10	> 10	> 10	740
A3	9	> 10	> 10	> 10	740
A3	10	> 10	> 10	> 10	740
A4	1	> 10	> 10	> 10	619
A4	2	> 10	> 10	> 10	619
A4	3	> 10	> 10	> 10	619
A4	4	> 10	> 10	> 10	619
A4	5	> 10	> 10	> 10	619
A4	6	> 10	> 10	> 10	619
A4	7	> 10	> 10	> 10	619
A4	8	> 10	> 10	> 10	619
A4	9	> 10	> 10	> 10	619
A4	10	> 10	> 10	> 10	619
A5	1	> 10	> 10	> 10	521
A5	2	> 10	> 10	> 10	521
A5	3	> 10	> 10	> 10	521
A5	4	> 10	> 10	> 10	521
A5	5	> 10	> 10	> 10	521
A5	6	> 10	> 10	> 10	521
A5	7	> 10	> 10	> 10	521

A5	8	> 10	> 10	> 10	521
A5	9	> 10	> 10	> 10	521
A5	10	> 10	> 10	> 10	521

**Tabla 3.5 Medición de Aislamiento**

Fuente: Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

✓ **Resistencia de Bucle**

La medición de resistencia de bucle permite detectar fallas de continuidad (abiertos). La resistencia de bucle de un par puede variar entre 1  $\Omega$  a 1300  $\Omega$ .



**Figura 3.9 Medición de Resistencia de Bucle**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

Rango de Medición: 0 a 999 M $\Omega$ .

REGLETA Y/O CAJA	PAR	Resistencia de Bucle ( $\Omega$ )	Resistencia Bucle ( $\Omega$ /km)	DISTANCIA (m)
		$RAB=RhA+RhB$	$RAB/Dist$	
A1	1	318	280	1136
A1	2	318	280	1136
A1	3	318	280	1136
A1	4	318	280	1136
A1	5	318	280	1136
A1	6	318	280	1136

A1	7	318	280	1136
A1	8	318	280	1136
A1	9	318	280	1136
A1	10	318	280	1136
A2	1	277	280	988
A2	2	277	280	988
A2	3	277	280	988
A2	4	277	280	988
A2	5	277	280	988
A2	6	277	280	988
A2	7	277	280	988
A2	8	277	280	988
A2	9	277	280	988
A2	10	277	280	988
A3	1	207	280	740
A3	2	207	280	740
A3	3	207	280	740
A3	4	207	280	740
A3	5	207	280	740
A3	6	207	280	740
A3	7	207	280	740
A3	8	207	280	740
A3	9	207	280	740
A3	10	207	280	740
A4	1	174	281	619
A4	2	174	281	619
A4	3	174	281	619
A4	4	174	281	619
A4	5	174	281	619
A4	6	174	281	619
A4	7	174	281	619
A4	8	174	281	619
A4	9	174	281	619
A4	10	174	281	619
A5	1	145	278	521
A5	2	145	278	521
A5	3	145	278	521
A5	4	145	278	521
A5	5	145	278	521
A5	6	145	278	521

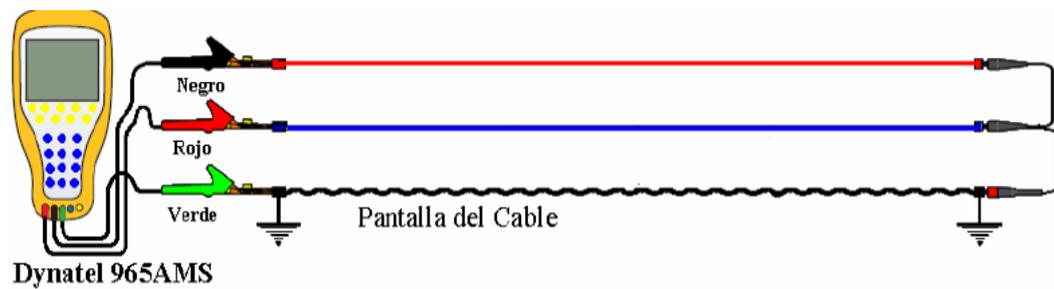
A5	7	145	278	521
A5	8	145	278	521
A5	9	145	278	521
A5	10	145	278	521

**Tabla 3.6 Medición de Resistencia de Bucle**

Fuente: Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

### ✓ Desequilibrio Resistivo

Estas pruebas tienen validez para mediciones tanto de bucle como de ADSL2+, manejando diferentes porcentajes. Para POTs: max. 3%



**Figura 3.10 Medición desequilibrio Resistivo**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

REGLETA Y/O CAJA	PAR	DESEQUILIBRIO RESISTIVO		Porcentaje del desequilibrio resistivo - PAR
		A	B	
		$RA=RhA+Rp$	$RB=RhB+Rp$	
A1	1	163	162	0.37 %
A1	2	163	162	0.37 %
A1	3	163	162	0.37 %
A1	4	163	162	0.37 %
A1	5	163	162	0.37 %
A1	6	163	162	0.37 %

A1	7	163	162	0.37 %
A1	8	163	162	0.37 %
A1	9	163	162	0.37 %
A1	10	163	163	0.37 %
A2	1	141	140	0.37 %
A2	2	141	140	0.37 %
A2	3	141	140	0.37 %
A2	4	141	140	0.37 %
A2	5	141	140	0.37 %
A2	6	141	140	0.37 %
A2	7	141	140	0.37 %
A2	8	141	140	0.37 %
A2	9	141	140	0.37 %
A2	10	141	140	0.37 %
A3	1	105	104	0.37 %
A3	2	105	104	0.37 %
A3	3	105	104	0.37 %
A3	4	105	104	0.37 %
A3	5	105	104	0.37 %
A3	6	105	104	0.37 %
A3	7	105	104	0.37 %
A3	8	105	104	0.37 %
A3	9	105	104	0.37 %
A3	10	105	105	0.37 %
A4	1	89	88	0.37 %
A4	2	89	88	0.37 %
A4	3	89	88	0.37 %
A4	4	89	88	0.37 %
A4	5	89	88	0.37 %
A4	6	89	88	0.37 %
A4	7	89	88	0.37 %
A4	8	89	88	0.37 %
A4	9	89	88	0.37 %
A4	10	89	88	0.37 %
A5	1	74	73	0.37 %
A5	2	74	73	0.37 %
A5	3	74	73	0.37 %
A5	4	74	73	0.37 %
A5	5	74	73	0.37 %
A5	6	74	73	0.37 %

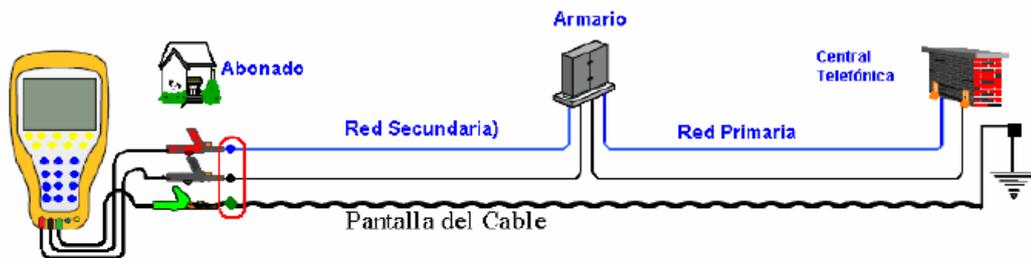
A5	7	74	73	0.37 %
A5	8	74	73	0.37 %
A5	9	74	73	0.37 %
A5	10	74	73	0.37 %

**Tabla 3.7 Medición desequilibrio Resistivo**

Fuente: Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

✓ **Continuidad de pantalla**

Se mide la conexión de la pantalla del cable a tierra



**Figura 3.11 Medición Continuidad de pantalla**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

REGLETA Y/O CAJA	PAR	CONTINUIDAD DE PANTALLA ( $\Omega$ /Km)
		$(R_a + R_B - R_{AB})$ / ( $2 * \text{Dist}$ )
A1	1	3.5
A1	2	3.5
A1	3	3.5
A1	4	3.5
A1	5	3.5
A1	6	3.5
A1	7	3.5
A1	8	3.5
A1	9	3.5

A1	10	2.5
A2	1	2.5
A2	2	2.5
A2	3	2.5
A2	4	2.5
A2	5	2.5
A2	6	2.5
A2	7	2.5
A2	8	2.5
A2	9	2.5
A2	10	2.5
A3	1	2.0
A3	2	2.0
A3	3	2.0
A3	4	2.0
A3	5	2.0
A3	6	2.0
A3	7	2.0
A3	8	2.0
A3	9	2.0
A3	10	2.0
A4	1	3.2
A4	2	3.2
A4	3	3.2
A4	4	3.2
A4	5	3.2
A4	6	3.2
A4	7	3.2
A4	8	3.2
A4	9	3.2
A4	10	3.2
A5	1	2.9
A5	2	2.9
A5	3	2.9
A5	4	2.9
A5	5	2.9
A5	6	2.9
A5	7	2.9
A5	8	2.9
A5	9	2.9

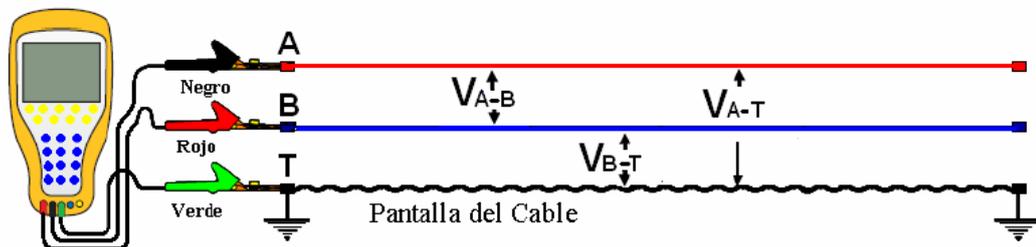
A5	10	2.9
----	----	-----

**Tabla 3.8 Medición Continuidad de pantalla**

Fuente: Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

✓ **Voltaje inducido**

Voltaje de operación normal de línea telefónica POTs: -48 V a -55 V DC



**Figura 3.12 Medición de Voltaje inducido**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

REGLETA Y/O CAJA	PAR	VOLTAJE INDUCIDO		
		AxB	AxT	BxT
A1	1	0	0	c
A1	2	0	0	0
A1	3	0	0	0
A1	4	0	0	0
A1	5	0	0	0
A1	6	0	0	0
A1	7	0	0	0
A1	8	0	0	0
A1	9	0	0	0
A1	10	0	0	0
A2	1	0	0	0
A2	2	0	0	0
A2	3	0	0	0
A2	4	0	0	0

A2	5	0	0	0
A2	6	0	0	0
A2	7	0	0	0
A2	8	0	0	0
A2	9	0	0	0
A2	10	0	0	0
A3	1	0	0	0
A3	2	0	0	0
A3	3	0	0	0
A3	4	0	0	0
A3	5	0	0	0
A3	6	0	0	0
A3	7	0	0	0
A3	8	0	0	0
A3	9	0	0	0
A3	10	0	0	0
A4	1	0	0	0
A4	2	0	0	0
A4	3	0	0	0
A4	4	0	0	0
A4	5	0	0	0
A4	6	0	0	0
A4	7	0	0	0
A4	8	0	0	0
A4	9	0	0	0
A4	10	0	0	0
A5	1	0	0	0
A5	2	0	0	0
A5	3	0	0	0
A5	4	0	0	0
A5	5	0	0	0
A5	6	0	0	0
A5	7	0	0	0
A5	8	0	0	0
A5	9	0	0	0
A5	10	0	0	0

**Tabla 3.9 Medición Voltaje inducido**

**Fuente:** Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena



A1	1	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	2	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	3	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	4	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	6	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	7	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	8	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	9	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A1	10	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A2	1	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	2	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	3	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	4	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	6	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	7	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	8	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	9	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A2	10	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A3	1	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	2	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	3	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	4	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	5	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	6	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	7	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	8	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	9	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A3	10	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A4	1	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	3	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	4	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	5	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	6	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	7	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	8	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	9	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A4	10	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777

A5	1	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	2	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	3	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	4	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	5	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	6	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	7	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	8	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727
A5	10	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727

**Tabla 3.10 Medición Atenuación en DSL**

**Fuente:** Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

✓ **Analizador de espectro**

Esta prueba se la realiza con el fin de analizar la diafonía (crosstalk) o interferencia producida por otros servicios de banda ancha transmitidos a través del mismo cable. (3M, 2008)

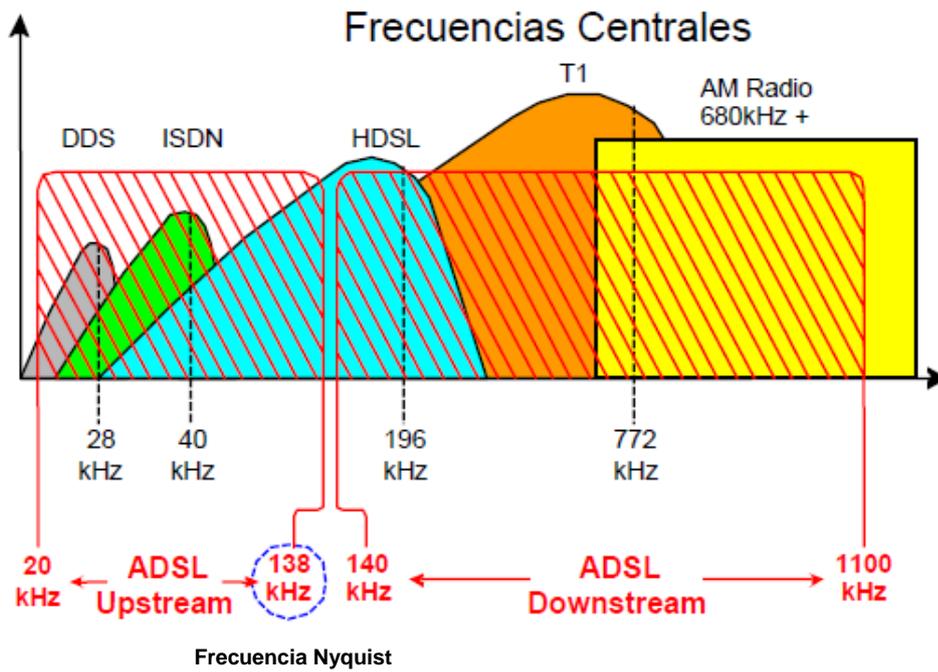


Figura 3.14 Espectro de interferencias

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

Se toma como referencia en banda ancha un nivel de salida de 0 dBm

REGLETA Y/O CAJA	PAR	DIAFONIA (dB)	
		a 1000 Hz	a 1600 Hz
A1	1	> 90	> 90
A1	2	> 90	> 90
A1	3	> 90	> 90
A1	4	> 90	> 90
A1	5	> 90	> 90
A1	6	> 90	> 90
A1	7	> 90	> 90
A1	8	> 90	> 90
A1	9	> 90	> 90
A1	10	> 90	> 90
A2	1	> 90	> 90
A2	2	> 90	> 90
A2	3	> 90	> 90
A2	4	> 90	> 90
A2	5	> 90	> 90

