

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
“INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES”

MODALIDAD: TESIS

Título:

**“EVALUACIÓN DE UNA RED CON TECNOLOGÍA PDH VERSUS UNA RED
CON TECNOLOGÍA SDH EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Autor:

Paúl Fernando Orozco Vinueza

Director de Tesis:

ING. Marco Nolivos

RIOBAMBA-ECUADOR

AÑO 2013

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:
**EVALUACIÓN DE UNA RED CON TECNOLOGÍA PDH VERSUS UNA RED CON
TECNOLOGÍA SDH EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA** presentado por: Paúl
Fernando Orozco Vinueza y dirigida por: Ing. Marco Nolivos.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Presidente del Tribunal
(Ing. Edmundo Cabezas)

Firma

Director de Tesis
(Ing. Marco Nolivos)

Firma

Miembro del Tribunal
(Ing. Aníbal Llanga)

Firma

DERECHO DE AUTOR

El desarrollo del presente trabajo de investigación es de extrema clasificación y propiedad de PAÚL FERNANDO OROZCO VINUEZA.

DEDICATORIA

A mis padres, hermanas, abuelitos y mi sobrina por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Finalmente a los Ingenieros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

Mi agradecimiento y gratitud a la Facultad de Ingeniería, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, a sus docentes por brindarnos sus conocimientos y apoyo con lo cual hemos logrado terminar nuestra carrera profesional.

Igualmente a mi asesor Ing. Marco Nolivos quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca el último escalón hacia una nueva etapa de mi vida.

SÍNTESIS

Al haber un incremento en los usuarios de las líneas telefónicas, se tuvo que implementar otros métodos para poder explotar al máximo la infraestructura que se tenía, con esto llego la multiplexación por división de frecuencia (FDM), esto quiere decir que se multiplexaba y se enviaba mas información por la misma línea telefónica.

Al haber un incremento se utilizo el método PCM, o modulación por codificación de pulsos, esto era una conversión de la información de analógica a digital, quiero decir que la información que tenemos es muestreada, cuantificada y por ultimo codificada y es transmitida a una velocidad mayor.

Con esto surge PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) que es un conjunto de transmisión digital de información agrupado en niveles o jerarquías, donde los equipos operan en una forma Plesiócrona o casi a tiempo.

Existe diferentes estándares de transmisión, estos varían de acuerdo al país donde se encuentren, los 2 más importantes son el Europeo y el Americano.

El europeo (E1) opera a 2.048 Mbps y está en la recomendación G.732 de CCITT y el americano (T1) que opera a 1.544 Mbps y está en la recomendación G.733 de la CCITT.

Al haber más avances en el tipo de información que se quiere transmitir, PDH fue obsoleta y algunas de sus desventajas eran: La gran complejidad de la red, no se tenía control de ella y sobre todo y la más importante, la incapacidad de satisfacer las demandas de los nuevos servicios.

Así nació SDH (Jerarquía Digital Síncrona) entendiéndose por sincronía que todos los sistemas operan al mismo tiempo, o sea que tienen solamente un reloj de referencia.

SDH se derivó del estándar norteamericano de Sonet que fue propuesto por Bellcore en 1985, este fue tomado por la CCITT y en 1986 se desarrolló SDH, en resumen SDH es el estándar europeo para las transmisiones síncronas.

Las implementaciones de la transmisión síncrona se deben principalmente a su capacidad de interconectarse con el sistema plesiócrono existente.

Una de las principales ventajas que tiene sobre PDH son las altas velocidades de transmisión, la compatibilidad de los sistemas SDH con los de PDH y una muy importante: la simplificación de la red.

SUMMARY

Having an increase in users of the telephone lines, had to implement other methods to exploit the infrastructure to be had, with this came the frequency division multiplexing (FDM), this means that multiplexaba and information sent over the same telephone line.

Having increased the method was used PCM, or pulse code modulation, this was a conversion of analog information to digital, I mean that the information we have is sampled, quantized and finally coded and transmitted at a rate greater.

This raises PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) which is a set of digital transmission of information grouped into levels or hierarchies, where computers operate in a Plesiochronous or nearly on time.

There different transmission standards, they vary according to the country where they are, the two most important are European and American.

The European (The) operates at 2.048 Mbps and is in the CCITT G.732 recommendation and American (IT) operating at 1.544 Mbps and is in the CCITT G.733 recommendation.

With more advances in the type of information to be transmitted, PDH was outdated and some of its disadvantages were: The great complexity of the network, there was no control of it and above all and most importantly, the inability to meet demands of new services.

Thus was born SDH (Synchronous Digital Hierarchy) synchronous understood that all systems operating at the same time, ie having only one reference clock.

SDH was derived from the standard U.S. Sonet was proposed by Bellcore in 1985, this was taken by the CCITT and SDH was developed in 1986, in short SDH is the European standard for synchronous transmission.

Implementations of the synchronous transmission is mainly due to its ability to interface with the existing plesiochronous system.

One of the main advantages it has over PDH is high transmission speeds, compatibility with systems PDH SDH and a very important simplification of the network

INDICE

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4 Objetivos:	3
1.4.1 General	3
1.4.2. Específicos	3
1.5 LIMITACIONES	4
1.6 HIPÓTESIS	4
1.7 METODOLOGÍA	5
CAPÍTULO II	6
TECNOLOGIA PDH Y SDH	6
2.1. ESTUDIO DE TECNOLOGIAS PARA REDES	6
2.2. PDH (Jerarquía Digital Plesiócrons)	6
2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE PDH	7
2.2.2. Ventajas, Desventajas y Aplicaciones	9
2.3. SDH (Jerarquía Digital Sincrónica)	10
2.4. Estructura de la trama SDH	10
2.5. Modelo de capas de SDH	14
2.6. Elementos en redes SDH	15
2.6.1. Terminales de Línea	15

2.6.2. Multiplexores Add-Drop (ADM)	16
2.6.3. Cross-Conectores Dedicados.....	17
2.7. Regeneradores y Repetidores.....	18
2.8. CARACTERÍSTICAS DE SDH.....	19
2.9. VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIONES.	19
2.10. Redes NG-SDH.....	21
2.10. Características generales de NG-SDH	22
2.11. Ventajas NG-SDH.....	24
2.12. Redes Ópticas.....	24
2.13. Características de las Redes Ópticas	25
2.14. Clasificación de las Fibra Ópticas	26
2.15. Tipos de cable.....	28
2.16. Aplicaciones para cables de Fibra Óptica.....	30
2.17. ESTRATEGIAS DE MIGRACIÓN.....	31
2.17.1. Método de capa.....	32
2.17.2. Método de isla.....	32
2.17.3. Método paralelo.....	33
CAPÍTULO III	34
SITUACIÓN ACTUAL DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP RIOBAMBA	34
3.1. Antecedentes	34
3.2. Situación actual de la CNT EP Riobamba.....	35
3.3. Equipos de la red.....	36
3.4. Equipos Multiplex SDH.....	37
3.4.1. Características específicas del equipo NG SDH.....	38

3.5. Interfaces Externas.....	40
3.5.1 Interfaz Óptica STM-64	40
3.5.2 Interfaz STM-16.....	40
3.5.3. Interfaz Óptica STM-4	41
3.5.5. Interfaz Óptica STM-1	42
3.5.6. Interfaz 2,048 Mbps	42
3.5.7. Interfaz Eléctrica 34/45 Mbps.....	43
3.5.8. Interfaz Fast Ethernet (10/100 Mbps).....	43
3.5.9. Interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps)	44
3.6. Canales de servicio (EOW) y auxiliares	45
3.6.1. Tarjetas de protección en los Equipos Multiplexores NG-SDH.....	46
3.7. Distribuidores Digitales DDF, distribuidores ópticos ODF y Cableados	46
3.8. Consumo de Energía	47
3.9. Sistemas de Gestión y Administración.....	47
3.9.1. Requerimientos del Sistema de Gestión	47
3.10. Interfaces O&M.....	48
3.11. Administración entre nodos y canales de supervisión.....	48
3.12. Capa de gestión de Elemento de Red	49
3.12.1. Capa de gestión de Red.....	49
3.12.2. Requerimientos Funcionales de las Herramientas de Gestión	50
CAPÍTULO IV	55
ESTRUCTURA FÍSICA GENERAL DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP RIOBAMBA	55
4.1. AMG’S que Integran Cada uno de los Nodos	55
4.1.1 Estructura de los armarios HUAWEY UA5000.....	56

4.1.2 In door	58
4.1.3 Tarjetas de Control.....	58
4.1.4 Tarjetas de Línea	58
4.2 Planimetría de Red Existente de CNT EP en la ciudad de Riobamba	59
4.2.1 Planimetría de Nodos Existente de CNT EP Riobamba	59
4.2.2 Planimetría existente del Nodo Occidental y sus AMG's.....	60
4.2.3 Planimetría existente del Nodo Oriental y sus AMG's.....	61
4.2.4 Planimetría existente del Nodo Sur y sus AMG's.....	62
4.3. Planimetría existente de los AMG's	63
4.3.1 Planimetría existente de AMG's del Nodo Oriental.....	63
4.3.2 Planimetría existente de AMG's del Nodo Sur.....	68
4.3.3 Planimetría existente de AMG's del Nodo Occidental.....	72
CAPÍTULO V	75
ESTUDIO COMPARATIVO	75
5.1.- Estudio comparativo de las Tecnologías.....	75
5.1.1.- Velocidad de transmisión por canal.....	76
5.1.2.- Número de canales por tecnología.....	77
5.1.3.- Nivel de la Jerarquía de Multiplexación.....	78
5.1.4.- Estructura de la Trama.....	80
5.2.- Crecimiento de CNT EP Riobamba	81
5.3.- PDH versus SDH	83
5.3.1.- Ventajas y desventajas de PDH vs SDH.....	83
5.4.- ESTUDIO ECONÓMICO	85
5.4.1.- Inversiones.....	86

5.4.2.- Costo de Planta Interna	87
5.4.3.- Costo de Planta Externa.....	87
5.4.4.- Ingresos por servicio de Voz	89
5.4.4.- Ingresos por servicio de Internet.....	90
CAPITULO VI.....	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
6.1.- CONCLUSIONES.....	91
6.2.- RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94
BIBLIOGRAFÍA INTERNET.....	95
ACRÓNIMOS.....	97
ANEXOS	100
ANEXO A.....	101
TABLA DE INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA PROPORCIONADO POR LA CNT	101
ANEXO B.....	102
TABLA DE INFRAESTRUCTURA DE TELEFONIA FIJA PROPORCIONADO POR LA CNT.....	102
ANEXO C.....	103
PLANIMETRÍA RED EXISTENTE ENTRE NODOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.....	103
ANEXO D.....	104
PLANIMETRÍA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO	104
ANEXO E.....	105
PLANIMETRIA DE RED EXISTENTE DE CNT EP EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA	105
ANEXO F.....	106
PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO OCCIDENTAL Y SUS AMG'S	106

ANEXO G.....	107
PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO ORIENTAL Y SUS AMG'S.....	107
ANEXO H.....	108
PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO SUR Y SUS AMG'S.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Multiplexación PDH	7
Tabla 2. Equivalencias de Jerarquía de Transmisión.....	10
Tabla 3. Tipos de cables de fibra óptica	29
Tabla 4. Tipos de patchcords y pigtails de fibra óptica	30
Tabla 5. Aspectos generales red de Acceso y Troncal.....	31
Tabla 6. Ventajas y Desventajas entre Métodos.....	33
Tabla 7. Red de anillos CNT EP Riobamba.....	36
Tabla 8. Matriz de cross-conexión mínima para las aplicaciones de los equipos NG-SDH	38
Tabla 9. Tabla de cualitividad.....	75
Tabla 10. Comparación de velocidad de transmisión por canal	76
Tabla 11. Comparación de números de canales por tecnología	77
Tabla 12. Comparación de Nivel de la Jerarquía de Multiplexación.....	78
Tabla 13. Infraestructura de banda ancha y telefonía fija.	82
Tabla 14. Comparación PDH vs SDH.....	84
Tabla 15. Costo de inversión de un AMG en la CNT EP Riobamba	87
Tabla 16. Costo de inversión de los AMG`s existentes en la CNT EP Riobamba	87
Tabla 17. Costo de inversión de red primaria y red secundaria.	88

Tabla 18. Ingresos por servicio de Voz.....	89
Tabla 19. Ingresos por servicio de Internet.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la trama PDH.....	8
Figura 2. Estructura de la trama STM.....	11
Figura 3. Estructura de la trama SDH.....	13
Figura 4. Modelos de capas SDH.....	15
Figura 5. Fibra Óptica Multimodo.....	27
Figura 6. Fibra Óptica Monomodo.....	28
Figura 7. Estructura de los armarios HUAWEY UA5000.....	57
Figura 8. Planimetría Red de Nodos Existente de CNT EP Riobamba.....	59
Figura 9. Planimetría existente del Nodo Occidental y sus AMG's.....	60
Figura 10. Planimetría existente del Nodo Oriental y sus AMG's.....	61
Figura 11. Planimetría existente del Nodo Sur y sus AMG's.....	62
Figura 12. AMG Plaza Dávalos.....	63
Figura 13. AMG Colegio Maldonado.....	64
Figura 14. AMG UNACH.....	64
Figura 15. AMG Complejo la Panadería.....	65
Figura 16. AMG San Gerardo.....	65
Figura 17. AMG Mujeres Chimboracenses.....	66
Figura 18. AMG San Antonio.....	66
Figura 19. AMG Cerro Negro.....	67

Figura 20. AMG Complejo la Panadería	67
Figura 21. AMG Colegio Cisneros	68
Figura 22. AMG SUPERTEL	68
Figura 23. AMG El Porvenir	69
Figura 24. AMG Central Nodo Sur	69
Figura 25. AMG San Rafael.....	70
Figura 26. AMG El Libertad	70
Figura 27. AMG Ciudadela Politécnica	71
Figura 28. AMG Hospital Policlínico	71
Figura 29. AMG Cooperativa Riobamba Ltda.....	72
Figura 30. AMG Colegio Chiriboga	72
Figura 31. AMG Liberación Popular	73
Figura 32. AMG Chibunga	73
Figura 34. AMG Yaruquíes.....	74
Figura 33. AMG El Batán	74
Figura 35. Comparación de velocidad de transmisión por canal.....	76
Figura 36. Comparación de números de canales por tecnología.....	77
Figura 37. Multiplexación de PDH.....	79
Figura 38. Multiplexación de SDH	79
Figura 39. Estructura de la trama de PDH.....	80
Figura 40. Estructura de la trama de SDH	81
Figura 41. Estructura de PDH de CNT EP Riobamba	82
Figura 42. Enlaces de CNT EP Riobamba con otras ciudades.....	83
Figura 43. Comparación PDH vs SDH	85

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

Nadie duda actualmente que la introducción a nuevas tecnologías de la información, comunicación en la sociedad ha iniciado, y según todos los indicios continuará en el futuro, una profunda serie de cambios sociales, económicos, políticos... de mayor importancia que los producidos por otros medios como la imprenta, la radio o la propia televisión.

SDH y el equivalente norteamericano SONET son las tecnologías dominantes en la capa física de transporte de las actuales redes de fibra óptica de banda ancha. Su misión es transportar y gestionar gran cantidad de tipos de tráfico diferentes sobre la infraestructura física.

Esencialmente, SDH es un protocolo de transporte (primera capa en el modelo OSI) basado en la existencia de una referencia temporal común (Reloj primario), que multiplexa diferentes señales dentro de una jerarquía común flexible, y gestiona su transmisión de forma eficiente a través de fibra óptica, con mecanismos internos de protección.

Usando como referencia el modelo OSI, SDH es comúnmente visto como un protocolo de nivel uno, es decir, un protocolo de la capa física de transporte. En este papel, actúa como el portador físico de aplicaciones de nivel 2 a 4, esto es, es el camino en el cual el tráfico de superiores niveles tales como IP o ATM es transportado. En palabras simples, podemos considerar a las transmisiones SDH como tuberías las cuales portan tráfico en forma de paquetes de información. Estos paquetes son de aplicaciones tales como PDH, ATM o IP.

SDH permite el transporte de muchos tipos de tráfico tales como voz, video, multimedia, y paquetes de datos como los que genera IP. Para ello, su papel es, esencialmente, el mismo: gestionar la utilización de la infraestructura de fibra.

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La infraestructura de red con la que cuenta CNT EP Riobamba se la pudo considerar como idóneas para adaptarse a los nuevos cambios de tecnología de comunicación en este caso SDH.

En la actualidad, la implementación de cualquier sistema de comunicación que permita obtener reducción de costos ayuda al desarrollo de la institución, por lo tanto se vio en la necesidad de realizar la migración de la tecnología PDH a la tecnología SDH, brindando la posibilidad de estar a la par de los cambios tecnológicos como MPCS y DWDM.

El estudio va estar enfocado a CNT EP Riobamba el cual ya posee una infraestructura de red establecida la cual nos permitirá determinar los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar la migración de esta nueva tecnología a la red ya existente.

Pero cabe plantearse algunas preguntas, a las cuales daremos respuesta durante la ejecución del presente trabajo:

¿Cuáles son los aspectos que se debieron considerar?, ¿Cuál fue la inversión económica que trajo consigo la implementación de esta tecnología?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La rapidéz con la que avanza la tecnología nos deja siempre a la expectativa de lo que sucederá en un futuro es por eso que se ve la necesidad de adaptarse tratando de aprovechar los recursos ya existentes.

El incremento de servicios y los requerimientos de estos dentro del sistema de comunicaciones ha puesto a las redes troncales como sistemas casi obsoletos, así como el tiempo de vida útil de estos equipos presentes en las troncales.

El propósito de este estudio es realizar una evaluación de las dos tecnologías PDH vs SDH, para lo cual se basó en un plan migratorio que facilitó el proceso de transición de equipos, mientras que el sistema de comunicaciones mantuvo un funcionamiento normal, brindando varias alternativas de información, entretenimiento, calidad con mayor ancho de banda y velocidad.

En virtud de esto, vemos el extenso campo de aplicación y las ventajas que puede ofrecer. Nosotros como profesionales debemos desarrollar nuestras capacidades para adaptarnos a nuevas tecnologías, por lo cual es necesario iniciar el camino hacia la implementación de estos.

1.4 Objetivos:

1.4.1 General

- Evaluar una red con tecnología PDH versus la red con tecnología SDH.

1.4.2. Específicos

- Estudiar la tecnología PDH versus SDH.

- Comparar la tecnología PDH versus SDH.
- Realizar un diagnóstico de los equipos existentes en CNT EP Riobamba.
- Analizar y estudiar la capacidad de las redes PDH versus SDH.
- Estudiar el costo beneficio de la migración.
- Evaluar el proceso de la migración.

1.5 LIMITACIONES

Una limitación importante es en el aspecto de conseguir información, sobre cómo se encuentra la infraestructura de red en CNT EP Riobamba.

Por lo tanto podemos anotar que nuestra investigación se restringe al estudio únicamente.

1.6 HIPÓTESIS

Mediante el estudio y análisis comparativo de las Tecnologías PDH y SDH, sus características de velocidad, estructura básica, así como los múltiples esquemas de multiplexación, para esto se profundizarán en la técnica SDH, indicando sus ventajas sobre la técnica PDH, esto nos permitirá conocer del porque fue escogida la tecnología por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP Riobamba.

1.7 METODOLOGÍA

- El método hipotético-deductivo se aplicará debido a que a partir de un problema detectado se formulará una hipótesis que se espera confirmar con la experiencia.
- Se aplicará un método analítico ya que se debe tener un conocimiento claro de cada uno de los elementos y dispositivos que forman parte de las etapas del sistema a estudiar.
- Se hará uso de la investigación documental ya que de ser necesario se debe recurrir a los manuales y folletos de los equipos que se utilizarán en este estudio.

CAPÍTULO II

TECNOLOGIA PDH Y SDH.

2.1. ESTUDIO DE TECNOLOGIAS PARA REDES.

El avance de la humanidad en los últimos años se debe en gran medida al aporte que ha tenido las telecomunicaciones en el diario vivir de las personas, brindando varios servicios como: telefonía, internet, entre otros. El permanente desarrollo de las telecomunicaciones ha sido gracias al avance de las distintas tecnologías que la conforman, cada una de estas son consideradas por científicos en diferentes estudios, con el fin de mejorar el estilo de vida para la humanidad.

Cada servicio ha ido mejorando sus prestaciones, es decir, dando mayores beneficios a los usuarios; pero toda mejora presenta un costo y en el caso de las telecomunicaciones ese costo está dado por el ancho de banda (se puede considerar que el ancho de banda es proporcional a beneficio para el usuario).

Este capítulo presenta una breve descripción de las tecnologías que se encuentran involucradas, en este caso de la tecnología PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) y de la tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona).

2.2. PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona)

Es una tecnología usada en telecomunicación tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión.

El término plesiócrono proviene del griego plesio, cercano y chornos, tiempo, y se refiere al hecho de que las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de una red están casi, pero no completamente sincronizadas. La tecnología PDH, por ello, permite la transmisión de flujos de datos que, nominalmente, están funcionando a la misma velocidad, pero permitiendo una cierta variación alrededor de la velocidad nominal gracias a la forma en las que se forman las tramas.

2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE PDH

PDH se basa en canales de 64 Kbps. En cada nivel de multiplexación se van aumentando el número de canales sobre el medio físico. Es por eso que las tramas de distintos niveles tienen estructuras y duraciones diferentes. Además de los canales de voz en cada trama viaja información de control que se añade en cada nivel de multiplexación, por lo que el número de canales transportados en niveles superiores es múltiplo del transportado en niveles inferiores, pero no ocurre lo mismo con el régimen binario.

Nivel	Norteamérica			Europa			Japón		
	Circuitos	Kbit/s	Denominación	Circuitos	Kbit/s	Denominación	Circuitos	Kbit/s	Denominación
1	24	1.544	(T1)	30	2.048	(E1)	24	1.544	(J1)
2	96	6.312	(T2)	120	8.448	(E2)	96	6.312	(J2)
3	672	44.736	(T3)	480	34.368	(E3)	480	32.064	(J3)
4	4032	274.176	(T4)	1920	139.264	(E4)	1440	97.728	(J4)

Tabla 1. Niveles de Multiplexación PDH

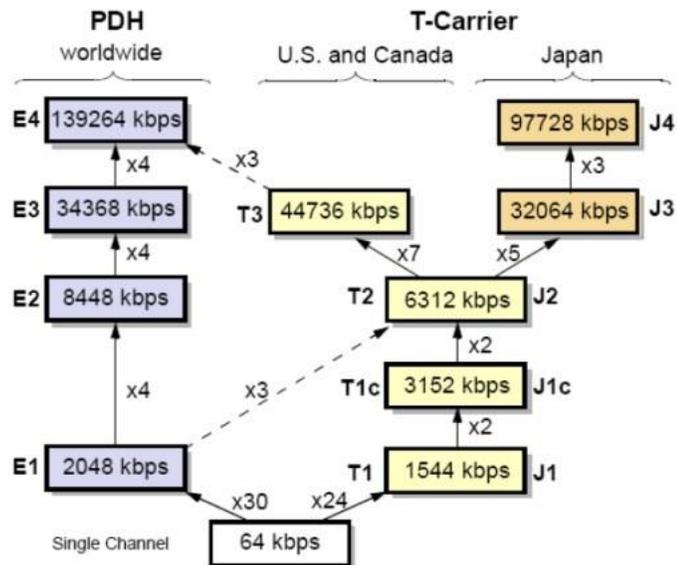


Figura 1. Estructura de la trama PDH

La trama de un equipo multiplex digital plesiócrono estará formada por:

- bits de alineación de trama para la sincronización de la parte receptora del equipo multiplex JDP distante.
- bit de alarma (A). Indicación de alarma a la parte receptora del multiplex JDP distante, cuando $A=1$.
- bits de servicio (S) de uso nacional.
- bits de información (I_i) de cada tributario (i), multiplexados bit a bit.
- bits de control de justificación ($C_{i1} \dots C_{iN}$). Son de 3 a 5 bits por cada tributario i , que están situados en posiciones fijas de la trama. Para cada tributario, indica al receptor distante que sí hay / no hay justificación para ese tributario en esa trama.
- bits de justificación (J_i). Es 1 bit por cada tributario i , que está situado en una posición fija de la trama. Para cada tributario, puede ser un bit de justificación (valor 1) o un bit de información (valor 0 ó 1), dependiendo del valor de los bits de control de ese tributario:
 - si $C_{i1} \dots C_{iN} = "11 \dots 1"$, será un bit de justificación valor 1

- si $C_{i1} \dots C_{iN} = "00 \dots 0"$, será un bit de información valor 0 ò 1

Los equipos PDH están siendo actualmente reemplazados por equipos de tecnología SDH en la mayoría de las redes de telecomunicación debido a las mayores capacidades de transmisión de estos y a sus mejores condiciones para la operación y mantenimiento centralizado.

2.2.2. Ventajas, Desventajas y Aplicaciones

VENTAJAS.

- No depende de un PRC (reloj primario de referencia), debido a que cada nodo puede trabajar con un reloj independiente.
- Es la idea básica que da origen al sistema SDH.

DESVENTAJAS.

- Para la extracción de señales de bajo nivel, en transmisiones de alto nivel jerárquico, se debe demultiplexarse hasta el nivel más bajo para efectuar con éxito la operación.
- Bajo el nivel de señales OAM (operación, administración y mantenimiento).
- Ausencia de una norma única de multiplexación mundial.

APLICACIONES.

- Redes de baja capacidad (como servicio telefónico y datos de bajo tráfico).
- Redes locales (que utilicen un solo tipo jerárquico como E1 y T1).

2.3. SDH (Jerarquía Digital Sincrónica).

Es la transmisión de bytes de manera sincrónica (utiliza un reloj primario), es decir, su base es el multiplexado sincrónico y la capacidad de reserva (transporte PDH y ATM), lo cual a permitido ofrecer mayores velocidades que las obtenidas en la jerarquía PDH.

SDH permite el transporte de muchos tipos de tráfico tales como voz, video, multimedia, y paquetes de datos como los que genera IP. Para ello, su papel es, esencialmente, el mismo: gestionar la utilización de la infraestructura de fibra. Esto significa gestionar el ancho de banda eficientemente mientras porta varios tipos de tráfico, detectar fallos y recuperar de ellos la transmisión de forma transparente para las capas superiores.

