

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO  
ELECTRÓNICO

TEMA:  
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA MIGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA  
DE TRANSPORTE PDH A SDH DEL ENLACE MALL EL JARDÍN-  
IÑAQUITO DE LA CNT EP.

AUTOR:  
LUIS ANTONIO SANGOQUIZA CAIZA

DIRECTOR:  
LUIS GERMÁN OÑATE CADENA

Quito, marzo del 2015

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, marzo del 2015

-----

Luis Antonio Sangoquiza Caiza

CC: 1720675717

## **DEDICATORIA**

A mis padres Jorge y Dolores por el gran apoyo brindado durante este largo camino en el cuál con su amor y cariño, supieron llenarme de fuerzas para seguir adelante y no rendirme. También agradezco a mis hermanos Carlos y Margoth los cuales han sido un apoyo incondicional en mi vida. Y en especial va dedicado a mi abuela Manuela aunque ya no esté presente físicamente fue un apoyo muy importante para lograr mi meta.

Luis Sangoquiza C.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Politécnica Salesiana y a mi director de tesis el Ing. Luis Germán Oñate, por guiarme y brindarme su ayuda en el desarrollo de este proyecto.

A la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP por la oportunidad de realizar mi tesis y darme todas las facilidades para realizar este trabajo de inversión.

Luis Sangoquiza C.

## INDÍCE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	3
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1 Problema a resolver .....	3
1.2 Antecedentes .....	3
1.3 Pregunta.....	4
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 Justificación.....	5
1.6 Alcances .....	6
1.7 Metodología de la investigación.....	6
1.7.1 Investigación bibliográfica .....	7
1.7.2 Documentación .....	7
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	8
<b>ALTERNATIVA DE MIGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE TRANSPORTE PDH A SDH</b> .....	8
2.1 Definición de Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) .....	8
2.2 Ventajas PDH .....	10
2.3 Desventaja de PDH .....	10
2.3.1 Definición de Jerarquía Digital Síncrona SDH.....	11
2.3.2 Estructura de tramas SDH.....	12
2.3.3 Encabezado de selección SOH. ....	14
2.3.4 AU-Pointer.....	15
2.3.5 Información Payload.....	17
2.4 Multiplexación SDH.....	17
2.4.1 Definiciones de componentes de multiplexación SDH .....	17

2.5 Ventajas de SDH sobre PDH.....	20
2.6 Elementos de una red SDH .....	20
2.6.1 Regenerador .....	21
2.6.2 Multiplexor Terminal (TMs) .....	21
2.6.3 Multiplexor Add/drop (ADM).....	22
2.6.4 Transconectores digitales (DXC).....	22
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>24</b>
<b>PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>24</b>
3.1 Tramo de intervención para la propuesta de migración PDH a SDH.....	24
3.2 Situación actual del enlace. ....	25
3.3 Requerimientos de la CNT EP. ....	26
3.4 Propuesta de diseño del Sistema .....	27
3.5 Criterios a considerar en el diseño de la propuesta SDH. ....	28
3.5.1 Optimizar el uso de fibra óptica en el enlace.....	29
3.5.2 Ampliar la capacidad de transmisión en el enlace.....	30
3.5.3 Sistema de protección del enlace:.....	30
3.6 Análisis de Equipo SDH.....	31
3.6.1 Huawei Technologies .....	31
3.6.2 Equipo SDH seleccionado. ....	32
3.6.3 OptiX OSN 1500A.....	32
3.7 Procesos establecidos por la CNT EP para la propuesta de migración SDH. ..	34
3.7.1 Inspecciones para cuantificar materiales. ....	35
3.7.2 Instalación de equipo y pruebas de funcionamiento.....	36
3.7.3 Adecuación de sitios para inicio de tareas de migración. ....	36
3.7.4 Configuración de los servicios.....	37
3.8 Enlace SDH establecido a migrar.....	37

<b>CAPITULO 4</b> .....	39
<b>ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA SDH</b> .....	39
4.1 Costos de implementación e inversión inicial .....	39
4.1.1 Costos referenciales de operación.....	40
4.1.2 Costo total .....	40
4.2 Ingresos de la propuesta de migración SDH. ....	41
4.3 Indicadores de evaluación de un proyecto.....	41
4.3.1 Valor Actual Neto (VAN).....	42
4.3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).....	44
4.3.3 Periodo de Recuperación del Capital (PRC).....	46
4.4 Financiamiento de la propuesta .....	47
<b>Conclusiones</b> .....	48
<b>Recomendaciones</b> .....	50
<b>Lista de referencias</b> .....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de las condiciones actuales del equipo PDH del enlace Mall el Jardín – Iñaquito.....	55
Anexo 2 Características del equipo OptiX OSN 1500A.....	58
Anexo 3 Equipos adicionales para la propuesta de migración SDH.....	66
Anexo 4 Certificación de entrega del proyecto de tesis a la CNT EP.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Trama E1 con sus 32 Timeslots .....	9
<i>Figura 2</i> Estándar PDH Europeo. ....	10
<i>Figura 3</i> Método de Multiplexación: Nivel a nivel. ....	11
<i>Figura 4</i> Estructura de trama SDH. ....	13
<i>Figura 5</i> Partes de la trama SDH. ....	13
<i>Figura 6</i> Encabezado de Sección (SOH). ....	14
<i>Figura 7</i> Estructura AU-Pointer. ....	15
<i>Figura 8</i> Función de puntero.....	16
<i>Figura 9</i> Estructura de información Payload. ....	17
<i>Figura 10</i> Estructura de MUX SDH. ....	19
<i>Figura 11</i> Componentes SDH.....	20
<i>Figura 12</i> Regenerador. ....	21
<i>Figura 13</i> Multiplexor SDH.....	21
<i>Figura 14</i> Multiplexor Add/drop (ADM).. ....	22
<i>Figura 15</i> Transconectores digitales (DXC).....	23
<i>Figura 16</i> Enlace Punto a Punto Iñaquito - Mall El Jardín.....	24
<i>Figura 17</i> Localización geográfica del enlace punto a punto. ....	25
<i>Figura 18</i> Rack de equipos PDH Mall El Jardín - Iñaquito de la CNT. ....	26
<i>Figura 19</i> Topología de nuevo enlace SDH. ....	28
<i>Figura 20</i> Protección 1+1 lineal MS.....	31
<i>Figura 21</i> Equipo OptiX OSN 1500A. ....	33
<i>Figura 22</i> Diagrama establecido para la de propuesta de enlace SDH.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Servicios de la sección de Multiplexión y regeneración de SOH</i> .....	15
Tabla 2. <i>Requerimientos de la CNT EP para la nueva red SDH</i> .....	28
Tabla 3. <i>Características técnicas del Equipo OptiX OSN 1500A</i> .....	33
Tabla 4. <i>Costos de Equipos y accesorios de interconexión.</i> .....	39
Tabla 5. <i>Costos de operación</i> .....	40
Tabla 6. <i>Costo Total de implementación SDH</i> .....	41
Tabla 7. <i>Costos mensual y anual recibidos por la prestación del servicio STM-1.</i>	41

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1 Valor Actual Neto (VAN). .....	42
Fórmula 2 Tasas Interna de Retorno (TIR). .....	44
Fórmula 3 Periodo de Recuperación del Capital (PRC). .....	46

## **RESUMEN**

Dado el deterioro del equipo de transmisión de Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) del enlace Mall El Jardín - Iñaquito del Sistema de Redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP y la falta de capacidad para transmitir servicios E1's, Ethernet y Fast Ethernet simultáneamente, los cuales son requeridos por el cliente, son razones para buscar una alternativa para brindar estos servicios y satisfacer las necesidades, utilizando este enlace, explotando al máximo su capacidad de transmisión no utilizada. El enlace PDH transmite servicios E1's los cuales no pueden ser monitoreado remotamente por el software iManager U2000 Huawei utilizado por la Gestión del Sistema de fibra óptica de la CNT EP, cross - conexión manual, son aspectos por los cuales surge la necesidad de migrar a una nueva tecnología de transporte y en la cual se propone que dicha nueva tecnología sea Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

La propuesta pretende migrar los servicios E1's que trabajan actualmente con tecnología de transporte PDH a tecnología de transporte SDH, por medio de equipos que posean la tecnología de acoger estos servicios y a su vez tengan la capacidad de transmitir servicios Ethernet, Fast Ethernet y a futuro permitan el aumentar la capacidad de transmisión, de esta forma aprovechar al máximo los recursos del enlace.

La tecnología SDH permitirá tener monitoreo remoto de E1's existentes en el enlace por parte de la Gestión del Sistema de Redes de Fibra Óptica de la CNT EP. Por medio de una análisis económico, se estableció la inversión inicial de capital, mediante herramientas financieras se calculó el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación del Capital (PCR), los resultados de dichos cálculos establecieron que la inversión es rentable y el periodo de recuperación es menor a un año lo cual en un proyecto de telecomunicaciones es favorable.

## **ABSTRAC**

Given the deterioration of transmission equipment Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) Link Mall El Jardín - Iñaquito System Fiber Optic Networks National Telecommunications Corporation CNT EP and lack of ability to transmit E1's, Ethernet services and Fast Ethernet simultaneously, which are required by the customer, are reasons to seek an alternative to provide these services to meet the needs, using this link, fully exploiting their unused transmission capacity. The PDH link transmits E1's services which can not be monitored by the iManager U2000 Huawei software used for system management CNT EP fiber optic, cross – connexion manual, are issues for which there is a need to migrate a new transport technology and in which it is proposed that the new technology is Synchronous Digital Hierarchy (SDH).