A2	6	> 90	> 90
A2	7	> 90	> 90
A2	8	> 90	> 90
A2	9	> 90	> 90
A2	10	> 90	> 90
A3	1	> 90	> 90
A3	2	> 90	> 90
A3	3	> 90	> 90
A3	4	> 90	> 90
A3	5	> 90	> 90
A3	6	> 90	> 90
A3	7	> 90	> 90
A3	8	> 90	> 90
A3	9	> 90	> 90
A3	10	> 90	> 90
A4	1	> 90	> 90
A4	2	> 90	> 90
A4	3	> 90	> 90
A4	4	> 90	> 90
A4	5	> 90	> 90
A4	6	> 90	> 90
A4	7	> 90	> 90
A4	8	> 90	> 90
A4	9	> 90	> 90
A4	10	> 90	> 90
A5	1	> 90	> 90
A5	2	> 90	> 90
A5	3	> 90	> 90
A5	4	> 90	> 90
A5	5	> 90	> 90
A5	6	> 90	> 90
A5	7	> 90	> 90
A5	8	> 90	> 90
A5	9	> 90	> 90
A5	10	> 90	> 90

**Tabla 3.11 Medición de Diafonía**

**Fuente:** Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

✓ **Balance resistivo**

Las pruebas realizadas para comprobar el Desequilibrio Resistivo tienen validez para mediciones de ADSL2+, manejando diferentes porcentajes, teniendo para ADSL2+ un máximo de 1%

REGLETA Y/O CAJA	PAR	DESEQUILIBRIO RESISTIVO		Porcentaje del desequilibrio resistivo - PAR
		A	B	
		RA=RhA+Rp	RB=RhB+Rp	
A1	1	163	162	0.37 %
A1	2	163	162	0.37 %
A1	3	163	162	0.37 %
A1	4	163	162	0.37 %
A1	5	163	162	0.37 %
A1	6	163	162	0.37 %
A1	7	163	162	0.37 %
A1	8	163	162	0.37 %
A1	9	163	162	0.37 %
A1	10	163	163	0.37 %
A2	1	141	140	0.37 %
A2	2	141	140	0.37 %
A2	3	141	140	0.37 %
A2	4	141	140	0.37 %
A2	5	141	140	0.37 %
A2	6	141	140	0.37 %
A2	7	141	140	0.37 %
A2	8	141	140	0.37 %
A2	9	141	140	0.37 %
A2	10	141	140	0.37 %
A3	1	105	104	0.37 %
A3	2	105	104	0.37 %
A3	3	105	104	0.37 %
A3	4	105	104	0.37 %
A3	5	105	104	0.37 %

A3	6	105	104	0.37 %
A3	7	105	104	0.37 %
A3	8	105	104	0.37 %
A3	9	105	104	0.37 %
A3	10	105	105	0.37 %
A4	1	89	88	0.37 %
A4	2	89	88	0.37 %
A4	3	89	88	0.37 %
A4	4	89	88	0.37 %
A4	5	89	88	0.37 %
A4	6	89	88	0.37 %
A4	7	89	88	0.37 %
A4	8	89	88	0.37 %
A4	9	89	88	0.37 %
A4	10	89	88	0.37 %
A5	1	74	73	0.37 %
A5	2	74	73	0.37 %
A5	3	74	73	0.37 %
A5	4	74	73	0.37 %
A5	5	74	73	0.37 %
A5	6	74	73	0.37 %
A5	7	74	73	0.37 %
A5	8	74	73	0.37 %
A5	9	74	73	0.37 %
A5	10	74	73	0.37 %

**Tabla 3.12 Medición Atenuación en DSL**

**Fuente:** Nodo Pechiche, CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

Con la información del Protocolo de Pruebas de Red Telefónica, podemos comprobar que el par de cobre tiene los valores de:

- ✓ Aislamiento: sin diferencia
- ✓ Resistencia de bucle: sin diferencia
- ✓ Desequilibrio resistivo para POTs: 0,35% (dentro del rango->3%)
- ✓ Continuidad de pantalla: sin diferencia
- ✓ Voltaje inducido: sin diferencia

- ✓ Atenuación: sin diferencia
- ✓ Diafonía: sin diferencia
- ✓ Balance resistivo para ADSL: 0,35% (dentro del rango hasta 1%)

### ➤ **Resumen**

Se puede resaltar de este análisis dos aspectos:

- ✓ Que los pares en estudio de este Nodo, se encuentran dentro del rango permitido, es decir por este criterio son pares que si califican a estas pruebas al estar dentro de los parámetros que el protocolo de pruebas indica.
- ✓ Que los equipos mencionados cuentan con la tecnología adecuada para brindar servicios de banda ancha hasta de 20 Mbps en modo ADSL2+ y 50 Mbps, dentro de condiciones específicas del bucle del abonado

### **3.5.2 Análisis Económico**

Los servicios que ofrece la corporación a través del par de cobre, como se ha mencionado anteriormente, son la telefonía convencional y el servicio de banda ancha para internet, y oferta la televisión pagada por un medio distinto, a saber, por enlace satelital.

Para poder ofertar un servicio triple play en la estructura del bucle del abonado de la regional, se debe incorporar, a más de VoIP<sup>58</sup>, la Difusión de video en vivo, el servicio de video bajo demanda (VoD) y el servicio de

---

<sup>58</sup> VoIP, Voz sobre IP

grabación de contenido multimedia o video. A esto último de lo conoce como IPTV<sup>59</sup>.

IPTV plantea dos escenarios de distribución de contenidos, los servicios de difusión similares a los de la CATV<sup>60</sup> y los servicios para un solo terminal como el VoD.

En cuanto a los contenidos se debe indicar que existen valores económicos como la Adquisición del contenido de la señal de video, la implementación del Almacenamiento y los Servidores de video, la Distribución de contenido, el Software de control de contenidos y de gestión, se deben manejar a niveles de la gerencia nacional, por ende no están dentro del alcance de este proyecto.

### 3.5.3 Análisis Operativo

El servicio que falta por implementar para poder ofertar el triple play en esta red es el de IPTV. Se conoce que la IPTV como método digital de transmisión de datos, en este caso de las señales de video que son transmitidas tanto en difusión o broadcasting (señales en tiempo real), así como el video bajo demanda (VoD), donde el usuario determina el contenido y el horario a recibir, se deben analizar bajo tres parámetros como indican las normas UITy ETSI<sup>61</sup>:

- ✓ El núcleo del contenido,
- ✓ La red de transporte, y
- ✓ La red de acceso.

---

<sup>59</sup> IPTV, Televisión sobre protocolo IP

<sup>60</sup> CATV, Circuito abierto de TV

<sup>61</sup> ETSI, Instituto Europeo de **Normas de Telecomunicaciones**

En cuanto la operación del núcleo del contenido, la cual se considera el cerebro de la arquitectura, se debe considerar el manejo de la provisión del contenido, como los servidores de VoD, servidores de Video Head-End, el contenido de la TV en Broadcast.

A través de una red de acceso, sea xDSL o FTTH, el contenido se entrega al abonado, necesitando un demodulador de señal IPTV llamado STB<sup>62</sup>,

Por los aspectos expuestos, se debe indicar que:

- ✓ Por el Núcleo del contenido, son aspectos que la CNT EP debe gestionar para su futura implementación.
- ✓ La red de transporte, tiene una estructura IP/MPLS operativa que le permite soportar el transporte adecuado para el servicio en cuestión.
- ✓ La red de acceso, universo del presente trabajo, se encuentra operativa con su tecnología xDSL sobre todo en los nuevos nodos cuyas distancias están dentro de los 2 Km. En los nodos con armarios inteligentes AMG y bucles antiguos se deben estudiar las distancias en los cuales se podría soportar anchos de banda de 15 a 20 Mbps promedio.

---

<sup>62</sup> STB, Set Top Box, es un decodificador o receptor de televisión, dispositivo encargado de la recepción y opcionalmente decodificación de señal de televisión analógica o digital

# **CAPÍTULO 4**

## **DISEÑO**

### **4. DISEÑO**

En este capítulo se propone un diseño de arquitectura triple play. Esta propuesta de optimización hace uso de los recursos tecnológicos de los equipos que dispone y tiene en funcionamiento CNT EP provincial en la

red de acceso. Para la implementación del triple play, en cuanto al Núcleo del Contenido del IPTV, debe ser provista por CNT EP gerencia nacional.

#### **4.1 Arquitectura de la Red de Acceso**

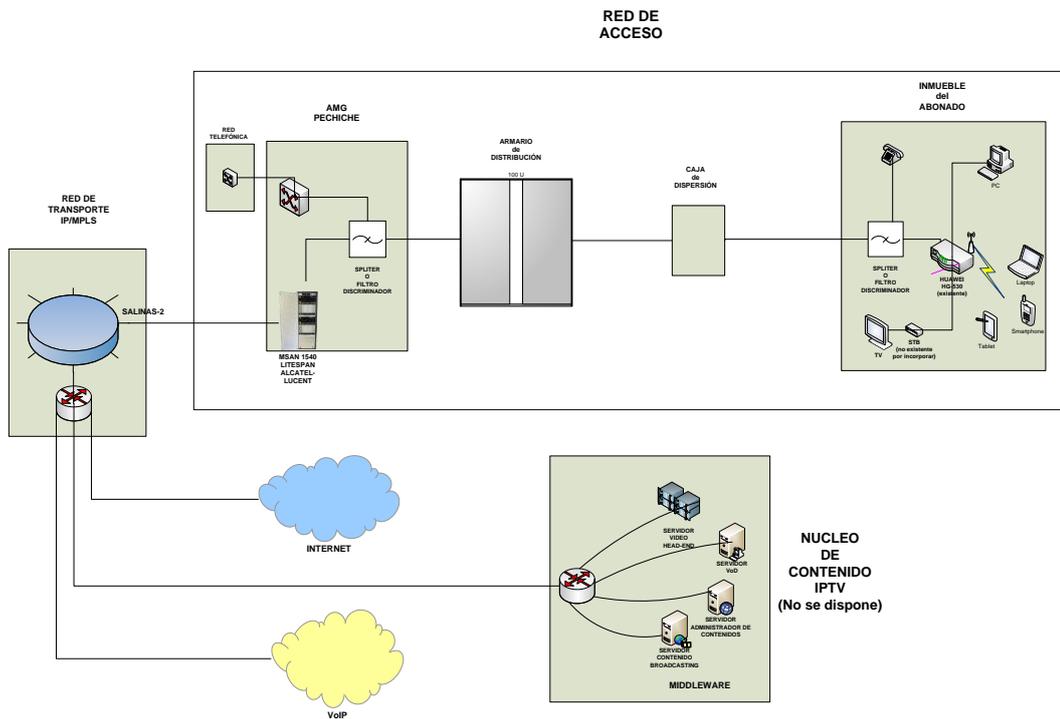
Los componentes de la Red de Acceso se revisaron en el capítulo 3 sección (figura 3.1) en la que se detallaron:

- Planta Interna: Central telefónica, estructura de un DSLAM, Red IP/MPLS.
- Planta externa: A partir del MDF o Armario de Distribución Principal, red Primaria, red Secundaria y red de dispersión
- Servicios sobre la red de acceso de la CNT EP: Internet de Alta Velocidad (HSI, High Speed Internet), voz sobre IP (VoIP), e IPTV.

A partir de ellas se procede a proponer un diseño:

##### **4.1.1 Diseño arquitectónico**

El equipo principal en este diseño es el IP – DSLAM el cual tiene un acceso basado en Ethernet /IP. Este equipo está instalado y prestando servicio en las centralitas y nodos de acceso de la región como son los Alcatel-Lucent ISAM 7302, ISAM 7330, MSAN 1540 LiteSpan.



**Figura 4.1: Arquitectura propuesta Triple Play**

Fuente: Diseño de tesis

Como se ha indicado anteriormente, estos equipos (Alcatel-Lucent ISAM 7302, ISAM 7330, MSAN 1540 LiteSpan) están fabricados para dar más ancho de banda cuando se necesite: ADSL2(24 Mbps) +, VDSL(52 Mbps), VDSL2 (100 Mbps). También están diseñados para dar servicio de Triple Play: HSI Internet de alta velocidad, IPTV (Video) y Voz.