Jerarquía de Transmisión				
ORDEN	E1`s	Europa	Compuesto	Americano
0	E0	64 Kbps	1 canal de voz	DS0-T0
1	E1	2.048 Mbps	30 x 64 Kbps	DS1-T1
2	E2=4E1`s	8.448 Mbps	4 x 2.048 Mbps	DS2-T2
3	E3=16E1`s	34.368 Mbps	4 x 8.448 Mbps	DS3-T3
4	E4=32E1`s	139.264 Mbps	4 x 34.368 Mbps	STM-0
STM-1	64E1`s	155.52 Mbps	4 x STM-0	

Tabla 2. Equivalencias de Jerarquía de Transmisión

2.4. Estructura de la trama SDH

La trama elemental de SDH denominada STM-1. Está constituida por 270 columnas y 9 filas de bytes. Esta estructura de trama se repite cada 125µs, por lo que corresponde a una velocidad de transmisión básica de 155,52Mb/s. Los bytes de la trama se transmiten en el tiempo de izquierda a derecha y de arriba abajo.

La trama se divide en 2 partes, la primera constituida por las 9 primeras columnas se conoce como cabecera y transporta la información diversa, necesaria para administrar la red, corregir errores, sincronizar y para acceder al contenido de la información real transportada por la trama que se encuentra en la parte de la carga de la trama constituida por las 261 columnas siguientes.

La cabecera está dividida en 3 partes. La primera que comprende las 3 primeras filas se denomina RSOH (“Regenerator Section Overhead”), la segunda compuesta por la fila 4 está destinada a punteros, y la tercera constituida por las filas 5 a 9 es la denominada MSOH (“Multiplexing Section Overhead”). Los overheads o “taras” son bytes de información que se añaden con el fin de monitorizarla para la detección de errores. Incluyen además capacidad extra para señalización entre elementos de sección, para envío de señales de alarma, sincronización, etc. Estas tareas pueden realizarse tanto entre regeneradores, mediante la RSOH, como entre multiplexores mediante la MSOH.

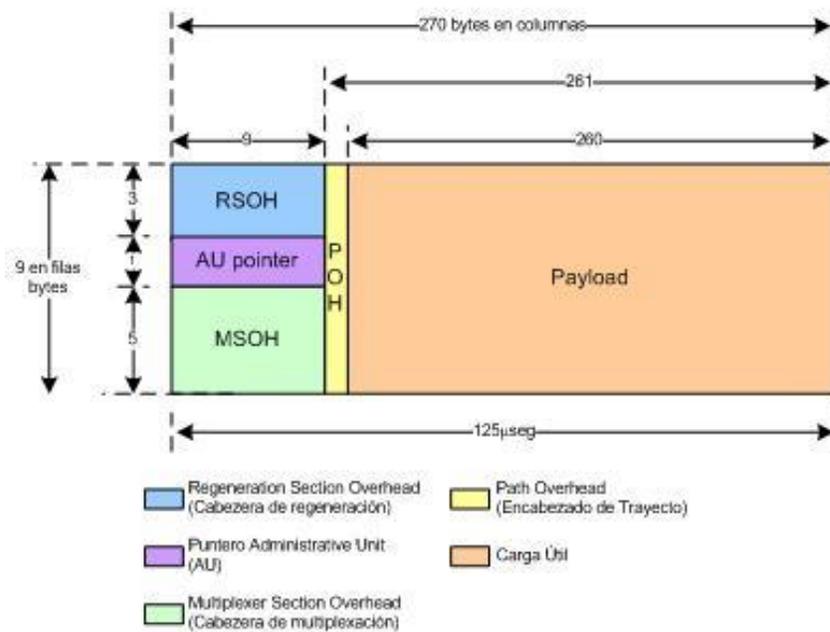


Figura 2. Estructura de la trama STM

Una de las particularidades de SDH es que no tiene por que comenzar síncronamente con el principio de la zona de carga de la trama, sino que puede comenzar en cualquier punto, desbordándose si es preciso a la zona de carga de la trama o tramas siguientes. La ventaja de este mecanismo está en la reducción de número de “buffers” en los nodos, y por tanto, del tiempo de espera que sufre una señal antes que sea transportada. La información que se integra en la zona de carga se encapsula previamente en estructuras conocidas como Contenedores Virtuales (VC).

En el caso de que el VC no comience al principio de la zona de carga obviamente se cortará al finalizar la trama continuando en el siguiente STM-1.

Ahora bien, STM-1 no es el único modo de transferencia o velocidad de la jerarquía digital síncrona SDH. Para transmitir a mayor velocidad se forman agregados estándar, mediante la multiplicación entrelazada de las columnas de señales STM-1.

Se multiplexan tanto la cabecera como la carga, por columnas en todos los casos. Esto implica que cada STM-1 conserva sus punteros, por lo que la carga de cada uno de ellos flota independientemente. Hay que resaltar también que toda la estructura se repite otra vez cada 125µs, por lo que al haber más bytes (bits) la velocidad de transmisión en línea deberá ser mayor. Así pues una trama STM-N se obtiene al entrelazar N tramas STM-1. Sin embargo el valor de N no puede ser cualquiera sino que el estándar fija unos valores predeterminados.

El proceso en el que se prepara la información para su incorporación en la zona de carga tiene como origen el circuito o canal que se desea transmitir y como resultado la incorporación de este junto con otros circuitos a una serie de estructuras conocidas como contenedores virtuales (VC) que son las aptas para ser introducidas en la zona de carga de la trama SDH.

La carga bruta en SDH se etiqueta, añadiéndole información que es de utilidad posterior. Se forma así el Contenedor Virtual (CV-x), que no es más que un contenedor al que se le añade una parte que se denomina “Path OverHead”, POH o capa de trayecto.

La primera operación que se realiza sobre los datos consiste en el encapsulado, que es la operación de añadir la tara de trayecto o el POH, a los datos que se van a transmitir. La siguiente etapa, que se muestra con las flechas punteadas consiste en el alineamiento que comprende añadir al Contenedor Virtual un puntero que indica su posición dentro de la señal global y cuya misión es la de posibilitar el acceso a los tributarios o señales de baja velocidad dentro de la trama SDH.

Un contenedor virtual al que se le añade un puntero, forma lo que se denomina una Unidad Tributaria (TU) o (AU). Finalmente, las TU's y las AU's se multiplexan para formar los grupos de TU's y AU's.

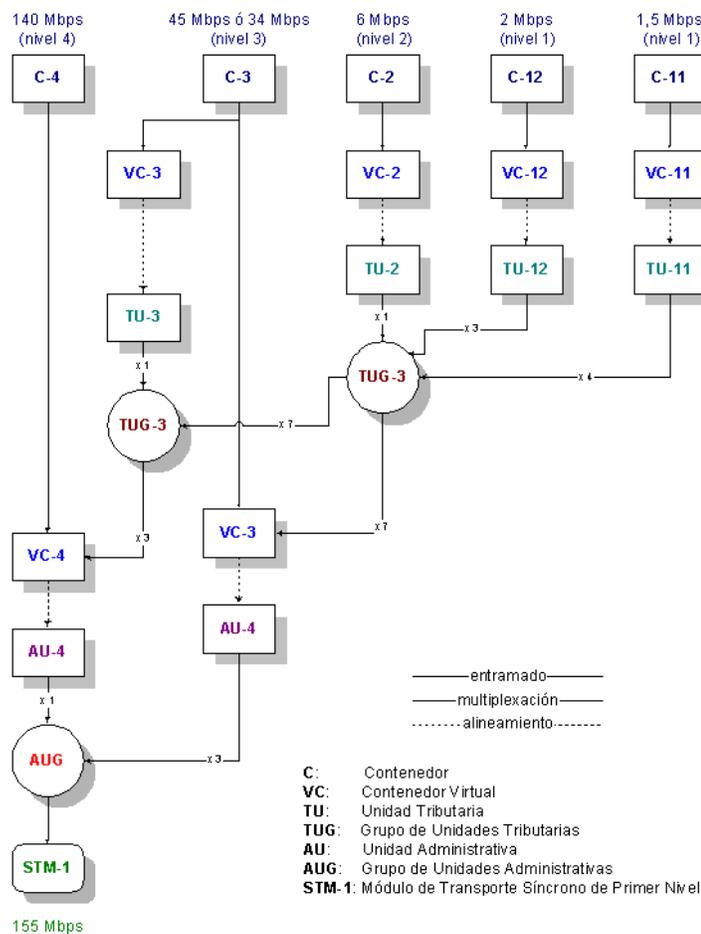


Figura 3. Estructura de la trama SDH

2.5. Modelo de capas de SDH

SDH se define para dar soporte principalmente a las redes de transporte a principios de los 90, red de transporte está formada por 3 capas, cada una de las cuales realiza una función general, de forma que una capa inferior presta servicios a la superior.

De arriba hacia abajo en la jerarquía, la primera es la capa de circuito, y está encargada de las conexiones de extremo a extremo.

Por debajo de la capa de circuito, se encuentra la capa de trayecto o camino (path) que es la encargada de establecer una ruta a través de los nodos de la red, para dar servicio a un circuito y que puede ser común a varios circuitos (con el fin de optimizar recursos).

Por último, esta la capa de transmisión, que está formada por los elementos físicos, láseres, fibras, amplificadores, transmisores radio, antenas, etc. En la capa de circuito tenemos los servicios que se pueden proporcionar hoy en día a través de SDH como conexiones extremo a extremo, estas pueden ser por ejemplo la telefonía básica, acceso a Internet, servicio ATM, e incluso transporte de otras capa cliente de SDH.

La capa de trayecto de SDH se divide en 2 subcapas. Esta división está relacionada con la operación de agregación o multiplexación de flujos de información que se van a transportar.

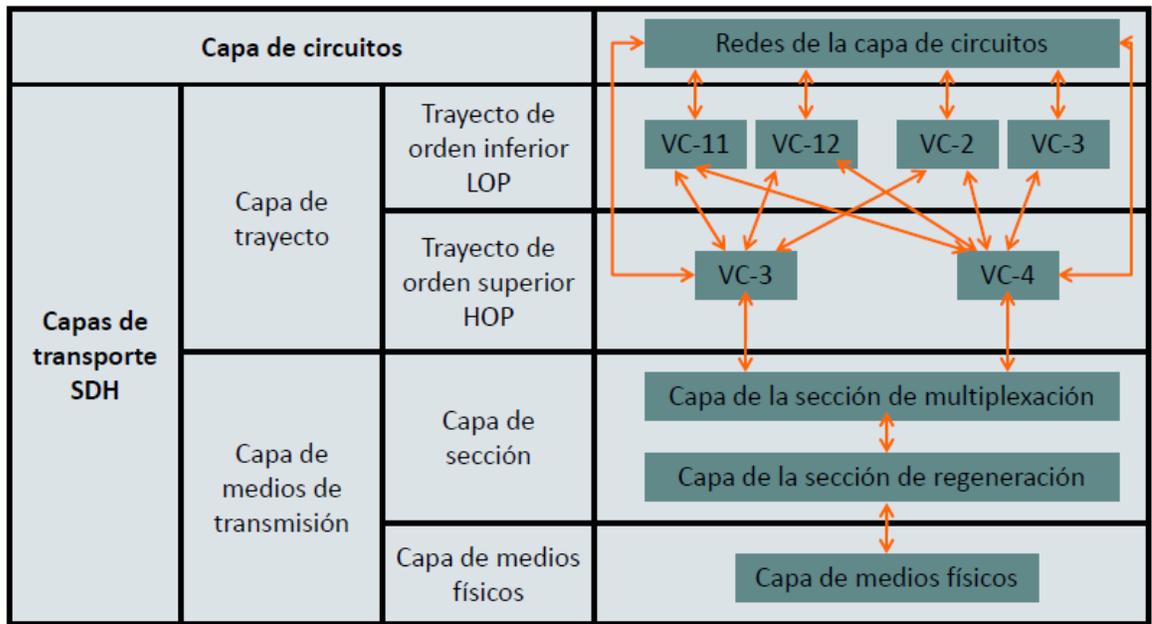


Figura 4. Modelos de capas SDH

2.6. Elementos en redes SDH

Existen tres funciones básicas en los equipos de transmisión SDH: Terminación de línea, multiplexión y cross-conexión.

2.6.1. Terminales de Línea

Es el tipo de elemento de red SDH más simple. Este implementará únicamente la terminación de línea y la función de multiplexión, de modo que su utilización es típica en configuraciones punto a punto. Algunos flujos tributarios serán combinados en el terminal de línea para generar un flujo agregado de mayor velocidad y esto será transmitido a un enlace óptico.

Elementos de red son requeridos en los dos puntos finales de este enlace y una conexión fija de circuitos de cliente es establecida entre estos dos puntos terminales.

2.6.2. Multiplexores Add-Drop (ADM)

Estos equipos ofrecen la función de cross-conexiones junto con la de terminal de línea y multiplexión. En SDH es posible extraer (Drop) un contenedor virtual e insertar en sentido contrario (Add) otro contenedor virtual a la señal STM directamente. Esta ventaja fundamental de los sistemas síncronos significa que es posible conectar flexiblemente señales entre interfaces de elementos de red (agregados o tributarios). Esta capacidad de enrutamiento permite que la función de crossconexión sea distribuida por la red, resultando mejor que concentrarla en un enorme crossconector dedicado.

En un ADM circuitos de tráfico individuales pueden ser llevados fuera del flujo agregado mientras que el resto del tráfico continuo pasando a lo largo de la cadena de elementos. Esto crea una estructura en bus, en la cual una señal puede bajar o mantenerse en el bus en cada punto ADM.

Varios ADMs pueden ser conectados por el bus y la conectividad de cada ADM será donde los circuitos de tráfico son bajados o pasarán, propiedad que puede ser cambiada por el operador en función de las necesidades de tráfico. Así, una conexión flexible entre algunos puntos es creada, como si fuera una línea fija entre cada uno de esos puntos.

Si un cliente quiere portar su circuito de tráfico hacia un nodo diferente, esta petición puede ser enviada remotamente al equipo, reconfigurando a distancia las conexiones en el ADM.

También se puede realizar conexiones entre puertos tributarios, de modo que proveen funcionalidad de cross-conexión entre tributarios, también conocida como "horquillado".

Los ADM son particularmente útiles para crear redes en anillo. Las señales son introducidas en el anillo vía interfaces tributarios de los ADM, los cuales son acoplados en

la señal agregada de mayor velocidad de transmisión dentro del anillo para transportarlas a los otros nodos.

Los anillos son la configuración común de red porque pueden incrementar la supervivencia de la red. Las redes pueden ser objeto de fallo de nodos o roturas de enlaces por lo que es requerida una resistencia que prevenga la pérdida de tráfico.

Un ADM puede ser configurado como un concentrador para usar en aplicaciones de red multisite, el propósito de estos concentradores es consolidar diferentes terminales en el agregado óptico de mayor capacidad. Este arreglo elimina el coste y la complejidad de las configuraciones multi-terminal y cross-conexiones redundantes.

2.6.3. Cross-Conectores Dedicados

Cross-conectividad de los ADMs permite que la función de cross-conexión sea distribuida a lo largo de red, pero también es posible tener un único equipo cross-conector. Los cross-conectores digitales (DXC) son los más complejos y costosos equipamientos SDH.

No es la inclusión de bloques con funciones de cross-conexión lo que distingue a los DXCs de los ADMs, pero la presencia de supervisión de las conexiones en mayor o menor orden sí que lo hace. Esto es, la característica distintiva de un DXC es su capacidad de proporcionar supervisión de las conexiones. Todos los DXC proporcionan funcionalidad de cross-conexión y sería inusual implementar un DXC sin cross-conexión completa entre todas las entradas y salidas.

Los DXCs también incorporan esas funciones de multiplexión y terminación de línea, las cuales son esenciales como interfaz entre la matriz de cross-conexión y el resto de la red.

Tres factores limitan la capacidad de tráfico de un DXC: el número y tamaño de los puertos tributarios y el tamaño del núcleo interno de conmutación. En la práctica, la capacidad del

puerto tiende a ser exhaustivo ante la capacidad de conmutación del núcleo, y es la principal razón para la actualización del cross-conector.

La flexibilidad de los DXCs significa que pueden implementarse en cualquier configuración. La provisión de supervisión, de todos modos, convierte al DXC en un complejo y caro elemento de red y la inclusión de protocolos de auto-curado de anillo incrementan la complejidad.

Esto es, que para construir anillos auto-recuperables es más usual emplear ADMs donde añadir protocolos de anillo es menos complejo al no estar presente funciones de supervisión de conexiones.

2.7. Regeneradores y Repetidores

Los elementos de red también pueden ser configurados para extender la longitud de los tramos entre nodos, y por tanto realicen funciones de intercambio de tráfico.

Las señales que viajan a lo largo de un enlace de transmisión acumulan degradación y ruido. Los multiplexores configurados como regeneradores convierten la señal óptica en eléctrica, la cual es regenerada ("limpiada"). La señal regenerada es convertida de nuevo a señal óptica agregada y transmitida.

Los amplificadores ópticos son otra opción para extender el alcance de las señales ópticas, estos trabajan como repetidores, reimpulsando la señal. La señal no sufre ninguna transformación a eléctrica. De este modo, el tramo se amplía por potencia inyectada en la señal que no está limpia de degradaciones ni ruido, así que dependiendo de la longitud del enlace, y tipo de fibra, puede que sea requerido un regenerador también.

2.8. CARACTERÍSTICAS DE SDH.

SDH presenta una serie de ventajas respecto a otras jerarquías. Algunas de estas características son:

- El proceso de multiplexación es mucho más directo. La utilización de punteros permite una localización sencilla y rápida de las señales tributarias de la información.
- El procesamiento de la señal se lleva a cabo a nivel de STM-1. Las señales de velocidades superiores son síncronas entre si y están en fase por ser generadas localmente por cada nodo de la red.
- Las tramas tributarias de las señales de línea pueden ser subdivididas para acomodar cargas plesiócronas, tráfico ATM o unidades de menor orden. Esto supone mezclar tráfico de distinto tipo dando lugar a redes flexibles.
- Compatibilidad eléctrica y óptica entre los equipos de los distintos suministradores gracias a los estándares internacionales sobre interfaces eléctricos y ópticos.

2.9. VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIONES.

VENTAJAS.

- Multiplexación eficientemente para varios tipos de señales, tanto para servicios de alta velocidad, así como de baja velocidad.
- Tiene una interfaz síncrona unificada, es fácil encontrar un elemento tributario en una señal de alta velocidad multiplexada.

- Gran capacidad de transmisión de operación, administración y mantenimiento (OAM).
- Interfaz unificada y especificaciones de multiplexación común a nivel mundial.

DESVENTAJAS.

- La necesidad de sincronismo en el sistema SDH, se requiere que todos los elementos trabajen bajo una misma frecuencia.
- El número de bytes de cabecera es excesivamente grande perdiendo en eficiencia.

APLICACIONES.

- Gracias a sus elementos de multiplexación se puede emplear en redes que presenten topologías en anillo.
- En redes con altas capacidades de transmisión.
- Redes con necesidades de transmisión de señales diversas como PDH, ATM.
- Sistemas que requieran un monitoreo constante y complejo.
- Conexión entre redes a nivel mundial.

2.10. Redes NG-SDH

En el expansivo mundo de nuevos servicios eficaces, hecho posible por la rápida evolución en las tecnologías electrónica y óptica, se está poniendo bastante más complicado el realizar una red eficaz a prueba de futuro.

Un factor decisivo es el enorme crecimiento experimentado en los últimos años en los campos del transporte de datos y los servicios.

Varios planteamientos son posibles para satisfacer las esperadas, pero siempre cambiantes, demandas de los usuarios. La estrategia más conveniente para construir dicha red no siempre es evidente, y los planteamientos generalmente adoptados incluyen:

- **Superposición:** construir una red separada para cada aplicación del cliente: IP, ATM, etc.
- **Migración:** convergencia de servicios en una red de simple aplicación, tal como Voz sobre Protocolo Internet (VoIP).
- **Integración** de las funciones específicas de servicio en los elementos de red.

En lo que concierne al operador, tal planteamiento debe ser capaz de reaccionar a tiempo para cambiar formas de demanda de servicio y para proporcionar servicios extremos a extremo con el grado de calidad requerido por los servicios de clientes.

La flexibilidad de la red de transporte, su apertura a los diferentes protocolos y su capacidad para llevarlos en la forma más conveniente, serán los factores para atraer el mercado hoy día altamente competitivo, en donde es decisivo servir las necesidades de los clientes en la forma más rápida y al mejor coste.

La Jerarquía Digital Sincrónica más reciente (SDH) estándar desarrollado por ITU (G.707 y su extensión G.708) es construida en la experiencia en el desarrollo de SONET. Durante la burbuja de inversión de telecomunicaciones de 2000-2001, era común oír SDH descrito como la tecnología "de herencia". Durante años atrás, sin embargo, se ha hecho aparente que los operadores de red públicos consideran SDH/SONET de la nueva generación como la llave a su futuro. La adaptabilidad en la acción la vista "de herencia" fue provocada por el crecimiento rápido de servicios de Ethernet básicos, al principio conducidos por el precio bajo percibido de servicios de Ethernet y el despliegue del equipo específico por Ethernet. Pero cuando la complejidad de servicio creció, del punto a punto Ethernet por redes de área local privadas virtuales a redes privadas virtuales (VPNs), los operadores encontraron cada vez más difícil enfrentarse con operaciones, administración y mantenimiento (OAM) y mantener márgenes adecuados.

2.10. Características generales de NG-SDH

El éxito y supervivencia de SDH reside en ser capaz de combinar transporte y aplicaciones de datos en una forma única y en el apoyo a dirección de operaciones de punta a punta, multiplexación de servicios, servicios de multipunto, y clase del servicio, desarrollo de redes de transmisión multiservicio, etc., usando una nueva generación de infraestructura Sonet como el medio de unificación para protocolos y servicios.

En general, SDH se define como normas que definen señales ópticas estandarizadas, una estructura de trama síncrona para el tráfico digital multiplexado, y los procedimientos de operación para permitir la interconexión de terminales mediante fibras ópticas, especificando para ello el tipo monomodo.

Los estudios por analistas de industria muestran que el área de crecimiento más grande y más rápido en el mercado de sistemas ópticos esta en plataformas SDH de la nueva generación diseñada para servicios de datos en aplicaciones de metro.

Multiservicio que aprovisiona plataforma (MSPP): incluye la multiplexación SDH, a veces con más puertos de Ethernet, a veces multiplexación de paquete y conmutación, a veces WDM. La integración de capa óptica se lleva a cabo con una solución de capa óptica pasiva o activa.

Multiservicio que cambia plataforma (MSSP): un MSPP con una capacidad grande para conmutación de TDM, es la respuesta en el corazón de metro.

Dispositivo de borde Óptico (OED): un MSSP sin funciones de WDM.

Multiservicio que transporta el nodo (MSTN): un MSPP con conmutación de paquete.

MSTP (multiservicio que transporta plataforma): apoyando una integración apretada de Sonet ADM y metro DWDM / DWDM regional para multiplexación de servicios de gran capacidad y transporte, una categoría de producto clave, funcionando escaladamente, con amplitud de banda flexible y multiplexación de servicio de datos y conmutación.

El RPR, que es la respuesta en el acceso de metro, para la amplitud de banda de transporte eficiente a la central final del portador.

Nodo de acceso de Multiservicio (MSAN): un MSPP diseñado para acceso de cliente, en gran parte con acceso vía pares de cobre que llevan servicios de Línea de Suscriptor digital (DSL).

En muchos casos, MSPP, proporcionado por el operador en el local de cliente reduce la necesidad de un gestor de tráfico local para apoyar servicios de datos y voz. Las reducciones de tamaño recientes significan que se ha hecho mucho más fácil para acomodar estas plataformas en local de cliente y puntos de presencia locales, en particular con los llamados micro-MSPPs.

El camino de red varia con el servicio, si punto a punto, punto a multipunto o VPN.

Las plataformas MSPP están basadas en la arquitectura de paquete del mercado de empresa, mejor que en TDM. La capa de transporte cambiada puede estar completamente en SDH o también en la nueva Red de Transporte Óptica (OTN) a ITU-T G.709.

2.11. Ventajas NG-SDH

Cada trama puede hacer distribuir su capacidad a través de fibras múltiples, gracias al uso de la memoria adaptable y parachoques. El Encadenamiento Virtual tiene a menudo acciones de palanca X.86 e incluye protocolos (GFP) a fin de trazar un mapa de cargas útiles de ancho de banda arbitraria en el contenedor, prácticamente concadenado.

2.12. Redes Ópticas

Las redes WDM proveen canales ópticos entre nodos y usuarios conmutados por circuitos, también llamados caminos ópticos. Un camino óptico es un canal a una determinada longitud de onda entre dos nodos de la red encaminado a través de nodos intermedios, donde la señal se conmuta y/o convierte en longitud de onda a estas redes se les conoce como redes de encaminamiento por longitud de onda.

La siguiente figura muestra una red de este tipo, que contiene terminales ópticos de línea (OLTs), multiplexores de adición/extracción ópticos (Optical Add/Drop Multiplexers, OADMs) y matrices de conmutación óptica (Optical Cross Conects, OXCs) conectados mediante enlaces de fibra.

Además estas redes incluyen amplificadores ópticos, colocados periódicamente en los enlaces de fibra para amplificar la señal. Adicionalmente, los componentes anteriores también incorporan amplificadores ópticos para compensar sus propias pérdidas. En la actualidad los OLTs y los OADMs, están implantados, aunque los OXCs comienzan a

implementarse en las redes. La arquitectura de estas redes incluye una variedad de topologías, desde una estructura lineal punto a punto hasta topologías más complejas como anillo a malla. Los OLTs multiplexan varias longitudes de onda en una sola fibra y demultiplexan una señal WDM en longitud de onda individuales.

Los OADMs se emplean en puntos donde sólo se requiere extraer o insertar una fracción de las longitudes de onda mientras otras son reencaminadas a otros destinos. Se emplean típicamente en topologías lineales o en anillo.

Los OXCs, que incluyen conmutadores espaciales, conversores de longitud de onda WC (Wavelength Conversion) y filtros; realizan una función similar pero a mayor escala en términos del número de puertos y longitud de onda involucradas. Se emplean típicamente en malla o interconectando anillos.

En las redes ópticas destacan por su importancia los terminales ópticos de líneas que se emplean en los extremos de los enlaces punto a punto para multiplexar y demultiplexar longitudes de onda, que constan a su vez de varios equipos como son los transpondedores, los multiplexores, y los amplificadores.