The proposal aims to migrate E1's services currently work with PDH transport technology SDH transport technology, through equipment having the technology to host these services and in turn have the ability to transmit Ethernet services, Fast Ethernet and future allow increased transmission capacity, thus maximizing the resources of the link.

The SDH technology will have remote monitoring E1's existing on the link by the Network Management System Fiber Optic CNT EP. Through an economic analysis, the initial capital investment was established through financial tools Net (NPV), Internal Rate of Return (IRR) Present Value and Capital Recovery Period (PCR) was calculated, the results of these calculations established that the investment is profitable and the payback period is less than one year which in a telecommunications project is favorable.

## INTRODUCCIÓN

Dada la creciente demanda de servicios como son: voz, datos, videos, servicios Ethernet y Fast Ethernet (FE) por parte del cliente. El sistema de redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, enlace PDH Mall El Jardín - Iñaquito, requiere migrar a una tecnología que proporcione un mejor aprovechamiento de la capacidad de transmisión, no utilizada y que permita acoger los servicios de E1's existentes el enlace PDH, usando un sistema de transmisión por fibra óptica que permita brindar servicios Ethernet y Fast Ethernet a los distintos tributarios del enlace ya que el sistema PDH actual no es capaz de brindar estos servicios, a más de esto presenta un problema para la gestión del sistema de fibra óptica de la CNT EP por el motivo que el enlace Mall El Jardín - Iñaquito no puede ser monitoreado remotamente su funcionamiento de servicios E1's existentes en el enlace ya que el equipo de tecnología PDH no posee dicha capacidad, por lo cual es necesario buscar una solución a estos problemas. Una posible solución a esta problemática es la migración a la tecnología de SDH “la cual es un sistema de transmisión (protocolo), el cual define las características de las señales digitales, incluyendo la estructura de tramas, métodos de multiplexación, tasa digital de jerarquía y código patrón de interfaz, etc.” (Toshiba, 2005, pág. 1).

En el primer capítulo se establece: el problema a resolver, los antecedentes, los objetivos de la investigación, la justificación, los alcances, metodología de la investigación.

En el segundo capítulo se describen los fundamentos teóricos de las tecnologías PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) y SDH (Jerarquía Digital Síncrona), estructuras de la trama, métodos de Multiplexación SDH, ventajas de SDH sobre PDH y elementos de la red SDH.

En el tercer capítulo se describe el estado actual del enlace Mall El Jardín – Iñaquito de la CNT EP, los parámetros, requerimientos para una posible migración del enlace por parte de la CNT EP y un análisis de los equipos que cumplan los requerimientos para la elección de los mismos para la posible migración de tecnología SDH.

En el cuarto capítulo se describe el análisis económico, se establece la inversión inicial, se realizó cálculos de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Tiempo de Recuperación del Capital (PRC), para establecer si la propuesta de migración a tecnología SDH del enlace Mall El Jardín – Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones generara rentabilidad al transcurso de un año.

# CAPÍTULO 1

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo, se analiza el problema a resolver, los antecedentes, los objetivos, justificación, alcance del proyecto y por último la metodología de investigación.

### 1.1 Problema a resolver

El enlace Mall El Jardín - Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP posee una tecnología Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH), la cual es una tecnología antigua, que no permite explotar al máximo la capacidad de transmisión no utilizada por el enlace y brindar servicios Ethernet y Fast Ethernet al cliente, aprovechando los recursos existentes y a su vez es una tecnología que no posee gestión es decir no puede ser monitoreado remotamente el funcionamiento de los servicios de formato de transmisión digital europea El's existentes en el enlace PDH por parte del proveedor. El equipo de tecnología PDH poseen un gran deterioro debido al largo tiempo de vida, no permite aumentar la capacidad de transmisión que la empresa pretende realizar a futuro utilizando el enlace, no tiene compatibilidad de interconexión con equipos de diferente proveedor, estas son razones importante para establecer una propuesta de migración por parte del sistema de redes de fibra óptica de la CNT EP.

### 1.2 Antecedentes

El enlace Mall El Jardín - Iñaquito del sistema de redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP está conformado por equipos PDH Alcatel, que tiene en funcionamiento servicios de El's de voz. La cobertura del enlace PDH abarca desde el MUX de la central Iñaquito hacia el centro comercial Mall El Jardín.

Mall El Jardín - Iñaquito es un enlace punto a punto que se encuentra trabajando al 60% de su capacidad en línea, y dicho enlace de tecnología PDH no es gestionable por parte software iManager U2000 Huawei utilizado por el proveedor para el

monitoreo remoto y detección de errores del enlace, por esta razón, el equipo de tecnología PDH genera inconvenientes debido a que no puede detectar de forma inmediatamente la existencia de algún servicio caído que no brinde de manera óptima su servicio.

La Jerarquía Digital Plesiócrona es una tecnología de las telecomunicaciones que comprende un conjunto de transmisión digital de información agrupado en jerarquías o niveles. Esta tecnología está basada en el transporte de canales digitales sobre un mismo enlace. “Los canales a multiplexar denominados módulos de transporte o contenedores virtuales se unen formando tramas o módulos de nivel superior a velocidades estandarizadas” (Rosero, 2008). PDH fue desarrollada para enlaces punto a punto para transmisiones en redes de circuitos orientada a servicios de voz.

PDH utiliza una multiplexación por división de tiempo (TDM) la cual “es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión” (Wikipedia , 2014), con una velocidad de transmisión de 2,048 Mbps, Modulación de pulsos codificados de primer orden (PCM), en estándar Europeo (E1) posee 32 canales, 30 canales de 64 Kbps para voz y 2 canales los cuales son reservados para la sincronía y señalización, E1 posee una trama primaria de 2 Mbps.

### **1.3 Pregunta**

¿Qué tan factible resulta una migración SDH?

### **1.4 Objetivos**

A continuación se describen el objetivo general y los objetivos específicos de este proyecto.

#### **1.4.1 Objetivo general**

- Analizar y determinar la factibilidad para la migración de la tecnología de transporte PDH a SDH del enlace Mall El Jardín - Ñaquito de la CNT EP.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Definir los requerimientos de una red SDH mediante la determinación del estado actual de la red de fibra óptica PDH del enlace Mall El Jardín-Iñaquito de la CNT.
- Proponer una alternativa de migración de la tecnología de transporte PDH a SDH del enlace Mall El Jardín - Iñaquito de la CNT EP.
- Establecer el procedimiento de implementación de la propuesta para la migración de la tecnología de transporte PDH a SDH del enlace Mall El Jardín-Iñaquito de la CNT EP.
- Analizar la factibilidad económica para implementar la propuesta SDH.

### **1.5 Justificación**

El enlace Mall El Jardín – Iñaquito del sistema de red de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP posee un medio de transmisión Alcatel de tecnología PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) que tiene un tiempo de vida de 22 años con capacidad de transmisión E4 (E4= 140 Mbits/s), el cual necesita un mejor aprovechamiento de la capacidad de transmisión, no utilizada por el enlace de tecnología PDH, que trabaja al 60% de su capacidad, mediante este aprovechamiento brindar otros servicios al cliente, permitiendo a la CNT EP a futuro ampliar la capacidad de transmisión del enlace a medida que la demanda de servicios lo exija, de esta forma explotar al máximo los recursos existentes en el enlace, que la tecnología PDH actual no tiene la capacidad de hacerlo. Otros aspectos importantes son que la tecnología PDH no permite la interconexión de equipos de diferentes proveedores y dicha tecnología no permite tener gestión del enlace por parte proveedor del servicio es decir no permite tener un monitoreo y acceso remoto al enlace, por lo cual se realizará el estudio de factibilidad para realizar la migración a la tecnología de Jerarquía Digital Síncrona (SDH).

SDH es una tecnología de las telecomunicaciones la cual es un sistema de transmisión (protocolo) que define la característica de señales digitales, incluyendo estructura de trama, el método de Multiplexación, las tasas de jerarquía digitales, el patrón de código de la interfaz etc.

SDH surge de la necesidad de un sistema para procesar la creciente cantidad de información, estándar que permite la interconexión de equipos de diferentes proveedores, dicha tecnología no solo es capaz de transportar canales de voz sino también tiene la capacidad de transporte de tráfico ATM (Modo de transferencia Asíncrona), Ethernet e IP.

Este estudio está destinado a crear una propuesta de enlace SDH y establecer si es factible la migración a esta tecnología y a su vez si es la opción más acertada el cambio a dicha tecnología para brindar un mejor servicio, aprovechando en su recursos del enlace y aumentar la capacidad de transmisión del enlace Mall El Jardín - Iñaquito que pretende realizar a futuro el Sistema de Redes de Fibra óptica Corporación Nacional de Telecomunicaciones aprovechando el enlace.

## **1.6 Alcances**

Este proyecto realiza lo siguiente:

- Se realizará un análisis de factibilidad hacia la tecnología SDH.
- Se establecerá los procesos técnicos que son necesarios para establecer una migración PDH a SHD.
- Se determinará los aspectos económicos hacia la migración SDH.
- No se realizará una implementación física de migración de tecnología PDH a SDH.

## **1.7 Metodología de la investigación**

En el siguiente apartado se detallan los pasos que se han planteado para la realización del proyecto, esta investigación se basa en tres ejes fundamentales, los cuales son: en primer lugar, la recopilación de información y el análisis del estado actual del enlace PDH Mall El Jardín-Iñaquito.