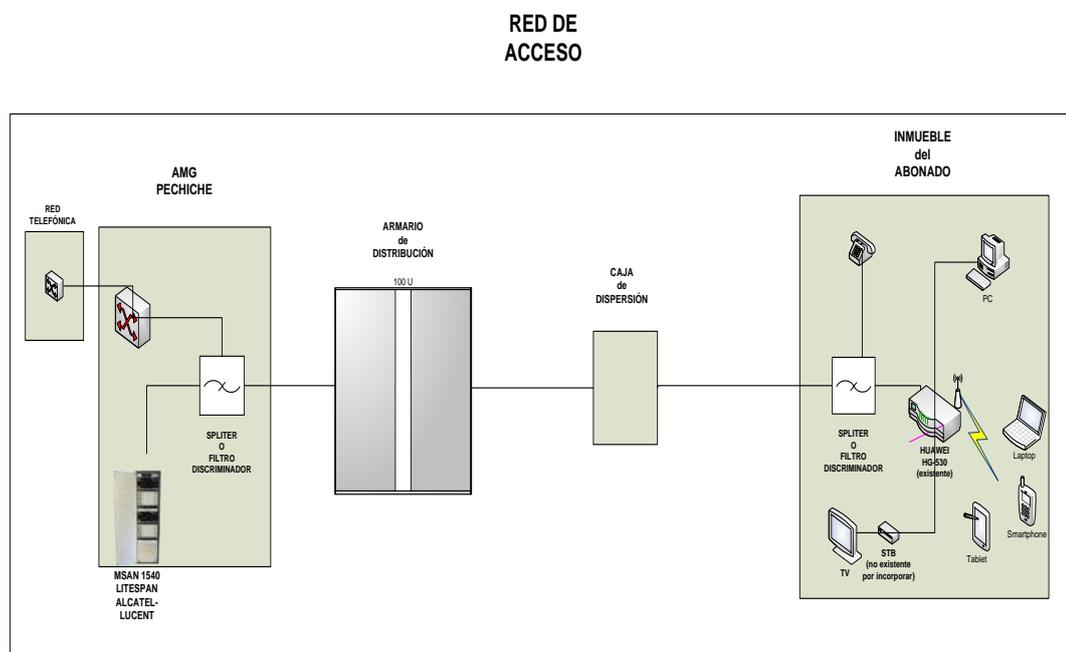
En cuanto al equipo que provee CNT EP al abonado, es un modem ATUR Huawei HG-530 (Home Gateway) que está diseñado para que en ADSL2+ alcance 20Mbps.

Se ha de recalcar que en esta red de acceso en donde el medio de transmisión es el cobre, el par del abonado debe cumplir ciertos parámetros, los cuales se van a comprobar como resultado de las mediciones realizadas.

#### 4.1.2 Diagrama de componentes

Como detalla la figura 4.5 de la red de transmisión, el Nodo de Pechiche es alimentado desde el Nodo de Chanduy por medio de una fibra óptica mono-modo RNT G-655 de 7,74 Km que está conectado en el Switch Cisco de 24 puertos ubicado en ese nodo. A su vez el Nodo Chanduy viene derivado por MPLS desde el Nodo Salinas-2.

El Nodo Pechiche es un AMG o Armario Inteligente, figura 4.9, compuesto principalmente por el MSAN 1540 LiteSpan de Alcatel-Lucent desde donde se conectan por la red primaria hasta los tres armarios D-30, D-31, D-32 de 300 pares cada uno. A partir de cada armario y pasando por la caja de dispersión, llega a cada abonado, dentro de un rango de distancias menores a 1200 m. CNT EP provee al abonado un modem Huawei HG-530 (Home Gateway) que está diseñado para que en ADSL2+ alcance 20Mbps. Se hace notar que el abonado no cuenta con el STB.



**Figura 4.2 Componentes del Nodo Pechiche.**

**Fuente:** Diseño de tesis.

## 4.2 Servicios propuestos

El diseño propuesto sirve para proyectar diferentes opciones de servicios los que se mencionan a continuación del grafico obtenido por referencias UIT y ETSI

▪

**Figura 4.3 Opciones de servicios Triple Play**

**Fuente:** Referencias UIT Y ETSI

Las opciones de servicios 1 y 2 se plantean tanto para los tendidos de cobre nuevos como los antiguos con restricciones específicas.

La primera opción propone brindar el servicio para los abonados que se encuentran hasta 2.0 Km. La segunda para los que están entre 1.0 a 1.5 Km

### Características del Servicio 1

TECNOLOGIA	PLANTA EXTERNA		LONGITUD del PAR O BUCLE	DESTINO	ANCHO DE BANDA
	MEDIO ACTIVO	MEDIO PASIVO			
ADSL2+/VDSL2	IP/DSLAM	par de cobre	2 Km	Casa/Abonado	18 Mbps / ADSL2+

**Tabla 4.1 Servicio 1**

**Fuente:** Referencias técnicas UIT, ETSI

## Características del Servicio 2

TECNOLOGIA	PLANTA EXTERNA		LONGITUD del PAR O BUCLE	DESTINO	ANCHO DE BANDA
	MEDIO ACTIVO	MEDIO PASIVO			
ADSL2+/VDSL2	IP/DSLAM	par de cobre	1.0 – 1.5 Km	Casa/Abonado	20 Mbps/ADSL2 + y 25 Mbps/VDSL2

Tabla 4.2 Servicio 2

Fuente: Referencias técnicas UIT, ETSI

Estas opciones se logran usando la tecnología ADSL2+/VDSL2, es decir como medio exclusivamente el par de cobre del bucle del abonado.

En la tercera alternativa de servicio, usando la tecnología FTTN + ADSL2+/VDSL2, se pretende ofrecer el triple play a los últimos nodos de cobre que se han instalando en los últimos años, de la misma forma para los que se están entregando como para los que se van a entregar, dentro de los cuales se ubican AMGs o armarios inteligentes con DSLAMs como el **Alcatel-Lucent** 1540 Litespan MSAN que ya están instalados.

## Características del Servicio 3

TECNOLOGIA	PLANTA EXTERNA		LONGITUD del PAR O BUCLE	DESTINO	ANCHO DE BANDA
	MEDIO ACTIVO	MEDIO PASIVO			
FTTN + ADSL2+/VDSL2	DSLAM	par de cobre	1.0 Km	Casa/Abonado	24 Mbps/ADSL2+ y 50 Mbps/VDSL2

Tabla 4.3 Servicio 3

Fuente: Referencias técnicas UIT, ETSI

Las tres propuestas de servicio indicadas en este diseño son completamente viables, tanto por los equipos que se dispone, como por el rango de distancias del bucle del abonado.

A continuación se plantea otra opción, para la cual se deben instalar unos AMG o armarios inteligentes en los sótanos de los edificios o de las aceras de los barrios de los abonados que se pretenda dar el servicio para estar dentro de los 500 metros indicados.

A esta tecnología se la conoce como FTT(B/C) + ADSL2+/VDSL2, y no se dispone por el momento en CNT EP regional de Santa Elena.

TECNOLOGIA	PLANTA EXTERNA		LONGITUD del PAR O BUCLE	DESTINO	ANCHO DE BANDA
	MEDIO ACTIVO	MEDIO PASIVO			
<b>FTT(B/C) + ADSL2+/VDSL2</b>	DSLAM	par de cobre	0.5 Km	Casa/Abonado	24 Mbps/ADSL2+ y 100 Mbps/VDSL2

**Tabla 4.4 Opción FTT(B/C) + ADSL2**

Fuente: Referencias técnicas UIT, ETSI

También se puede observar en el diagrama principal que hay otra forma de dar servicio Triple Play la que consiste en la tecnología FTTH/PON, la que se detalla a continuación:

TECNOLOGIA	PLANTA EXTERNA		LONGITUD del PAR O BUCLE	DESTINO	ANCHO DE BANDA
	MEDIO ACTIVO	MEDIO PASIVO			
<b>FTTH/PON</b>	DSLAM	Fibra Óptica	> 20 Km	Casa/Abonado	> 100 Mbps/VDSL2

**Tabla 4.5 Opción FTTH/PON**

Fuente: Referencias técnicas UIT, ETSI

Los equipos de Alcatel-Lucent instalados en el nodo brindan convergencia tecnológica entre las redes de acceso y las redes GPON, de la cual se ha propuesto la Alternativa 3 y las otras dos opciones de las tablas 4.4 y 4.5

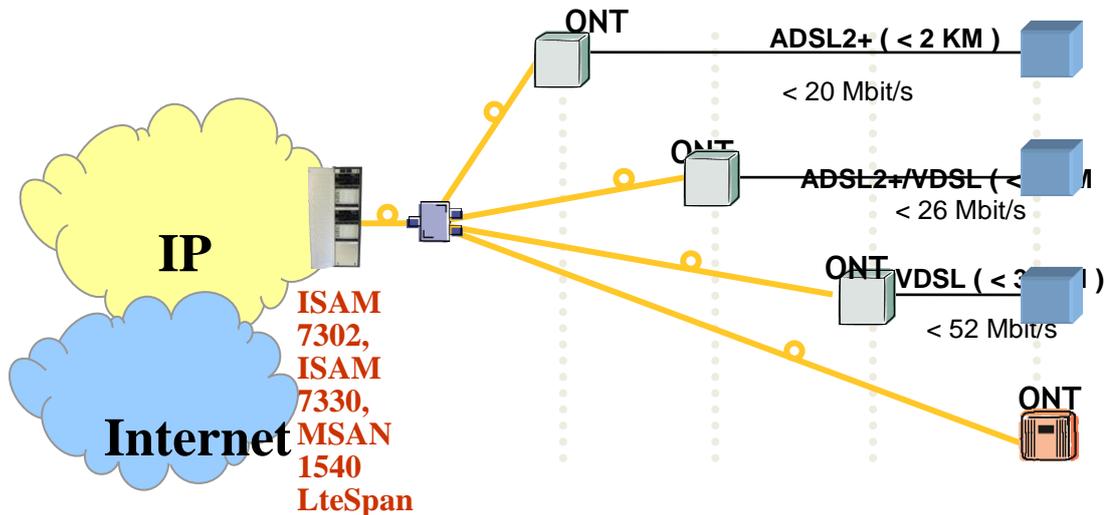


Figura 4.4 Plataforma convergente para DSL y GPON

Fuente: Alcatel Lucent ISAM 7302, 7330, MSAN1540 Litespan

#### 4.2.1 Requerimientos de Banda Ancha

Las normas de la UIT y ETSI indican cuánto ancho de banda se requiere para cada uno de los servicios que componen el triple play. Se relacionan dichos datos con las distancias promedio del par de cobre.

Planes	Voz (Mbps)	Datos (Mbps)		Video (Mbps)		Total (Mbps)	Distancia (m)
		Compresión 8:1		HD (MPEG-4)	STD (MPEG-4)		
	bajada/datos	subida/datos					
A	0.028	6	0.512	8.1	1.5 x 2	17.64	1800
B	0.028	4	0.512	8.1	1.5 x 1	14.14	2000
C	0.028	2	0.512	8.1	1.5 x 2	13.64	2000

Tabla 4.6 Requerimientos de anchos de banda vs distancias

Fuente: Referencias UIT-T, ETSI

La tabla anterior muestra tres ejemplos de planes a ofertarse basados en la suma de anchos de banda de voz, datos y video; y, las distancias del par de cobre que llegan hasta el abonado, referidos tanto por empresas que ya han implementado este servicio, como por los organismos de estandarización internacional de telecomunicaciones UIT, ETSI.

#### 4.2.2 Anchos de Banda para cada Servicio y su Espectro

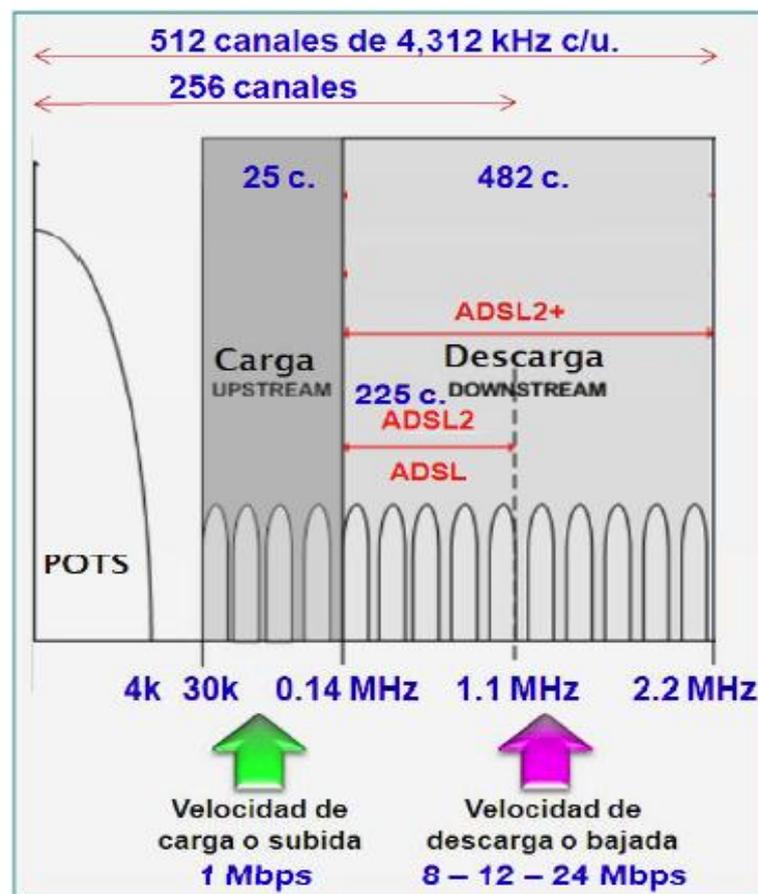
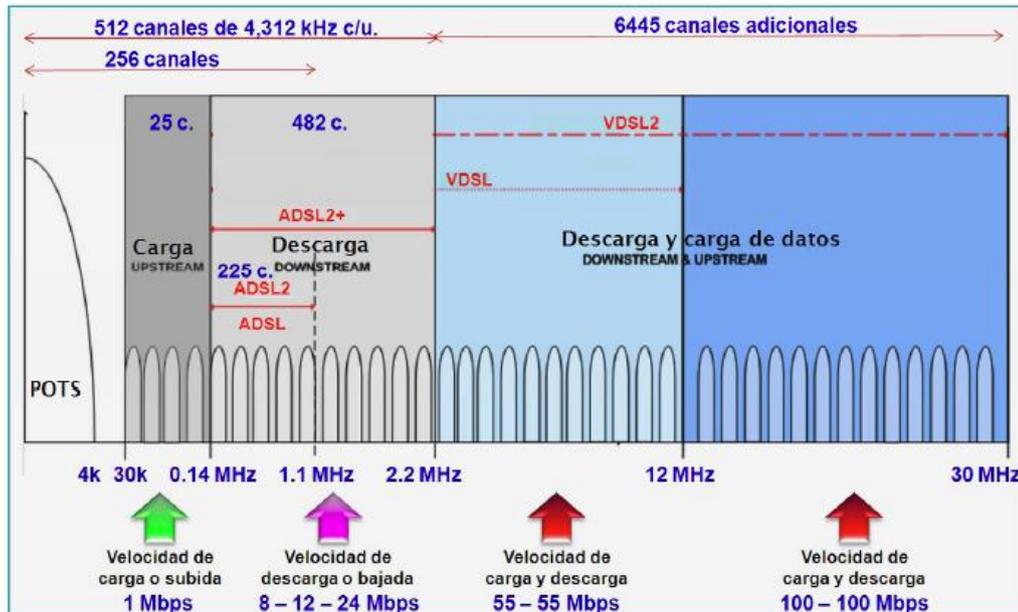


Figura 4.5 Distribución de frecuencias ADSL, ADSL2, ADSL2+

Fuente: (Muñoz, Velázquez, & Velázquez, 2011)

En la **IPTV** se diferencian dos tipos de canales, el estándar SDTV o de alta definición HDTV. Necesitando una conexión de 1.5 Mbps para la estandar y 8.1 Mbps para un canal HD.