2.13. Características de las Redes Ópticas

Las principales características de una red óptica, que deben ser provistas por los componentes empleados en su implementación, son las siguientes:

- **Reutilización de longitud de onda**, dado que múltiples caminos ópticos pueden emplear la misma longitud de onda mientras no se solapen en ningún enlace. Esta reutilización espacial permite a la red soportar un gran número de caminos ópticos con un número limitado de longitudes de onda.

- **Conversión de longitud de onda.** Un mismo camino óptico emplea distintas longitudes de onda a lo largo de su ruta; la conversión de longitud de onda permite optimizar la utilización de las longitudes de onda dentro de la red. Además es necesario en las fronteras de la red para adaptar señales que provienen del exterior.
- **Transparencia.** Los caminos ópticos pueden llevar distintos tipos de tráfico a velocidades binarias diferentes empleando una variedad de protocolos. La capa óptica debe soportar una variedad de capas superiores (cliente) de forma simultánea.
- **Conmutación de circuitos.** El establecimiento y rescisión de los caminos ópticos se realiza bajo demanda, como en las redes de conmutación de circuitos, con la única diferencia que en este caso, los tiempos de establecimiento son muy largos (meses e incluso años) comparados con las redes telefónicas de voz, aunque esto está cambiando a una situación más dinámica. En las redes implantadas, la conmutación de paquetes se realiza en capas superiores como IP o ATM aunque constituye un tema de interés actual en el campo de la investigación.
- **Supervivencia.** La red debe ser configurada de forma que ante un fallo, los caminos ópticos se reencaminen por otros caminos alternativos.

2.14. Clasificación de las Fibra Ópticas

La fibra óptica se clasifica en dos clases que son:

- **Fibras Ópticas Multimodo**

Son aquellas que pueden guiar y transmitir varios modos de propagación. Las fibras multimodo tienen un núcleo mayor que permite facilidad de manejo de empalmes y el empleo de equipamientos básicos de transmisión.

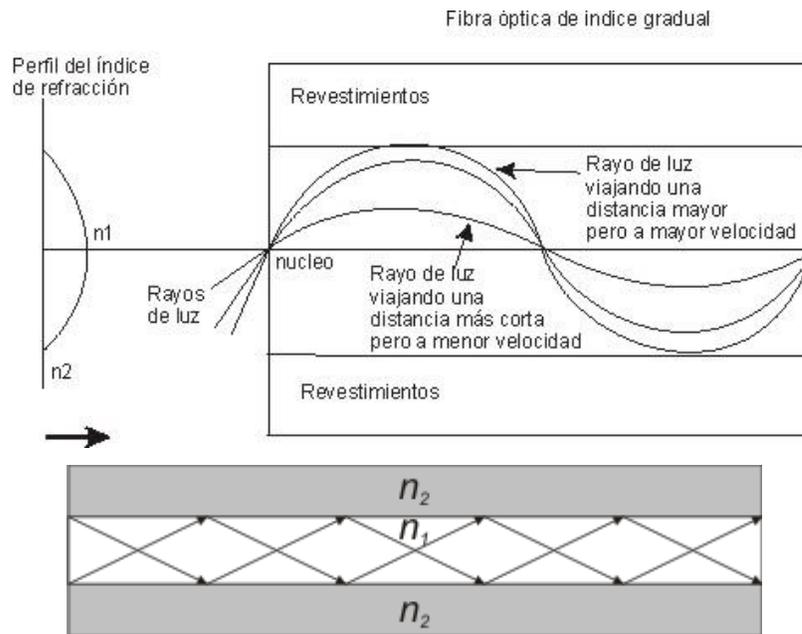


Figura 5. Fibra Óptica Multimodo

Las fibras multimodo se emplean dentro de ambientes de edificios comerciales, oficinas, bancos y dependencias donde la distancia entre centros de cableado es inferior a los 2 Km.

- **Fibras Ópticas Monomodo**

Son aquellas que por su especial diseño pueden guiar y transmitir en un sólo modo de propagación y poseen un ancho de banda muy elevado.

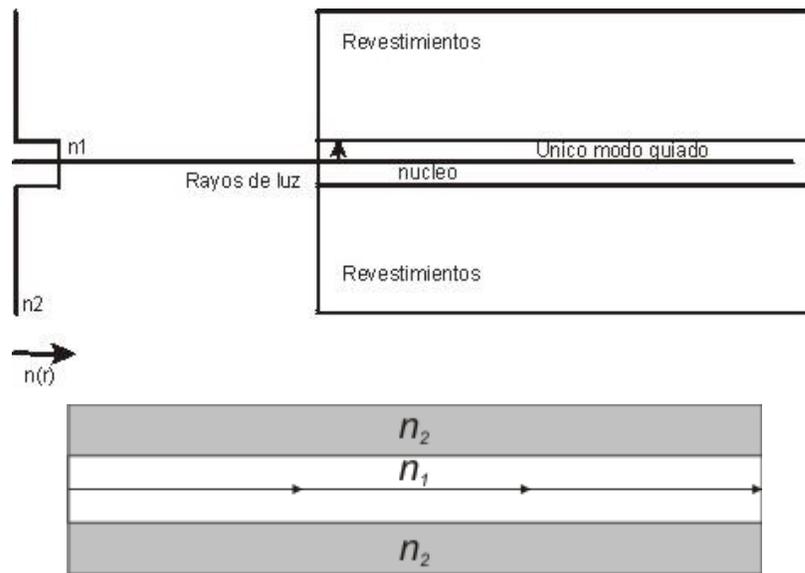


Figura 6. Fibra Óptica Monomodo

La fibra óptica monomodo se utiliza para las conexiones urbanas e interurbanas, actualmente se utiliza la fibra óptica monomodo en prácticamente todas las aplicaciones debido a su mejor ancho de banda y por costos.

2.15. Tipos de cable

Cuando se diseña un proyecto con fibra óptica se debe considerar el cable apropiado para la aplicación de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cables de Fibra Óptica			
Nombre/Imagen	Descripción	Aplicación	Capacidad
 LOOSE TUBE	Las fibras se encuentran dentro de un buffer (tubo de plástico), de manera holgada. Los buffer se encuentran alrededor de un elemento central.	Redes acometida canalizadas, aéreas con sujeción y directamente enterrada.	Manejan altas capacidades de cables(6 a 96 hilos)
CENTRAL LOOSE TUBE	Contiene un solo buffer central	Recomendados para redes	Manejan bajas

		acometidas canalizadas	capacidades de cables hasta 12 hilos
AÉREOS-ADSS 	Pueden ser tipo loose tube o central loose tube. No tiene partes metálicas	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables(6 a 96 hilos)
AÉREOS-FIGURA 8 	Su nombre se debe a su forma física. Consta de un mensajero de acero pegado al cable(cubierto por la misma chaqueta)	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables(6 a 96 hilos)

Tabla 3. Tipos de cables de fibra óptica

Cables de Fibra Óptica			
Nombre/Imagen	Descripción	Aplicación	Capacidad
CABLE PLANO 	Es de forma ovalada-plana, fácil manipuleo, liviano. Suele ser tipo central loose tube.	Se utiliza para acometidas.	Baja capacidad de cables hasta 24 fibras
PATCHCORDS 	Se construye por un hilo de fibra con una chaqueta de 2mm y 2 conectores en los extremos.	Los patchcords conectan el ODF con el equipo activo.	2 fibras
PIGTAILS	El pigtail es un hilo de fibra con una cubierta de 900um, sus longitudes son variables y pueden tener cualquier tipo de adaptador.	Se fusiona con un hilo del cable de fibra óptica para conectarse a un adaptador del ODF, tienen conector sólo en uno de sus extremos	1 fibra

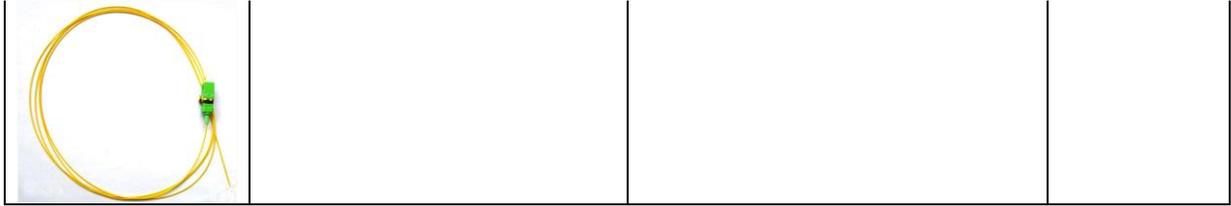


Tabla 4. Tipos de patchcords y pigtailes de fibra óptica

2.16. Aplicaciones para cables de Fibra Óptica

La fibra óptica se la puede ocupar en:

- **Aplicaciones canalizadas**

Se caracteriza por tener una armadura metálica para protección contra roedores y resistencia mecánica.

Puede ser de tipo: Loose tube o central loose tube Incluso el cable aéreo ADSS (All Dielectric Self-supported) teniendo tramos con todas las protecciones como triductos y tapones adecuados para fibra para que la protección de polietileno sea complementada.

- **Aplicaciones aéreas**

Para aplicaciones aéreas se cuenta con 2 tipos de cable:

Aéreos Figura 8

ADSS (All Dielectric Self-supported) no tiene mensajero

Tipo de Red	Tipo de Fibra	Cable de fibra para tendido			Número de fibras en el cable
		Aéreo	Canalizado	Directamente enterrado	
Red de	UIT-	Figura 8	Loose tube,	Loose tube,	Cables de 48 fibras para el

Acceso	TG.652	vano máximo de 80m o ADSS vano máximos 200m	central loose tube con o sin armadura o cable plano	central loose tube ambos con armadura y cable plano	área de alimentación (Backbone). 12 a 24 fibras para el área de distribución y cables de 6 para llegar al cliente.
Red Troncal	UIT-TG.655	ADSS construcción para vanos mayores a 200m	Loose tube con armadura	Loose tube con armadura	Cables de 48 a 96 fibras

Tabla 5. Aspectos generales red de Acceso y Troncal

2.17. ESTRATEGIAS DE MIGRACIÓN.

Un tema importante es el balance entre las ventajas ofrecidas por el sistema SDH y el costo inherente a invertir en estas redes. Se impone entonces una estrategia de evolución desde PDH a SDH. Hay tres caminos alternativos, cada uno con sus ventajas y desventajas, algunos operadores de redes pueden encontrar necesario adoptar estrategias mixtas como la mejor respuesta al estado actual de sus redes y requerimiento de servicios.

Los acercamientos son:

- TOP-DOWN (método de capa o nivel)
- BOTTOM-UP (método de rama o isla)
- PARALLEL (método de extensión (overlay))

2.17.1. Método de capa.

Este método está destinado a los operadores que se hallan aún introduciendo digitalización dentro de las redes troncales, o para quienes necesitan soportar nuevos servicios en las capas superiores de sus redes interurbanas.

El primer paso consiste en introducir SDH a nivel de supernodos, conectando un grupo de nodos PDH con sistemas SDH STM-4 o STM-16. La interconexión a una red PDH es a través de un puente (Gateway), generalmente un cross-connect. A este nivel los equipos de cross-connect deben ser de banda amplia (BDCS: broadband cross-connect) con interfaces de 140 o 155 Mb/s.

El próximo paso es convertir la próxima capa a SDH, eliminando los puentes.

2.17.2. Método de isla.

Esta estrategia instala SDH a niveles bajos e intermedios de la red, proveyendo islas de SDH para brindar mejor servicio a grupos de usuarios seleccionados (por ejemplo centros financieros, centros de comercio, etc.). Con posterioridad el operador se verá obligado a instalar SDH a otro nivel de la red, como en el caso anterior será necesario utilizar puentes para conectarse con la red PDH.

A este nivel, los cross-connects deben ser de banda ancha (WDCS: wideband cross-connect), interconectando sistemas de transporte STM-1 a través de interfaces de 155 Mb/s (o 140Mb/s usando puentes).

2.17.3. Método paralelo.

En este caso, el SDH es instalado extendiendo la red PDH por algunos nodos. La intención es implementar nuevos servicios (como videoconferencia, interconexión de LANs, etc) y poder tomar ventaja de todas las funciones del SDH en forma inmediata. Los puentes hacia la red PDH se seguirán necesitando.

Esta estrategia es atractiva para los operadores con rápido crecimiento de tráfico, y para quienes adicionar la funcionalidad del SDH mientras incrementan la capacidad de la red.

Ventajas y Desventajas de los Métodos		
MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Capa	Rápido progreso una vez que una cantidad mínima de equipo se ha instalado. Todas las ventajas de SDH en los niveles más altos de red	La inversión precede a los beneficios, utilización inicial baja de los recursos del SDH.
Isla	Sustancial e inmediatas mejoras en la calidad y acceso a los servicios, posibilidad de compartir puentes entre varias islas para disminuir la inversión inicial. Permite que áreas de bajo tráfico (zona rural) puedan migrar cuando su tráfico crezca y no antes.	La funcionalidad completa del SDH no se obtiene a nivel nacional.
Paralelo	Provee un sistema complejo SDH para poner a prueba. Permite introducir servicio de premios y capacidades adicionales.	Costo adicional de dos redes. Administración compleja de red. Los puentes pueden ser costosos y no reutilizables.

Tabla 6. Ventajas y Desventajas entre Métodos

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP RIOBAMBA

3.1. Antecedentes

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP Riobamba que resulta de la fusión de Andinatel S.A y Pacifictel S.A, hoy por hoy se ha convertido en una Empresa líder de las Telecomunicaciones, en su afán de ser la empresa pionera y crecer cada día más para el beneficio de todo el país, busca ofertar varios servicios a la comunidad con la mayor eficiencia posible.

En la actualidad la CNT EP Riobamba busca mantener y posicionar su imagen como una Corporación de Nueva Generación pero debido a los avances tecnológicos la infraestructura telefónica, con la que cuenta se vuelve para este fin, insuficientemente robusta; razón por la cual es menester acoplarse a las nuevas tendencias e incorporar tecnología de punta, que incluye más beneficios de forma que se incrementen los servicios que ofrece, y que se desarrollen con mayor eficiencia y así se logre satisfacer las necesidades cada vez más crecientes de los usuarios potenciales.

✓ Misión

La CNT EP Riobamba es una Corporación integradora de servicios de telecomunicaciones que utiliza tecnología de convergencia de voz, video, y datos.

Cubre el mercado nacional con el mejor servicio al cliente, precios competitivos, variedad de servicios, con un personal altamente comprometido con los valores corporativos.

✓ **Visión**

Ser reconocida como líder indiscutible en las telecomunicaciones del Ecuador, satisfaciendo competitivamente las necesidades y expectativas de sus clientes, con productos y servicios de calidad medidos con estándares mundiales.

3.2. Situación actual de la CNT EP Riobamba

El equipamiento necesario para cada uno de los nodos que forman parte de la red NGSDH de anillos ópticos de la ciudad de Riobamba permite brindar servicios de gran capacidad con interfaces GigabitEthernet (GE), FastEthernet (FE), STM-1, STM-4, STM-16, STM-64, PDH y aquellas necesarias para prestar todos los servicios de voz, datos y video. Y están distribuidos de la siguiente manera:

Nodo Oriental

- Plaza Dávalos
- Colegio Maldonado
- UNACH
- Complejo la Panadería
- San Gerardo
- Mujeres Chimboracenses
- San Antonio
- Cerro Negro
- Mercado Oriental
- Colegio Cisneros

Nodo Sur

- SUPTEL
- El Porvenir
- Central nodo sur
- San Rafael
- La Libertad
- Ciudadela Politécnica
- Hospital Policlínico
- Cooperativa Riobamba Ltda.

Nodo Occidental

- Colegio Chiriboga
- Liberación Popular
- Puente Chibunga
- El Batán
- Yaruquíes

Nodos que forman la red de anillos para Riobamba	
Riobamba Norte	Calle Tungurahua y Av. Monseñor Leonidas Proaño
Riobamba Centro	Calle Veloz y Tarqui
Nodo Oriental	Calle Venezuela entre Colon y Espejo
Nodo Occidental	Col. Chiriboga Av. 9 de Octubre y Santa Isabel
Nodo Sur.	Av Leopoldo Freire entre Luxemburgo y Rey Kjavik
Nodo Media Luna	Av Leonidas Proaño y Antonio Morga
Nodo Las Acacias	Entre Rio Marañon y Rio Jubones
Nodo ESPOCH	ESPOCH Av Pedro Vicente Maldonado y 11 de Noviembre
Nodo Colegio Riobamba	Col. Riobamba Av. La Prensa y Lizarzaburu
Chambo	

Tabla 7. Red de anillos CNT EP Riobamba

3.3. Equipos de la red

La red implementada de transmisión NG-SDH es realizada a través de fibra óptica instalada en Riobamba en red de transmisión.

En esta red están consideradas las siguientes pautas:

- El diseño está basado en la topología de anillos y en las matrices de tráfico de la red, las capacidades e interfaces de cada uno de los nodos y de cada una de las secciones entre nodos, los sistemas de protección y presupuesto de potencia óptica.

- Existe un sistema de gestión de red (NMS) que permite un manejo eficaz de la capacidad del sistema de transmisión así como el “grooming” de los diferentes servicios de cliente.
- Se encuentra en operación Multiplexores NG - SDH (ADM64) en los sitios (nodos) de la ciudad de Riobamba.
- Existe un sistema de gestión para la red NG-SDH, protegido (servidores 1+1 Hot Standby) y centralizado que permite administrar, tanto desde Riobamba Centro como desde Riobamba Norte en forma remota todos los elementos de red del sistema de transmisión.
- Existe la red DCN para la gestión de los elementos de red.

3.4. Equipos Multiplex SDH

- Los nodos de transmisión tienen equipos multiplexores NG-SDH, que entregan las interfaces de cliente o usuario adecuadas y necesarias para conectar con otros sistemas existentes o sistemas de comunicaciones nuevos de la CNT EP.
- El sub-bastidor principal del equipo NG-SDH está equipado hasta un 75 por ciento de su capacidad máxima, se tiene considerado sub-bastidor de extensión para complementar el equipamiento que exceda la capacidad y garantizar futuras ampliaciones.
- Los equipos multiplexores ADM están conformados por una topología de Red, STM64 a 2 fibras con esquema de protección MS-SPRING, los mismos que están instalados en todos los nodos que conformaran la red.

- Los equipos son ampliables y modulares, de forma que sea posible modificar la configuración y la programación de los mismos de forma fácil y sin interrumpir el servicio. Adicionalmente, permite incrementar o modificar la configuración de la red, configurar redundancias, aumentar el número de interfaces de salida/entrada, sustituir elementos averiados, sustituir tarjetas por versiones revisadas o de mejores prestaciones o características.

3.4.1. Características específicas del equipo NG SDH.

El multiplexor NG SDH tiene la capacidad de conexión cruzada a los niveles VC-12, VC-3 y VC-4 y puede multiplexar y demultiplexar señales de 2/34/45/140Mbps, STM-1 eléctrico y óptico, en una trama SDH STM-N, también se puede realizar concatenaciones de los niveles VC necesarios para obtener cross-conexiones a nivel de Ethernet, FastEthernet y GigabitEthernet.

El equipo funciona en configuración: terminal (TM), cross-conector local (DXC) y de extracción/inserción (ADM) en conexiones lineales y de anillo.

En todas las aplicaciones, el equipo NG-SDH debe tener una matriz de cross-conexión mínima de acuerdo con la siguiente tabla:

Matriz de cross-conexión mínima para las aplicaciones de los equipos NG-SDH			
ITEM	Equipo	Matriz de Alto	Matriz Bajo
1	ADM-64	384x384 VC4	1024x1024 VC12
2	ADM-16	128x128 VC4	256x256 VC12
3	ADM-4	16x16 VC4	128x128 VC-12

Tabla 8. Matriz de cross-conexión mínima para las aplicaciones de los equipos NG-SDH

En cada caso, la capacidad de la matriz está determinada por la capacidad de interfaces utilizadas.

Se puede realizar conexiones a nivel de VC-12, VC-3 y VC-4, con señales bidireccionales, punto a punto y señales unidireccionales, punto a punto y punto -multipunto, conexiones en bucle de señales en paso y la funcionalidad de Drop & Continue, para la protección de la interconexión de anillos a través de dos nodos.

Las interfaces de 2 Mbps son requeridas para las señales no-estructuradas y para las estructuradas.

El equipo NG-SDH tiene una memoria no volátil el cual almacenar la configuración, asignaciones de cross-conexion, composición de los limites paramétricos de alarma, etc.

Es posible el acceso al trayecto VC-12, VC-3 y VC-4 para monitorear el desempeño extremo-extremo de los circuitos que son terminados por el multiplexor ADM NG-SDH, disponer de los datos de ES, SES, BBE, UAS, etc., tanto en el extremo cercano como en el extremo lejano de los VC.

El equipo NG-SDH proporciona la función de mediación de protocolos estándar Qx, de forma que facilita el transporte a través de la propia Red SDH hacia el centro de gestión centralizado, de la información de gestión propia y de otros equipos con dicha interfaz de gestión.

El sub-bastidor del multiplexor tiene una arquitectura robusta de alimentación de energía que no permita que la avería de una unidad de alimentación individual ni la de un módulo de distribución de energía individual pueda causar una interrupción de servicio del sub-bastidor entero.

El equipo NG-SDH soportar funcionalidades EoS para el transporte estándar y optimizado de tráfico Ethernet sobre SDH y soporta mecanismos de transporte de datos, como:

- ✓ GFP (Generic Frame Procedure) de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.7041.
- ✓ LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) de acuerdo a la Recomendación UIT-T G.7042.
- ✓ VCAT (Virtual concatenation)
- ✓ El equipo de SDH incorporar un switch capa 2 (L2) que es capaz de agregar y conmutar servicios Ethernet y ser una solución de infraestructura para soportar servicios como Ethernet Private LAN, Ethernet VPN, ATM y MPLS
- ✓ Maneja redes virtuales (VLANs).

3.5. Interfaces Externas.

3.5.1 Interfaz Óptica STM-64

- a) El equipo ADM se encuentra equipado con interfaces ópticas de línea STM-64 de acuerdo a la recomendación UIT-T G.691, con interfaces ópticas seleccionadas de acuerdo a la potencia.
- b) Están equipados con módulos SFP.
- c) La interfaz STM-64 esta cableada y conectorizada en el ODF destinado a servicios SDH.

3.5.2 Interfaz STM-16

- a) La interfaz STM-16 operara a 2,5 Gbit/s según recomendaciones de la ITU G.957

- b) La generación de fluctuación de fase y la desviación de la frecuencia del interfaz STM-16 se encuentra según la recomendación UIT-T G.783.
- c) Se encuentra protegida (1+1) de tipo MSP (Multiplex Section Protection) en diferente tarjeta.
- d) Todos los puertos están equipados con módulos SFP.
- e) Todos los puertos correspondientes a las tarjetas están cableados y conectorizados en el ODF destinado a servicios SDH.

3.5.3. Interfaz Óptica STM-4

- a) El equipo NG-SDH está equipado con unidades de interfaz óptica STM-4 que operarán en 622 Mbps según la recomendación UIT-T G.957.
- b) La generación de fluctuación de fase y la desviación de la frecuencia del interfaz STM-4 se encuentra según la recomendación UIT-T G.783.
- c) Se encuentra protegida (1+1) de tipo MSP (Multiplex Section Protection) en diferente tarjeta.
- d) Las interfaces de línea STM4 están suministradas de acuerdo al cálculo de potencias y las interfaces tributarias deben ser del tipo L.4.1
- e) Todos los puertos están equipados con módulos SFP.
- f) Todos los puertos correspondientes a las tarjetas están cableados y conectorizados en el ODF destinado a servicios SDH.

3.5.5. Interfaz Óptica STM-1

- a) La interfaz óptica STM-1 opera en 155,520 Mbps según la recomendación UIT-T G. 957.
- b) La generación de fluctuación de fase y la desviación de la frecuencia del interfaz STM-1 se encuentra según la recomendación UIT-T G.783.
- c) Se encuentra protegida (1+1) de tipo MSP (Multiplex Section Protection) en diferente tarjeta.
- d) Todos los puertos están equipados con módulos SFP.
- e) Los módulos SFP de las tarjetas tributarias STM1 son del tipo L.1.1. el 75% y del tipo L.1.2 el 25% del total de interfaces.
- f) Todos los puertos correspondientes a las tarjetas están cableados y conectorizados en el ODF destinado a servicios SDH.

3.5.6. Interfaz 2,048 Mbps

- a) El interfaz E1 del multiplexor NG SDH opera a 2,048 Mbps según es descrito en las recomendaciones de la UIT-T G.703 y G.704.
- b) Las interfaces de 2 Mbps están disponibles con impedancia de 75 ohms desbalanceados, conectores tipo BNC con punto de monitoreo y cableadas a un DDF.

- c) La tolerancia de fluctuación y desviación de fase de los puertos de entrada, la generación de fluctuación intrínseca, y la transferencia de fluctuación y desviación están dentro de los límites de acuerdo con la recomendación UIT-T G.823
- d) La densidad de puertos por tarjeta no es inferior a 63 E1, si existe sitios donde se requiera menor número de puertos por tarjetas, el equipamiento a suministrar es como mínimo las tarjetas necesarias para disponer de 63 puertos físicos E1, no se acepta sólo tarjetas de control sin sus correspondientes interfaces de puertos físicos E1.
- e) Están conectorizados desde el equipo al DDF todos los puertos de las tarjetas 2M suministradas.
- f) Se encuentra protegida 1 a N (1:N) de tarjeta.

3.5.7. Interfaz Eléctrica 34/45 Mbps

- a) La interfaz E3/DS3 del equipo operan a 34/45 Mbps conforme a la recomendación UIT-T G. 703.
- b) Están disponibles con impedancia de 75 ohms desbalanceados, conectores tipo BNC con punto de monitoreo y cableadas a un DDF.
- c) Están conectorizados desde el equipo al DDF todos los puertos de las tarjetas E3/DS3 suministradas.
- d) Se encuentra protegida 1 a N (1:N) de tarjeta.