En segundo lugar procedimientos técnicos para establecer una migración a tecnología SDH.

Y en tercer lugar se realizará el estudio de los distintos parámetros económicos hacia la migración SDH.

### **1.7.1 Investigación bibliográfica**

Se realizará la investigación acerca de la factibilidad para la migración de tecnología de transporte PDH a SDH del enlace Mall EL Jardín- Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, cómo funcionan, cuáles son las características SDH, velocidades a la que trabaja, medios y técnicas utilizadas para la transmisión, así como los parámetros técnicos, económicos, equipos necesarios, y mediante esta investigación plantear una propuesta de implementación SDH del enlace Mall El Jardín - Iñaquito de la CNT EP.

### **1.7.2 Documentación**

Se redactará un texto que corresponde al desarrollo de este proyecto de investigación, mismo que dará a conocer de una manera clara, concisa y ordenada, todos los resultados que se obtuvieron a partir de esta investigación.

## CAPÍTULO 2

### ALTERNATIVA DE MIGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE TRANSPORTE PDH A SDH

En este capítulo, se analiza los fundamentos teóricos de las tecnologías de Jerarquía PDH y SDH, estructuras de la trama y métodos de Multiplexación SDH, ventajas de SDH sobre PDH y los elementos de una red SDH.

#### 2.1 Definición de Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)

La Jerarquía Digital Plesiócrona es una tecnología de las telecomunicaciones diseñada para enlaces punto a punto la misma que es utilizada para la transportar gran cantidad de datos por medio de fibra óptica. La tecnología PDH del Sistema de Redes de Fibra Óptica de la CNT EP es únicamente utilizada para servicios de Elís de voz la cual permite enviar varios canales de telefonía sobre un mismo medio, dicha tecnología utiliza técnicas de Multiplexación por División de Tiempo (TDM) y equipos digitales de transmisión.

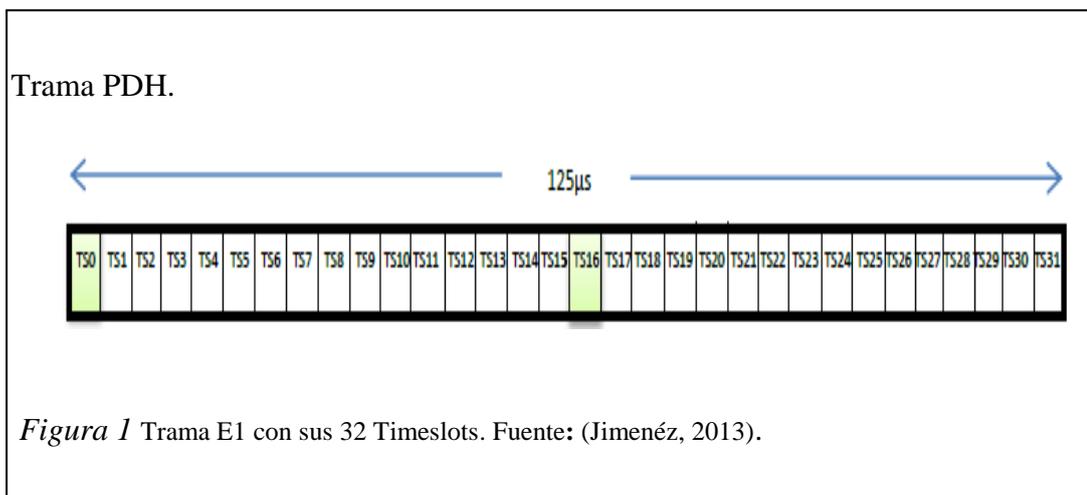
Los Equipos utilizados por la tecnología PDH son de Multiplexación/Demultiplexión los cuales no se encuentran sincronizados entre sí, la razón es que cada equipo esta sincronizado por su propio reloj y no poseen un reloj central el cual pueda sincronizar todos los equipos.

“Los sistemas de muestreo empleados en la conversión análoga digital trabajan a una frecuencia de 8 KHz y generan 8 bits por muestra. Una señal análoga, por lo tanto, es muestreada ocho mil veces por segundo. Esto equivale a la generación de 64 mil bits por segundo o 64 Kbps” (EMTELCOM S.A, 2011, págs. IV-3).

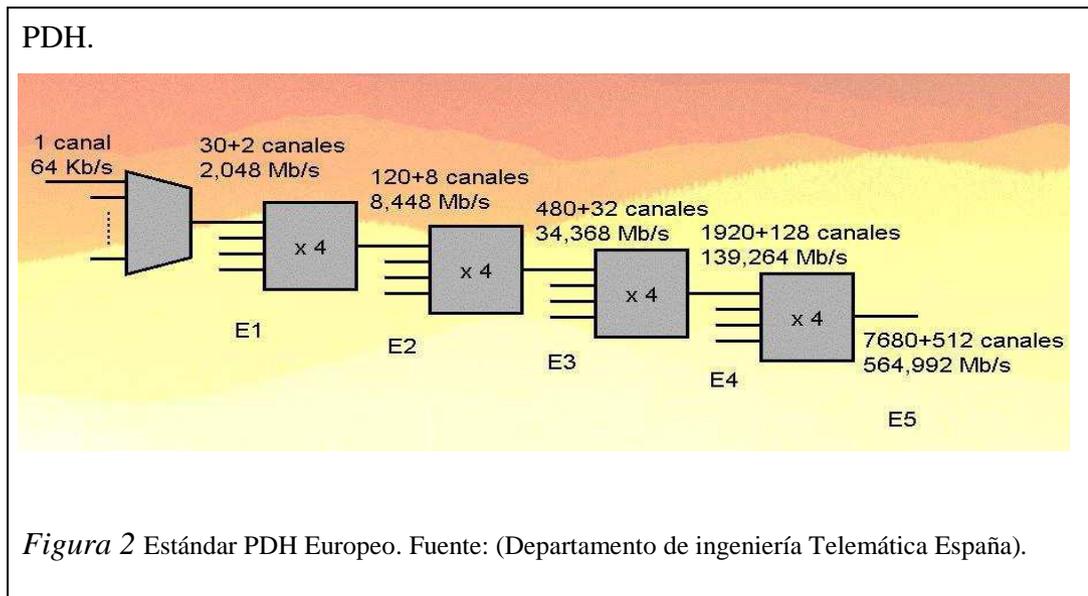
La unidad fundamental de transmisión en los sistemas PDH es el canal de 64 Kbps. Esta velocidad de canal surgió a partir de la necesidad de digitalizar la voz humana. La voz, cuya energía se concentra fundamentalmente en la banda de 300 a 3400 Hz, requiere ser

muestreada a una frecuencia de 8 KHz para poder ser posteriormente recuperada en el extremo receptor (EMTELCOM S.A, 2011, págs. VI-2).

La tecnología PDH en su estándar Europeo (E1) consta de 32 canales (del 0 al 31), de los cuales 30 canales de 64 Kbps son utilizados para voz y 2 canales son utilizados para la sincronización (canal 0) y señalización (canal 16) de tramas. En ocasiones también puede ser utilizado el canal 16 para tráfico. Como se muestra en la figura 1.



El estándar PDH Europeo posee una capacidad de transmisión de 2,048 Mbps, el cual es resultado de la multiplicación de los 32 canales de la trama por 64 Mbps de capacidad de transmisión de cada canal, el resultado compone una señal con formato E1 = 2,048 Mbps. Luego de realizar el multiplexado por 4 sucesivamente obtenido los niveles superiores con velocidades de E2 = 8,448 Mbps, E3 = 34,366 Mbps, E4 = 139,264 Mbps, E5 = 564,992 Mbps. En la figura 2 se muestra la trama descrita en la norma G.732 de la UIT-T para el estándar PDH Europeo.



## 2.2 Ventajas PDH

- “El surgimiento de esta técnica ha permitido nuevos avances tecnológicos que han llevado al desarrollo de otras jerarquías más flexibles, a partir del nivel jerárquico más bajo de PDH (2 Mbps), aumentando tanto la capacidad como la velocidad en las redes de transporte” (Franco Cobo, 2013, pág. s/n).
- El proceso de multiplexación es mucho más directo.
- PDH es fácil de instalar y adaptable a la planta tanto de cobre como fibra externa existente.

## 2.3 Desventaja de PDH

Huawei afirma:

- “No apta para transmisiones de alto volumen.
- Mayor número de equipos para esta funcionalidad.
- Mas Equipos - Mas espacio.
- Mayor consumo - Mayores Costos” (Huawei Technologies Co., Ltd., 2006, pág. 4).