**Figura 4.6** Distribución de frecuencias ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL y VDSL2

Fuente: (Muñoz, Velázquez, & Velázquez, 2011)

- Con un ancho de banda mayor, la línea ADSL sea más sensible a caídas. Con un perfil de 4 Mbps, por ejemplo queda con valores de señal-ruido de 13dB y atenuación de 40dB, no soporta un perfil de 10 Mbps, ya que provoca mayor atenuación y menos señal-ruido. (Wikipedia, 2014)
- Señal-ruido: mayor de 13dB para garantizar la estabilidad del servicio (cuanto más alto el valor, será el servicio de más calidad). (Wikipedia, 2014)
- Atenuación: menor de 40dB, ya que si es demasiado alta, el servicio puede tener caídas constantes. (Wikipedia, 2014)

En cuanto al ancho de banda que necesita **VoIP** es de indicar que esta tecnología hace uso de Codecs los cuales tienen los siguientes anchos de banda de codificación:

- G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps.
- G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 Kbps.
- G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps.
- G.728: bit-rate de 16 Kbps.
- G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps.

A estos valores hay que sumar el tráfico, por ejemplo el Codec G729 utiliza 31.5 Kbps de ancho de banda en su transmisión.

Esta misma fuente (ADSL, 2013) indica para efectos referenciales que:

British Telecom establece los siguientes valores orientativos:

- Atenuación máxima:

- Para 256 kbps: 64 dB.
- Para 512 kbps: 55 dB.
- De 1024 kbps en adelante: 41 dB.
- De 6144 kbps en adelante (6 megas): 30 dB.
- De 20480 kbps (20 megas): 20 dB. (ADSL, 2013)

- Margen señal-ruido:

- 6 dB o menos: Conexión inexistente o con graves deficiencias de estabilidad.
- Entre 7 y 10 dB: Es posible que aparezcan problemas dependiendo de otros factores.
- Entre 11 y 20 dB: Valor óptimo.
- 21 o más dB: Valor excelente (ADSL, 2013).

### 4.3 Topología de red

La red telefónica usa una topología jerárquica es decir la conexión de los abonados a su central o nodo más cercano y este a la central regional la que se conecta a la nacional como se indica en la siguiente figura:

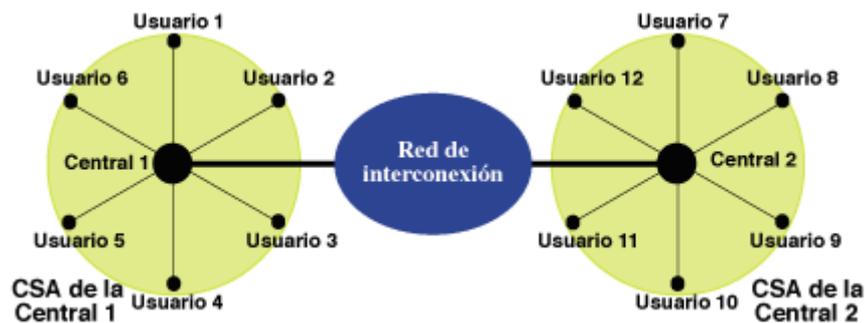


Figura 4.7 Red telefónica jerárquica.

Fuente: Universidad de Valencia, [www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/ADSL.doc](http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/ADSL.doc)

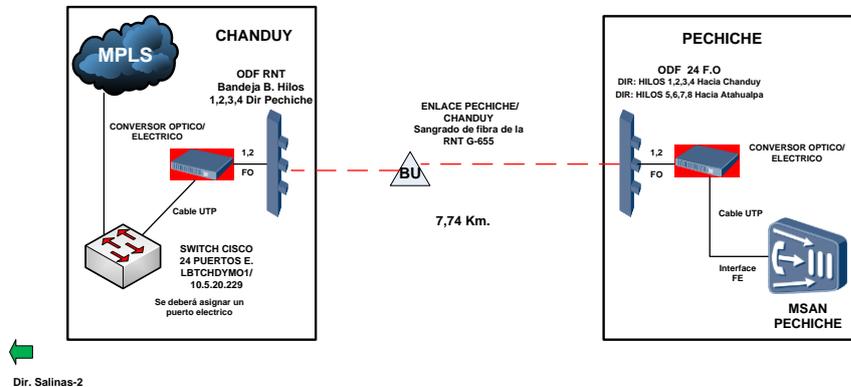
En el capítulo 3 figura 3.2 donde se representa el Nodo provincial de Sta. Elena, se observa la estructura de la red provincial, la cual es una combinación de topología en anillo y en estrella.

### 4.4 Diseño del Nodo Pechiche

La Jefatura técnica de la Agencia Provincial dio apertura para realizar una investigación tecnológica del nodo de Pechiche, el cual fue entregado en el año 2012, con lo que se ha diseñado esta propuesta puntualmente para lograr la optimización.

#### 4.4.1 Red de Transmisión Pechiche

## RED DE TRASMISION PECHICHE



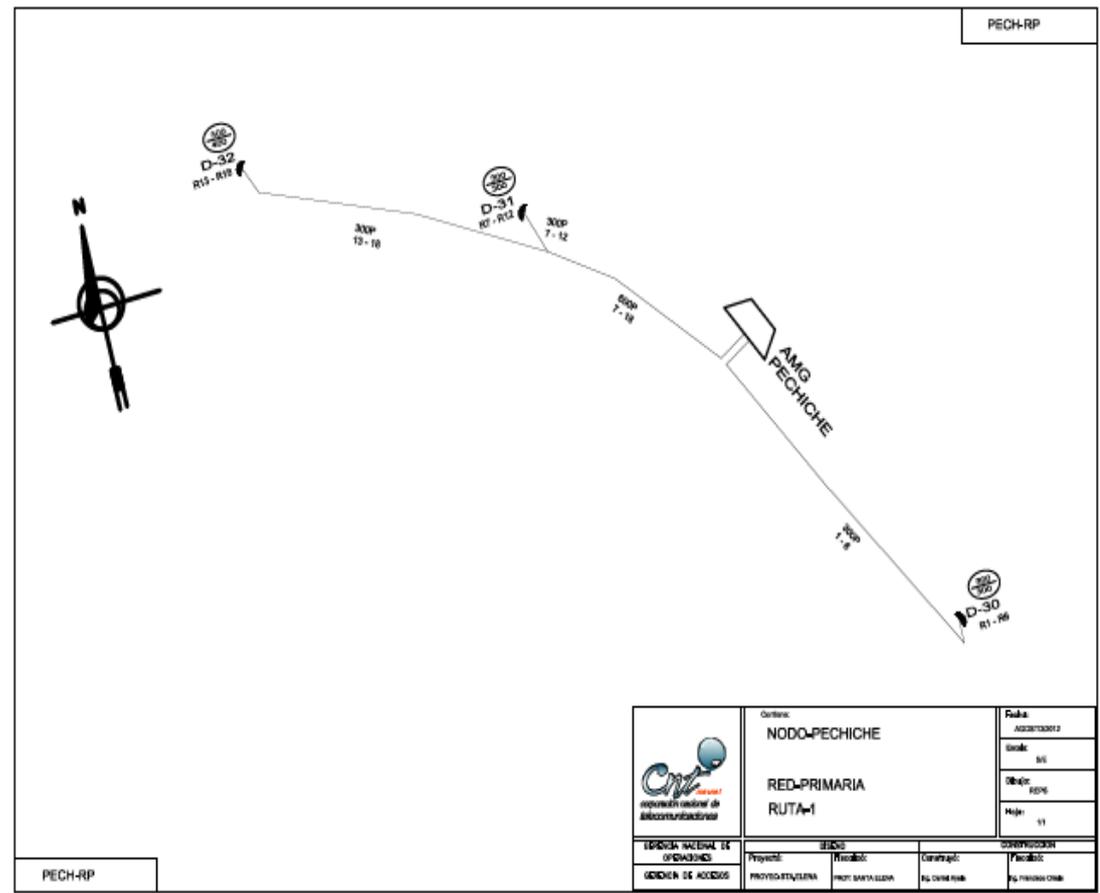
**Figura 4.8 Red de transmisión Pechiche.**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

El nodo de Pechiche es alimentado desde Salinas-2 a través del nodo de Chanduy con tecnología IP/MPLS que abastece a toda la provincia.

### 4.4.2 Planos del Nodo Pechiche

Los planos que a continuación se presentan, detallan la estructura que está instalada en Pechiche. La totalidad de los mismos se adjuntan en los anexos.



**Figura 4.9 Red de Primaria.**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

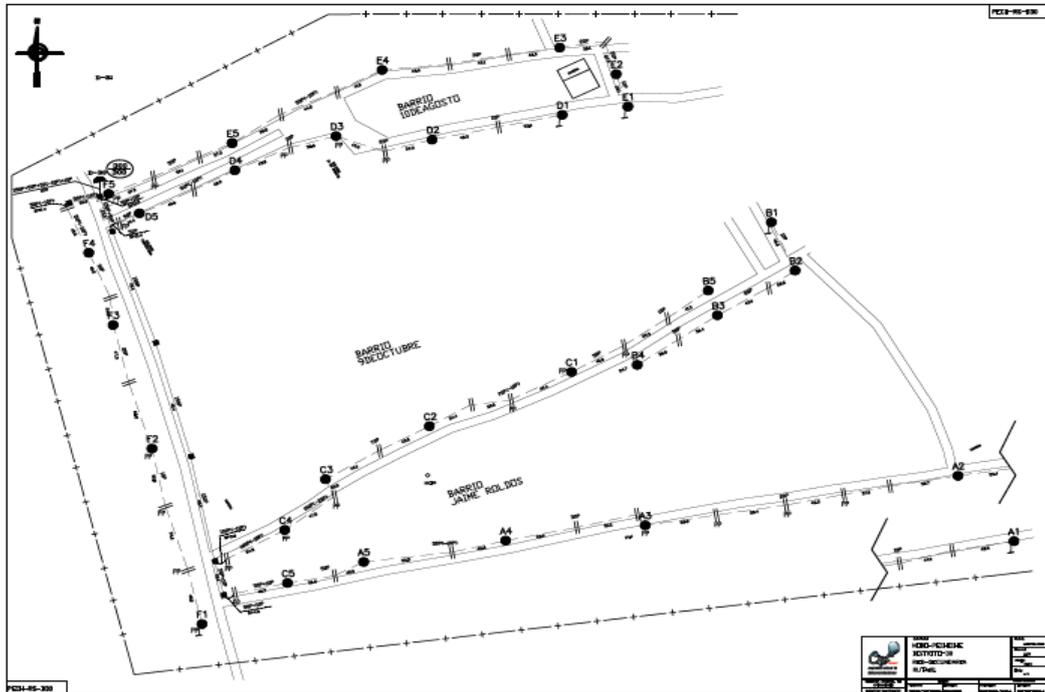


Figura 4.10 Red de Secundaria D-30.

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

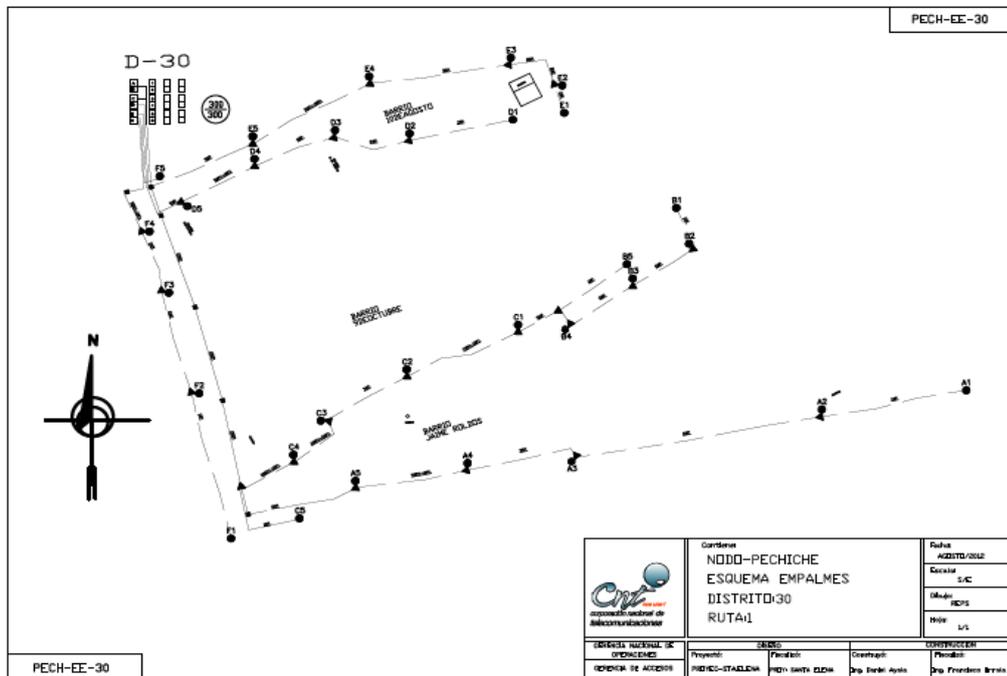


Figura 4.11 Esquema de Empalmes D-30.