3.5.8. Interfaz Fast Ethernet (10/100 Mbps)

- a) El equipo NG SDH dispone de interfaz Fast Ethernet 100 Mbps conforme a la recomendación IEEE 802.3u.
- b) Las tarjetas suministradas trabajan con Protocolos y funcionalidades de capa 1, 2 y hasta 3 para manejar paquetes MPLS, VLAN y RSTP, de manera transparente y permitiendo el uso del 100% de la capacidad de la interfaz con una MTU mínimo de 2000 bytes.
- c) Las tarjetas Fast Ethernet tienen las siguientes funcionalidades necesariamente:
- d) GFP (Generic Frame Procedure) de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.7041.
- e) LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) de acuerdo a la Recomendación UIT-T G.7042.
- f) VCAT (Virtual concatenation)
- g) Debe manejar redes virtuales (VLANs)
- h) Se encuentra protegida 1 a N (1:N) de tarjeta.
- i) Todos los puertos de las tarjetas de Interfaz FastEthernet están cableados desde el equipo a un patch panel, con conectores RJ45.

3.5.9. Interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps)

- a) El equipo NG SDH está equipada con interfaz Gigabit Ethernet (1 Gbps) conforme a la recomendación IEEE 802.3z

- b) Las tarjetas suministradas trabajan con Protocolos y funcionalidades de capa 1, 2 y hasta 3 para manejar paquetes MPLS, VLAN y RSTP, de manera transparente y permitiendo el uso del 100% de la capacidad de la interfaz con un MTU mínimo de 2000 bytes.
- c) Se encuentra protegida 1 más 1 (1+1) de tarjeta.
- d) Las tarjetas GE deben tener las siguientes funcionalidades necesariamente:
- e) GFP (Generic Frame Procedure) de acuerdo con la Recomendación UIT-T G.7041.
- f) LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) de acuerdo a la Recomendación UIT-T G.7042.
- g) VCAT (Virtual concatenation).
- h) Debe manejar redes virtuales (VLANs).
- i) Todos los puertos están equipados con módulos SFP.
- j) Las interfaces ópticas están disponibles a 1310nm y 1550nm.
- k) Todos los puertos correspondientes a las tarjetas ofertadas están cableados y conectorizados en el ODF destinado a servicios SDH.

3.6. Canales de servicio (EOW) y auxiliares

- a) El equipo NG SDH tiene la capacidad de transmitir un canal de servicio por los interfaces ópticos a través de los bytes E1 y E2 de la SOH, o a través de VoIP, para realizar llamadas: selectiva y general
- b) El equipo permite extender el canal de servicio, por medio de un interfaz “4-hilos DTMF”, externo. Los canales de servicio de Riobamba Centro y Quito Centro con su respectivo microteléfono, es extendido e instalado hasta el centro de gestión y para el resto de nodos esta adosado con los equipos
- c) Además es posible transmitir por las interfaces ópticas un canal auxiliar a 64Kbit/s de acuerdo a la recomendación UIT-T G.703 a través del byte F1 de la SOH.

3.6.1. Tarjetas de protección en los Equipos Multiplexores NG-SDH

- a) Todos los equipos NG-SDH tienen como mínimo las siguientes unidades fundamentales duplicadas: controladora, fuentes de alimentación, matriz de cross conexión y reloj.
- b) Las tarjetas de protección para las interfaces ópticas, de agregados (línea) están de acuerdo a los equipos.

3.7. Distribuidores Digitales DDF, distribuidores ópticos ODF y Cableados

Están considerados de acuerdo a los distribuidores DDFs, distribuidores ópticos ODF, patch panel para los salones de transmisión y sus aditamentos, así como de todos los cables, escalerillas, herrajes, conectores, etc. necesarios, al igual que los servicios de instalación respectivos, para la terminación de todos los tributarios de 2 Mbps, 10/100Mb/s y 34/45Mb/s de cada estación en un Distribuidor Digital DDF y patch panel.

3.8. Consumo de Energía

La alimentación de energía de los equipos NG SDH es de -48 VDC, con redundancia, y se suministra desde equipos rectificadores y baterías.

3.9. Sistemas de Gestión y Administración

El sistema de transmisión tiene un único Sistema de Gestión Centralizado (SGC) redundante que trabaja con servidores 1+1 Hot Standby, que permite administrar y gestionar todos y cada uno de los elementos instalados.

3.9.1. Requerimientos del Sistema de Gestión

- a) El sistema tiene una Interfaz Gráfica de Usuario -GUI- que permite la visualización en un mapa de red todos los elementos y trayectos del sistema de gestión, como equipos y enlaces ópticos, puertos de toda la red, protecciones de red, etc.
- b) El sistema de gestión está centralizado y actúa remotamente, está instalado en Riobamba Centro con redundancia en Quito Centro.
- c) La arquitectura del SGC es del tipo Cliente/Servidor.
- d) El sistema está acorde y opera desde un inicio con la arquitectura de la Recomendación ITU-T M.3010, la cual identifica cinco (5) áreas funcionales de gestión, así:
 - I. Gestión de la calidad de funcionamiento
 - II. Gestión de fallas
 - III. Gestión de configuración

IV. Gestión de desempeño

V. Gestión de seguridad

- e) Las funciones de gestión de fallas incluyen la generación de reportes estadísticos de alarmas, permitiendo el rastreo, detección, aislamiento y corrección de las mismas.

3.10. Interfaces O&M

El equipamiento contiene las siguientes interfaces para el soporte operacional y las funciones de administración.

- a) Interfaz del enlace de gestión de datos que permite la conexión de los elementos de red (NE) al sistema de administración, con conector RJ45.
- b) Interfaz de gestión local, que permite la conexión con un PC portátil para configuración y mantenimiento de los equipos.
- c) Alarmas de salida de contacto seco que provee las señales de alarma dentro del nodo
- d) Alarmas externas de entrada. El equipo proporciona un conjunto de entradas para alarmas externas de monitoreo de los sistemas instalados en el sitio, que una vez detectadas se envía en una trama SNMP al centro de gestión. Cada alarma se activa con el cierre de los contactos.

3.11. Administración entre nodos y canales de supervisión

- a) Se provee de canales adicionales de servicio para realizar las funciones de supervisión y administración de todos los nodos y elementos de red.
- b) Como mínimo estos canales prestan las siguientes funciones:
- c) Permiten que cada uno de los nodos recolecten sus alarmas y estados y envíen los mensajes al sistema de gestión centralizado, usando la interfaz del enlace de datos de la administración
- d) Permiten el login remoto para realizar sesiones remotas con cualquier nodo y entre los nodos y el sistema de gestión centralizado.
- e) Permiten la actualización de software, mediante la descarga desde el sistema de gestión centralizado a cualquier nodo de la red.

3.12. Capa de gestión de Elemento de Red

- a) Monitoreo de alarmas de todos los elementos de la red, integrarlas y reportarlas al SGC.
- b) Aprovisionamiento remoto de capacidad.
- c) Diagnóstico remoto de fallas.

3.12.1. Capa de gestión de Red

- a) El SGC incluye un módulo de gestión de red para manejar todas las entidades conformadas por los elementos de red .La capa de gestión de red incluye las siguientes funciones:
- b) Monitoreo de alarmas, integrarlas y reportarlas desde todos los elementos de red hacia el SGC. Las entidades pueden ser el anillo, interfaces, etc.
- c) Aprovisionamiento remoto de servicios (cross-conexion).
- d) Diagnóstico remoto de fallas de entidades de la red.
- e) Mantenimiento de la comunicación con todos los elementos de la red.

3.12.2. Requerimientos Funcionales de las Herramientas de Gestión

- a) Las funcionalidades de O&M residentes en todos los elementos de la red y las residentes en el SGC trabajan conjuntamente para satisfacer los siguientes requerimientos funcionales:

Nivel de red

- En virtud a que en un evento dado puede surgir un gran número de alarmas, el cual producirá un alto tráfico entre los elementos de red y los sistemas de gestión, se cuenta con las siguientes características:
- Tiene un diseño robusto (ancho de banda, redundancia, etc.) que es capaz de mantener la comunicación continua con los elementos de red.

- Existe un canal de control para funcionalidades de diagnóstico, que provee la facilidad de monitoreo y pruebas. Es decir, el canal de control debe estar igualmente protegido como los canales de tráfico.

Nivel de circuito

- El SGC está en capacidad de resolver problemas a tarjetas individuales y su capacidad de diagnóstico no es en forma intrusa, por lo que tiene un mínimo de requisitos como son:
- Recolectan parámetros de estado de las tarjetas, transpondedores y enviarlos al SGC para ser desplegados en una pantalla.
- Debe tener acceso y medición a diferentes puntos de la trayectoria de una longitud de onda dentro de la red. Los puntos de medición deben permitir el aislamiento de fallas, inclusive a nivel de tarjeta.

Gestión de la Configuración

- El SGC es capaz de realizar las siguientes funcionalidades de gestión de configuración:
- Detecta automáticamente la presencia de un nuevo nodo en la red o la supresión de uno, actualizando la topología de la ruta pasando por un proceso de confirmación por parte del administrador de la red.
- Permite cambios manuales de la topología de la red.

- Está en capacidad de realizar el aprovisionamiento y la configuración de forma remota aprovechando las funcionalidades de NG-SDH, el mismo que incluye:
- Habilita nuevas tarjetas en un elemento de red.
- Aprovisiona parámetros y funciones específicas del nuevo servicio.
- Revisa, añade, borra o cambia cualquier ancho de banda existente
- Revisa y edita cualquier atributo requerido.
- Envía archivos de configuración y tiene respaldo de ellos.
- Envía nuevas versiones de software.

Gestión de Desempeño

- El SGC conjuntamente con las funciones de hardware y software de la red provee un análisis de desempeño continuo y en tiempo real de la misma, para que algunos deterioros de la calidad puedan ser detectados en forma temprana.
- Proporcionar una tabla que muestra todos los parámetros de desempeño monitoreados para cada tipo de interfaz de servicio, como:
- Tarjeta procesadora o CPU
- Interfaces del lado Cliente

- Interfaces del sistema SDH y PDH
- Interfaces de los sistemas de multiplexación de Subrate
- Interfaces de usuario
- Los parámetros de desempeño que mide el sistema para cada una de las interfaces de usuario, son los siguientes, como mínimo:
- Potencia óptica transmitida y recibida, Bit Error Rate (BER), Block Error Rate, Loss Of Signal (LOS), Violación de código, Segundos errados, Disponibilidad en segundos, Errores de trama, Bytes transmitidos y recibidos
- Monitoreo del Umbral
- El sistema permite fijar un límite de umbral, de tal manera que una vez que el parámetro a medir este por debajo de ese umbral, se envía una alarma visual o audible, dependiendo de la severidad.

Requerimientos Generales del SGC

Plataformas

- Se indica en que tipos de servidores o plataformas puede operar el software del sistema de gestión y los sistemas operativos que lo soportan, indicando en cada caso las características mínimas requeridas y los cálculos de las plataformas, teniendo en cuenta el número de nodos y que se requieren dos servidores, uno instalado en Riobamba Centro y otro de respaldo para instalar en Quito Centro.

Redundancia

- Para mantener el sistema con una alta disponibilidad, se tiene un servidor de respaldo que está constantemente actualizado, al igual que el principal. Este está ubicado en las instalaciones de Quito Centro.
- Los clientes mantienen la conectividad hacia los servidores, incluso en caso de conmutación, sin ser necesario realizar ningún procedimiento para restablecer dichas conexiones.

CAPÍTULO IV

ESTRUCTURA FÍSICA GENERAL DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP RIOBAMBA

4.1. AMG'S que Integran Cada uno de los Nodos

El Access Media Gateway (AMG) es una clase superior de Media Gateway o Pasarela de Medios (El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y video entre la Red IP y la red PSTN), y es importante porque reemplazan las tarjetas de línea TDM de los switches.

Hay varios subtipos de Access Media Gateways, mostrando diferentes acercamientos a las redes de telecomunicaciones. Un subtipo muy importante son las Pasarelas de Acceso Multiservicio MSAG (Multiservice Access Gateway), también conocida como Nodos de Acceso

Multiservicio MSANs (Multiservice Access Nodes), los cuales brindan servicios de banda ancha y Triple Play, soportando una migración fluida a tecnologías NGN.

Cada uno de los diferentes nodos que componen la red de la CNT EP conecta varios puntos, los cuales permiten la conexión a los diversos abonados, estos puntos son los denominados AMG's que incluyen equipos HUAWEI UA5000; en la actualidad con un incremento en la demanda de servicios tales como voz, datos, video, y multimedia, la necesidad de equipamiento para la red de acceso de larga capacidad, y servicios de alta calidad y capacidad es imperativa debido a esto los mencionados equipos nos permiten lograr dichos requerimientos.

4.1.1 Estructura de los armarios HUAWEY UA5000

Es un equipo de Acceso Universal de Huawei, que soporta tanto el servicio de banda corta como el servicio de banda ancha. Proporciona soporte para servicios:

- Servicio de voz PSTN
- VoIP
- Servicio de acceso a banda ancha, facilidades xDSL
- Servicios de circuito privado

Gracias a que posee acceso a múltiples redes como PSTN, NGN, ATM y redes de datos IP de banda ancha y de banda estrecha esto ayuda a múltiples esquemas conectados a una red, incluyendo SDH, MSTP, en la conexión directa de fibras y redes de extensión basadas en G.HDSL. El UA5000 bien puede adaptarse para tener acceso a redes de acceso con topología variable. El UA5000 Honet ofrece múltiples interfaces de enlace ascendente como FE, GE y E1. El equipo también puede tener acceso a DDN, ATM, IP de banda ancha y redes de datos de banda estrecha a la vez. El UA5000 Honet es compatible con las redes PSTN y las NGN, así como la evolución hacia el IMS. De esta manera, el UA5000 Honet reduce eficazmente el riesgo de decisiones debido a la rápida evolución de las tecnologías de telecomunicaciones. Soporta el protocolo V5 y el protocolo H.248, al mismo tiempo. La última tarjeta combo puede tener acceso POTS, xDSL, y la combinación de POTS.

Los equipos UA5000 tienen una capacidad mínima para 400 abonados pudiendo expandirse hasta 800 para lo cual se dispone de puertos libres dentro del mismo equipo. La capacidad puede ser ampliada con la colocación de otro UA5000.

Los UA5000 se pueden instalar en los gabinetes para interiores ONU-F01A, ONUFO2A.

Los componentes del equipo son:

- 320 líneas Pots, tarjeta de control con protocolo Huawei
- 16 puertos ADSL, tarjeta de control ATM IMA de 8E1s
- Baterías para 8 horas
- Rectificador
- 1 pareja de equipos de transmisión de 16 E1s y 2 puertos STM1 cada uno
- Materiales de instalación DDF 16 puertos y ODF 12 puertos por sitio

Existen dos tipos de AMG's

- Indoor
- Outdoor



Figura 7. Estructura de los armarios HUAWEY UA5000

4.1.2 In door

Está compuesto por:

- Estructura Lógica
- Implementación Hardware
- Estructura de Bus

4.1.3 Tarjetas de Control

- Tarjeta de Control de Banda Corta: PVMB
- Tarjeta de Control de Banda Ancha: IPMB