### Multiplexación PDH.

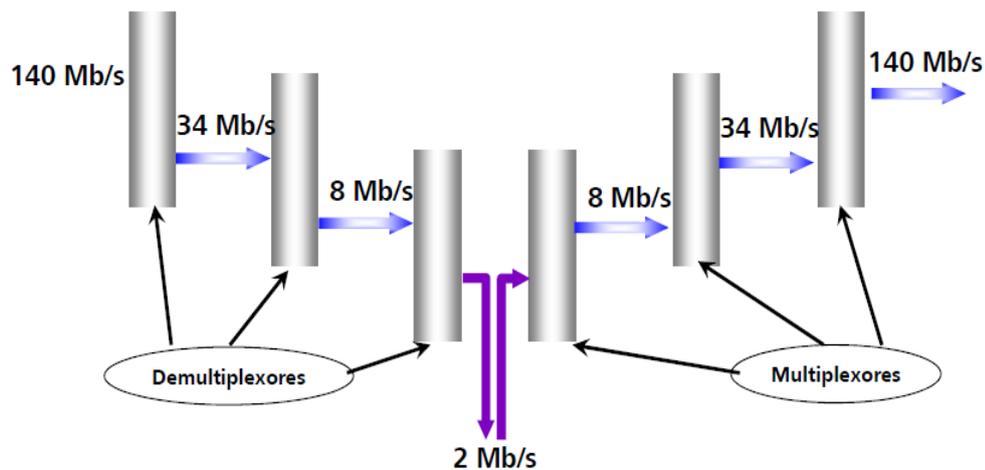


Figura 3 Método de Multiplexación: Nivel a nivel. Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2006).

### 2.3.1 Definición de Jerarquía Digital Síncrona SDH

La gran demanda de servicios como son voz, datos, videos y multimedia exige un gran ancho de banda, por lo cual para el proveedor es necesario satisfacer las necesidad y demanda del cliente, las soluciones por parte del proveedor son: aumentar la fibra pero es una opción demasiado costosa, otra solución es un método de multiplexación por división de tiempo (TDM) múltiples canales de voz, videos, multimedia y datos, donde el aumento de capacidad se consigue por medio de ranuras de tiempo más pequeñas que permiten transmitir mayor cantidad de bits (datos) por segundo. Pero el principal problema que presenta el proveedor está relacionado con el salto a un medio de transmisión con mayor capacidad que permita acoger los servicios actuales y satisfacer las necesidades de servicios Ethernet y Fast Ethernet, basándose en tecnología SDH, con una capacidad inmediatamente superior a los 140 Mbps que actualmente posee el sistema PDH. SDH es un sistema trabaja con señales de módulo de transporte síncrono (STM-N) las mismas que son: (STM-1) 155,52 Mbps, (STM-4) 622,08 Mbps, (STM-16) 2,48832 Gbps y (STM-64) 9,953.28 Gbps. Puede transportar señales PDH existentes como futuras de modo de transferencia asincrónica (ATM). Los niveles de jerarquía superior se forman multiplexando a nivel de byte varias estructuras STM-1, es así como se obtienen

STM-4, STM-16, STM-64, etc. SDH usa método de multiplexación síncrono y estructura de mapeo flexible.

“SDH es una red síncrona en la cual todos los elementos de la red trabajan con la misma señal de reloj, posee abundantes bits de encabezado para transmitir gran cantidad de información para la gestión de red” (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 4). SDH define las especificaciones de interfaz necesarias para multiplexar eficientemente varios tipos de señales tanto para servicios de alta velocidad como para aquellos ya existentes de baja velocidad.

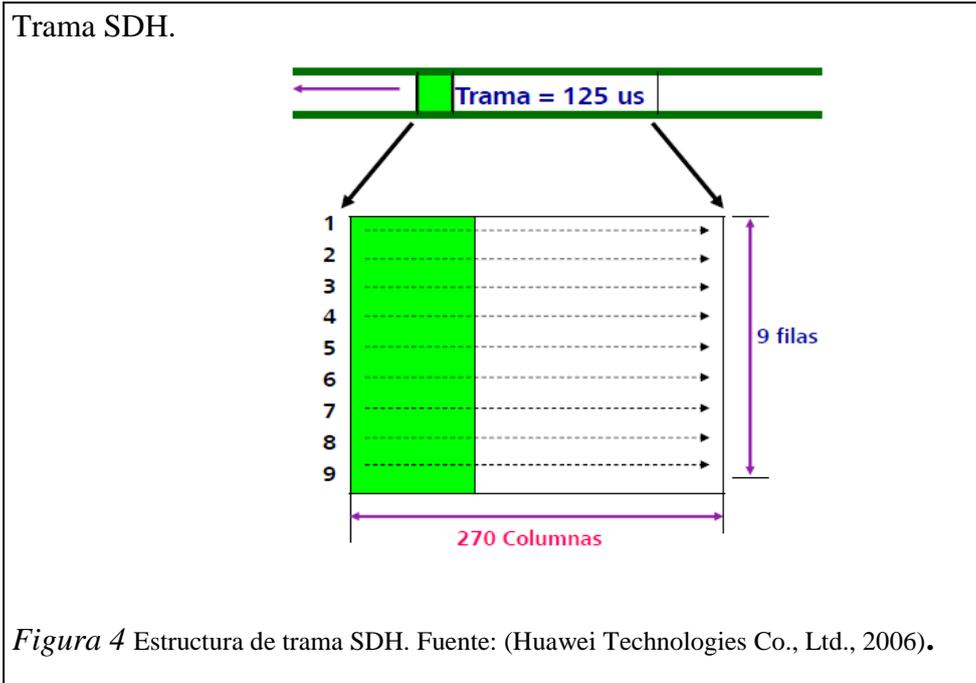
Las funciones básicas de SDH son similares a las de PDH: Multiplexación de señales digitales de menor a mayor velocidad de bits y transmisión eficaz de grandes cantidades de información, pero con la ventaja de SDH puede transmitir servicios Ethernet y Fast Ethernet que PDH no lo puede hacer.

Esta jerarquía de transmisión adopta una estructura de multiplexación sincrónica para la multiplexación de las tributarias en una señal STM-N esto permite que el proceso de multiplexación y demultiplexación sea mucho más sencillo permitiendo un acceso simple en las tributarias de baja velocidad. Mediante este mismo medio de transmisión se puede gestionar las funciones de Operación, Administración, Mantenimiento y Configuración de partes componentes de la red Estructura de la Trama y Métodos de Multiplexación.

### **2.3.2 Estructura de tramas SDH**

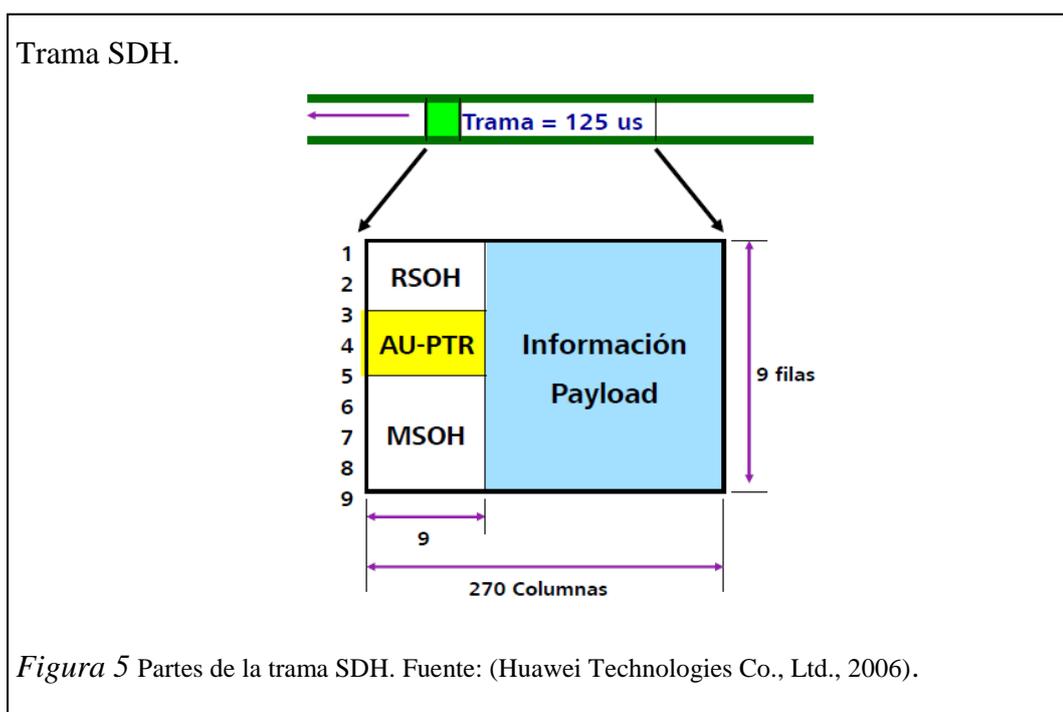
De la ITU-T 707:

- Una trama tarda 125 microsegundos a una velocidad de 8000 tramas/s.
- Estructura de bloque rectangular de 9 filas y 279 columnas, trama básica STM-1.
- Cada unidad es un byte (8 bits).
- Modo de transporte: Byte a byte, fila a fila, de izquierda a derecha de arriba abajo.
- Rata de bit de STM-1 =  $9 \cdot 270 \cdot 8 \cdot 8000 = 155,52$  Mbps.



La estructura de tramas SDH consta de tres partes las cuales son:

- Encabezado de selección SOH.
- AU-Pointer.
- Información Payload.



### 2.3.3 Encabezado de selección SOH.

El encabezado de sección o SOH (Section OverHead), está localizado en las primeras 9 columnas, conformado por bytes de control, soporta las características del transporte como son el alineamiento de la trama, los canales de operación, administración y mantenimiento (OAM), monitorización de errores entre otras. Se distingue entre la tara de la sección de regeneración o RSOH (Regenerator Section OverHead) y la tara de la sección de multiplexación o MSOH (Multiplex Section OverHead).