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

#### 4.4.3 Ubicación de los Distritos

Ubicación: Pechiche, Puerto Chanduy, Provincia Santa Elena

DISTRITO	UBICACIÓN	DISTANCIA CENTRAL-ARMARIO (m)	DISTANCI A TOTAL MAS LEJANA (m) Abonado	CANALIZA CIÓN	NUMERO DE PARES
D-30	Vía Chanduy entre B. 10 de Agosto y B. 9 de Octubre	451.7	1136	Si	300
D-31	Vía Chanduy, B. Paraiso	275.3	975	Si	300
D-32	Vía Chanduy, B. 12 de Octubre	276.2	976	Si	300

Tabla 4.7 Ubicación de distritos o armarios

Fuente: Planos CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

#### 4.5 Hardware instalado

- **Nodo**
  - ✓ Alcatel-Lucent 1540 MSAN LiteSpan
  - ✓ Banco de Baterias
  - ✓ Rack para Switchs
  - ✓ Escalerillas de cableado estructurado
  - ✓ Aire acondicionado central
  - ✓ Instalación Eléctrica 110V- 220V



**Figura 4.12 AMG –Alcatel Lucent 1540 MSAN LiteSpan.**

**Fuente:** CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

➤ **Abonado**

- ✓ Splitter de abonado
- ✓ Modem Router ADSL2+ de HUAWEI modelo HG-530

#### **4.6 Software del AWG<sup>63</sup>**

El Sistema de Gestión de Litespan, llamado Alcatel- Lucent 1353 LMS<sup>64</sup>, gestiona toda la red de acceso del Alcatel- Lucent 1540 Litespan (Alcatel-Lucent, 2014).

Proporciona las siguientes aplicaciones:

- ✓ El Sistema de Operaciones 1353 DN Alcatel-Lucent (OS) es el elemento de aplicación de gestión que supervisa y controla los

---

<sup>63</sup> AMG, Access Media Gateway, Entrada de Acceso al Medio, conocido como Armario Inteligente

<sup>64</sup> LMS, LiteSpan Management System, Sistema de Gestión LiteSpan

servicios. El ofrece facilidades para centralizar las operaciones, principalmente aprovisionamiento, supervisión y mantenimiento.

- ✓ Alcatel-Lucent 5520 AMS es la aplicación elemental para la administración de Litespan 1540 para los servicios de banda ancha de Alcatel-Lucent .Se puede gestionar simultáneamente los IP-DSLAM de Alcatel- Lucent.
- ✓ El Alcatel-Lucent 1355 DN es el Alcatel-Lucent 1540 Litespan es administrador de la capa de servicio del abonado para la activación, la garantía de servicio y gestión de las capacidades de los abonados para servicios conmutados como POTS y RDSI
- ✓ El Alcatel-Lucent 1353 OSS - GW y Alcatel-Lucent 1355 DN OSS-GW son gateways de gestión opcionales que integran la Operación superior Sistemas de apoyo, lo que permite la gestión de pedidos, pruebas en la cadena, alarma de gestión, seguimiento del desempeño y la gestión del inventario.
- ✓ El PSM 1353 es el elemento la aplicación de gestión para la nueva generación de transporte SDH. Está totalmente integrado con el Alcatel-Lucent 1353 DN, que se basa totalmente en la Plataforma de Gestión de Alcatel-Lucent ( ALMAP )

# **CAPÍTULO 5**

## **ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

### **5. ANÁLISIS COMPARATIVO, EVOLUCIÓN, TENDENCIA Y PERSPECTIVAS**

Para llevar a cabo la optimización del desempeño de la red de acceso se compararan los parámetros de mediciones y pruebas realizadas en el nodo asignado, tomando como referencia el Protocolo de Pruebas de la

Red que levantaron tanto el contratista que realizó la obra, como el fiscalizador de parte de CNT EP.

De la misma forma se identifica una evolución acelerada de la tecnología usada para implementar el servicio triple Play, pero que CNT EP cuenta con los equipos Alcatel-Lucent con sus modelos 1540 MSAN LiteSpan, 7302 y 7330 ISAM que cumplen todas las especificaciones técnicas para implementar este servicio, cuyos fabricantes los proyectaron y construyeron con ese fin.

La tendencia de la tecnología que soporta el triple play va encaminada hacia el uso de la fibra óptica desde el nodo hasta el abonado, pero el cobre emerge como la forma más económica y rentable al no invertir recursos económicos pues se encuentra en funcionamiento, tomando en consideración que el medio, es decir el cobre soporta altas tasas de transmisión en condiciones adecuadas.

En cuanto a las perspectivas tecnológicas que está implementando la corporación en el país, está encaminada a brindar inicialmente el triple play por tecnología GPON<sup>65</sup>.

## **5.1 Comparación de resultados de Pruebas y Mediciones**

Se realizan las comprobaciones respectivas teniendo como parámetros de comparación la hoja de PROTOCOLO DE PRUEBAS DE RED TELEFONICA que se muestra a continuación:

---

<sup>65</sup> GPON, Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (*GPON* o Gigabit-capable Passive Optical Network)

REGLET A Y/O CAJA		PAR	AISLAMIENTO (GIGAHERTIOS)			DISTANCI A [Km]	RESISTEN CIA DE BUCLE [Ω]	RESISTEN CIA DE BUCLE [Ω/Km]	DESEQUILIBRIO O RESISTIVO		% DESEQUILIBRIO RESISTIVO	CONTINUIDAD DE PANTALLA [Ω/Km]	ATEENUACIÓN [dB]				DIAFONIA [dB]				VOLTAJE INDUCIDO		
			a x b	a x t	b x t	DIST	RAB = Rba + Rbb	RAB / DIST	Ra = Rba + Rp	Rb = Rbb + Rp	(Ra + Rb - RAB) / (2 * DIST)	a 1000 Hz	a 1000 Hz	a 1000 Hz	a 1000 Hz	REGLET A Y/O CAJA	PAR	a 1000 Hz	a 1000 Hz	TIERRA	a x b	a x t	b x t
A1	1	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	1	>90	>90	8	0	0	0
A1	2	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	2	>90	>90		0	0	0
A1	3	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	3	>90	>90		0	0	0
A1	4	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	4	>90	>90		0	0	0
A1	5	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	5	>90	>90		0	0	0
A1	6	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	6	>90	>90		0	0	0
A1	7	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	7	>90	>90		0	0	0
A1	8	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	8	>90	>90		0	0	0
A1	9	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	9	>90	>90		0	0	0
A1	10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	10	>90	>90		0	0	0
A2	1	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	1	>90	>90		0	0	0
A2	2	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	2	>90	>90		0	0	0
A2	3	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	3	>90	>90		0	0	0
A2	4	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	4	>90	>90		0	0	0
A2	5	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	5	>90	>90		0	0	0
A2	6	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	6	>90	>90		0	0	0
A2	7	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	7	>90	>90		0	0	0
A2	8	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	8	>90	>90		0	0	0
A2	9	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	9	>90	>90		0	0	0
A2	10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	10	>90	>90		0	0	0
A3	1	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	1	>90	>90		0	0	0
A3	2	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	2	>90	>90		0	0	0
A3	3	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	3	>90	>90		0	0	0
A3	4	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	4	>90	>90		0	0	0
A3	5	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	5	>90	>90		0	0	0
A3	6	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	6	>90	>90		0	0	0
A3	7	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	7	>90	>90		0	0	0
A3	8	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	8	>90	>90		0	0	0
A3	9	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	9	>90	>90		0	0	0
A3	10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	10	>90	>90		0	0	0
A4	1	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	1	>90	>90		0	0	0
A4	2	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	2	>90	>90		0	0	0
A4	3	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	3	>90	>90		0	0	0
A4	4	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	4	>90	>90		0	0	0
A4	5	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	5	>90	>90		0	0	0
A4	6	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	6	>90	>90		0	0	0
A4	7	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	7	>90	>90		0	0	0
A4	8	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	8	>90	>90		0	0	0
A4	9	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	9	>90	>90		0	0	0
A4	10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	10	>90	>90		0	0	0
A5	1	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	1	>90	>90		0	0	0
A5	2	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	2	>90	>90		0	0	0
A5	3	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	3	>90	>90		0	0	0
A5	4	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	4	>90	>90		0	0	0
A5	5	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	5	>90	>90		0	0	0
A5	6	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	6	>90	>90		0	0	0
A5	7	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	7	>90	>90		0	0	0
A5	8	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	8	>90	>90		0	0	0
A5	9	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	9	>90	>90		0	0	0
A5	10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	10	>90	>90		0	0	0

Fig. 5.1: Protocolo de Pruebas de Red Telefónica.

Fuente: CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

### 5.1.1 Comparación medición Aislamiento

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA			HOJA DE PROTOCOLO		
	AISLAMIENTO (Gigaohmios)			AISLAMIENTO (Gigaohmios)		
	AxB	AxT	BxT	AxB	AxT	BxT
A1	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10
A2	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10
A3	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10
A4	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10
A5	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10

Tabla 5.1 Comparación medición Aislamiento

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.2 Comparación medición Resistencia de Bucle

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA		HOJA DE PROTOCOLO	
	Resistencia de Bucle ( $\Omega$ )	Resistencia Bucle ( $\Omega$ /km)	Resistencia de Bucle ( $\Omega$ )	Resistencia Bucle ( $\Omega$ /km)
	RAB=RhA+RhB	RAB/Dist	RAB=RhA+RhB	RAB/Dist
A1	318	280	318	280
A2	227	280	227	280
A3	207	280	207	280
A4	174	281	174	281
A5	145	278	145	278

Tabla 5.2 Comparación medición Resistencia de Bucle

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.3 Comparación medición Desequilibrio Resistivo

REGLET A Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA			HOJA DE PROTOCOLO		
	DESEQUILIBRIO RESISTIVO - Par		Porcentaje del desequilibri o resistivo - PAR	DESEQUILIBRIO RESISTIVO - Par		Porcentaje del desequilibri o resistivo - PAR
	A	B		A	B	
$RA=RhA+R$ $p$	$RB=RhB+R$ $p$		$RA=RhA+R$ $p$	$RB=RhB+R$ $p$		
A1	163	162	0.37 %	163	163	0,00%
A2	141	140	0.37 %	141	141	0,00%
A3	105	104	0.37 %	105	105	0,00%
A4	89	88	0.37 %	89	89	0,00%
A5	74	73	0.37 %	74	74	0,00%

Tabla 5.3 Comparación medición Desequilibrio Resistivo

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.4 Comparación medición Continuidad de Pantalla

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA	HOJA DE PROTOCOLO
	CONTINUIDAD DE PANTALLA ( $\Omega$ /Km)	CONTINUIDAD DE PANTALLA ( $\Omega$ /Km)
	$(Ra + RB - RAB) /$ $(2 * Dist)$	$(Ra + RB - RAB) /$ $(2 * Dist)$
A1	3,50	3,50
A2	2,50	2,50
A3	2,00	2,00
A4	3,20	3,20
A5	2,90	2,90

Tabla 5.4 Comparación medición Continuidad de Pantalla

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.5 Comparación medición Atenuación

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA				HOJA DE PROTOCOLO			
	ATENUACIÓN (dB)		ATENUACIÓN (dB/Km)		ATENUACIÓN (dB)		ATENUACIÓN (dB/Km)	
	a 1000 Hz	a 1600 Hz	a 1000 Hz	a 1600 Hz	a 1000 Hz	a 1600 Hz	a 1000 Hz	a 1600 Hz
A1	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408
A2	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518
A3	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622
A4	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777
A5	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727

Tabla 5.5 Comparación medición de Atenuación

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.6 Comparación medición Diafonía

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA		HOJA DE PROTOCOLO	
	DIAFONIA (dB)		DIAFONIA (dB)	
	a 1000 Hz	a 1600 Hz	a 1000 Hz	a 1600 Hz
A1	> 90	> 90	> 90	> 90
A2	> 90	> 90	> 90	> 90
A3	> 90	> 90	> 90	> 90
A4	> 90	> 90	> 90	> 90
A5	> 90	> 90	> 90	> 90

Tabla 5.6 Comparación medición de Diafonía

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.1.7 Comparación medición Voltaje Inducido

REGLETA Y/O CAJA	MEDICION REALIZADA			HOJA DE PROTOCOLO		
	VOLTAJE INDUCIDO			VOLTAJE INDUCIDO		
	AxB	AxT	BxT	AxB	AxT	BxT
A1	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.7 Comparación medición de Voltaje Inducido

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.2 Análisis de las mediciones

Al analizar los resultados de las pruebas y mediciones efectuadas en el Nodo de Pechiche, sujeto de estudio, y comparándolo con la información del Protocolo de Pruebas de Red Telefónica, podemos comprobar que el par de cobre tiene los valores de:

- ✓ Aislamiento: sin diferencia
- ✓ Resistencia de bucle: sin diferencia
- ✓ Desequilibrio resistivo para POTs: 0,35% (dentro del rango->3%)
- ✓ Continuidad de pantalla: sin diferencia
- ✓ Voltaje inducido: sin diferencia
- ✓ Atenuación: sin diferencia
- ✓ Diafonía: sin diferencia
- ✓ Balance resistivo para ADSL: 0,35% (dentro del rango hasta 1%)

Es decir que en este nodo todos los 900 pares de cobre (100%) están en completas condiciones de brindar el servicio.

- ✓ En el anexo correspondiente se detalla el “PROTOCOLO DE PRUEBAS DE RED TELEFÓNICA” (CNT EP, 2014), el cual tiene fecha de reporte el 27 de agosto de 2012, con el que se realiza la comparación de las mediciones que se han efectuado para efectos de este trabajo de investigación, donde se observa que la red telefónica en el nodo en estudio, en este caso de Pechiche, ha mantenido sus valores de medición de Aislamiento, de Resistencia de Bucle, de Continuidad de Pantalla, de Atenuación, de Diafonía y de Voltaje inducido.
- ✓ Se debe indicar que los valores que se presentan en Desequilibrio Resistivo del Par han variado, pues en el protocolo de pruebas tiene un valor de 0,0 % y en las pruebas realizadas se obtuvo un 0,37 % para los pares estudiados. Estos valores se los debe referenciar con los que permite la norma, es decir hasta 1 % para comunicaciones ADSL y hasta 3 % para servicio telefónico.

### **5.3 Estimaciones en el resto de nodos**

Es de puntualizar que se hace esta estimación del resto de los nodos, debido a que solo se dispuso de la información técnica detallada para el estudio del nodo Pechiche de CNT EP regional provincia de Santa Elena, y para efectos de dimensionar esta propuesta, se toma en consideración los datos que suministraron, los mismos que están plasmados en las tablas 3.3 en donde se presentan las distancias correspondientes promedio desde las centralitas o Armarios Inteligentes AMG hasta el abonado. Se analiza también la tabla 3.4 que indica las centrales que

tienen distancias superiores a 2000 m tomados como límite para ofrecer el triple play.