4.1.4 Tarjetas de Línea

- Banda Corta: ASL, A32...
- Banda Ancha: ADMC, ADRI...
- Combo: CSLB, CSRI

4.2 Planimetría de Red Existente de CNT EP en la ciudad de Riobamba

4.2.1 Planimetría de Nodos Existente de CNT EP Riobamba

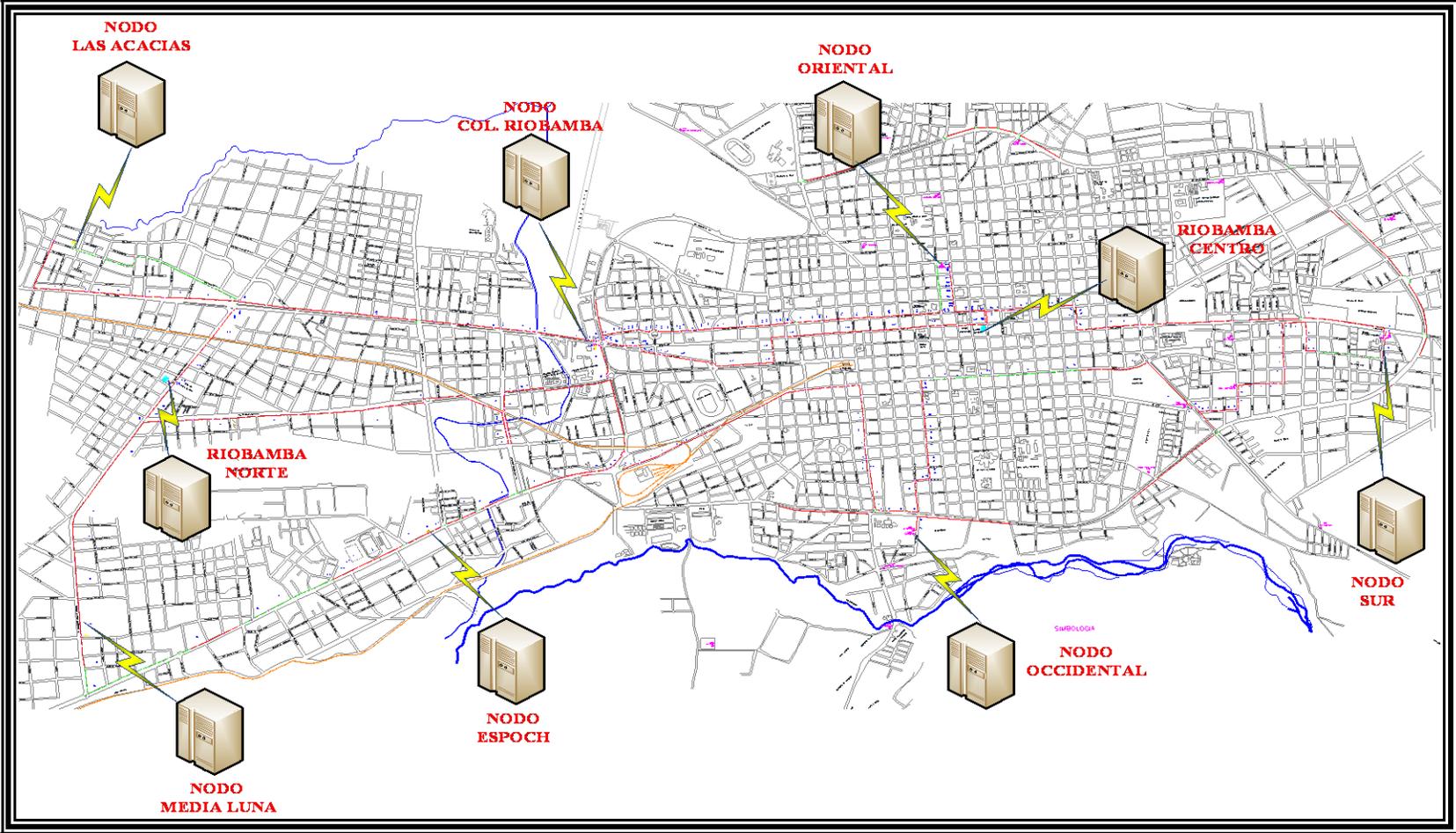


Figura 8. Planimetría Red de Nodos Existente de CNT EP Riobamba

4.2.2 Planimetría existente del Nodo Occidental y sus AMG's

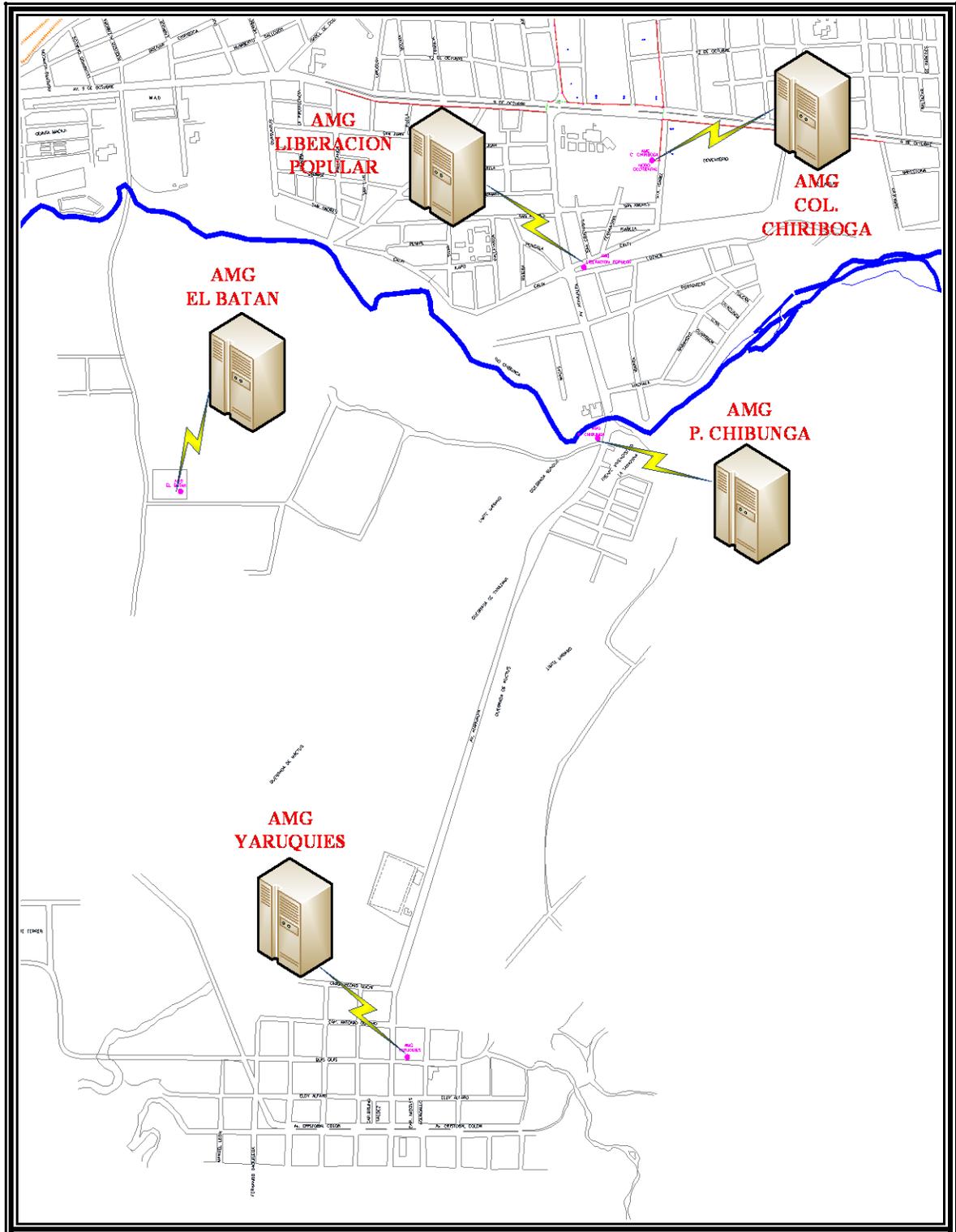


Figura 9. Planimetría existente del Nodo Occidental y sus AMG's

4.2.3 Planimetría existente del Nodo Oriental y sus AMG's

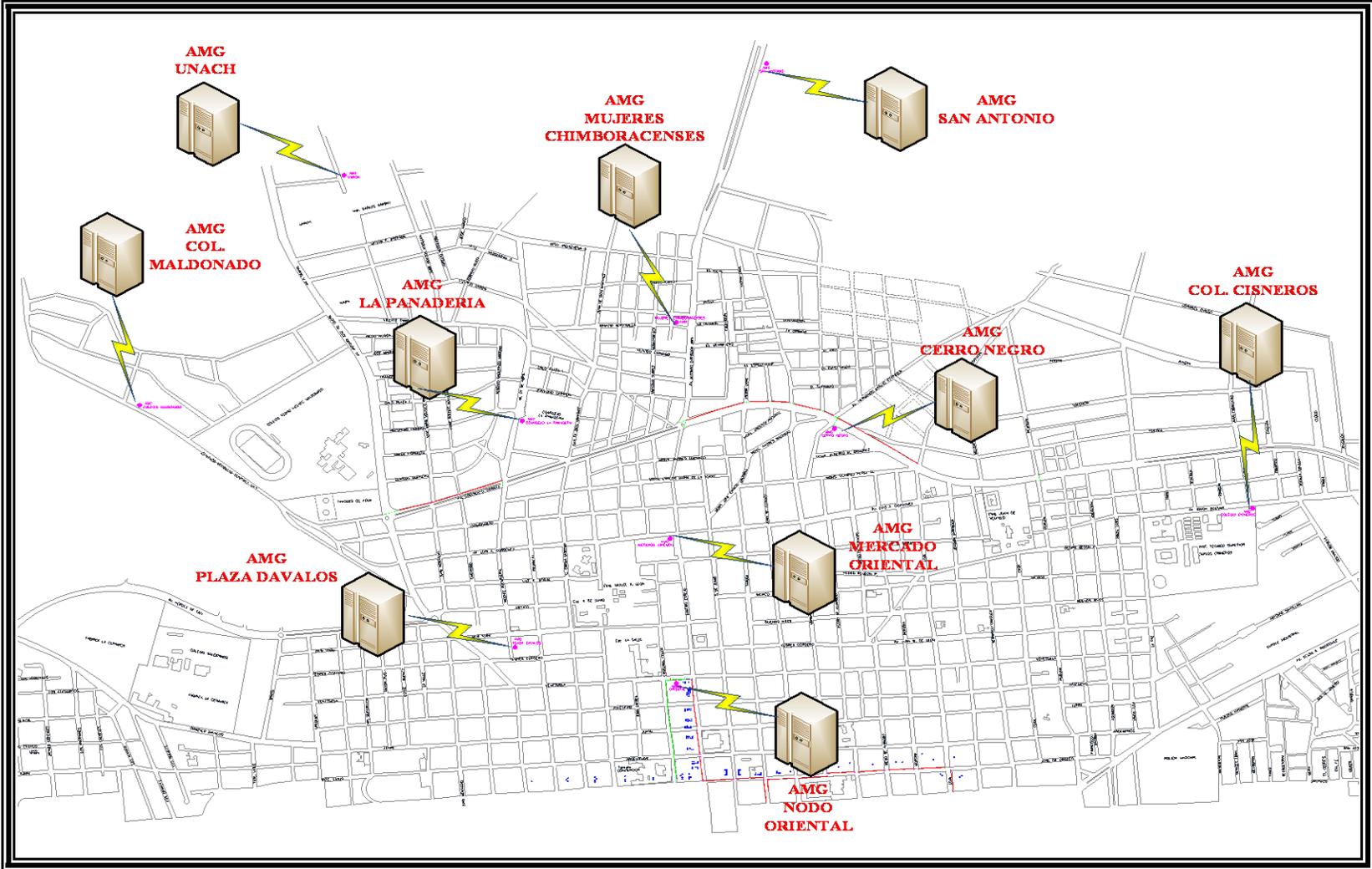


Figura 10. Planimetría existente del Nodo Oriental y sus AMG's

4.2.4 Planimetría existente del Nodo Sur y sus AMG's

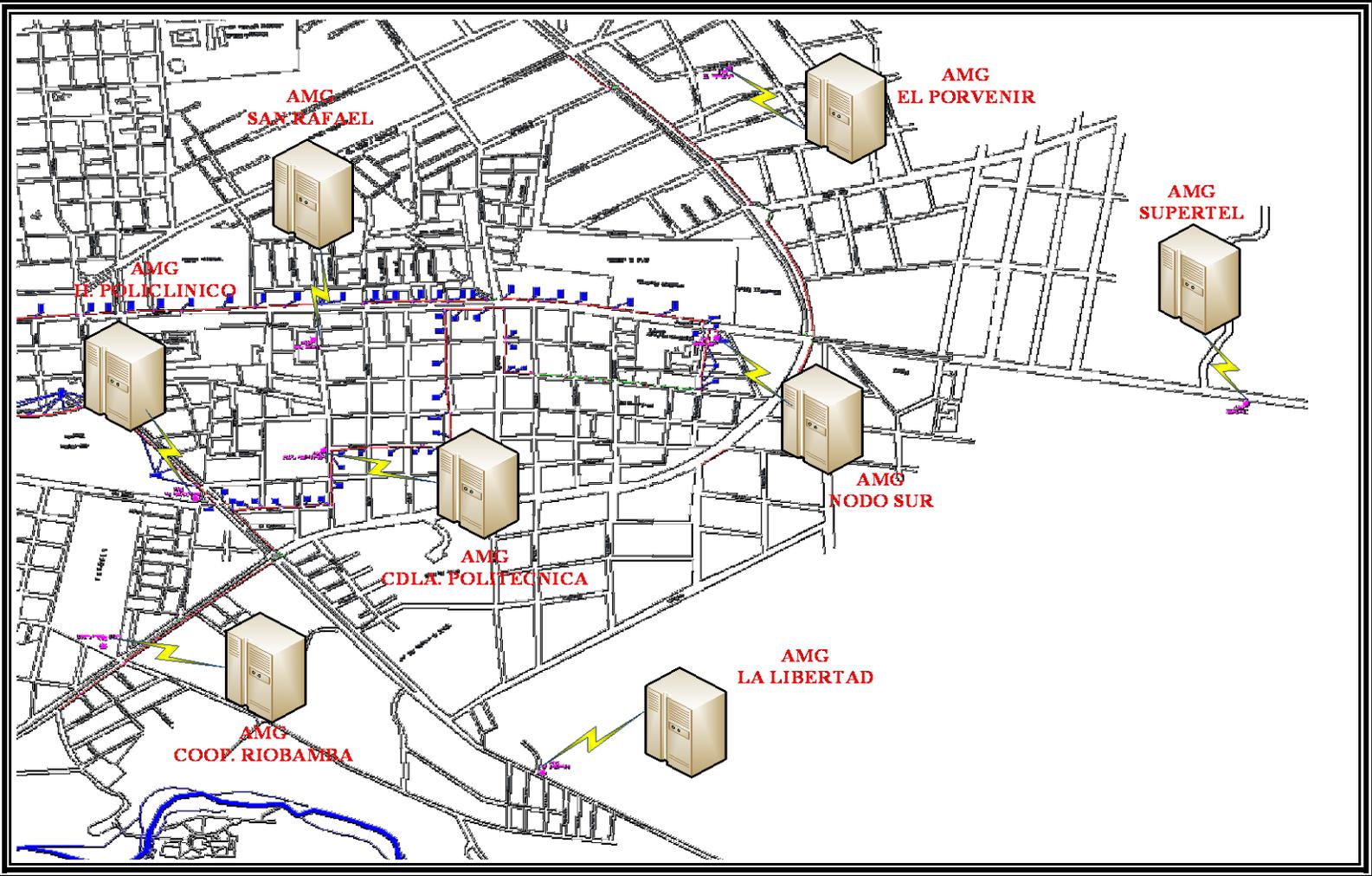


Figura 11. Planimetría existente del Nodo Sur y sus AMG's

4.3. Planimetría existente de los AMG's

4.3.1 Planimetría existente de AMG's del Nodo Oriental

- AMG Plaza Dávalos

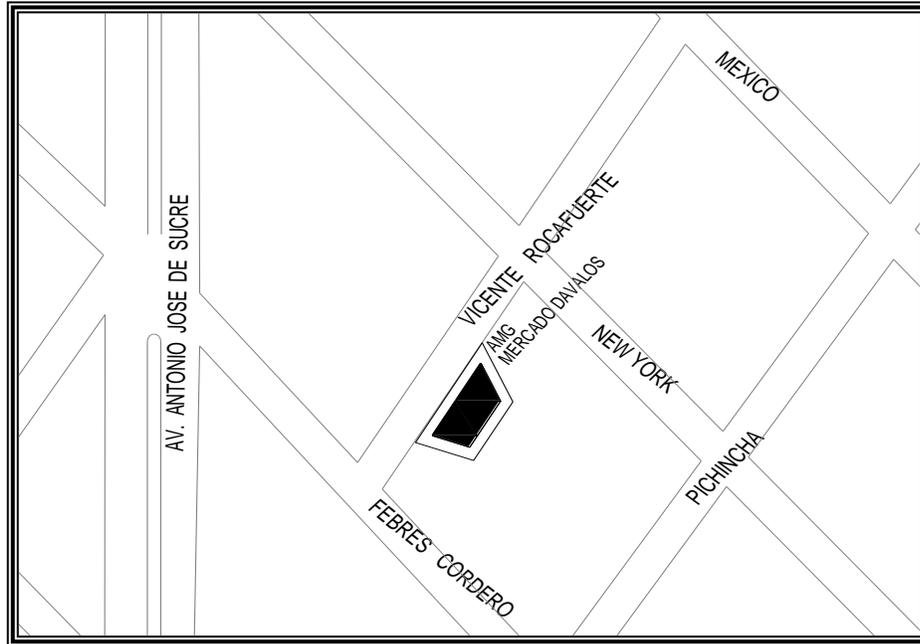
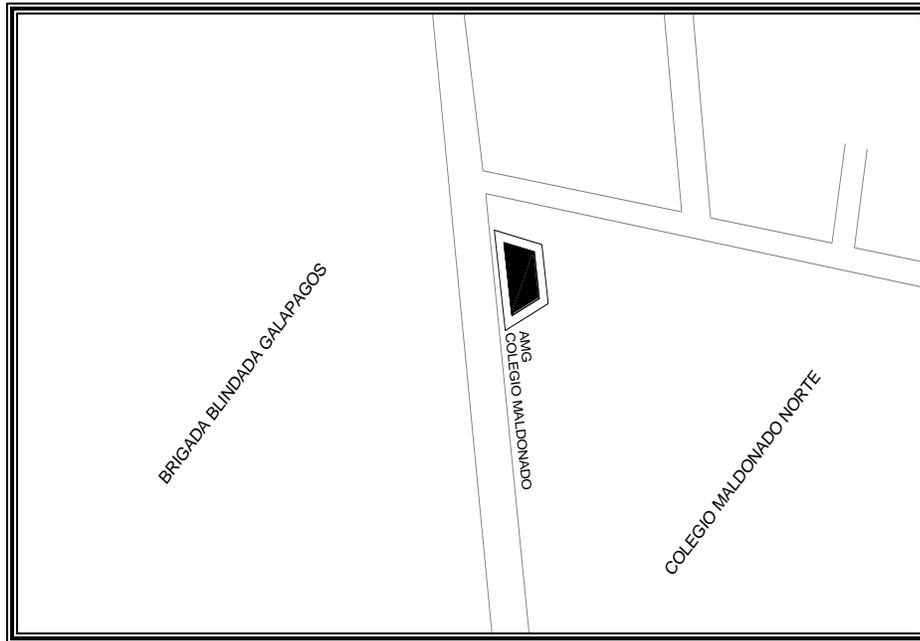