La diferencia entre RSOH y MSOH es que tienen diferentes dominios de monitoreo. Por ejemplo, si STM-16 transmite señales por fibra, RSOH supervisa el rendimiento de la transmisión global de STM-16, mientras que MSOH supervisa las funciones de cada STM-1 de las señales STM-16. RSOH está conformado por 3 filas (filas 1-3) de 9 bytes con un total de 27 bytes mientras que el MSOH está conformado por 5 filas (filas 5-9) de 9 bytes con un total de 45 bytes. Como se muestra en la figura 6.

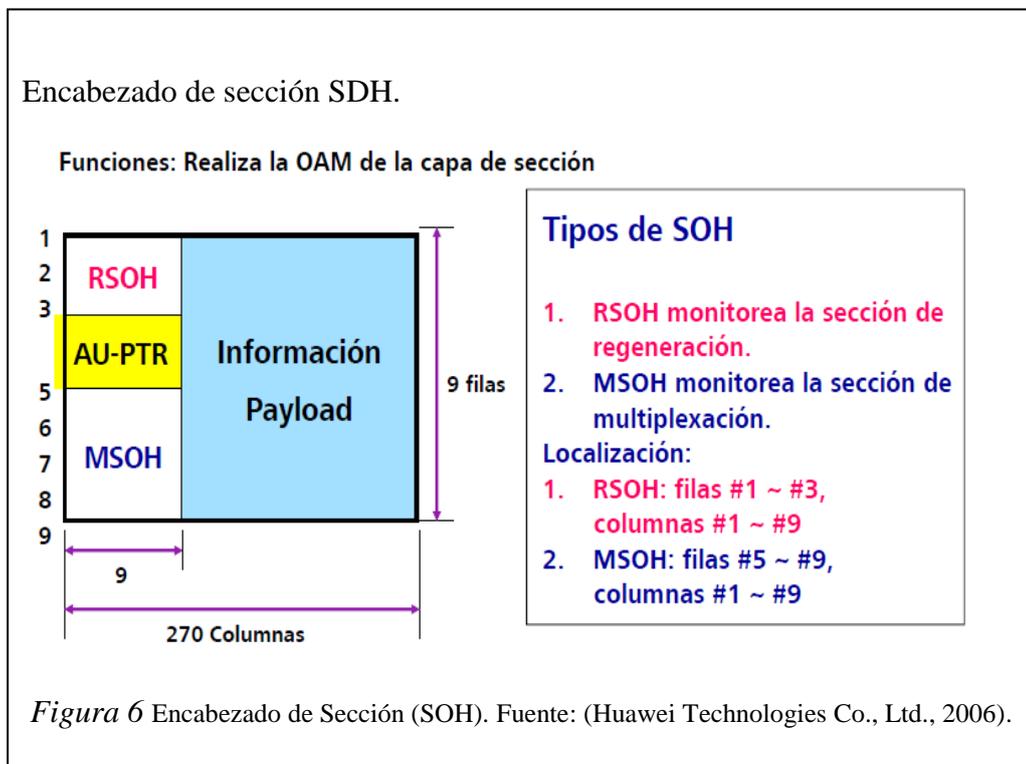


Tabla 1.

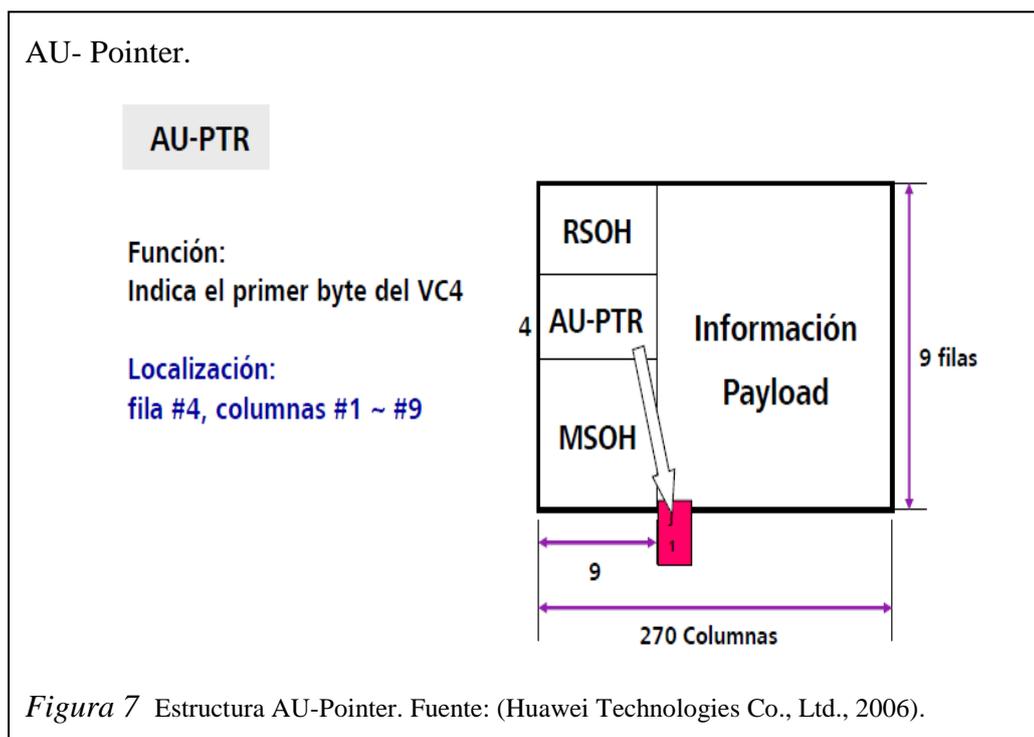
*Servicios de la sección de Multiplexión y regeneración de SOH.*

MSOH	RSOH
Transmisión de la alarma.	Control de paridad
Puntero AUOH	Canal de comunicación de datos
Canales de datos	Identificación de STM-1
Conmutación automática	Alineamiento de la trama
Canales fónicos de servicio	Canal fónico de servicio
Control de paridad	

Nota: Funciones de MSOH y RSOH. Fuente: (Chacha Guevara, 2010)

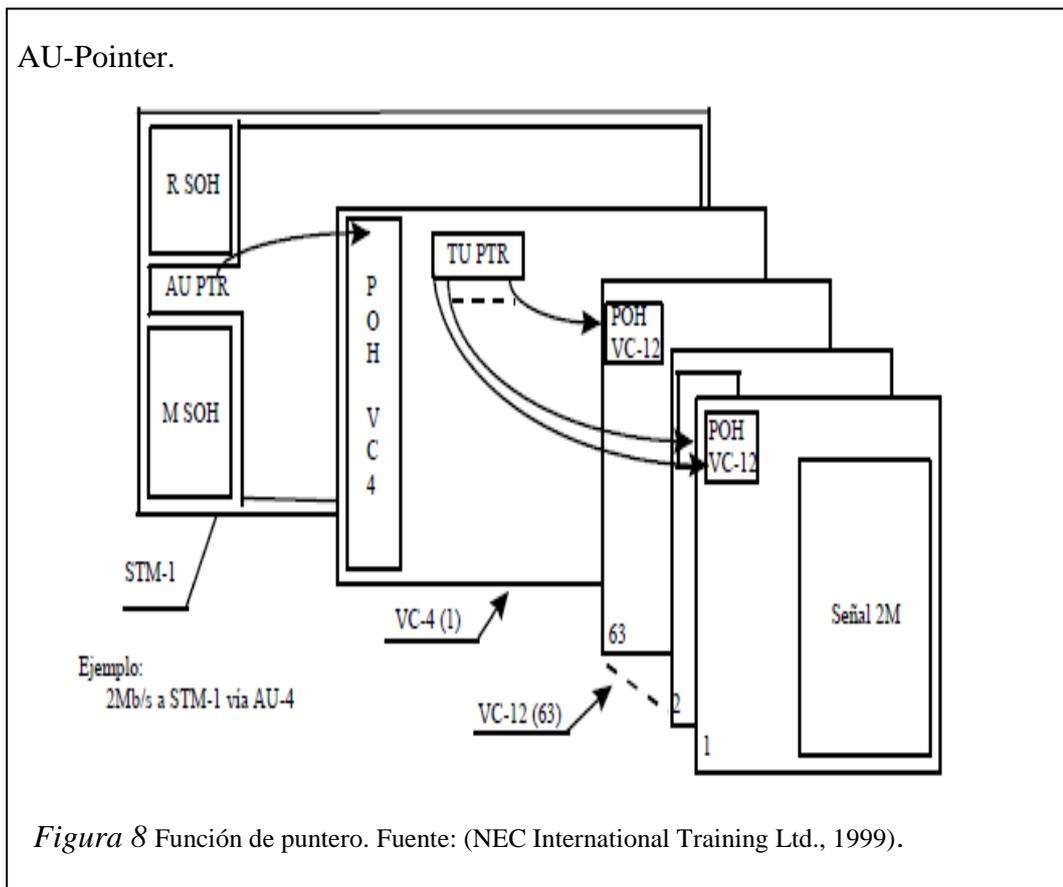
### 2.3.4 AU-Pointer.

AU-Pointer indica la ubicación exacta del primer byte de la carga de información en el marco de STM-N para que la información se extraiga en el extremo receptor de acuerdo con el valor de este indicador de lugar (el valor del puntero).