### 5.3.1 Nodos con AMG y red nueva

Se toma como punto de análisis de estimación a los nodos con estructura de armario inteligente o AMG nuevo y red nueva, detallados en la siguiente tabla:

Central	Distancia promedio Central-abonado (m)	Numero de Pares	Estado	
			Nodo	Red /Cobre
ATAHUALPA	829	720	N	N
JAIME ROLDOS *	2030	3264	N	N
MUEY	1176	1200	N	N
PECHICHE	834	336	N	N
PROPICIA *	1828	2448	N	N
PUERTO CHANDUY	737	816	N	N
VALDIVIA	600	240	N	N
LOBO DE MAR	745	600	N	N
SANTA ROSA	780	2400	N	N
SAN PEDRO	1250	300	N	N
		12024		

**Tabla 5.8: Nodos con AMG y red nueva**

Fuente: CNT EP, Agencia Provincial Sta. Elena

### 5.3.2 Nodos con AMG nueva y red antigua

En estas centrales se han instalado armarios inteligentes AMG nuevos pero su estructura de par trenzado es antigua:

Central	Distancia promedio Central-abonado (m)	Numero de Pares	Estado	
			Nodo	Red /Cobre
PALMAR	1178	432	N	A
PUNTA CENTINELA	1664	432	N	A
PUNTA BARANDUA	1964	432	N	A
SAN PABLO	1174	384	N	A
TAOS	1498	432	N	A
VILLA MARINA	807	432	N	A
		2544		

Tabla 5.9 Nodos con AMG nueva y red antigua

Fuente: CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

### 5.3.3 Nodos con AMG y red antiguas

Se detallan los nodos que no se han cambiado y su red de cobre es antigua:

Central	Distancia promedio Central-abonado (m)	Numero de Pares	Estado	
			Nodo	Red /Cobre
ANCONCITO	2000	528	A	A
LA LIBERTAD *	1945	7489	A	A
MANGLARALTO	917	336	A	A
MONTAÑITA	1334	336	A	A
SANTA ELENA	1878	4081	A	A
		12770		

**Tabla 5.10 Nodos con AMG y red antiguas**

**Fuente:** CNT EP, Ag. Provincial Sta. Elena

En cuanto a los tres grupos restantes mostrados en las tablas 5.8, 5.9, 5.10, no se puede emitir un resultado o diagnóstico técnico preciso, pues no se permitió realizar mediciones en los restantes nodos. Para estos, solo se cuentan con las estimaciones que podemos sacar comparando las condiciones similares con el Nodo Pechiche por lo que, a priori, las centrales del grupo de la tabla 5.8, Nodos con AMG y red nueva, en las poblaciones de Atahualpa, Muey, Puerto Chanduy, Valdivia, Santa Rosa, San Pedro y la Urbanización Lobo de Mar en cuanto a su estructura (equipos) y medio (par de cobre), estarían en condiciones de recibir este servicio.

En los nodos Jaime Roldós y Propicia, teniendo AMG nuevos y su red de cobre nuevas, solo se les podrá ofrecer el servicio a los abonados que estén dentro de los 2 Km considerados como límites por las normas internacionales UIT, ETSI.

#### **5.4 Evaluación de Hipótesis**

Después de haber estudiado la red de acceso de la población de Pechiche en cuanto a los parámetros de pruebas y mediciones, y verificar la hipótesis propuesta en este proyecto, se logra que al “optimizar el desempeño de los recursos en la estructura existente” (variable independiente o causa), se pueda “brindar el servicio Triple Play por un solo medio de comunicación” (variable dependiente o efecto).

Estos resultados permiten que se considere este proyecto como un inicio para un estudio de implementación, el cual tendría que ser autorizado y avalado por las autoridades competentes de la CNT EP a nivel nacional, pues el par trenzado de cobre se encuentra en constante estudio por los organismos regulatorios internacionales, habida cuenta que es un medio ya instalado, lo que significaría ahorros considerables de llevarse a cabo.

## **CONCLUSIONES**

Debido a la vertiginosa evolución de las tecnologías al servicio de los seres humanos, específicamente de las telecomunicaciones, y tomando en consideración que normalmente se requieren nuevas estructuras para el desarrollo de las mismas, en un universo de constante requerimiento de servicios de banda ancha, se vio la necesidad de estudiar la estructura de cobre de la planta interna y externa de la CNT EP regional de la Provincia de Santa Elena, con el objetivo de poder brindar el servicio triple play en la misma, como está ocurriendo en otros países con el fin de reutilizar el cobre sin necesidad de realizar ningún gasto, o en su defecto, menores, comparativamente con la implementación por otros medios.

Con la optimización de los recursos existentes en la red de acceso, tanto de las velocidades de transmisión de los Nodos de Acceso Multi-servicios (AMG), como del cumplimiento de los parámetros telefónicos y de transmisión xDSL en el par de cobre, se puede brindar el servicio triple play sin realizar ningún cambio ni inversión.

La estructura del par trenzado de cobre seguirá estando vigente y compitiendo a la par de otros medios de acceso, pues a distancias de hasta 2 Km, el ancho de banda en ADSL2+, soportado por los equipos Alcatel-Lucent 1540, 7302 y 7330 que tiene en funcionamiento la CNT EP, brindan más de 20 Mbps, y en VDSL2 mas de 50 Mbps, que son suficientes para dar el servicio antes indicado.

La tendencia de la tecnología que soporta el triple play va encaminada hacia el uso de la fibra óptica desde el nodo hasta el abonado, pero el

cobre emerge como la forma más económica y rentable al no invertir recursos económicos pues se encuentra en funcionamiento, tomando en consideración que el medio, es decir el cobre soporta altas tasas de transmisión en condiciones adecuadas como se lo está probando con la tecnología G.fast que están alcanzando anchos de banda cercanos a 1 Gbps.

Las pruebas de las características eléctricas realizadas en el nodo de Pechiche, el cual tiene 900 pares y que fueron entregados a fines del 2012, demuestran la factibilidad de que la CNT EP, pueda brindar esta facilidad a sus usuarios y con el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales, se propende a que se vaya dando un desarrollo integral de comunicación entre los hogares peninsulares, a la par de las grandes ciudades del mundo.

Los Nodos de Acceso Multiservicio permiten dar tanto los servicios tradicionales de telefonía como los servicios de banda ancha de nueva generación, en tanto que la migración de la red de ATM a IP debe llevarse a cabo de la forma más transparente para los usuarios, de tal manera que la implementación de video bajo demanda e IPTV, y la provisión de los contenidos tanto en calidad SDTV como en HDTV, será a través de los armarios inteligentes, con la tecnología de acceso ADSL2+ y VDSL.

La marca de equipo Alcatel-Lucent, tiene representación nacional, por lo tanto se pueden remitir a solicitar soporte técnico especializado en corto tiempo, en donde se aseguran factores como durabilidad, operatividad, implicaciones energéticas, uso de garantía, etc; en tanto que el grupo de ingenieros y técnicos instaladores de la empresa objeto del estudio, ya

cuentan con experiencia en el manejo de equipos Alcatel-Lucent, con lo que con una inducción o capacitación relativamente corta, se podrán configurar adecuadamente a la nueva tecnología. Por otra parte se podría obtener las certificaciones respectivas y aprovechar al máximo las bondades de los equipos.

El equipo de medición con que cuenta la CNT EP regional de Santa Elena para medir el medio de cobre en sus servicios de telefonía y ADSL, es el Dynatel 965 AMS/ADSL2+, y ha servido para realizar las mediciones de todos los parámetros eléctricos y de ADSL2+ en cuanto a su atenuación y diafonía, pero no sirve para monitorear ni diagnosticar la red en cuanto a su desempeño desde el equipo y con ello dar atención inmediata.

## RECOMENDACIONES

Se pone a consideración y se recomienda que la CNT EP pueda complementar este proyecto para poder brindar los servicios de voz sobre IP, televisión - video bajo demanda e Internet de alta velocidad, es decir Triple Play aprovechando el mismo par de cobre, como está ocurriendo en otros países que han reutilizado el antiguo par de cobre.

Se sugiere que al optimizar las velocidades de transmisión de los Nodos de Acceso Multiservicios AMG o Plataformas Inteligentes, así como del cumplimiento de los parámetros telefónicos y de transmisión xDSL en el par de cobre para brindar el servicio triple play, sea realizada en primera instancia por el personal de Alcatel-Lucent capacitando y certificando a los técnicos de CNT para que sean ellos los que realicen estas calibraciones posteriormente.

Se exhorta realizar periódicamente pruebas de velocidades en los puertos y tarjetas de salida para que los equipos Alcatel-Lucent 1540, 7302 y 7330 puedan mantener sus características óptimas de funcionamiento y que puedan brindar las velocidades de 20 Mbps en ADSL2+ y de 50 Mbps en VDSL que certifica el fabricante, con lo que se garantiza la vigencia del par de cobre como medio de acceso.

Realizar un estudio de medición de características eléctricas del bucle del abonado tanto para servicio telefónico como de servicio de banda ancha ADSL2+ y VDSL2 en los nodos que no se realizaron las mediciones, para determinar con precisión haciendo mediciones y pruebas in situ, la factibilidad técnica de que el medio soporta altos anchos de banda, con lo

que el cobre seguirá siendo la alternativa más económica y rentable al no realizar ninguna inversión, ya que se encuentra en pleno funcionamiento.

Ejecutar pruebas de transmisión de Internet de alta velocidad del orden de los 20 Mbps en el Nodo Pechiche con lo que se brindará el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales, de tal manera que se planifique un plan piloto a reproducirse en el resto de los nodos.

Ejecutar un estudio minucioso para la implementación de video bajo demanda e IPTV, en cuanto a la provisión de los contenidos el cual lo determina la CNT EP a niveles de gerencia nacional, tanto en calidad SDTV como en HDTV, a través de los armarios inteligentes, con la tecnología de acceso ADSL2+ y VDSL.

Realizar mantenimientos periódicos a todos los nodos, en lo posible llevarlo a niveles de objetivos prioritarios o política de empresa para garantizar un servicio de óptimo con lo que se asegura de no tener problemas o colapsos de la red en cuanto al medio de cobre se refiere. Estos mantenimientos serán por inducciones realizadas por personal de Alcatel-Lucent, que tiene representación nacional, dirigidas al personal de CNT EP que ya cuenta con capacitaciones de estos equipos en parámetros generales.

Dar mantenimientos y calibraciones del equipo de medición Dynatel 965 AMS/ADSL2+, con lo que le garantiza al personal técnico tener mediciones del par de cobre fiables.

Adquirir un software de monitoreo y diagnóstico para precalificar inicialmente el bucle antes de la implementación del servicio triple play.

Este software de gestión de red debe ser apropiado para los equipos Alcatel-Lucent, con lo cual se atendería inmediatamente cualquier anomalía en el desempeño de la red. Se recomienda el 5530 Network Analyzer de Alcatel-Lucent, certificado por esta compañía para este fin.

## Bibliografía

- 3M. (- de - de 2008). Dynatel 965 AMS/ADSL2+. *Dynatel 965 AMS/ADSL2+*. Dynatel 965 en pdf.
- Abadia Digital. (7 de 6 de 2006). *Abadia Digital*. Obtenido de Abadia Digital: <http://www.abadiadigital.com/que-es-el-adsl2/>
- ADSL, A. (- de - de 2013). *ADSL Ayuda*. Obtenido de ADSL Ayuda: [http://www.adslayuda.com/Generico-ruido\\_atenuacion.html](http://www.adslayuda.com/Generico-ruido_atenuacion.html)
- ADSLZone, A. (2 de 10 de 2005). <http://www.adslzone.net/>. Obtenido de <http://www.adslzone.net/>: <http://www.adslzone.net/vdsl2-faq.html>
- Alcatel-Lucent. (- de - de 2014). *Alcatel-Lucent*. Obtenido de Alcatel-Lucent: <http://www.alcatel-lucent.com/products/7302-isam>
- Añazco Aguilar, C. O. (22 de 5 de 2013). *Repositorio UCSG*. Obtenido de Repositorio UCSG: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/516/1/T-UCSG-POS-MTEL-10.pdf>
- Boronat Seguí, F., García Pineda, M., & Lloret Mauri, J. (2008). *IPTV, la televisión por Internet*. Málaga: Vértice.
- Cisco Meraki. (2014). *Cisco Meraki Knowledge Base*. Obtenido de Cisco Meraki Knowledge Base: [https://kb.meraki.com/knowledge\\_base/multicast-support](https://kb.meraki.com/knowledge_base/multicast-support)
- CNT. (2009). Normas de Diseño de Planta Externa. *Normas de Diseño de Planta Externa*.
- CNT EP. (2014). *Corporación Nacional de Telecomunicaciones © CNT nos une 2014*. Obtenido de Corporación Nacional de Telecomunicaciones © CNT nos une 2014: <http://www.cnt.gob.ec/index.php/tecnologia>
- CONATEL. (- de - de 2014). *Secretaría Nacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/conatel/>
- elmundo.es . (4 de 3 de 2005). *Navegante, Tecnología e Internet*. Obtenido de Navegante, Tecnología e Internet: <http://www.elmundo.es/navegante/2005/03/04/esociedad/1109942204.html>
- Faúndez Zanuy, M. (2001). *Sistemas de Comunicaciones*. Barcelona, España: Ediciones Técnicas Marcombo.
- FORUM, D. (13 de 12 de 2006). *www.broadband-forum.org*. Obtenido de [www.broadband-forum.org](http://www.broadband-forum.org): <http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-126.pdf>