Figura 12. AMG Plaza Dávalos

- AMG Colegio Maldonado



- AMG UNACH

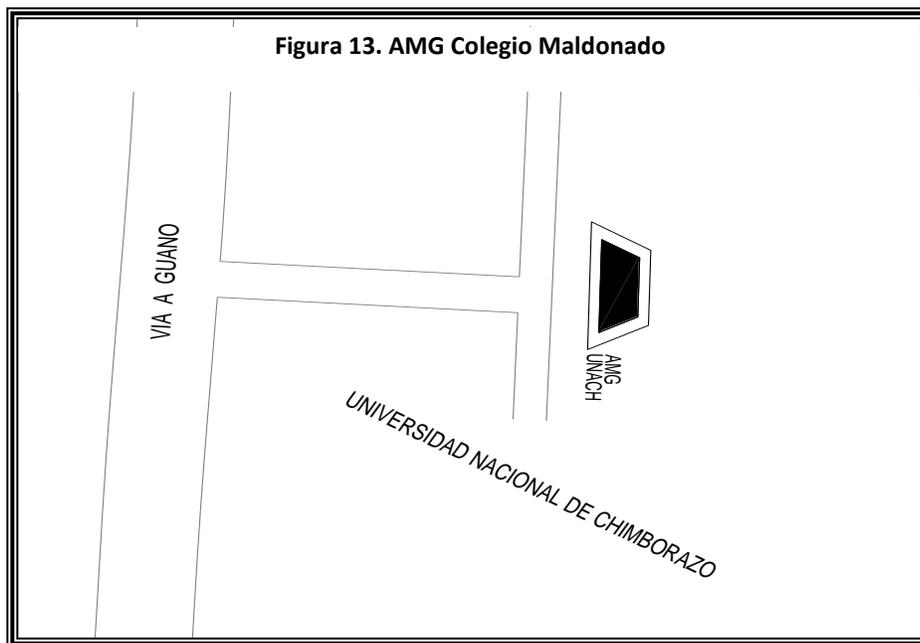


Figura 14. AMG UNACH

- AMG Complejo la Panadería

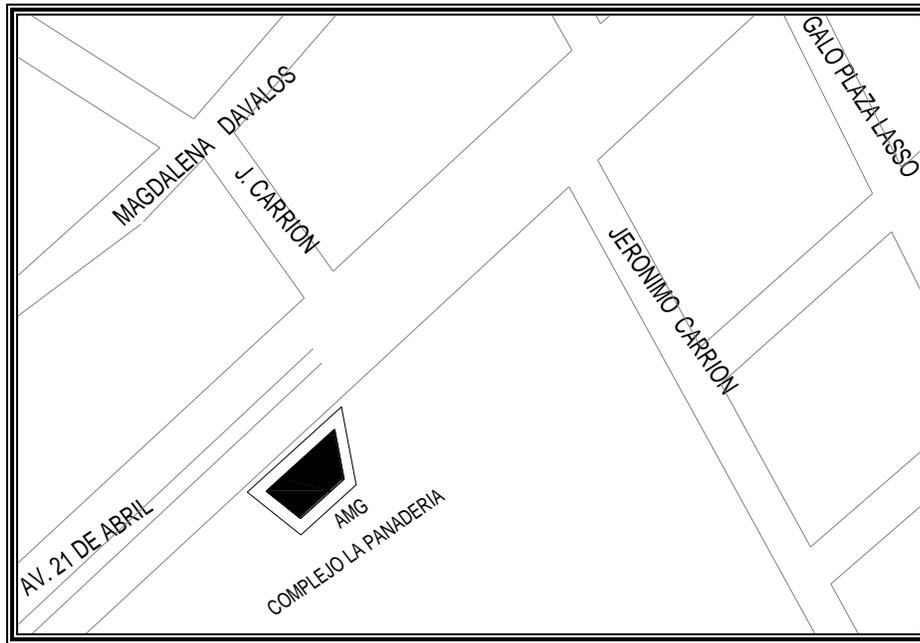


Figura 15. AMG Complejo la Panadería

- AMG San Gerardo

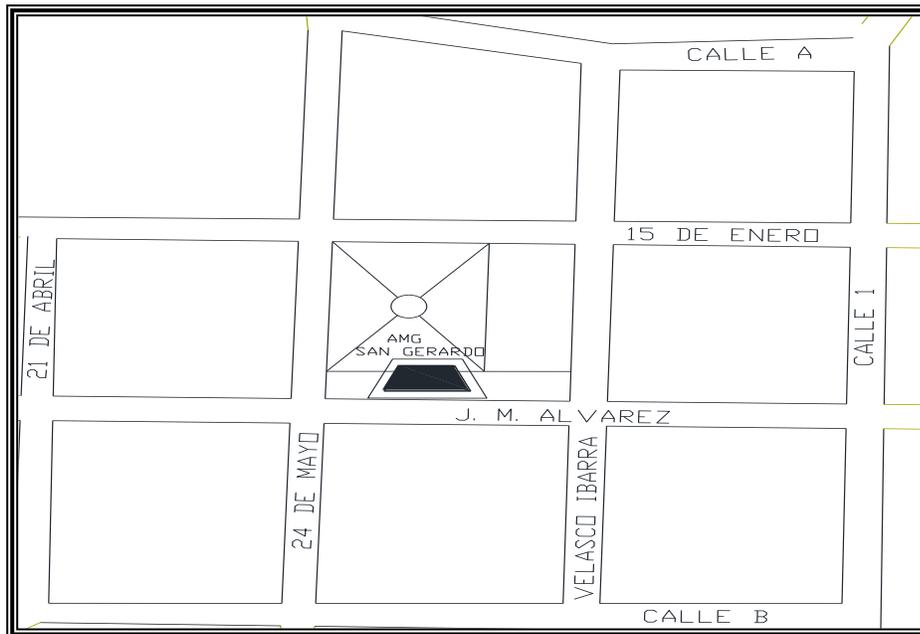


Figura 16. AMG San Gerardo

- AMG Mujeres Chimboracenses

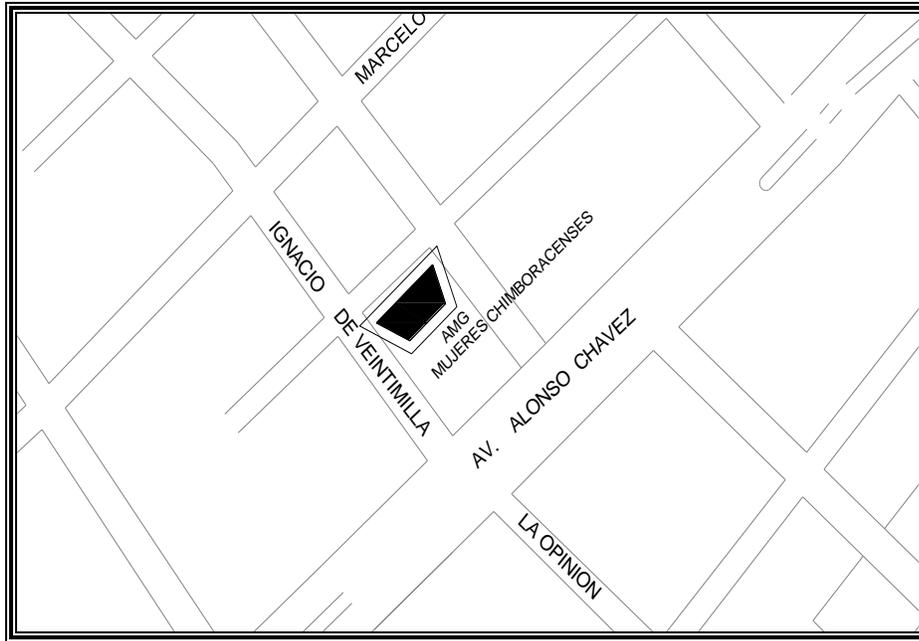


Figura 17. AMG Mujeres Chimboracenses

- AMG San Antonio

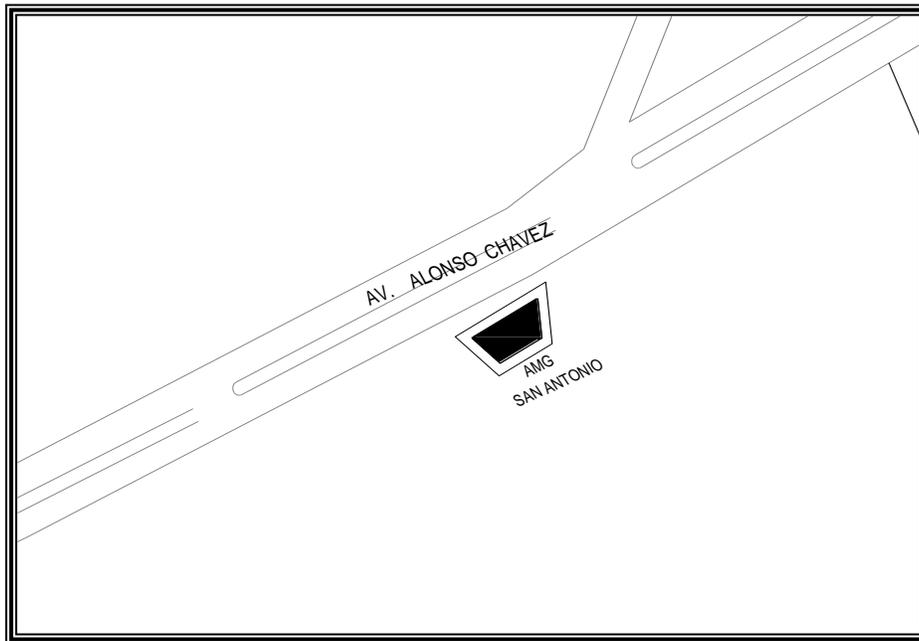


Figura 18. AMG San Antonio

- AMG Cerro Negro

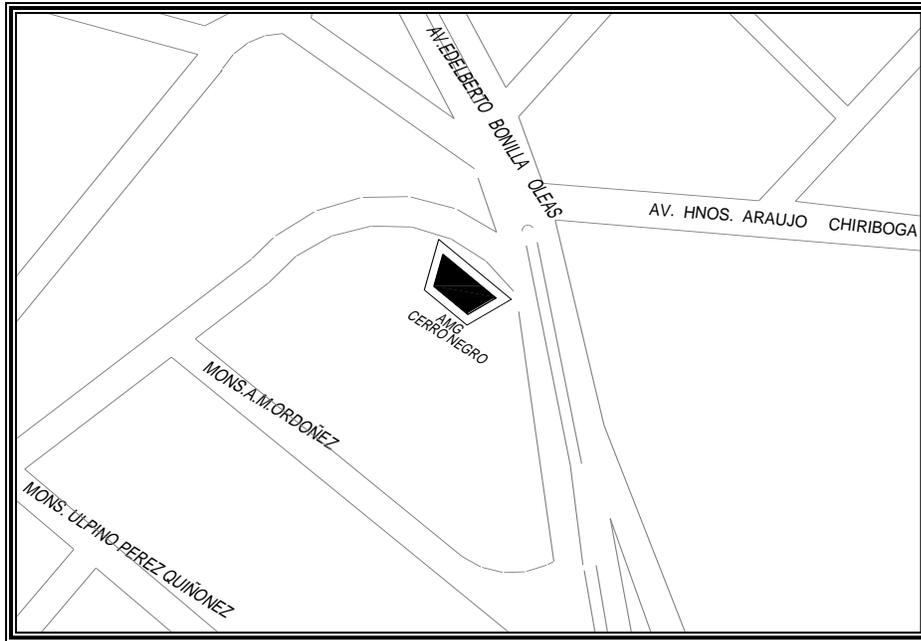


Figura 19. AMG Cerro Negro

- AMG Mercado Oriental

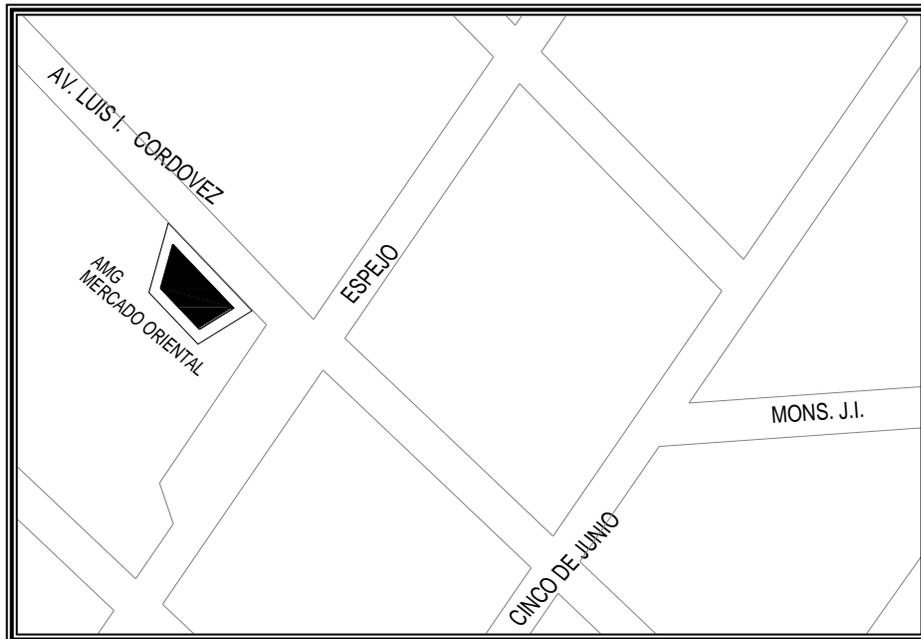


Figura 20. AMG Complejo la Panadería

- AMG Colegio Cisneros

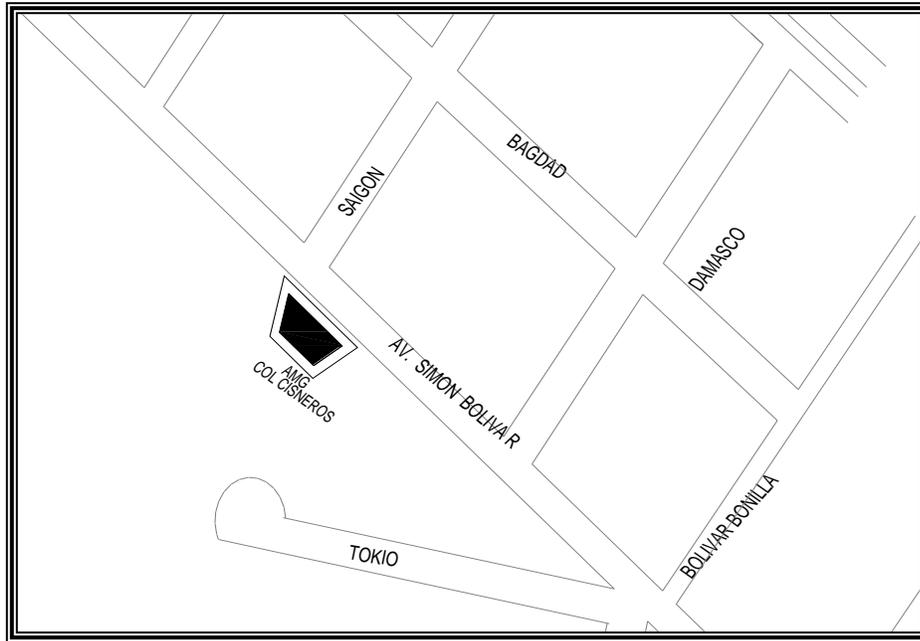


Figura 21. AMG Colegio Cisneros

4.3.2 Planimetría existente de AMG's del Nodo Sur

- AMG SUPTEL

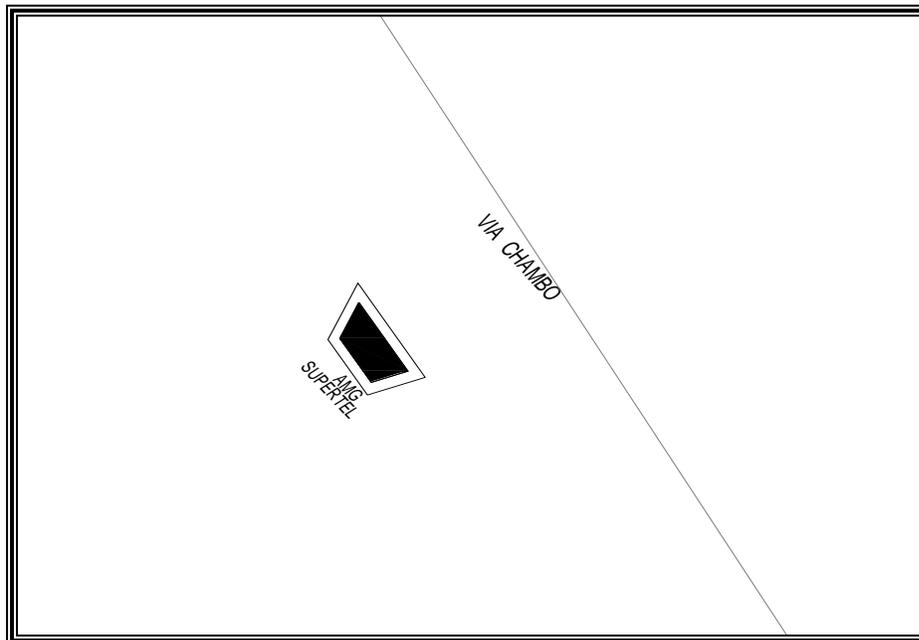


Figura 22. AMG SUPTEL

- AMG El Porvenir

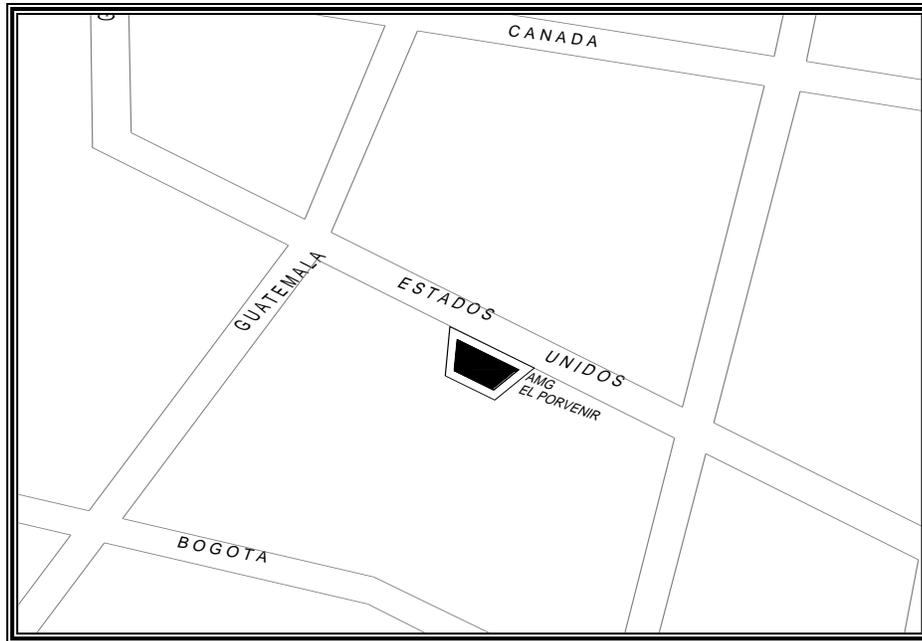


Figura 23. AMG El Porvenir

- AMG Central nodo sur

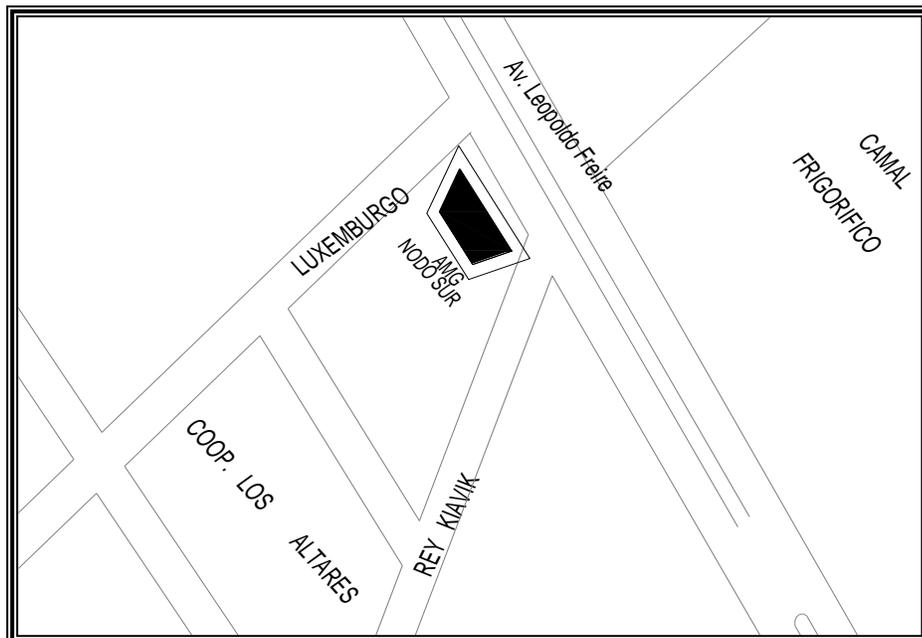


Figura 24. AMG Central Nodo Sur

- AMG San Rafael

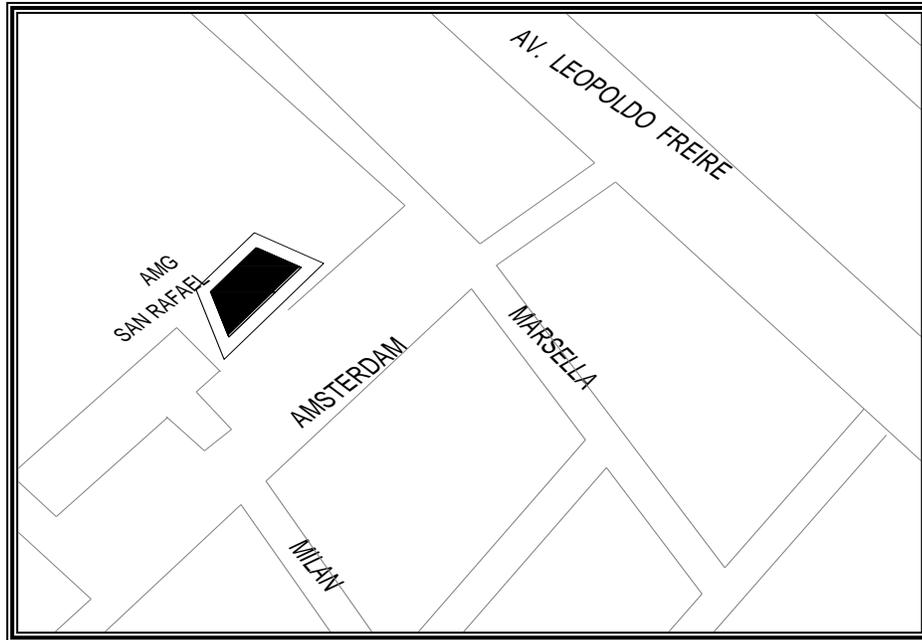


Figura 25. AMG San Rafael

- AMG La Libertad

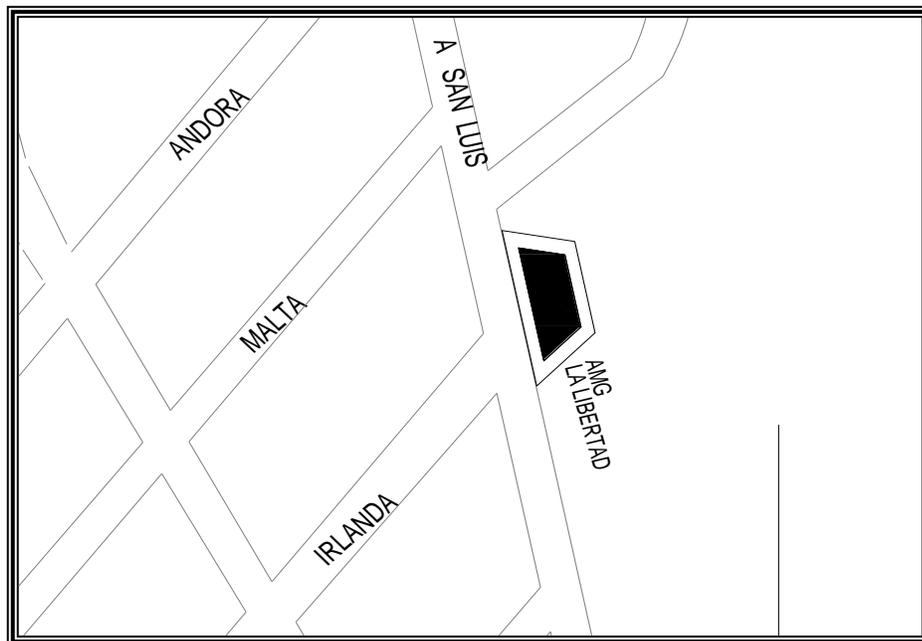


Figura 26. AMG El Libertad

- AMG Ciudadela Politécnica

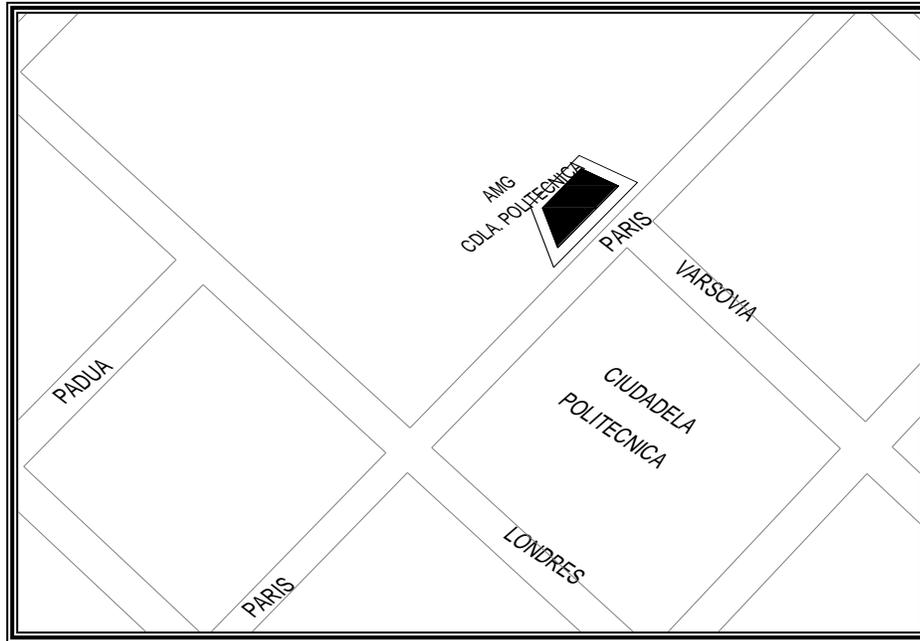


Figura 27. AMG Ciudadela Politécnica

- AMG Hospital Policlínico

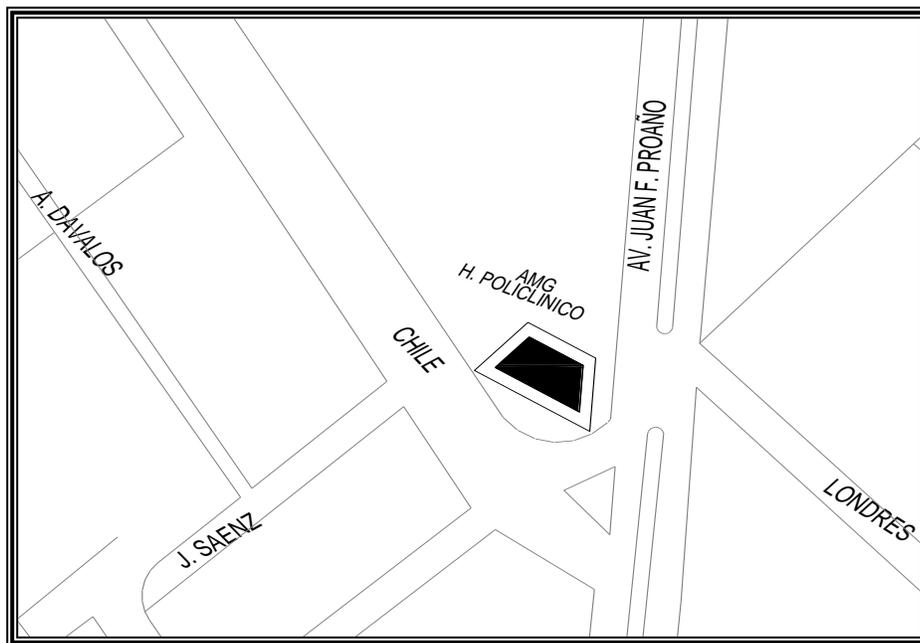


Figura 28. AMG Hospital Policlínico

- AMG Cooperativa Riobamba Ltda.

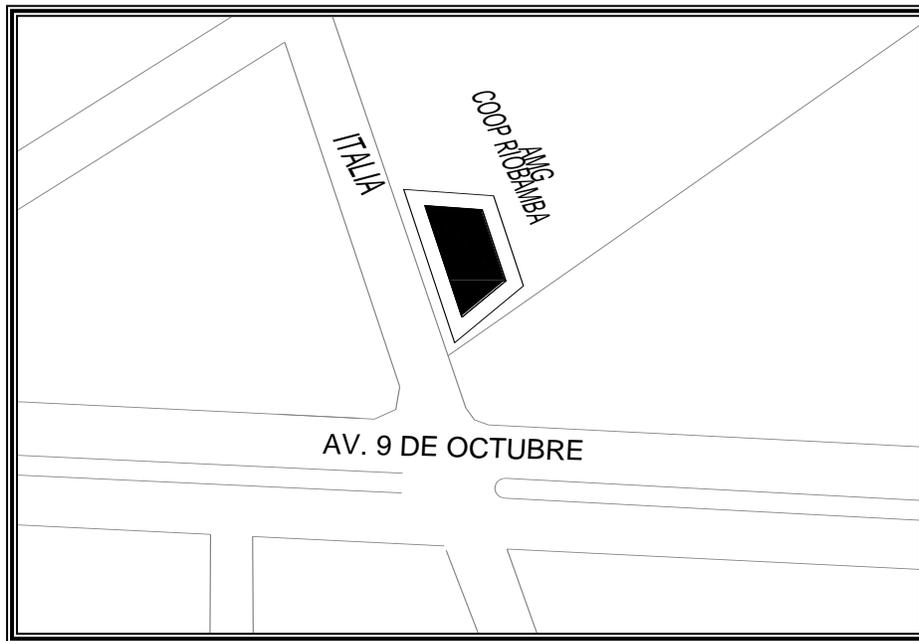


Figura 29. AMG Cooperativa Riobamba Ltda

4.3.3 Planimetría existente de AMG's del Nodo Occidental

- AMG Colegio Chiriboga

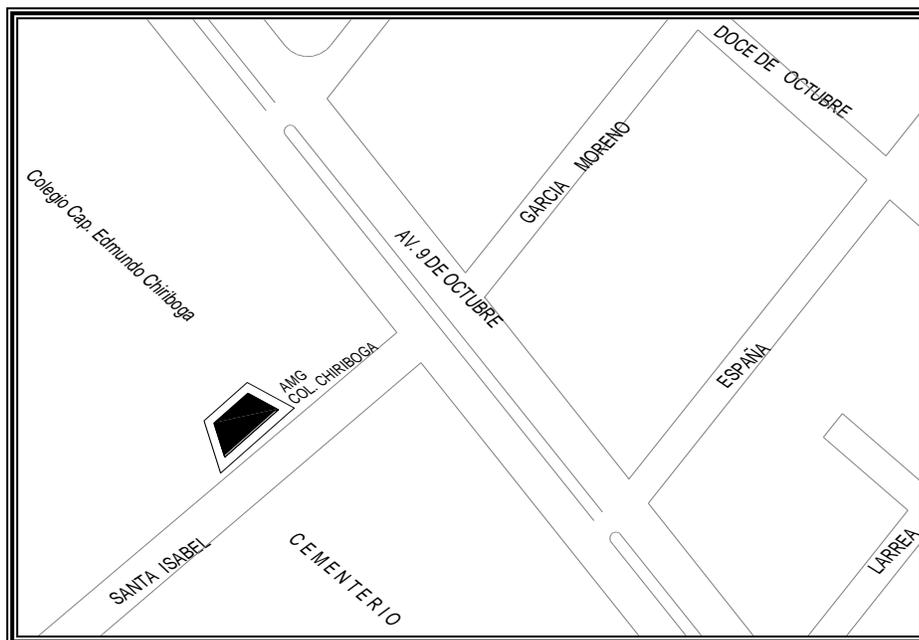


Figura 30. AMG Colegio Chiriboga

- AMG Liberación Popular

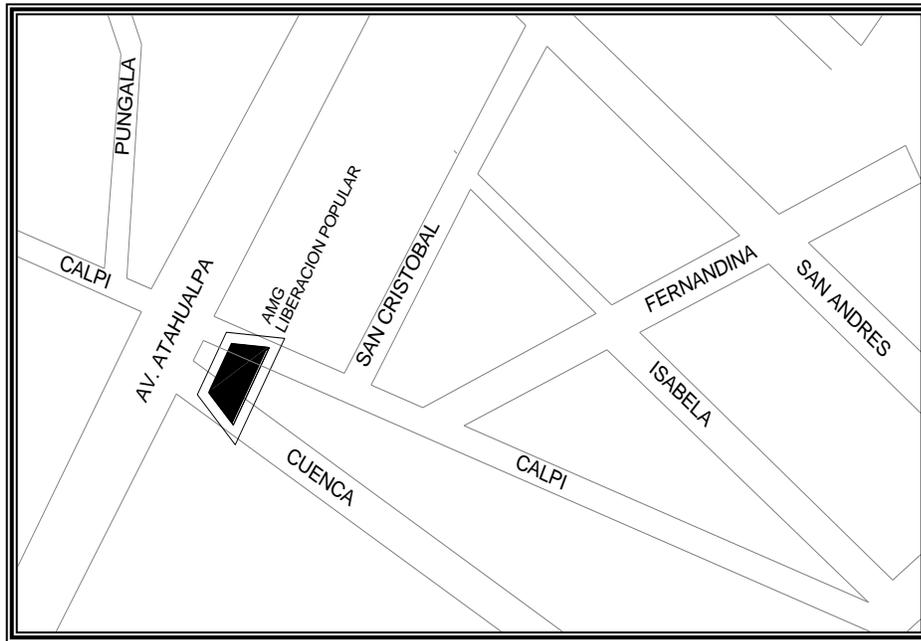


Figura 31. AMG Liberación Popular

- AMG Puente Chibunga

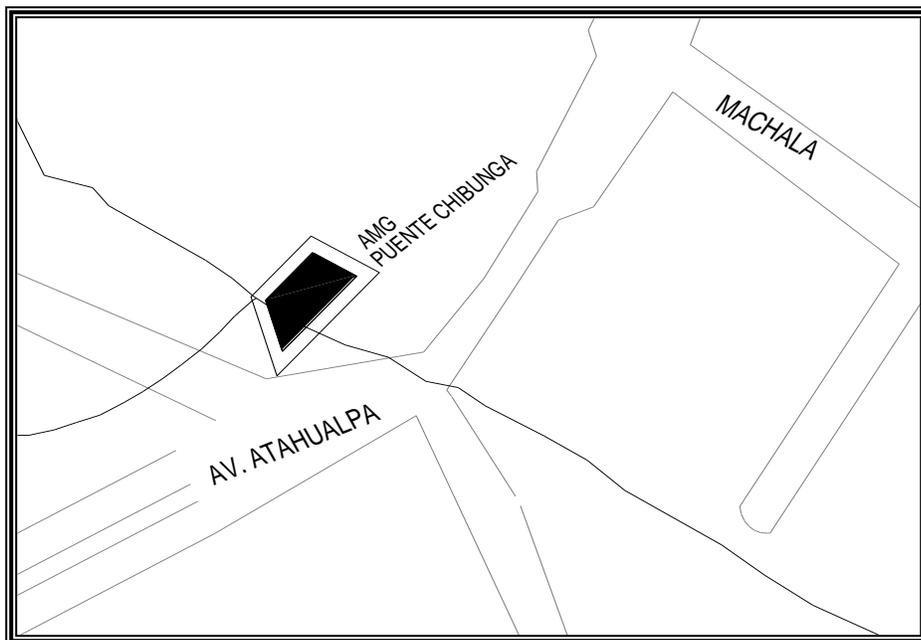


Figura 32. AMG Chibunga

- AMG El Batán

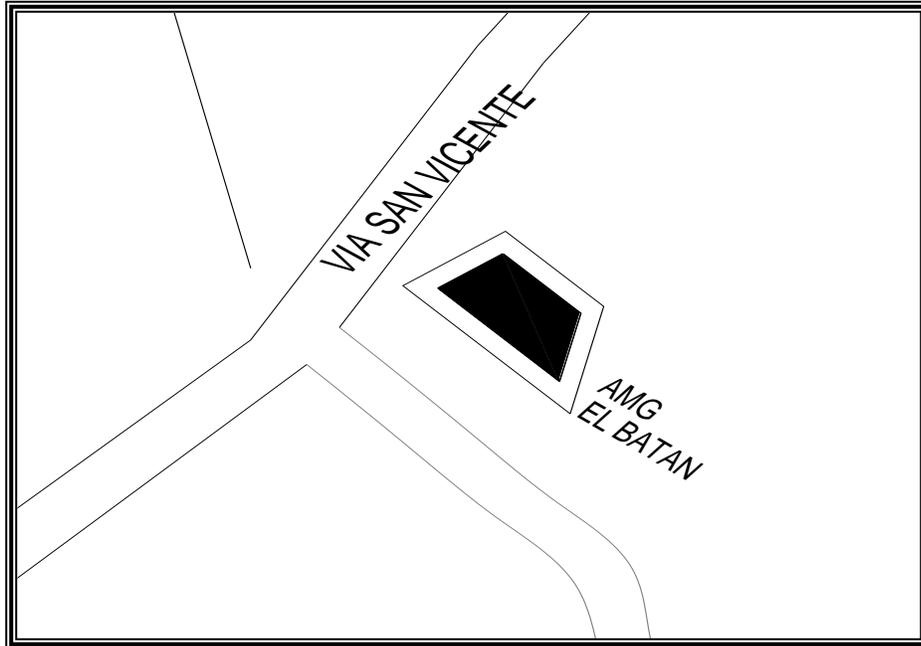


Figura 33. AMG El Batán

- Yaruquies

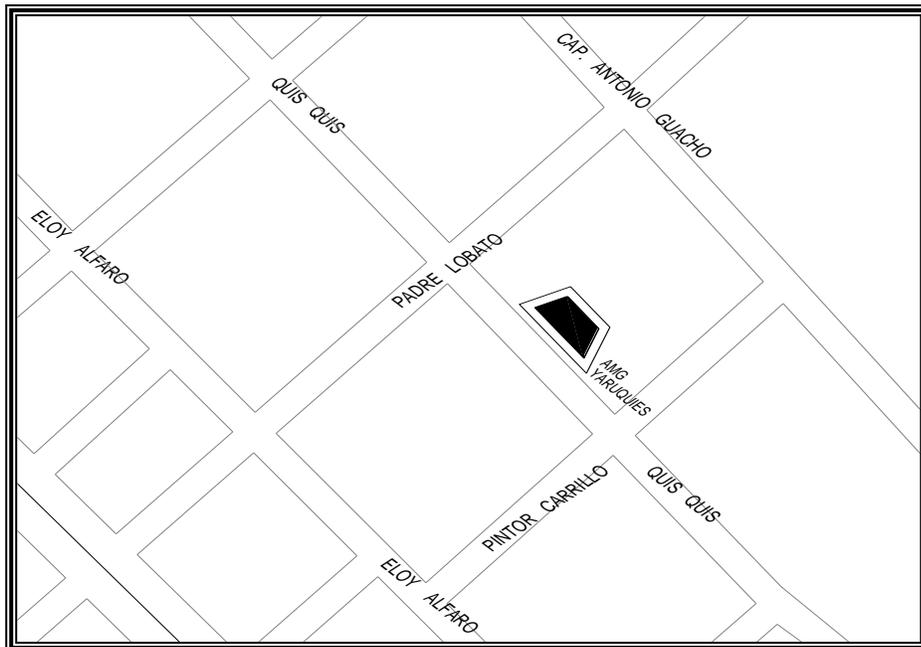


Figura 34. AMG Yaruquies

CAPÍTULO V

ESTUDIO COMPARATIVO

Las tecnologías PDH y SDH serán analizadas en base a sus características, de esta manera se los calificara tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación y en el análisis de la red actual junto con la información teórica de las tecnologías, por lo tanto se conseguirá interpretar objetivamente los resultados que se puedan extraer.

5.1.- Estudio comparativo de las Tecnologías

Para la valoración cualitativa se utilizara la siguiente escala:

1	regular
2	bueno
3	muy bueno
4	sobresaliente
5 en adelante	excelente

Tabla 9. Tabla de cualitividad

La capacidad es muy importante, a tener en cuenta debido a que con ello podemos establecer en una red, la velocidad de transmisión máxima que se podrá alcanzar. Al tener 2 tecnologías diferentes, debemos marcar claramente la capacidad de cada una para de esta forma determinar la mejor opción.

5.1.1.- Velocidad de transmisión por canal

Calificación	Velocidad de transmisión (Paquetes)
1	Menor 100 Mbps
2	Entre 100 Mbps hasta 155.52 Mbps
3	Entre 155.52 Mbps hasta 565.148 Mbps
4	Entre 565.148 Mbps hasta 10Gbps

	PDH	SDH
Velocidad de transmisión	3	4

Tabla 10. Comparación de velocidad de transmisión por canal

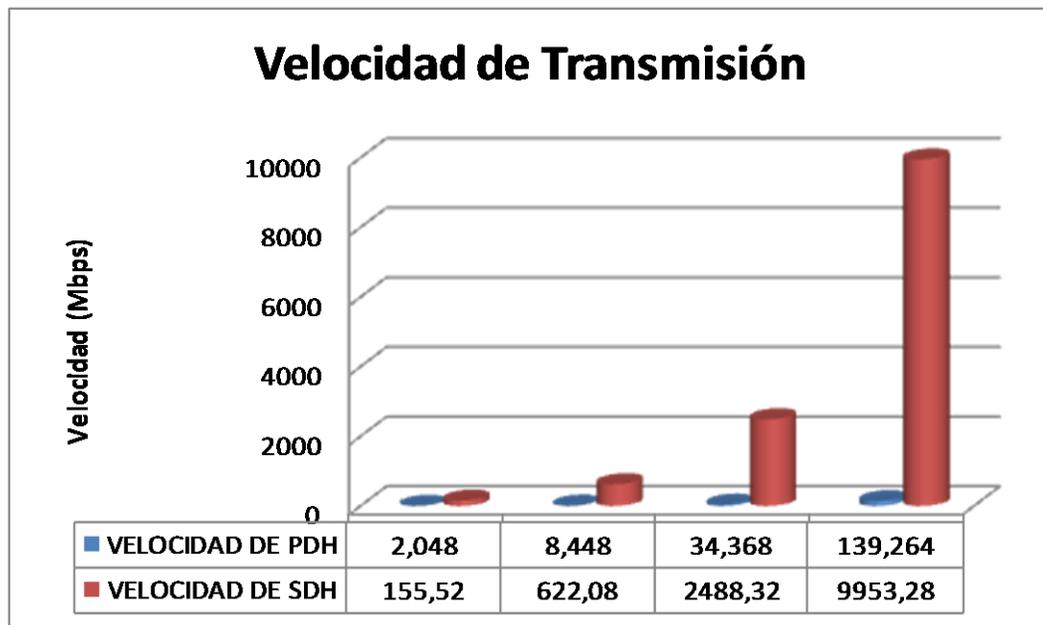


Figura 35. Comparación de velocidad de transmisión por canal

Como se puede observar SDH es una tecnología que a partir de la velocidad básica se obtienen velocidades superiores multiplexando byte por byte varias señales STM-1, a través del puntero, se puede acceder a cualquier canal de 2Mb/s. mientras que PDH no

aprovecha todo el ancho de banda, y se necesita multiplexar para acceder al canal requerido.