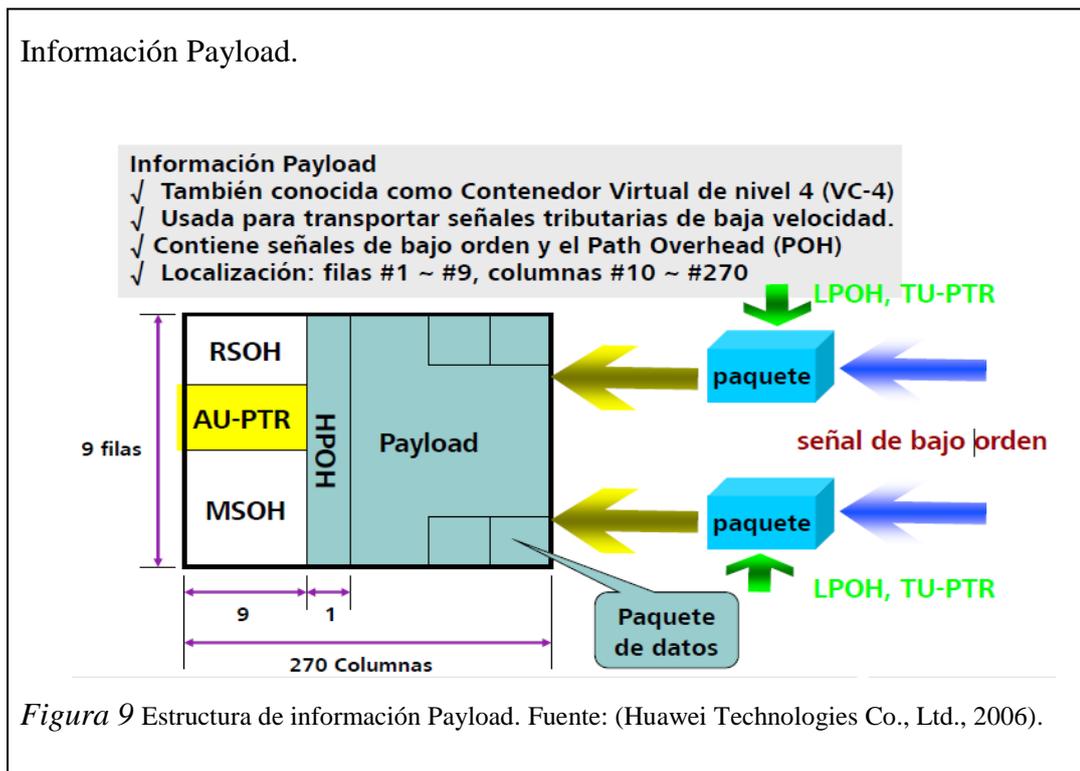
Existen dos punteros, de orden superior llamado UA-PTR (Pointer Unidad Administrativa) y de orden inferior llamado TU-PTR (Pointer Unidad Tributaria).

El puntero de Unidad Administrativa (AU) es utilizado para colocar los contenedores virtuales (VCs) de orden superior en STM-N. Este también muestra la dirección donde comienza la trama de carga útil del VC dentro de la trama STM. Mientras que el puntero de Unidad Tributaria (TU) se encarga de alinear varios VCs de orden inferior en un VC de orden superior y también indica la dirección donde comienza la carga útil del VC dentro de la trama VC de orden superior. Ambos se encargan de dos funciones principales: Disminución en retardo de multiplexación y justificación de diferencia en frecuencia entre una trama y una carga útil (NEC International Training Ltd., 1999).



### 2.3.5 Información Payload.

La información Payload es un lugar en la estructura de la trama STM-N que se utiliza para almacenar diversos bloques de código de información a ser transmitidos por STM-N. Dentro del paquete se procesan señales de baja velocidad para ser enviadas. Para controlar el posible deterioro de las cargas sobre una base en tiempo real durante la transmisión, bytes de tara de supervisión, tara de trayecto (POH) bytes se añaden a las señales cuando las señales de baja velocidad son comprimidas. Como una parte de carga útil, POH, junto con los bloques de código de información, se carga en STM-N y transmitida en la red SDH. El POH está a cargo de la supervisión, la administración y el control (algo similar a un sensor) las actuaciones de ruta para las cargas empaquetadas (las señales de baja velocidad).



## 2.4 Multiplexación SDH

### 2.4.1 Definiciones de componentes de multiplexación SDH

**Contenedor (C-n):** “Estructura de información con capacidad de transmisión estándar para transportar señales PDH o B-ISDN. Contiene tanto bits de información

como de justificación para sincronizar la señal PDH al reloj de frecuencia SDH, al igual que otros bits con función de relleno” (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

**Contenedor virtual (VC-n):** Estructura de información con soporte para la interconexión en la capa de trayecto que consiste en carga útil de información y encabezamiento de trayecto (POH) para administrar la trayecto de VC. Por ejemplo, VC-2, VC-11 y VC-12 son contenedores virtuales de orden inferior con carga útil C-2, C-11 y C12 respectivamente. VC-3 y VC-4 son los de orden superior con carga útil C-3 y C-4 respectivamente o combinación de varias capas de orden inferior. A este proceso se le llama comúnmente (mapear) (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

**Unidad tributaria (TU-n):** Estructura de información cuya función es proveer adaptación entre un VC de orden inferior y uno de orden superior. Esta consiste en un VC de orden inferior y un puntero TU el cual se encarga de mostrar el desplazamiento entre el comienzo de la trama VC de orden inferior y el de la trama VC de orden superior. A esto también se le llama alineamiento (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

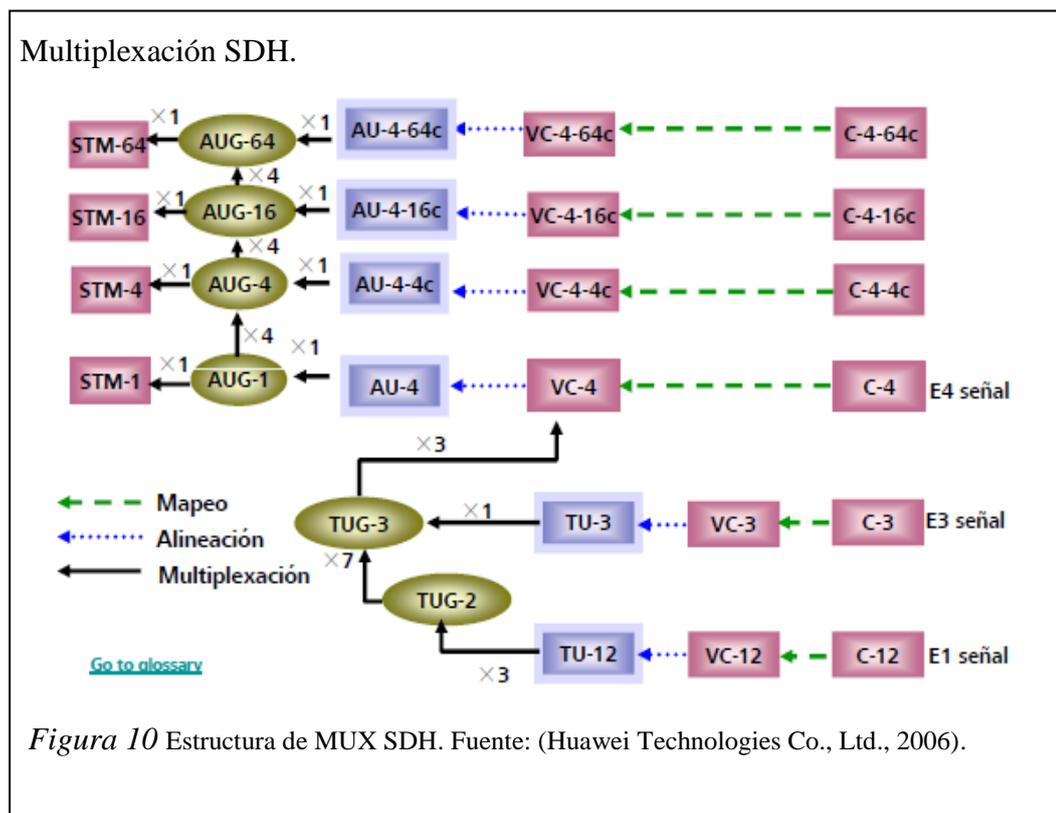
**Grupo de unidades tributarias (TUG-n):** “Combina una o varias unidades tributarias (TU). Por ejemplo, un TUG-2 puede combinar un solo TU-2 o un grupo homogéneo de TU-1s idénticos y un TUG-3 puede combinar un TU-3 o un grupo homogéneo de TUG-2” (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

**Unidad administrativa (AU-n):** Estructura que provee adaptación entre una carga útil de un VC de orden superior y un STM-N. Esta consiste de un VC de orden superior y un puntero AU el cual se encarga de mostrar el desplazamiento entre el comienzo de una trama VC de orden superior y el de una trama STM-N. Por ejemplo, AU-4 consiste de un VC-4 y un puntero AU, mientras que AU-3 consiste de

un VC-3 y un puntero AU (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

**Grupo de unidad administrativa (AUG):** “Grupo homogéneo de un AU-4 o tres AU-3 combinados por multiplexación por intercalación de bytes” (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).

**Módulo de transporte síncrono (STM-N):** Estructura de información con soporte para conexión de estrato de sección que consiste en carga útil de información y encabezamiento de sección (SOH) para gestión de sección. 155,52 Mb/s es lo definido como un STM básico. En STM-N, la velocidad es determinada por N, donde este representa un múltiplo entero de 155,52 Mb/s (NEC International Training Ltd., 1999, pág. 10).