- Hoffman Argothy, H. (- de - de 2011). *OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL LAZO DE ABONADO DSL PARA SERVICIOS TRIPLE PLAY*. Sangolqui, Pichincha, Ecuador.
- Huidobro Moya, J. M. (2006). *Redes y Servicios de telecomunicaciones*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Ibañez, M. A. (28 de 10 de 2006). *Info Citel*. Recuperado el 1 de 5 de 2014, de Info Citel: [http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/octubre/acceso\\_e.asp](http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2006/octubre/acceso_e.asp)
- IETF. (- de - de 2001). *Network Working Group*. Obtenido de Network Working Group: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>
- ITU. (14 de 7 de 2003). *ITU, Committed to connecting the world*. Obtenido de ITU, Committed to connecting the world: [ww.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=6474](http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=6474)
- ITU-T Recommendation, G. (14 de 3 de 2011). *Union Internacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de Union Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.993.1/es>
- ITU-T, G. (2 de 10 de 2013). *ITU Union Internacional de Telecomunicaciones*. Recuperado el 12 de 1 de 2014, de ITU Union Internacional de Telecomunicaciones: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.5/es>
- MARTÍNEZ ROSAS, G. A., & JARAMILLO CARRASCO, R. E. (2008). *Tesis Electrónicas, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Eléctrica*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcm385i/sources/bmfcm385i.pdf>
- Martínez, M. G. (12 de 7 de 2012). *Internet Jurídico*. Obtenido de Internet Jurídico: <http://www.internetjuridico.es/2012/07/telecomunicaciones-redes-de-nueva.html>
- Millán Tejedor, R. J., & Alba Soto, J. (- de - de 2006). *Ramon Millan Artículos*. Obtenido de Ramon Millan Artículos: <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/tripleplay.php>
- Muñoz, A., Velázquez, C., & Velázquez, J. (- de 2 de 2011). *TEMA 7. DSL*. Universidad de Los Andes, Universidad de Los Andes, Venezuela.
- Sanz, J. (25 de 3 de 2006). *ADSL Zone*. Obtenido de <http://www.adslzone.net/article866-hasta-donde-puede-llegar-adsl2-174-mbps-de-bajada-y-18-mbs-de-subida.html>
- UIT. (4 de 11 de 2004). *ITU*. Obtenido de ITU: [http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ngn2004/working\\_definition.html](http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ngn2004/working_definition.html)

UIT-T. (11 de 12 de 2013). *Noodls, Gateway to fact*. Recuperado el 9 de 5 de 2014, de Noodls, Gateway to fact:  
<http://www.noodls.com/view/5DB8B7ED65B8B91901415757309CFD860DC6FEAD?7175xxx1386866813>

Union Internacional de Telecomunicaciones. (2 de 2006). *UIT*. Obtenido de UIT:  
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.993.2-200602-S/es>

Union Internacional de Telecomunicaciones. (27 de 09 de 2010). *Union Internacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de Union Internacional de Telecomunicaciones:  
<http://www.itu.int/ITU-T/ngn/index-es.html>

Union Internacional de Telecomunicaciones. (14 de 3 de 2011). *UIT*. Obtenido de UIT:  
<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.993.1/es>

Universidad de los Andes, Gilberto Diaz. (- de 2 de 2014). *Red ULA, Web del Profesor*. Obtenido de Red ULA, Web del Profesor:  
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/gilberto/redes>

Universidad de Zaragoza. (2014). *Servicio de Informática y Comunicaciones*. Obtenido de Servicio de Informática y Comunicaciones:  
<http://www.unizar.es/sicuz/adsl/comofunciona.html?menu=adsl>

*Wikipedia*. (13 de 2 de 2014). Recuperado el 1 de 5 de 2014, de Wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_acceso](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_acceso)

*Wikipedia*. (- de - de 2014). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Triple\\_play](http://es.wikipedia.org/wiki/Triple_play)

*Wikipedia*. (5 de 4 de 2014). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/IPTV>

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Autorización de CNT EP regional Santa Elena.



La Libertad, 02 de mayo del 2014

**Oficio No. 0068A-GPSE-DOA-2014**

Ingeniero  
**Washington Torres Guin**  
**Director de Escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Universidad Estatal Península de Santa Elena**  
Presente.-

**Ref.: Autorización para realización de proyecto de investigación**

De mi consideración:

Por medio de la presente y en mi calidad de Administrador Provincial de Santa Elena de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP mediante acción de personal No. GATH-NCP-949-2013 del 23 de diciembre del 2013 y poder especial otorgado por el señor Gerente General de CNT EP de fecha 3 de febrero del 2014, y de acuerdo a oficio s/n de fecha 2 de mayo del presente año emitido por el estudiante Señor Víctor Rodríguez Vera, egresado de la Facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena UPSE, mediante el cual solicita realizar una investigación sobre el funcionamiento de los servicios que CNT E.P. brinda a través de la red de cobre y plataforma Multiservicios NGN, llevando a cabo como proyecto de tesis el "ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA ESTRUCTURA EXISTENTE EN LA EMPRESA DE TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA PROVINCIAL DE SANTA ELENA", comunico a usted que se ha tomado en consideración el petitorio del señor estudiante, para que pueda desarrollar su proyecto en mención, el mismo que será considerado dentro de los intereses de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. Agencia Provincial de Santa Elena.

En virtud de lo mencionado, comunico a usted que el señor Juan Augusto Paute Parrales Jefe Técnico de O&M Santa Elena de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, ha sido designado por esta Administración para que colabore proporcionando la ayuda necesaria y que esté dentro del alcance de esta Administración al estudiante en mención, para el desarrollo de la investigación.

Agradeciendo su gentil atención y recordando mi predisposición y apoyo para con vuestro representado, me suscribo

Atentamente,

**David Ordóñez Alvarado**

**Administrador Provincial Santa Elena (E)**  
**CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP**

c.c.: archivo  
c.c.: Sr. Víctor Rodríguez Vera, Egresado Facultad de Ing. Electrónica y Telecomunicaciones UPSE  
c.c.: Sr. Juan Paute Parrales – Jefe Técnico de O&M Santa Elena

Dirección: Barrio Rocafuerte, Calle 23 y Malecón La Libertad (frente a parque central)  
Teléfono: (593-04) 3 731-700 ext.: 56005/56000

La Libertad 02 de mayo de 2014

Señores CNT EP  
Agencia Provincial  
Santa Elena

*Jefe Técnico:  
Atendedor de forma  
pertinente  
Att.  
Ordóñez  
02-05-2014*

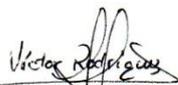
Reciban un cordial saludo y a la vez felicitarlos por la incesante labor que realizan en beneficio de la comunidad de la provincia.

Mi nombre es Víctor Rodríguez Vera, egresado de la facultad de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la UPSE, y en vista de que estoy realizando mi proyecto de tesis previa a la obtención del título correspondiente, acudo a ustedes para solicitarles muy respetuosamente, poder realizar una investigación sobre el funcionamiento de los servicios que actualmente brindan y los que van a brindar a través de la red de cobre y la Plataforma Multiservicios NGN.

El nombre del proyecto de tesis es "ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA ESTRUCTURA EXISTENTE EN LA EMPRESA DE TELEFONÍA PÚBLICA CNT EP AGENCIA PROVINCIAL DE SANTA ELENA", por lo que preciso me faciliten información de los departamentos respectivos sobre los equipos DSLAM, los MSAN, de los Armarios inteligentes, los planos de la situación actual de la red de telefonía de la CNT EP provincia de Sta. Elena para conocer cuántos distritos la conforman, cuantos pares cuentan, datos de las distancias tanto de la caja de dispersión más lejano correspondiente a cada distrito, así como la distancia de la central hasta el armario de distribución, y de toda la información técnica pertinente al estudio en mención, para lo cual se manejará la reserva profesional y ética correspondiente cuyas fuentes serán remitidas en la tesis como propietarias de CNT EP.

Agradeciéndoles de antemano por su valioso aporte en la realización de este proyecto, me despido,

Atentamente

  
Víctor Rodríguez Vera  
C.I 090719349-4

  
10/05/2014

**Anexo 2: Memoria fotográfica de equipos de la Central La Libertad**



**ALCATEL-LUCENT Litespan 1540 MSAN (8)**



**LBT y ODF**



**ALCATEL-LUCENT ISAM 7302**

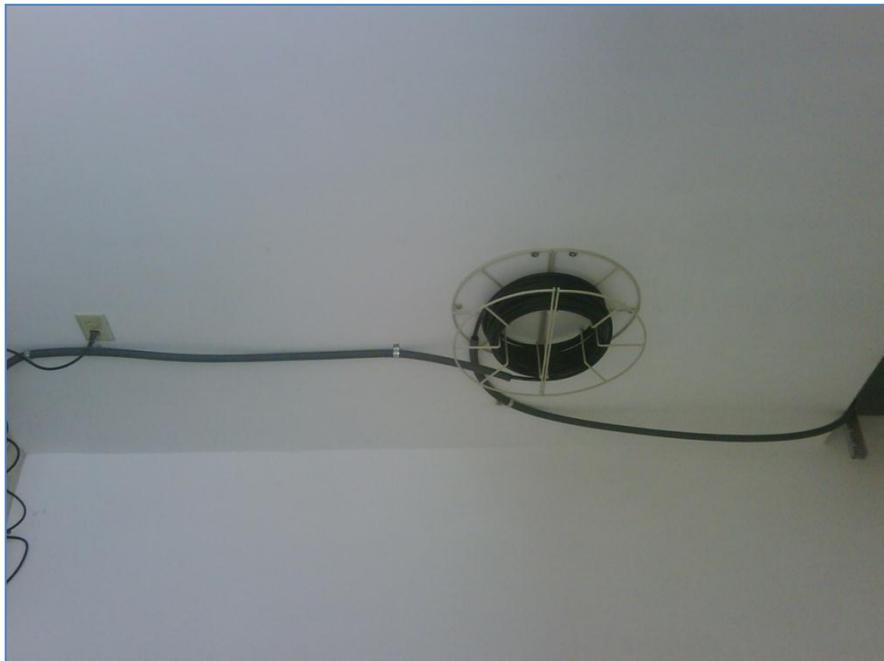


**MDF dentro de la Central Telefónica**

### Anexo 3 Memoria fotográfica del Nodo Pechiche

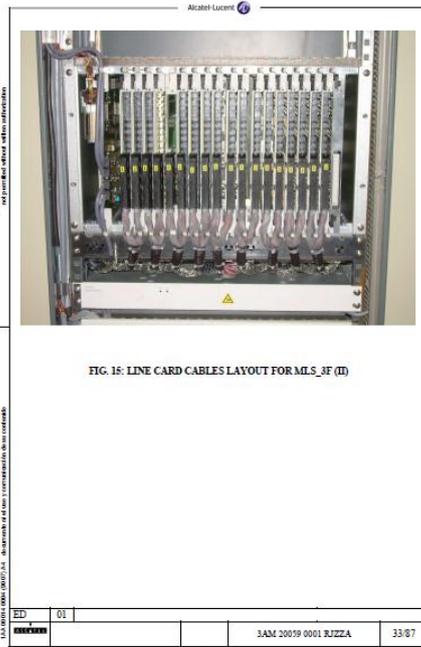
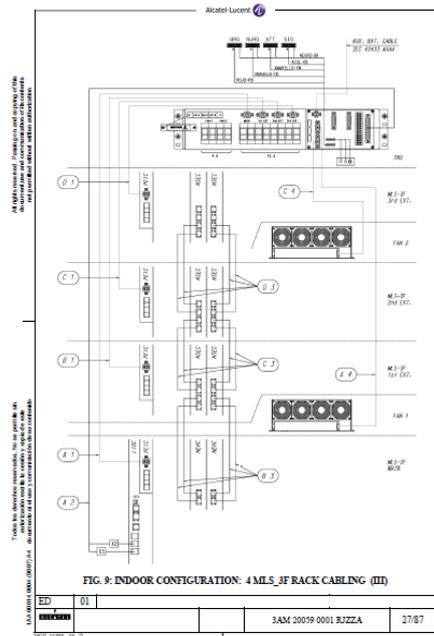
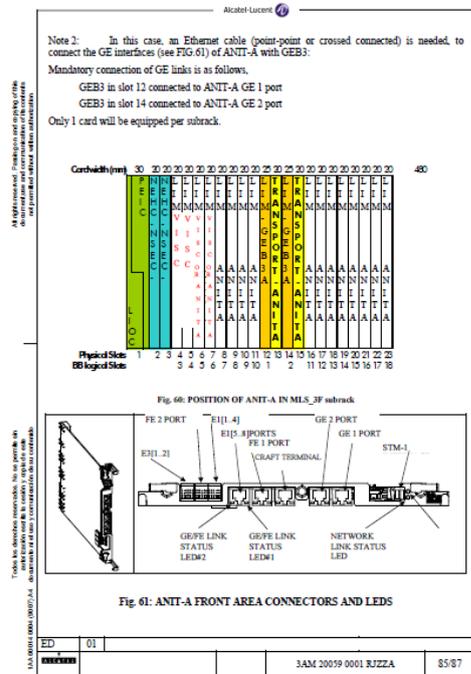
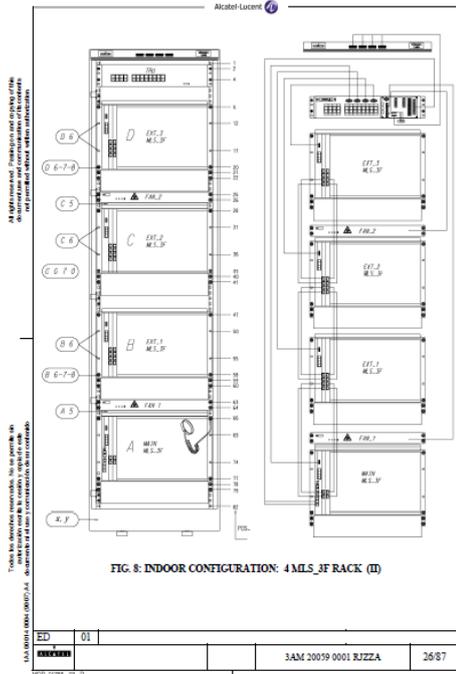


**ALCATEL-LUCENT Litespan 1540 MSAN (1)**



**Fibra Óptica desde la la red de Transmisión (Chanduy-Pechiche)**

# Anexo 4: Referencia ensamblaje de Alcatel-Lucent MSAN 1540 Litespan.



## Anexo 5: Data Sheet de Alcatel-Lucent ISAM 7302



### Alcatel-Lucent 7302 ISAM

INTELLIGENT SERVICES ACCESS MANAGER | RELEASE 3.3 (ETSI)

The Alcatel-Lucent 7302 Intelligent Services Access Manager (ISAM) is a full-service central office IP access node, designed to deliver a superior triple-play experience to all subscribers. It is a high-density IP Access node capable of providing Very High Speed broadband services over copper (VDSL2/Multi-DSL) and fiber (Active Ethernet).