5.1.2.- Número de canales por tecnología

Calificación	Número de Canales
1	0 hasta 50
2	Entre 51 hasta 150
3	Entre 151 hasta 500
4	Entre 501 hasta 2000
5	Mayor a 2001

	PDH	SDH
Velocidad de transmisión	4	5

Tabla 11. Comparación de números de canales por tecnología

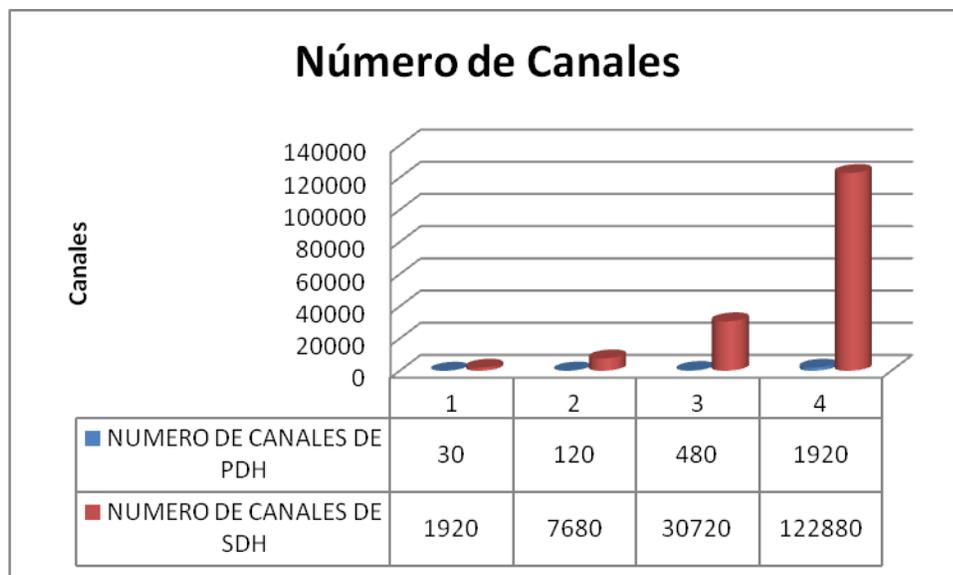


Figura 36. Comparación de números de canales por tecnología

Como se puede observar en la comparación de canales nos damos cuenta que SDH posee gran cantidad de canales de overhead que son utilizados para supervisión, gestión, y control de la red, en comparación de PDH.

5.1.3.- Nivel de la Jerarquía de Multiplexación

Calificación	Nivel de Jerarquía
1	E1 hasta E2
2	E3 hasta E4(STM-1)
3	E4(STM-1) hasta STM-16
4	STM-16 hasta STM-64
5	Mayor a STM-64

	PDH	SDH
Nivel de Jerarquía	3	5

Tabla 12. Comparación de Nivel de la Jerarquía de Multiplexación

Mientras que en PDH el primer nivel de jerarquía es 2M, es imposible identificar y extraer una señal de orden inferior dentro de un flujo de orden superior sin demultiplexar los pasos intermedios. Por ejemplo, es imposible extraer un 2M de un 34M sin demultiplexar de 34M a 8M primero.

Esta imposibilidad se debe a las estructuras de trama de 2, 8, 34 y 140M, que no dan información sobre la posición de las FAS de los tributarios

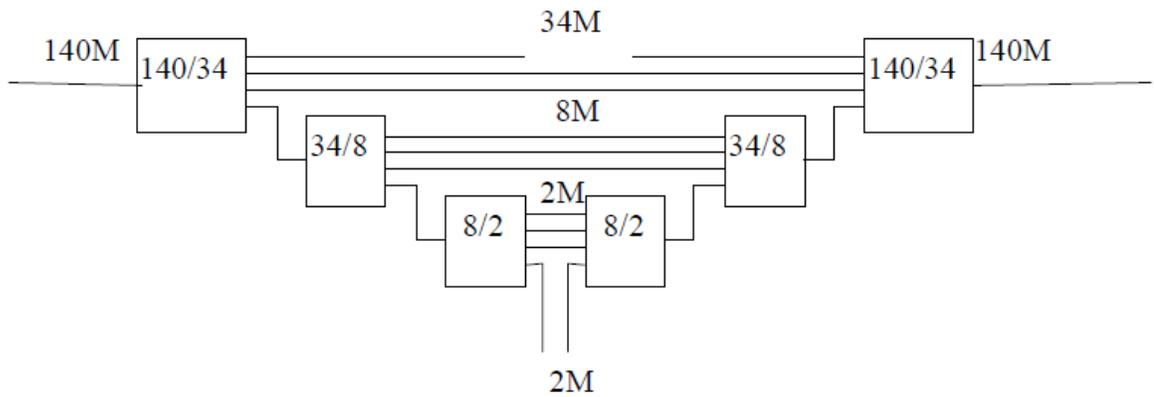


Figura 37. Multiplexación de PDH

Mientras que en SDH el primer nivel de la jerarquía es STM-1, es posible identificar y extraer una señal de orden inferior dentro de un flujo de orden superior. Por ejemplo, es posible extraer un STM-1 de un STM-64. Esta multiplexación es un entrelazado de octetos de 4 señales de la jerarquía inferior, no existen bits “nuevos”: de relleno o supervisión.

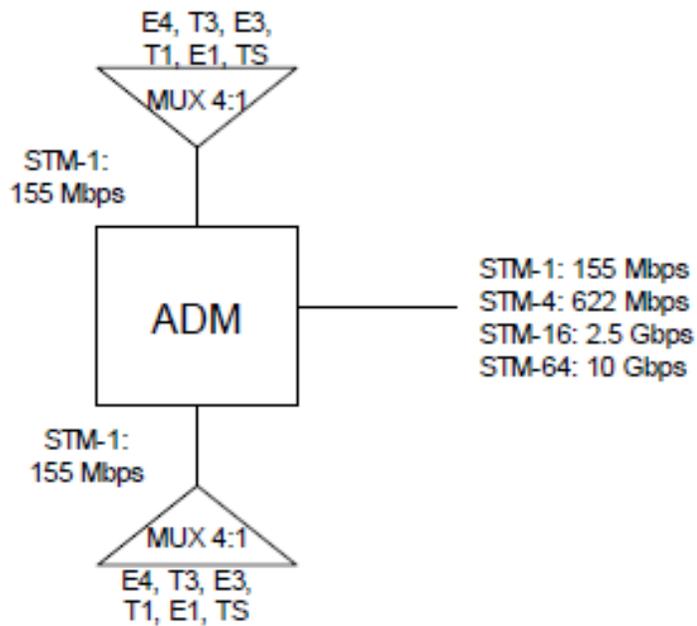


Figura 38. Multiplexación de SDH

Como se puede observar en la comparación del nivel de jerarquía de multiplexación nos damos cuenta que SDH tiene la posibilidad de transportar y mezclar señales de diferente jerarquías PDH en un mismo STM-1, al igual que tiene la posibilidad de transportar tramas ATM, en comparación de PDH.

5.1.4.- Estructura de la Trama

Estructura de la trama de PDH

- El tiempo que ocupa una trama es 125 μ s.
- Cada canal tiene 8 bit y 64 Kbps.
- Tiene 2 canales de control: El 0 de sincronismo y 16 de señalización.
- Tiene 30 canales de datos: Del 1-15 y del 17-31.
- En total son 256 bits y la velocidad se calcula como: $256\text{b}/125\mu\text{s} = 2048 \text{ Kbps}$.

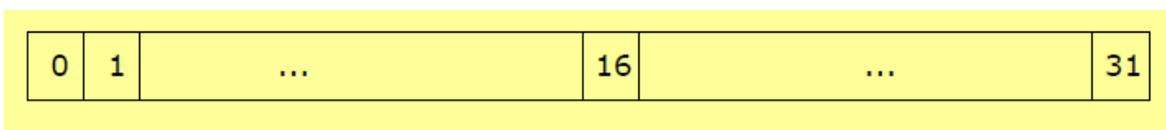


Figura 39. Estructura de la trama de PDH

Estructura de la trama de SDH

- El tiempo que ocupa una trama es 125 μ s.
- Velocidad de transmisión básica de 155,52Mb/s.
- Está constituida por 270 columnas y 9 filas de bytes.
- Estructurado en octetos.
- Transmite de izquierda a derecha y de arriba a abajo.
- Tasa de transferencia: $270*N*9*8(\text{bit})/125(\mu\text{s})$.

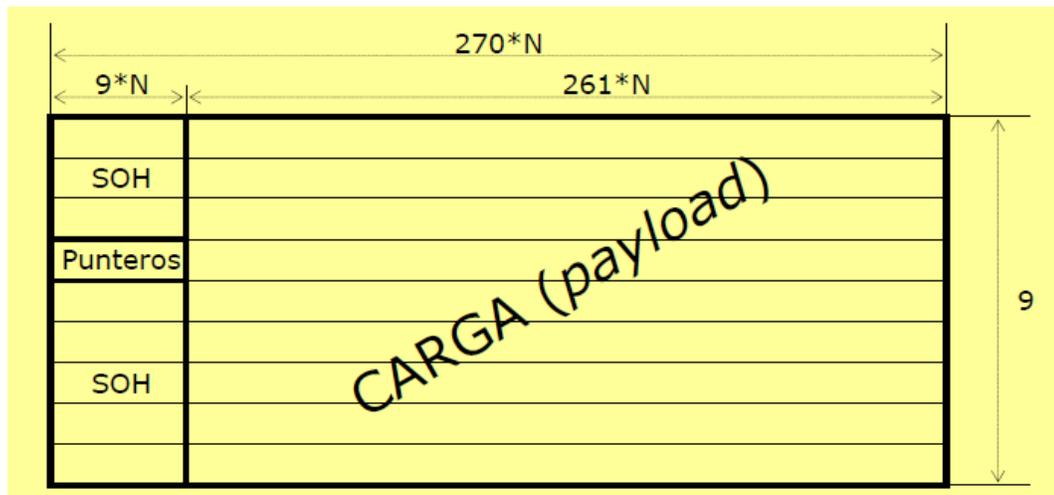


Figura 40. Estructura de la trama de SDH

5.2.- Crecimiento de CNT EP Riobamba

Actualmente, la banda ancha es uno de las mejores opciones que dispone CNT EP Riobamba ya que permite disfrutar una velocidad de datos mucho más superior que lo que sucede con el acceso vía dial-up. Además, la banda ancha también permite mantener un permanente acceso a Internet sin interrumpir la conexión telefónica ya que recurren a módems externos.

CNT EP Riobamba ha tenido un gran crecimiento gracias a la migración existente de la tecnología PDH a la tecnología SDH.

CNT EP Riobamba con la tecnología PDH la cual manejaba internet vía dial-up y no se tenía una gran cantidad de usuarios de telefonía, la CNT EP Riobamba tenía dos únicas centrales las cuales se interconectaban vía radio y fibra óptica, estas eran la Central Riobamba Centro donde se tenía 1000 usuarios de telefonía fija y 100 a 200 usuarios de internet, y la Central Riobamba Norte donde se tenía 5000 usuarios de telefonía fija y 200 usuarios de internet.

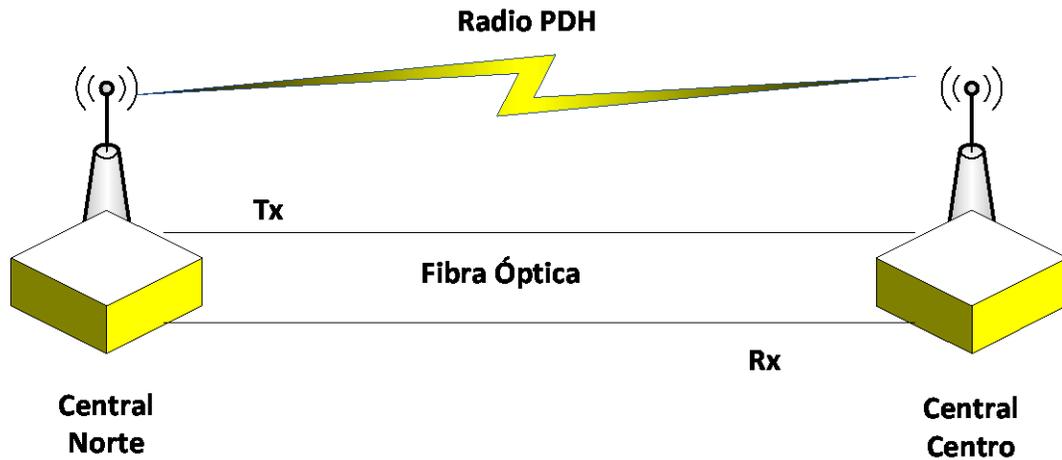


Figura 41. Estructura de PDH de CNT EP Riobamba

En la actualidad CNT EP Riobamba gracias a la tecnología SDH maneja un gran ancho de banda y maneja disponibilidad de mas usuarios de telefonía fija, la CNT EP Riobamba tiene varias pequeñas centrales llamadas AMG`s, las cuales están interconectadas por fibra óptica, estas permiten brindan internet y telefonía para los usuarios, la CNT EP Riobamba en la actualidad tiene 12954 usuarios de internet de una capacidad de 19929 puertos de internet, al igual que tiene 40935 abonados de telefonía fija de una capacidad de 54393 abonados de telefonía fija.

 CNT. EP RIOBAMBA		
INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA Y TELEFONIA FIJA		
	Usuarios de Internet	Usuarios de telefonía Fija
PDH	300	6000
SDH	19929	54393

Tabla 13. Infraestructura de banda ancha y telefonía fija.

Al igual CNT EP Riobamba tiene interconexión con varias ciudades del país, en la actualidad la CNT EP Riobamba tiene conexión con Cuenca y Ambato con las cuales tiene enlaces vía fibra óptica, CNT EP Riobamba en vista a cortes de fibra óptica y que no se tiene enlaces de respaldo, se está haciendo estudios de tener enlaces de respaldos vía radio, estos enlaces serán con tecnología SDH

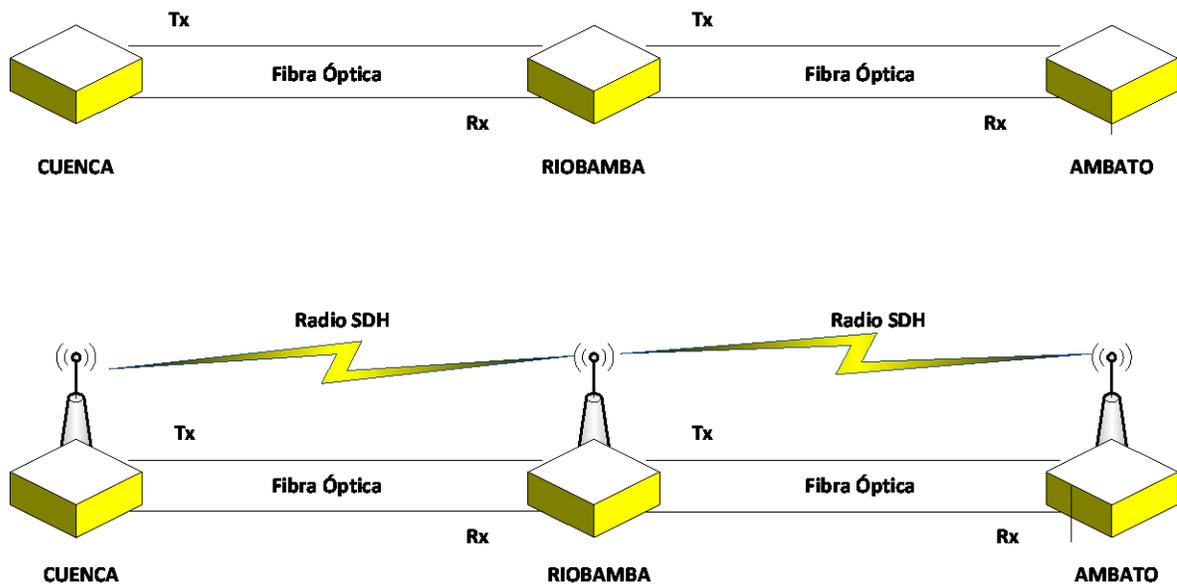


Figura 42. Enlaces de CNT EP Riobamba con otras ciudades.

5.3.- PDH versus SDH

5.3.1.- Ventajas y desventajas de PDH vs SDH

La siguiente tabla presenta un resumen, a modo de comparación, de las características de ambas jerarquías.

	PDH	SDH
Tipo de red	Plesiócrona	Sincrónica
Tipo de Multiplexado	Asincrónico, intercalación por bits	Sincrónico con punteros, intercalación por byte
Acceso a canales de bajo nivel	Solo por demultiplexado	Por simple evaluación del puntero
Velocidades máximas	No especificadas las mayores de 140 Mbps	Especificada N*155,520 Mbps hasta N=255
Entramado	Octeto a octeto en el nivel básico. Bit a bit en los posteriores.	Octeto a octeto en todos los niveles.
Duración de la trama	Distinta en cada nivel	125ms en todos los niveles
Recuperación de carga	Alineándose a la trama de cada nivel y deshaciendo la multiplexión hasta llegar a la carga.	Identificando la posición de la carga, gracias a los punteros. Inserción y extracción rápida de tributarios.
Canales de servicio	Baja capacidad de los canales de servicio. Se forman multitramas para utilizar los bits de reserva.	Canales de servicio de gran capacidad. Útiles para labores de mantenimiento y gestión de red.
Interfaces normalizados	Sólo los eléctricos.	Se definen interfaces ópticos para altas velocidades.
Capacidad de transporte de carga	Limitada.	Muy variada , manejo muy flexible de capacidades diversas: PDH, ATM, TV
Usado preferentemente en enlaces	Internacionales	Nacionales

Tabla 14. Comparación PDH vs SDH

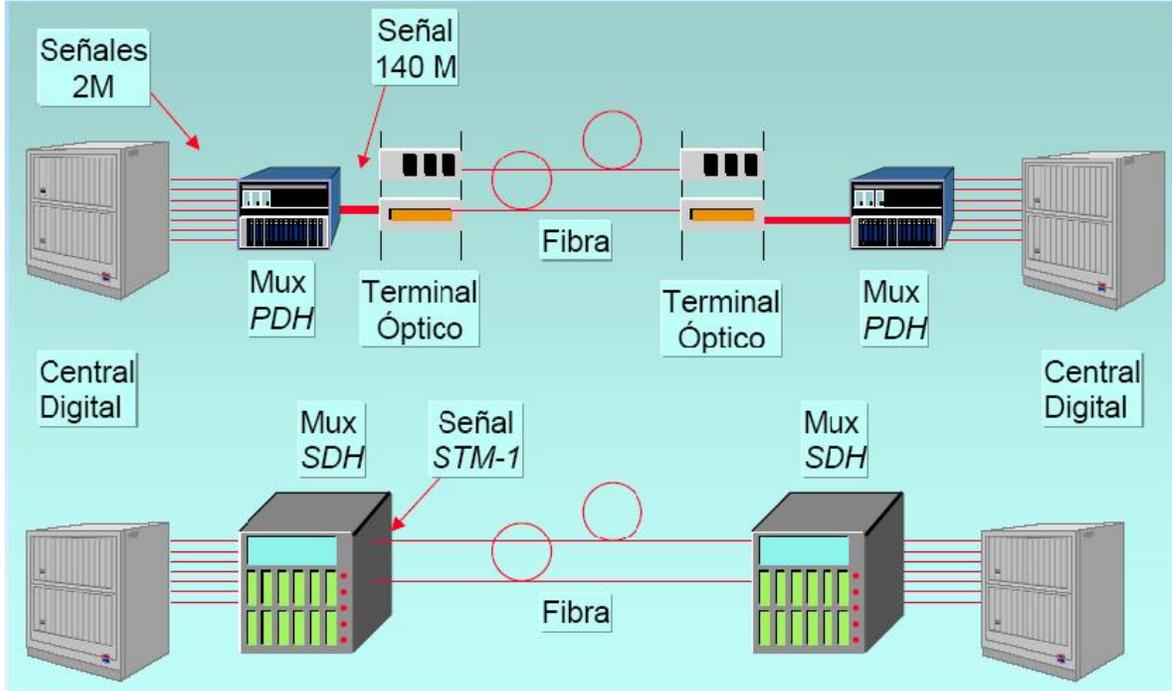


Figura 43. Comparación PDH vs SDH

5.4.- ESTUDIO ECONÓMICO

Existe una creciente demanda de conexiones de alto ancho de banda en los mercados del mundo. Sin embargo, actualizar el ancho de banda de las tecnologías tradicionales, como DSL (línea de abonado digital), conexiones inalámbricas y de cable coaxial, se está haciendo incluso más retador ya que estas tecnologías están más cerca de sus límites prácticos de capacidad. La competencia entre operadores de red está obligándoles a diferenciar sus ofertas proporcionando más y mejores servicios a sus clientes, que a su vez requieren las últimas tecnologías.

El suministro de servicios triple-play (datos, voz y vídeo) a precios competitivos es esencial en este entorno de mercado. Los actuales despliegues de acceso de fibra en Japón y Estados Unidos ofrecen a los abonados acceso de banda ancha a precios de dos a tres veces los precios de los servicios DSL, dependiendo de la velocidad y del mercado.

Ha tenido que transcurrir casi una década para que la banda ancha (conexión a Internet a mayor velocidad) ya no sea un privilegio de pocos usuarios.

Una de las razones para que esta expansión haya tardado, según las autoridades de telecomunicaciones, ha sido que durante este tiempo el país tenía que conectarse a un solo cable submarino para transmitir la información. Hoy, las opciones son más amplias y se pueden realizar conexiones a través de otros cables. Por eso, incluso, el costo del servicio ha disminuido hasta un 50%.

En 2005, la actual Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) fue la primera en forzar el precio a la baja, al aprovechar la propiedad del cable submarino Panamericano y reducir el precio al público. En ese entonces, conectarse a Internet banda ancha fluctuaba en el mercado entre USD 890 y USD 90 mensuales.

La CNT, a través de Andinatel y Pacifictel, lo ofrecían a USD 60. Y hoy, el servicio, según la velocidad de conexión, varía entre USD 18 y USD 107 al mes.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) quiere presionar los precios a la baja y lanzó sus planes que aumentan la velocidad al mismo precio. Por USD 18 se ofrecía una velocidad de 128 kilobytes por segundo (Kbps). Ahora por el mismo precio se entrega más del doble de ancho de banda. La Superintendencia de Telecomunicaciones (Supertel) calcula en 1,8 millones los usuarios de internet, lo cual significa un 13% de penetración del servicio.

5.4.1.- Inversiones

En cuanto a la inversión en Activos Fijos como: equipo de telecomunicaciones, se determinó basándose en la capacidad del AMG y mediante precios proporcionados por la CNT.

5.4.2.- Costo de Planta Interna

El monto de recursos que la CNT EP Riobamba, requiere para implementar un AMG, asciende a 87.000 USD, cantidad considerada como el total de la inversión inicial.

DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
EQUIPO DE TRANSMISION OSN4500A	1	22.000	22.000
EQUIPO DE CONMUTACION AMG	1	33.000	33.000
EQUIPO DE FUERZA	1	10.000	10.000
AIRE ACONDICIONADO	1	1.000	1.000
DISTRIBUCION	1	21.000	21.000
TOTAL :			87.000

Tabla 15. Costo de inversión de un AMG en la CNT EP Riobamba

El monto de recursos que la CNT EP Riobamba, que requirió para implementar los AMG`s existentes hasta hoy, asciende a 2.175.000 USD.

DESCRIPCION	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
EQUIPO DE TRANSMISION OSN4500A	25	22.000	550.000
EQUIPO DE CONMUTACION AMG	25	33.000	825.000
EQUIPO DE FUERZA	25	10.000	250.000
AIRE ACONDICIONADO	25	1.000	25.000
DISTRIBUCION	25	21.000	525.000
TOTAL :			2.175.000

Tabla 16. Costo de inversión de los AMG`s existentes en la CNT EP Riobamba

5.4.3.- Costo de Planta Externa

Este presupuesto ha sido elaborado tomando la información proporcionada por la CNT EP Riobamba. Se debe tomar en cuenta que este presupuesto incluye el costo de montaje, canalización, postes, pruebas, así como mano de obra.

CENTRAL	ABONADOS				RED SECUNDARIA	RED PRIMARIA	COSTO CNT
	A	B	C	TOTAL			
CENTRAL NODO SUR (RIO2)	0	841	27	868	69.440	104.160	173.600
CERRO NEGRO (NQU1)	0	758	9	767	61.360	92.040	153.400
CIUDADELA POLITECNICA (RIO2)	0	362	11	373	29.840	44.760	74.600
COLEGIO CHIRIBOGA (RIO2)	0	680	3	683	54.640	81.960	136.600
COLEGIO CISNEROS (NQU1)	0	509	7	516	41.280	61.920	103.200
COLEGIO MALDONADO (NQU1)	0	237	2	239	19.120	28.680	47.800
COMPLEJO LA PANADERIA (NQU1)	0	995	7	1.002	80.160	120.240	200.400
COMUNIDAD CHIMBORAZO (NQU1)	0	61	0	61	4.880	7.320	12.200
COOP. RIOBAMBA LTDA. (RIO2)	0	161	8	169	13.520	20.280	33.800
EL BATAN (RIO2)	0	268	1	269	21.520	32.280	53.800
EL PORVENIR (RIO2)	0	246	6	252	20.160	30.240	50.400
ESPOCH (NQU1)	0	971	20	991	79.280	118.920	198.200
HOSPITAL POLICLINICO (RIO2)	0	519	1	520	41.600	62.400	104.000
LA LIBERTAD (RIO2)	0	323	3	326	26.080	39.120	65.200
LAS ACACIAS (NQU1)	0	31	0	31	2.480	3.720	6.200
LIBERACION POPULAR (RIO2)	0	689	7	696	55.680	83.520	139.200
MERCADO ORIENTAL (NQU1)	1	812	11	824	65.920	98.880	164.800
MUJERES CHIMBORACENCES (NQU1)	1	451	1	453	36.240	54.360	90.600
PLAZA DAVALOS (NQU1)	0	492	17	509	40.720	61.080	101.800
PASEO SHOPPING (NQU1)	0	1	95	96	7.680	11.520	19.200
PUENTE CHIBUNGA (RIO2)	0	264	8	272	21.760	32.640	54.400
RIOBAMBA	39	18.613	2.128	20.780	1.662.400	2.493.600	4.156.000
RIOBAMBA 2	0	6.846	204	7.050	564.000	846.000	1.410.000
SAN RAFAEL (RIO2)	0	740	9	749	59.920	89.880	149.800
SUPTEL (RIO2)	0	246	4	250	20.000	30.000	50.000
UNACH (NQU1)	0	415	20	435	34.800	52.200	87.000
YARUQUIES (RIO2)	0	569	4	573	45.840	68.760	114.600
RIOBAMBA INA CDMA 450 (NQU1)	110	1.069	2	1.181	94.480	141.720	236.200
TOTAL:	151	38.169	2.615	40.935	3.274.800	4.912.200	8.187.000

Tabla 17. Costo de inversión de red primaria y red secundaria.