La figura 10 muestra, la estructura de multiplexación incluye algunas unidades de multiplexación básicas: C - para contenedores, VC - Contenedor virtual, UT - Unidad Tributaria, TUG - Tributaria Unidad de Grupo, la UA - Unidad

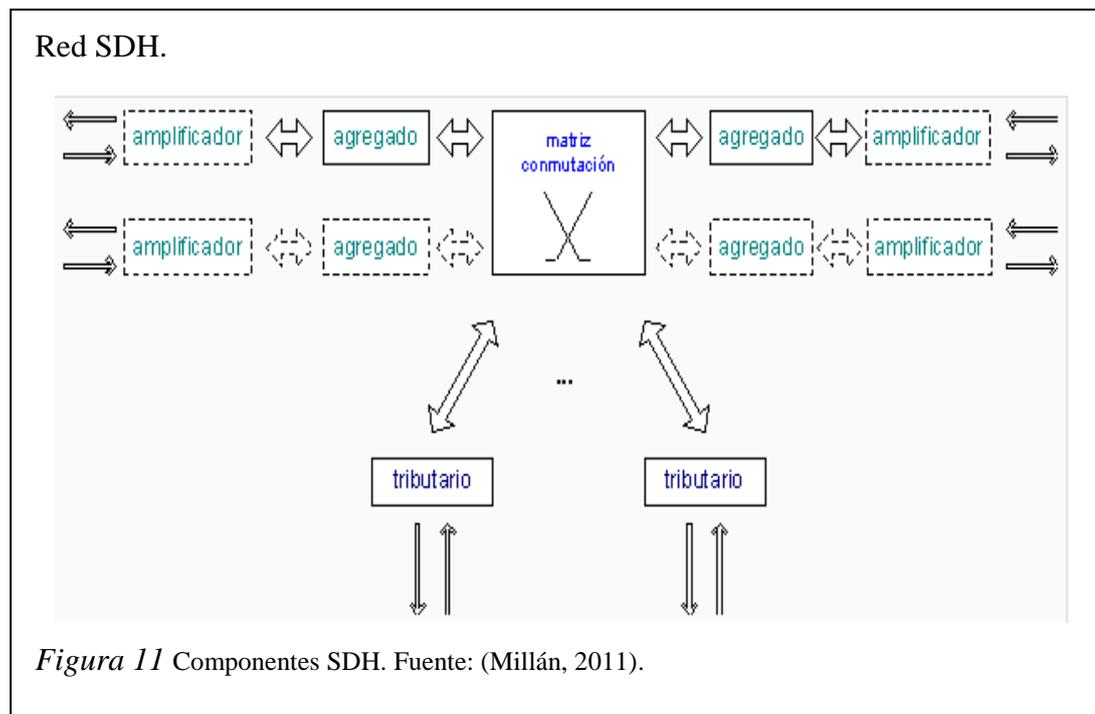
Administrativa, y AUG - Grupo de Unidad Administrativa. Los sufijos de estas unidades de multiplexación denotan sus niveles de señal correspondientes. Como se ilustra en la figura, hay varias rutas (varios métodos de multiplexación) a través del cual una carga útil válida se pueden multiplexar en señales STM-N.

## 2.5 Ventajas de SDH sobre PDH

La red basada en el sistema SDH es altamente uniforme, estandarizada e inteligente. La cual utiliza interfaces universales para obtener compatibilidad con diferentes equipos de distintos fabricantes. Esta tecnología también posee eficiencia y coordinado manejo de operaciones a través de toda la red, así como de un proceso de transmisión, conexión de redes, despacho de tráfico flexible y función de reenrutamiento. Esto aumenta enormemente el radio de utilización de recursos de la red y reduce el costo de operación y mantenimiento (OAM), dado la elevada función de mantenimiento.

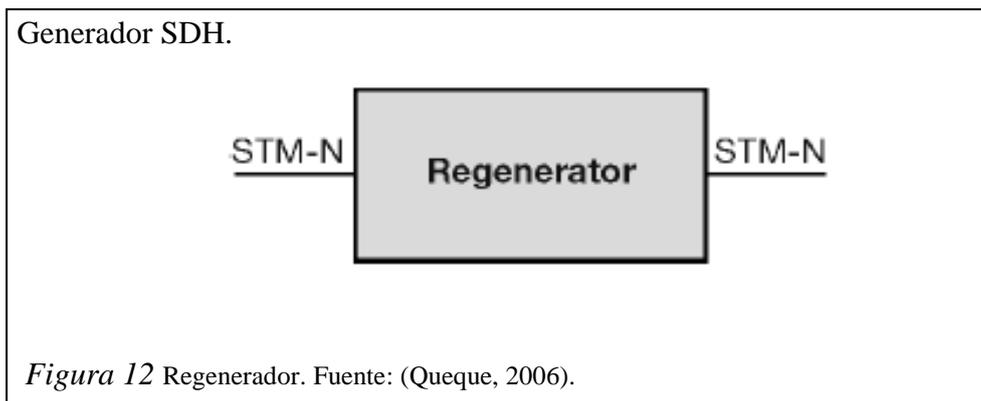
## 2.6 Elementos de una red SDH

Los componentes que forman una red SDH como se muestra en la figura 11 son los siguientes:



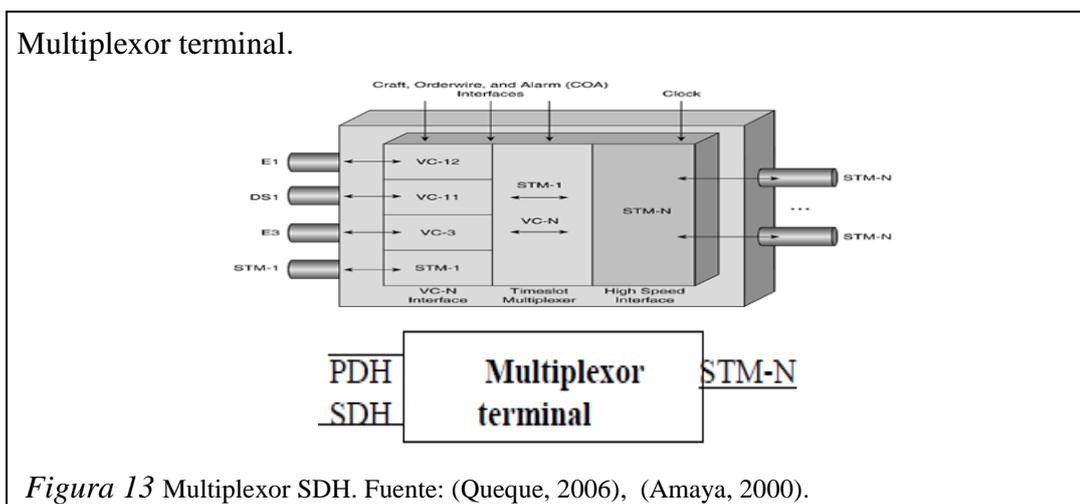
### 2.6.1 Regenerador

Es aquel encargado de regenerar la señal de reloj y de la relación de amplitud de las señales digitales entrantes, que han sido atenuadas y distorsionadas por la dispersión y otros factores de la fibra óptica por la que viajan. “Los regeneradores obtienen la señal de reloj a partir del propio flujo de datos entrantes. Los mensajes se reciben extrayendo varios canales de 64 Kbps de la cabecera RSOH” (Amaya, 2000).



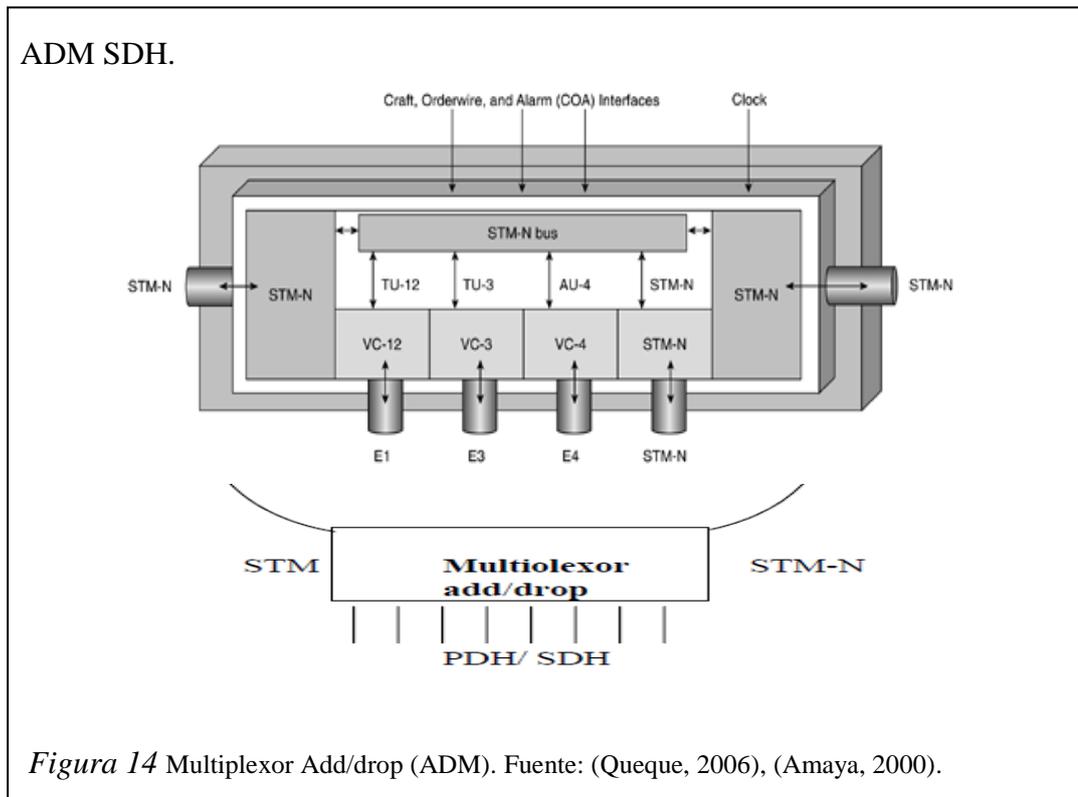
### 2.6.2 Multiplexor Terminal (TMs)

Es utilizado para multiplexar las distintas señales de entrada plesiócronicas y terminales síncronas en sus interfaces tributarias de entrada y crear la señales STM-N de mayor velocidad, concentra o agrega distintos tipos de señales (DS1s, E1s, E3s, SMT-Ns. Estas señales tributarias son mapeadas a sus payload SDH (dominio eléctrico) correspondiente, luego de multiplexar se realiza una conversión EO y se entrega STM-N a la fibra. En resumen, el TM permite el acceso a la SDH.