The Alcatel-Lucent 7302 ISAM is a flexible, high-density shelf, supporting 18 slots for DSL, P2P fiber, splitters, and voice line cards, and serving up to 3,456 subscribers per standard 600mm x 600mm ETSI footprint. It offers multi-service support, including unsurpassed video quality, voice services with PSTN feature parity, business services, and mobile backhauling. The Alcatel-Lucent 7302 ISAM is a carrier-grade access platform, and is "5-nines" compliant for high availability. It supports Dynamic Line Management to maximize DSL line stability, and offers comprehensive DSL line diagnostics capabilities, enabling fast and cost-efficient triple-play network operations.



#### FEATURES

- Non-blocking architecture with distributed processing
- High-density access node with 18 slots for a mix of LTs, voice cards, and splitters
- New line cards, including 48p VDSL2 (B12/17 profiles and ADSL/ADSL2+ backwards compatibility) and 16p Active Ethernet
- Integrated VoIP Access Gateway on ISAM with the ISAM Voice Package
- High-stability clock and clock synchronization support with BITS and NTR
- NT, link, and voice gateway redundancy
- Extensive Dynamic Line Management and Line Diagnostics capabilities
- 2.5 Gbit backplane with front cabling for LTs

#### BENEFITS

- Very High Speed Broadband deployments for triple-play services over DSL and fiber
- Flexible, high-density multiservice deployments from the CO
- Unsurpassed IPTV service offering
- Cost-effective voice modernization offering PSTN feature parity
- Optimal support for clock-sensitive services: leased lines, mobile backhauling, voice
- Carrier-grade high-availability, "5 nines" compliant
- Efficient and scalable access network management and operations
- Future-proof design; same shelf can host future higher density line cards

- Full TLI support
- Secured SNMPv3, secured shell (SSH), SFTP, RADIUS access
- Common management with Alcatel 5523 MVS Element Manager
- Remote customer premises equipment (CPE) management

#### Deployment

- Power Spectral Density (PSD) shaping, Downstream Power Back-Off (DPBO)
- Upstream PBO (UPBO)
- VDSL2 Virtual Noise
- Single-Ended Line Testing (SELT) on ADSL and VDSL
- Dual-Ended Line Testing (DELT)

#### Standards Compliance

- ETS 300 019-1-1 storage – Class 1.1 weather-protected, partly temperature-controlled locations
- ETS 300 019-1-2 transport – Class 2.3 public transportation
- ETS 300 019-1-3 stationary use – Class 3.1E temperature-controlled locations
- Protection: ITU-T K.21E
- Safety: IEC 61150/EN61150 Class 1
- TNW-3 splitter and LT interfaces
- TNW-2 DC feeding
- ETS 300 386 V1.3.2 (2003-15) for telecommunications carrier installation environment
  - low pass filter (LPF):
    - outdoor DSL signal lines: table 2
    - indoor signal lines (narrow-band JMT) switch): table 3
  - LT: table 2 for outdoor signal lines
- DC feeding: table 5 for DC power ports
- Hot insertion and removal of boards
- European directive 2002/95/EC on the restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

#### Power

- 48V0 V DC nominal
- Fully redundant power feeding (branch A and B)

#### Equipment Practice

SINGLE-SHELF SYSTEM	
Wire-speed line termination (LT) slots	16 to18
Lines per shelf	864 (48 ports x 18 slots)
Lines per rack (splitter configuration)	1,296
Lines per rack (splitterless configuration)	1,728
Lines per standard 600mm x 600mm footprint	3,456

SPLITTER SHELF	
POTS and ISDN	Yes
Full metallic test access (MTA), inward and outward	Yes
Release, loop, monitor and split access MTA modes support for each test access point	Yes
Common TLI MTA commands with ASAM platforms	Yes
Non test-access variant	Yes

PHYSICAL SPECIFICATIONS	
Standard ETSI rack	
Height	2.2 m (7.2 ft), also 1.8 m (5.9ft) variant for small indoors locations
Width	600 mm (23.6 in.)
Depth	300 mm (11.8 in.)
Doors and lock support	Yes
Top and bottom cabling support	Yes
Splitterless shelf	
Shelves per rack	3
Height	600 mm (23.6 in.)
Width	500 mm (19.7 in.)
Depth	300 mm (11.8 in.)

NON-BLOCKING ARCHITECTURE	
Switching fabric	24 Gbit/s
Backplane Capacity	2.5 Gbit/s
Wire-speed packet processing	Yes
Guaranteed to each subscriber	20+Mbit/s

[www.alcatel-lucent.com](http://www.alcatel-lucent.com)

Alcatel, Lucent, Alcatel-Lucent and Alcatel-Lucent logo are trademarks of Alcatel-Lucent. All other trademarks are the property of their respective owners. The information presented is subject to change without notice. Alcatel-Lucent assumes no responsibility for inaccuracies contained herein. © 2007 Alcatel-Lucent. All rights reserved. 218172 (06)

## Anexo 6: Manual Dynatel 965 AMS/ADSL2+

### 3 Telecomunicaciones

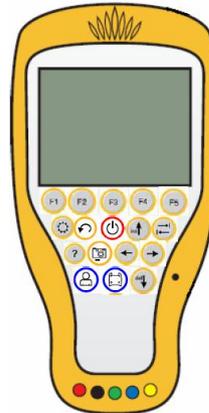
#### Dynatel 965AMS/ADSL2+

- El equipo Dynatel 965AMS Combina los instrumentos de medición mas comunes de uso en redes de telecomunicaciones de cobre para Voz y Banda Ancha con la facilidad de usar módulos de prueba enchufables :

**TDR + Analizador +  
Localizador de fallas en red  
Telefónica + MODEM ADSL2+**



#### TECLADO DE CONTROL



Se usa para Encender o apagar el DYNATEL 965AMS



CUANDO EL DYNATEL ENCIENDE Y ESTA EN MODO STANDBY, PRESENTA INMEDIATAMENTE LA PANTALLA DE BIENVENIDA Y MUESTRA EL ESTADO DE CARGA DE LA BATERIA.

SI ESTA APAGADO TOTALMENTE, INICIARA EL PROCESO DE CARGA DEL SOFTWARE Y TOMARA 30 SEGUNDOS APROX. PARA ESTAR LISTO A OPERAR.

SE PRESENTAN EN PANTALLA LA VERSION DE SOFTWARE, EL No. DE SERIE Y LA OPCION DE ACCESAR LA FUNCION CONFIGURACION.

**NOTA:** EL 965AMS SE APAGARÁ AUTOMATICAMENTE SI NINGUNA TECLA ES PRESIONADA EN UN LAPSO DE CINCO MINUTOS. (El tiempo de apagado automático se puede programar en 5, 10 o 15 Minutos).

Si no va a usar el equipo por algunos días, para conservar la carga de la batería, favor presione el botón de apagado por 10 segundos para Hacer el apagado total.

#### Carga de la Batería del Dynatel 965AMS



Durante el proceso de carga se recomienda no utilizar el equipo, excepto cuando se usa el MODEM de ADSL. La primera carga debe hacerse por lo menos durante 12 horas continuas

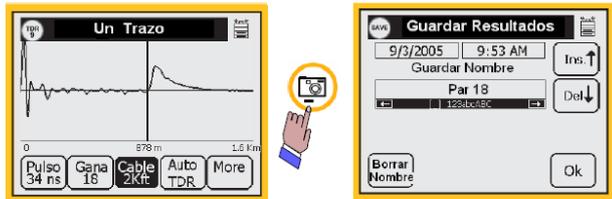


3 4

**TECLADO DE FUNCIONES F1 a F5 -** Las teclas de funciones F1 a F5 se usan con las diferentes opciones de medición del Dynatel 965AMS para efectuar medidas o procesos alternos o aplicar submenús incluidos en las funciones principales.



**SALVAR o GUARDAR:** Resultados de Autoprueba e imágenes de TDR en memoria. Se usa también para poner 'Guión' o signo 'menos' cuando se editan números.



LA TECLA PERMITE GUARDAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS E IDENTIFICARLOS CON HORA Y FECHA: OPERA PARA EL TDR Y PARA LA PRUEBA AUTOMÁTICA Y LOS RESULTADOS DE PRUEBA DEL MODEM ADSL2+ . SIRVE TAMBIÉN COMO GUIÓN O SIGNO MENOS. EJ: ESPACIO ENTRE NÚMEROS TELEFÓNICOS O ENTRAR VALOR NEGATIVO DE TEMPERATURA DEL CABLE.

**VOLTAJE 1** - SE USA PARA MEDIR VOLTAJES EN DC O AC EN UN PAR TELEFÓNICO QUE SE CONECTE ENTRE LAS PUNTAS DE PRUEBA DE COLOR NEGRO, ROJO (A Y B) Y VERDE (TIERRA). PERMITE DETECTAR FALLAS COMO CRUCE DE BATERÍA y MEDIR LOS VOLTAJES QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES.

**Rango de Medición de Voltaje:**  
**DC:** 0 a 300 Voltios.  
**AC:** 0 a 250 Voltios

**Voltaje de operación normal de línea telefónica POTS:** - 48 a -55 V. DC

LA TECLA PERMITE REALIZAR LA MEDICIÓN ENTRE LAS TRES PUNTAS DE PRUEBA (A, B o Tierra). LA TECLA ES USADA PARA SELECCIONAR ENTRE MEDICIONES DE VOLTAJE AC o DC.

## **Anexo 7: Planos del Nudo Pechiche**

# Anexo 8: Protocolo de Pruebas de Red Telefónica

Proyecto: Construcción de Planta Externa  
Lugar: Nodo Pechiche Distrito: 30

REGLET A Y/O CABA		PAR	AISLAMIENTO (GEGAOMIOS)			DISTANCIA A (Km)	RESISTENCIA DE BUCLE (Ω)	RESISTENCIA DE BUCLE (Ω/Km)	DESEQUILIBRIO RESISTIVO	% DESEQUILIBRIO RESISTIVO	CONTINUIDAD DE PANTALLA (Ω/Km)	ATENÚACION (dB)				DIAFONIA [dB]				VOLTAJE INDUCIDO				
			a x b	a x t	b x t	DIST	RAB = Rba + Rbb	RAB / DIST	Ra = Rba + Rp	Rb = Rbb + Rp	RESESTIVO - PAR	a 1000 Hz	a 1500 Hz	a 1000 Hz	a 1500 Hz	REGLET A Y/O CABA	PAR	a 1000 Hz	a 1500 Hz	TIERRA	a x b	a x t	b x t	
A1	1	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	1	>90	>90	B	0	0	0
A1	2	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	2	>90	>90		0	0	0
A1	3	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	3	>90	>90		0	0	0
A1	4	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	4	>90	>90		0	0	0
A1	5	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	5	>90	>90		0	0	0
A1	6	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	6	>90	>90		0	0	0
A1	7	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	7	>90	>90		0	0	0
A1	8	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	8	>90	>90		0	0	0
A1	9	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	9	>90	>90		0	0	0
A1	10	>10	>10	>10	>10	1,136	318	280	163	163	0,0%	3,5	-1,4	-1,6	-1,232	-1,408	A1	10	>90	>90		0	0	0
A2	1	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	1	>90	>90		0	0	0
A2	2	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	2	>90	>90		0	0	0
A2	3	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	3	>90	>90		0	0	0
A2	4	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	4	>90	>90		0	0	0
A2	5	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	5	>90	>90		0	0	0
A2	6	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	6	>90	>90		0	0	0
A2	7	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	7	>90	>90		0	0	0
A2	8	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	8	>90	>90		0	0	0
A2	9	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	9	>90	>90		0	0	0
A2	10	>10	>10	>10	>10	0,988	277	280	141	141	0,0%	2,5	-1,3	-1,5	-1,316	-1,518	A2	10	>90	>90		0	0	0
A3	1	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	1	>90	>90		0	0	0
A3	2	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	2	>90	>90		0	0	0
A3	3	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	3	>90	>90		0	0	0
A3	4	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	4	>90	>90		0	0	0
A3	5	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	5	>90	>90		0	0	0
A3	6	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	6	>90	>90		0	0	0
A3	7	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	7	>90	>90		0	0	0
A3	8	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	8	>90	>90		0	0	0
A3	9	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	9	>90	>90		0	0	0
A3	10	>10	>10	>10	>10	0,740	207	280	105	105	0,0%	2,0	-1,1	-1,2	-1,486	-1,622	A3	10	>90	>90		0	0	0
A4	1	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	1	>90	>90		0	0	0
A4	2	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	2	>90	>90		0	0	0
A4	3	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	3	>90	>90		0	0	0
A4	4	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	4	>90	>90		0	0	0
A4	5	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	5	>90	>90		0	0	0
A4	6	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	6	>90	>90		0	0	0
A4	7	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	7	>90	>90		0	0	0
A4	8	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	8	>90	>90		0	0	0
A4	9	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	9	>90	>90		0	0	0
A4	10	>10	>10	>10	>10	0,619	174	281	89	89	0,0%	3,2	-1,0	-1,1	-1,616	-1,777	A4	10	>90	>90		0	0	0
A5	1	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	1	>90	>90		0	0	0
A5	2	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	2	>90	>90		0	0	0
A5	3	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	3	>90	>90		0	0	0
A5	4	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	4	>90	>90		0	0	0
A5	5	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	5	>90	>90		0	0	0
A5	6	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	6	>90	>90		0	0	0
A5	7	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	7	>90	>90		0	0	0
A5	8	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	8	>90	>90		0	0	0
A5	9	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	9	>90	>90		0	0	0
A5	10	>10	>10	>10	>10	0,521	145	278	74	74	0,0%	2,9	-0,8	-0,9	-1,536	-1,727	A5	10	>90	>90		0	0	0

OBSERVACIONES:

POR EL CONTRATISTA		POR LA CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT E.P.	
RESIDENTE	SUPERVISOR	FISCALIZADOR	