5.4.4.- Ingresos por servicio de Voz

CENTRAL	ABONADOS				COSTO ABONADO		COSTO TOTAL CNT(en el primer mes)	COSTO TOTAL CNT
	A	B	C	TOTAL	Consumo	Instalación		
CENTRAL NODO SUR (RIO2)	0	841	27	868	10	60	60.760	8.680
CERRO NEGRO (NQU1)	0	758	9	767	10	60	53.690	7.670
CIUDADELA POLITECNICA (RIO2)	0	362	11	373	10	60	26.110	3.730
COLEGIO CHIRIBOGA (RIO2)	0	680	3	683	10	60	47.810	6.830
COLEGIO CISNEROS (NQU1)	0	509	7	516	10	60	36.120	5.160
COLEGIO MALDONADO (NQU1)	0	237	2	239	10	60	16.730	2.390
COMPLEJO LA PANADERIA (NQU1)	0	995	7	1.002	10	60	70.140	10.020
COMUNIDAD CHIMBORAZO (NQU1)	0	61	0	61	10	60	4.270	610
COOP. RIOBAMBA LTDA. (RIO2)	0	161	8	169	10	60	11.830	1.690
EL BATAN (RIO2)	0	268	1	269	10	60	18.830	2.690
EL PORVENIR (RIO2)	0	246	6	252	10	60	17.640	2.520
ESPOCH (NQU1)	0	971	20	991	10	60	69.370	9.910
HOSPITAL POLICLINICO (RIO2)	0	519	1	520	10	60	36.400	5.200
LA LIBERTAD (RIO2)	0	323	3	326	10	60	22.820	3.260
LAS ACACIAS (NQU1)	0	31	0	31	10	60	2.170	310
LIBERACION POPULAR (RIO2)	0	689	7	696	10	60	48.720	6.960
MERCADO ORIENTAL (NQU1)	1	812	11	824	10	60	57.680	8.240
MUJERES CHIMBORACENCES (NQU1)	1	451	1	453	10	60	31.710	4.530
PLAZA DAVALOS (NQU1)	0	492	17	509	10	60	35.630	5.090
PASEO SHOPPING (NQU1)	0	1	95	96	10	60	6.720	960
PUENTE CHIBUNGA (RIO2)	0	264	8	272	10	60	19.040	2.720
RIOBAMBA	39	18.613	2.128	20.780	10	60	1.454.600	207.800
RIOBAMBA 2	0	6.846	204	7.050	10	60	493.500	70.500
SAN RAFAEL (RIO2)	0	740	9	749	10	60	52.430	7.490
SUPTTEL (RIO2)	0	246	4	250	10	60	17.500	2.500
UNACH (NQU1)	0	415	20	435	10	60	30.450	4.350
YARUQUIES (RIO2)	0	569	4	573	10	60	40.110	5.730
RIOBAMBA INA CDMA 450 (NQU1)	110	1.069	2	1.181	10	60	82.670	11.810
TOTAL:	151	38.169	2.615	40.935	280	1.680	2.865.450	409.350

Tabla 18. Ingresos por servicio de Voz.

5.4.4.- Ingresos por servicio de Internet

DISTRIBUIDOR	PUERTOS OCUPADOS	TOTAL DE PUERTOS	COSTO ABONADO		COSTO ACTUAL CNT(en el primer mes)	COSTO TOTAL CNT(en el primer mes)	COSTO ACTUAL CNT	COSTO TOTAL CNT
			Consumo	Instalación				
RIOBAMBA	7.183	12.276	18	50	488.444	834.768	129.294	220.968
RIOBAMBA NORTE	2.666	2.824	18	50	181.288	192.032	47.988	50.832
AMG.LA LIBERTAD	35	50	18	50	2.380	3.400	630	900
AMG.POLITECNICA	101	164	18	50	6.868	11.152	1.818	2.952
AMG.POLICLINICO	115	187	18	50	7.820	12.716	2.070	3.366
AMG.COOP.RIOBAM	34	39	18	50	2.312	2.652	612	702
AMG.C.CHIRIBOGA	89	108	18	50	6.052	7.344	1.602	1.944
AMG.LIBERACION	87	108	18	50	5.916	7.344	1.566	1.944
AMG.SAN.RAFAEL	76	87	18	50	5.168	5.916	1.368	1.566
AMG.NODO.SUR	86	108	18	50	5.848	7.344	1.548	1.944
AMG.SUPERTEL	36	44	18	50	2.448	2.992	648	792
AMG.C.CISNEROS	256	512	18	50	17.408	34.816	4.608	9.216
AMG.EL.PORVENIR	49	54	18	50	3.332	3.672	882	972
AMG.P.CHIBUNGA	52	58	18	50	3.536	3.944	936	1.044
AMG.PANADERIA	458	512	18	50	31.144	34.816	8.244	9.216
AMG.PLAZA.DAVA	201	256	18	50	13.668	17.408	3.618	4.608
AMG.C.MALDONADO	105	384	18	50	7.140	26.112	1.890	6.912
AMG.UNACH	176	352	18	50	11.968	23.936	3.168	6.336
AMG.MUJERES.CHI	171	320	18	50	11.628	21.760	3.078	5.760
AMG.CERRO.NEGRO	295	416	18	50	20.060	28.288	5.310	7.488
AMG.M.ORIENTAL	310	336	18	50	21.080	22.848	5.580	6.048
MSAN.ESPOCH	204	288	18	50	13.872	19.584	3.672	5.184
MSAN.PASEO SHOPING	22	160	18	50	1.496	10.880	396	2.880
AMG.YARUQUIES	89	94	18	50	6.052	6.392	1.602	1.692
AMG.EL.BATAN	43	48	18	50	2.924	3.264	774	864
MSAN.LAS ACACIAS	15	144	18	50	1.020	9.792	270	2.592
TOTAL	12.954	19.929	468	1.300	880.872	1.355.172	233.172	358.722

Tabla 19. Ingresos por servicio de Internet.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

Al llegar al final de este estudio hemos concluido que las ventajas que tiene SDH con respecto a PDH son muchas y muy importantes.

La rapidez con la que avanza la tecnología nos deja siempre a la expectativa de lo que sucederá en un futuro es por eso que se ve la necesidad de adaptarse tratando de aprovechar los recursos ya existentes.

La jerarquía SDH permite de una manera rápida y fácil cumplir con los requerimientos de las redes que manejan altas capacidades y variados tipos de tráfico, mediante la utilización de fibra óptica monomodo, es el caso de la CNT EP en la ciudad de Riobamba, que brinda el servicio de voz, datos y video.

CNT EP Riobamba debido a la gran demanda de transmisión de voz datos y video se vio en la necesidad de migrar de la tecnología PDH a la tecnología SDH, implementando armarios inteligentes como son los UA5000 que permiten un manejo de hasta 10G e incluso instalación de tarjetas adicionales ADSL.

Una de las ventajas de la jerarquía SDH es que nos permite manejar flujos de información superiores a los de la jerarquía PDH, además de permitirnos el acceso a una red digital de servicios integrados que provea a los usuarios de servicios de voz, datos y video todos por un mismo cable, esto solo es posible mediante la implementación de redes digitales con Jerarquía Digital Síncrona por medio de fibra óptica.

El propósito de este estudio es evaluar las dos tecnologías PDH vs SDH, y porque un plan migratorio facilita el proceso de transición de equipos mientras el sistema de comunicaciones mantiene un funcionamiento normal, brindando varias alternativas de información, entretenimiento, calidad con mayor ancho de banda y velocidad.

Nosotros como profesionales debemos desarrollar nuestras capacidades para adaptarnos a nuevas tecnologías, por lo cual es necesario iniciar el camino hacia la implementación de estos.

Una vez que se ha realizado el estudio y obteniendo las conclusiones del mismo puedo decir que se satisfacen los objetivos iniciales y concluir finalmente que es una acertada manera de incorporarnos a la nueva era de tecnologías así como accesibilidad a los servicios de Telecomunicaciones.

La implementación de los enlaces utilizando Jerarquía Digital Síncrona obligó que con el tiempo toda la red de comunicaciones migre hacia esta tecnología, implementando modelos de interconexión en anillo, con lo que se consiguió una red más confiable, sólida y segura, que brinda además nuevos servicios propios de esta tecnología.

Se concluye que el costo total del enlace de Red Primaria, es el aspecto más importante que fue considerado para aplicar el cambio de tecnología, puesto que los servicios de telecomunicaciones técnicamente estarían en su totalidad garantizados para los usuarios implementando el AMG.

El cambio de tecnología se financio 100% con recursos de la empresa CNT EP Riobamba; debido a que esta dispone de una alta liquidez, como resultado de su eficiente administración, lo que le permite efectuar reinversiones con la utilización de tecnología de última generación en el sector de las telecomunicaciones y así brindar otros servicios a los usuarios.

6.2.- RECOMENDACIONES

La Fibra Óptica que conforma la infraestructura de CNT EP Riobamba, se podría utilizar para aplicaciones futuras como implementación de servicios triple play.

Para el futuro se podría probar el estudio de una red por fibra óptica hacia el abonado para mejorar la velocidad y calidad de servicio.

Recomendamos ampliamente la implementación y aprovechamiento de los sistemas SDH, ya que con ello CNT EP Riobamba ha podido incrementar la calidad y la capacidad de la información que transmite.

También con estos sistemas se ha podido llegar lugares de difícil acceso como por ejemplo en la telemedicina o evitar la movilización de personal de una ciudad a otra, al tener un servicio de teleconferencia.

Es necesario contar con personal capacitado en estas nuevas tendencias tecnológicas ya que indiscutiblemente la infraestructura de telecomunicaciones apunta al crecimiento con mayores y mejores servicios.

Se recomienda realizar un estudio de WDM que es una tecnología de multiplexación, la misma que forma parte de las redes ópticas de nueva generación, que ofrece servicios como proveer de mayor ancho de banda al usuario final.

BIBLIOGRAFIA

- CAMPANNY, José. y ORTEGA, Beatriz. Redes Ópticas. 2a. ed. Valencia, España, Edisofer, 2002.
- BLANCO, Adolfo. Formulación y Evaluación de Proyectos. Madrid, España, Edisofer, 2005.
- GARCÍA, Santiago. Técnica en telecomunicaciones. Madrid, España, Cultural, 2002.
- UNIVERSIDAD ARTURO PRAT. Apuntes de telecomunicaciones. Iquite, Chile, Virtual, 2004.
- GUILLERMO MATA GÓMEZ, SDH un estándar para redes de telecomunicación óptica, 1996
- GUILLERMO E. GÓMEZ, Laboratorio de Comunicaciones II.
- HERRERA, Enrique. Introducción a las telecomunicaciones modernas. Madrid, España, Edisofer, 2002.
- WAYNEY TOMASI, Sistema de Comunicaciones Electrónicas, Editorial Prentice Hall, Cuarta edición, 2003.
- STALLINGS, William, Comunicaciones y redes de computadoras, pt. 1, año 2004.
- CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CNT EP). Revista de información para Técnicos. Quito, Ecuador, Andinatel, 2002.

- CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CNT EP).
Planimetría de red de anillos y AMG`s. Riobamba, Ecuador, CNT, 2011.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

- REGLAMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES, <http://www.supertel.gov.ec>
- ESTÁNDARES DE TELECOMUNICACIONES, <http://www.iyu.int/home/index.html>
- ESTÁNDARES DE TELECOMUNICACIONES, <http://www.iee.com>
- TECNOLOGÍA UTILIZADA EN LA EMPRESA, <http://www.stelecom.com>
- CARACTERÍSTICAS DE SERVICIOS OFERTADOS, <http://www.andinadatos.com.ec>
- TECNOLOGÍA OFERTADA, <http://www.huawei.com>
- POLÍTICAS DE LA COORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CNT EP), <http://www.cnt.com.ec>
- TECNOLOGÍA SDH, <http://iie.fing.esdu.uy/~javierp/SDH/Trasparencias%20de%20la%20clases%20y%20v%20vario/pdh-alineamiento/>

- CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA,
<http://www.c3comunicaciones.es/Fichas/Conect%20eproxy.pdf>
- EQUIPOS DE TRANSMISIÓN HUAWEI,
<http://www.huawei.com/products/ngn/solutions/view.do?id=86>
- EQUIPOS DE TELEFONÍA NGN HUAWEI,
<http://www.huawei.com/products/ngn/products/view.do?id=108>

ACRÓNIMOS

- ADM** Add/Drop Multiplexer (multiplexor de inserción-extracción)
- AMG** Access Media Gateway (Acceso Media Gateway)
- ATM** Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asincrono)
- AU** Administrative Unit (unidad administrativa)
- AUG** Administrative Unit Group (grupo de unidades administrativas)
- B-DCS** Broadband Digital Crossconnect (crosconector digital de banda ancha)
- DCC** Data Communication Channel (canal de comunicación de datos)
- DXC** Digital Crossconnect (crosconector digital)
- FDM** Frequency Division Multiplexing (multiplexación por división de frecuencia)
- IP** Internet Protocol (protocolo de internet)
- ISDN** Integrated Services Digital Network (red de servicios digitales integrados)
- ITU** International Telecommunications Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
- LAN** Local Area Network (red de área local)
- LOH** Line Overhead (encabezado de línea)
- MAN** Metropolitan Area Network (red de área metropolitana)
- MPLS** MultiProtocol Label Switching (Conmutación de etiquetas multiprotocolo)
- MSAG** Multiservice Access Gateway (Pasarelas de Acceso Multiservicio)
- MSOH** Multiplexor Section Overhead (encabezado de sección del multiplexor)

MTU Maximum Transfer Unit (Unidad máxima de transferencia)

OAM&P Operation, Administration, Maintenance and Provisioning (operación, administración, mantenimiento y provisionamiento)

PCM Pulse Code Modulation (modulación por codificación de pulsos)

PDH Plesiochronous Digital Hierarchy (jerarquía digital plesiócrona)

POH Path Overhead (encabezado de trayectoria)

PRC Primary Reference Clock (reloj de referencia primario)

PSTN Public Switched Telephone Network (red pública de telefonía conmutada)

RSOH Regenerator Section Overhead (encabezado de sección del regenerador)

SDH Synchronous Digital Hierarchy (jerarquía digital síncrona)

SOH Section Overhead (encabezado de sección)

SONET Synchronous Optical Network (red óptica síncrona)

SPE Synchronous Payload Envelope (cubierta de la carga útil síncrona)

STM Synchronous Transport Module (módulo de transporte síncrono)

STS Synchronous Transport Signal (señal de transporte síncrona)

TDM Time Division Multiplexing (multiplexación por división de tiempo)

TM Terminal Multiplexer (multiplexor terminal)

TMN Telecommunications Management Network (administración de la red de telecomunicaciones)

TOH Transport Overhead (encabezado de transporte)

TU Tributary Unit (unidad tributaria)

TUG Tributary Unit Group (grupo de unidades tributarias)

VC Virtual Container (contenedor virtual)

VT Virtual Tributary (tributaria virtual)

W-DCS Wideband Digital Crossconnect (crosconector digital de banda extensa)

ANEXOS

ANEXO A.

TABLA DE INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA PROPORCIONADO POR LA CNT

		<h1>CNT. EP RIOBAMBA</h1>				
INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA						
PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	CODIGO DE DISTRIBUIDOR	DISTRIBUIDOR	OCUPADOS	TOTAL
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	107	RIOBAMBA	7183	12276
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	207	RIOBAMBA NORTE	2666	2824
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	464	AMG.LA LIBERTAD	35	50
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	465	AMG.POLITECNICA	101	164
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	466	AMG.POLICLINICO	115	187
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	467	AMG.COOP.RIOBAM	34	39
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	502	AMG.C.CHIRIBOGA	89	108
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	503	AMG.LIBERACION	87	108
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	509	AMG.SAN.RAFAEL	76	87
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	513	AMG.NODO.SUR	86	108
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	518	AMG.SUPERTEL	36	44
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	520	AMG.C.CISNEROS	256	512
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	521	AMG.EL.PORVENIR	49	54
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	524	AMG.P.CHIBUNGA	52	58
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	548	AMG.PANADERIA	458	512
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	549	AMG.PLAZA.DAVA	201	256
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	550	AMG.C.MALDONADO	105	384
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	551	AMG.UNACH	176	352
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	571	AMG.MUJERES.CHI	171	320
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	573	AMG.CERRO.NEGRO	295	416
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	574	AMG.M.ORIENTAL	310	336
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	1348	MSAN.ESPOCH	204	288
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	RIOBAMBA	1376	MSAN.PASEO SHOPING	22	160
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	YARUQUIES	525	AMG.YARUQUIES	89	94
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	YARUQUIES	526	AMG.EL.BATAN	43	48
CHIMBORAZO	RIOBANBA	VELASCO	1360	MSAN.LAS ACACIAS	15	144
					12954	19929

ANEXO B.

TABLA DE INFRAESTRUCTURA DE TELEFONIA FIJA PROPORCIONADO POR LA CNT

CANTÓN		CENTRAL	ACRÓNIMO	ABONADOS				LÍNEAS DE SERVICIO	TERMINALES DE USO PÚBLICO	CONMUTACIÓN				TRANSMISIÓN			CENTRO CONEXIÓN
NOMBRE	PARROQUIA NOMBRE			A	B	C	TOTAL			FABRICANTE	MODELO	CAPACIDAD	TIPO	MICROONDA	SATELITAL	FIBRA ÓPTICA	
		TOTAL:		151	38.169	2.615	40.935	147	303	54.393				E1's	E1's	E1's	
RIOBAMBA	RIOBAMBA	CENTRAL NODO SUR (RIO2)	RIO3	0	841	27	868	5	6	HUAWEI	UA5000	900	AMG	0	0	4	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	CERRO NEGRO (NQU1)	CNEG	0	758	9	767	2	6	HUAWEI	UA5000	900	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	CIUDADELA POLITÉCNICA (RIO2)	CPLT	0	362	11	373	1	1	HUAWEI	UA5000	650	AMG	0	0	3	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COLEGIO CHIRIBOGA (RIO2)	CCHR	0	680	3	683	1	6	HUAWEI	UA5000	1000	AMG	0	0	4	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COLEGIO CISNEROS (NQU1)	CCSN	0	509	7	516	2	2	HUAWEI	UA5000	1000	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COLEGIO MALDONADO (NQU1)	CMLD	0	237	2	239	3	2	HUAWEI	UA5000	400	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COMPLEJO LA PANADERIA (NQU1)	CPAN	0	995	7	1.002	2	10	HUAWEI	UA5000	1152	AMG	0	0	2	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COMUNIDAD CHIMBORAZO (NQU1)	CCHI	0	61	0	61	0	0	ALCATEL	LITESPAN	288	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	COOP. RIOBAMBA LTDA. (RIO2)	CRBL	0	161	8	169	1	0	HUAWEI	UA5000	400	AMG	0	0	2	RIO2
RIOBAMBA	YARUQUIES	EL BATÁN (RIO2)	EBTN	0	268	1	269	1	3	HUAWEI	UA5000	500	AMG	0	0	2	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	EL PORVENIR (RIO2)	EPRV	0	246	6	252	1	0	HUAWEI	UA5000	300	AMG	0	0	2	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	ESPOCH (NQU1)	ESPH	0	971	20	991	2	8	ALCATEL	LITESPAN	1440	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	HOSPITAL POLICLINICO (RIO2)	HPLC	0	519	1	520	1	5	HUAWEI	UA5000	800	AMG	0	0	3	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	LA LIBERTAD (RIO2)	LLBR	0	323	3	326	1	3	HUAWEI	UA5000	600	AMG	0	0	3	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	LAS ACACIAS (NQU1)	ACIA	0	31	0	31	0	0	ALCATEL	LITESPAN	1152	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	LIBERACION POPULAR (RIO2)	LPOP	0	689	7	696	1	3	HUAWEI	UA5000	1000	AMG	0	0	4	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	MERCADO ORIENTAL (NQU1)	MORT	1	812	11	824	3	5	HUAWEI	UA5000	900	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	MUJERES CHIMBORACENCES (NQU1)	MCHM	1	451	1	453	2	1	HUAWEI	UA5000	600	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	PLAZA DAVALOS (NQU1)	PDVS	0	492	17	509	2	2	HUAWEI	UA5000	649	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	PASEO SHOPPING (NQU1)	PSHO	0	1	95	96	1	0	HUAWEI	UA5000	300	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	RIOBAMBA	PUENTE CHIBUNGA (RIO2)	PCHB	0	264	8	272	1	3	HUAWEI	UA5000	400	AMG	0	0	2	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	RIOBAMBA	RIOB	39	18.613	2.128	20.780	86	199	NEC	NEAX-61E	25528	CENTRAL	14	0	14	TDA
RIOBAMBA	RIOBAMBA	RIOBAMBA 2	RIO2	0	6.846	204	7.050	22	29	NEC	NEAX-SIGMA	9018	CENTRAL	0	0	12	RIOB
RIOBAMBA	RIOBAMBA	SAN RAFAEL (RIO2)	SRFA	0	740	9	749	1	3	HUAWEI	UA5000	900	AMG	0	0	4	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	SUPTEL (RIO2)	SUPT	0	246	4	250	1	0	HUAWEI	UA5000	300	AMG	0	0	2	RIO2
RIOBAMBA	RIOBAMBA	UNACH (NQU1)	UNCH	0	415	20	435	3	2	HUAWEI	UA5000	544	AMG	0	0	500	NQU1
RIOBAMBA	YARUQUIES	YARUQUIES (RIO2)	YROE	0	569	4	573	1	4	HUAWEI	UA5000	1200	AMG	0	0	4	RIO2
RIOBAMBA	SAN GERARDO	RIOBAMBA INA CDMA 450 (NQU1)	ROI	110	1.069	2	1.181	0	0	HUAWEI	BSC	1572	INALAMBRICO	0	0	1	NQU1

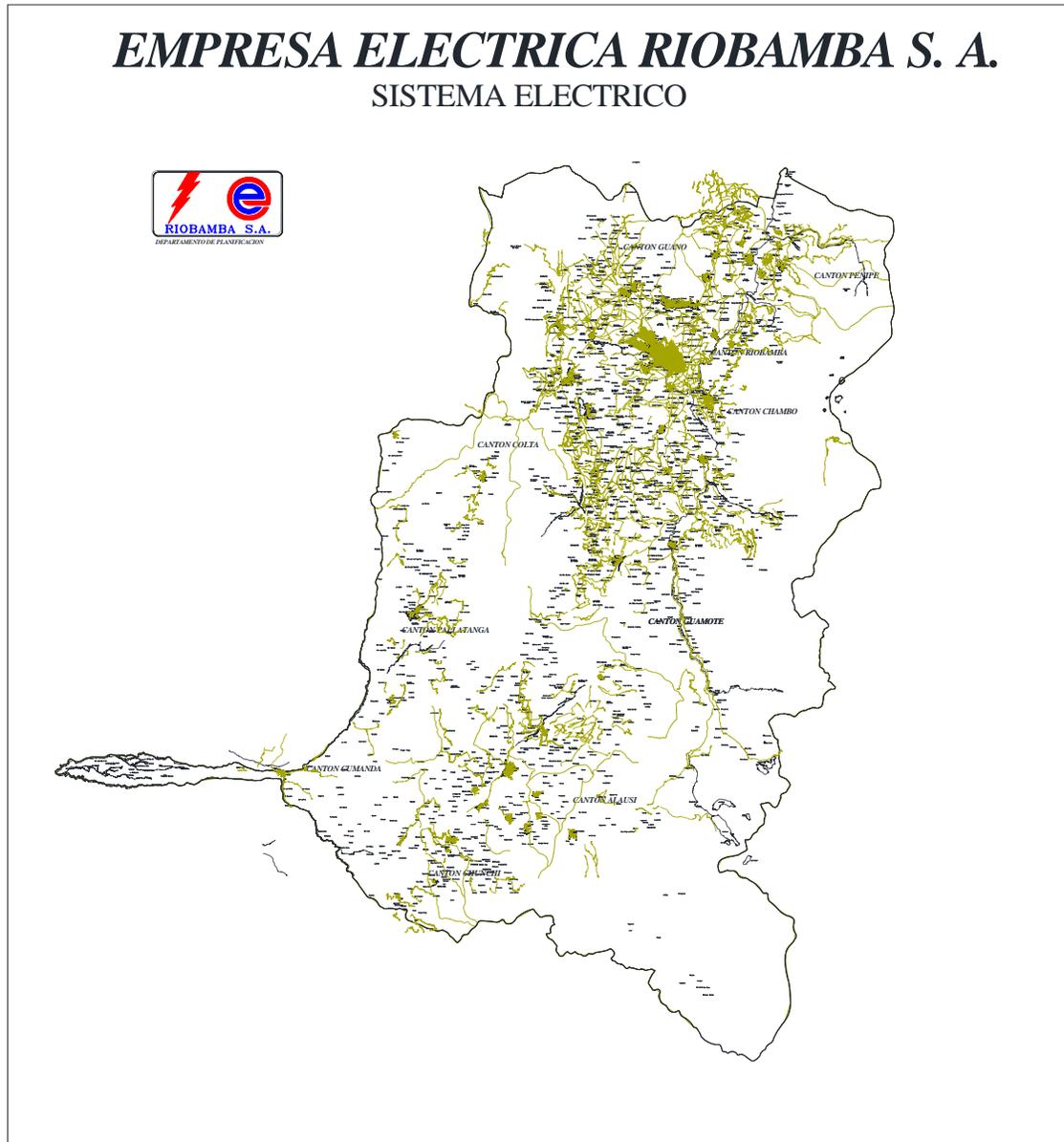
ANEXO C.

PLANIMETRÍA RED EXISTENTE ENTRE NODOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA



ANEXO D.

PLANIMETRÍA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO



ANEXO E.

**PLANIMETRIA DE RED EXISTENTE DE CNT EP EN LA CIUDAD
DE RIOBAMBA**

ANEXO F.

**PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO OCCIDENTAL Y SUS
AMG'S**

ANEXO G.

PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO ORIENTAL Y SUS AMG'S

ANEXO H.

PLANIMETRÍA EXISTENTE DEL NODO SUR Y SUS AMG'S