### 2.6.3 Multiplexor Add/drop (ADM)

Equipo que puede insertar o extraer varias señales plesiócronicas y síncronas de menor velocidad binaria en el flujo de datos SDH de alta velocidad o desde una señal STM-N. Mediante “estas características es posible configurar estructura en anillos que ofrecen la posibilidad de conmutar automáticamente a un trayecto de reserva en caso de fallo de alguno de los elementos del trayecto” (Amaya, 2000), aporta flexibilidad a la red SDH. “En un ADM, solo aquellas señales que necesitan ser accedidas son insertadas/extraídas, el resto del tráfico continúa sin procesamiento” (Queque, 2006).



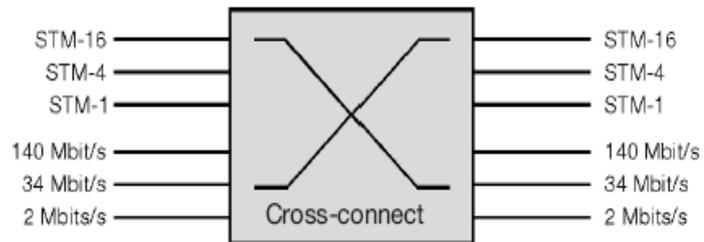
### 2.6.4 Transconectores digitales (DXC)

“Este elemento de la red es aquel que posee más funciones. Permite el mapeo de distintas tributarias en contenedores virtuales (interfaz entre varias señales PDH – SDH), así como conmutar múltiples contenedores, hasta inclusive. VC-4” (Amaya, 2000).

“Permite la conexión cruzada de señales SDH. Se utiliza para consolidación o segregación de señales de distintos niveles, Acepta señales ópticas (OC) de distintas

tasas y puede interconectar un número mayor de señales STM-N que el ADM.”  
(Queque, 2006, pág. s/n).

DXC SDH.



*Figura 15* Transconectores digitales (DXC). Fuente: (Queque, 2006).

## CAPÍTULO 3

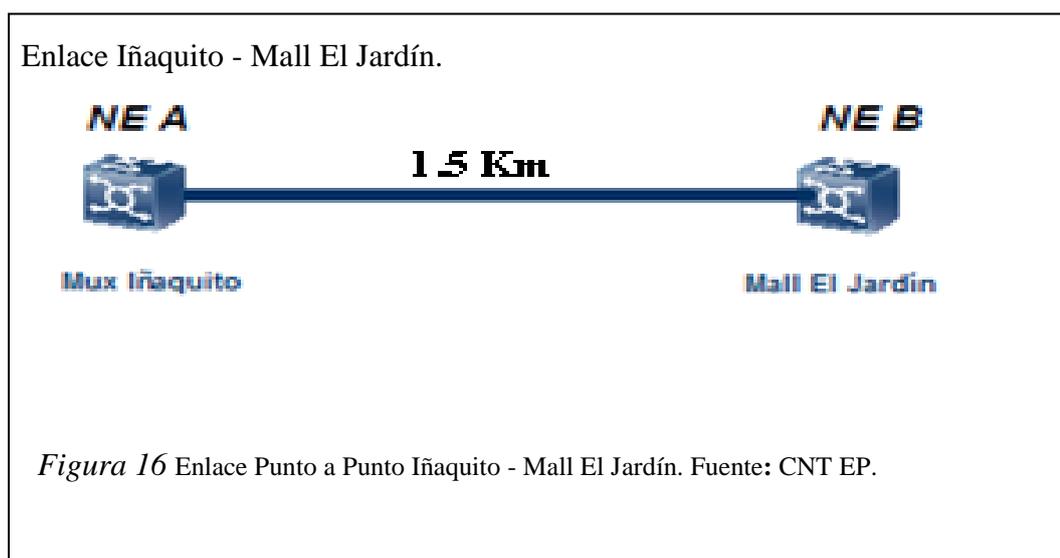
### PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo, se analiza el estado actual del enlace Mall El Jardín – Ñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, parámetros y requerimientos para una posible migración del enlace por parte de la CNT EP, se analiza el equipo OptiX OSN 1500A, propuesto por la CNT EP para la migración a tecnología SDH del enlace.

#### 3.1 Tramo de intervención para la propuesta de migración PDH a SDH

El tramo que pretende intervenir el Sistema de Redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP para una posible migración de tecnología de transporte PDH a SDH, está localizado desde el MUX de la central Ñaquito hacia el centro comercial Mall El Jardín, dicho tramo posee un enlace punto a punto, cuyo tendido de fibra óptica cubre una distancia de 1,5 km de extremo a extremo. Como se observa en la figura 16.

El enlace se compone de dos multiplexores terminales unidos por uno modo de transporte síncrono STM-N, en el cual cada uno de los multiplexores arma y desarma la trama completa.



### Enlace Iñaquito - Mall El Jardín.

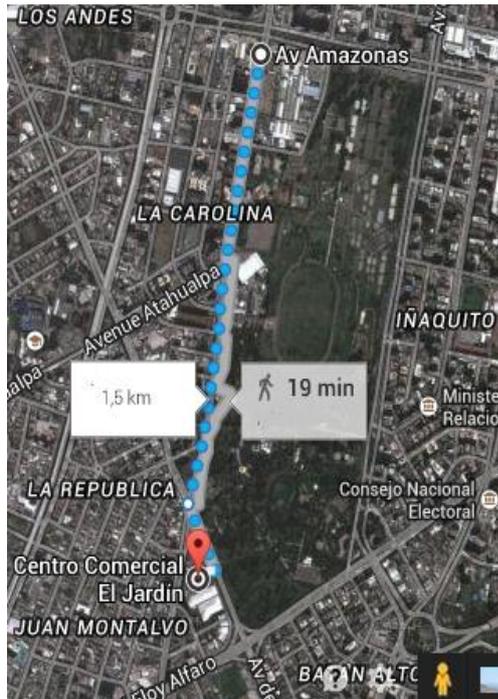


Figura 17 Localización geográfica del enlace punto a punto. Fuente: Google Maps.

### 3.2 Situación actual del enlace.

El enlace Mall El Jardín – Iñaquito del Sistema de Redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP actualmente posee tecnología PDH la cual utiliza equipo Alcatel con una capacidad máxima de transmisión de 140 Mbps es decir un E4 el cual puede manejar un máximo 64 E1's, cada E1 posee la capacidad de transmisión de 2 Mbps.

El enlace actualmente trabaja al 60% de capacidad de transmisión E4 de 140 Mbps, la cual es utilizada por distintos tributarios del centro comercial Mall El Jardín. El equipo de tecnología PDH no permite aprovechar la capacidad de transmisión no utilizada, brindando servicios adicionales a más de E1's, esto es debido a que no tiene la capacidad de hacerlo y a su vez no tiene la tecnología para realizar un aumento de capacidad de transmisión a futuro aprovechando forma óptima el enlace. El equipo PDH posee una protección 1+1 y presenta una cross - conexión manual. En la figura 18 se observa el rack y equipo PDH que actualmente es utilizado en el enlace Mall El Jardín – Iñaquito de la CNT.

Situación actual del enlace



*Figura 18* Rack de equipos PDH Mall El Jardín - Iñaquito de la CNT. Fuente: CNT EP.

Con el transcurso de los años la tecnología PDH del enlace Mall El Jardín – Iñaquito no brinda la capacidad de transmisión necesaria. No posee la tecnología para brindar servicios adicionales como son Ethernet y Fast Ethernet (FE), lo cual no permite aprovechar la capacidad de transmisión no utilizada por el enlace para ofrecer estos servicios. No puede ser gestionado por parte del proveedor, es decir no se puede tener un monitoreo remoto del funcionamiento del enlace y su cross-conexión es manual, por el motivo de que el equipo PDH que actualmente trabaja no tiene la capacidad para hacerlo, por lo que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT EP) busca una solución a esta problemática.

### **3.3 Requerimientos de la CNT EP.**

En la actualidad el requerimiento de ancho de banda para nuevos servicios que el Sistema de Fibra Óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP planifica brinda, debido a la demanda de servicios Ethernet y Fast Ethernet (FE), plantea utilizar el enlace Mall El Jardín – Iñaquito utilizando equipos de tecnología

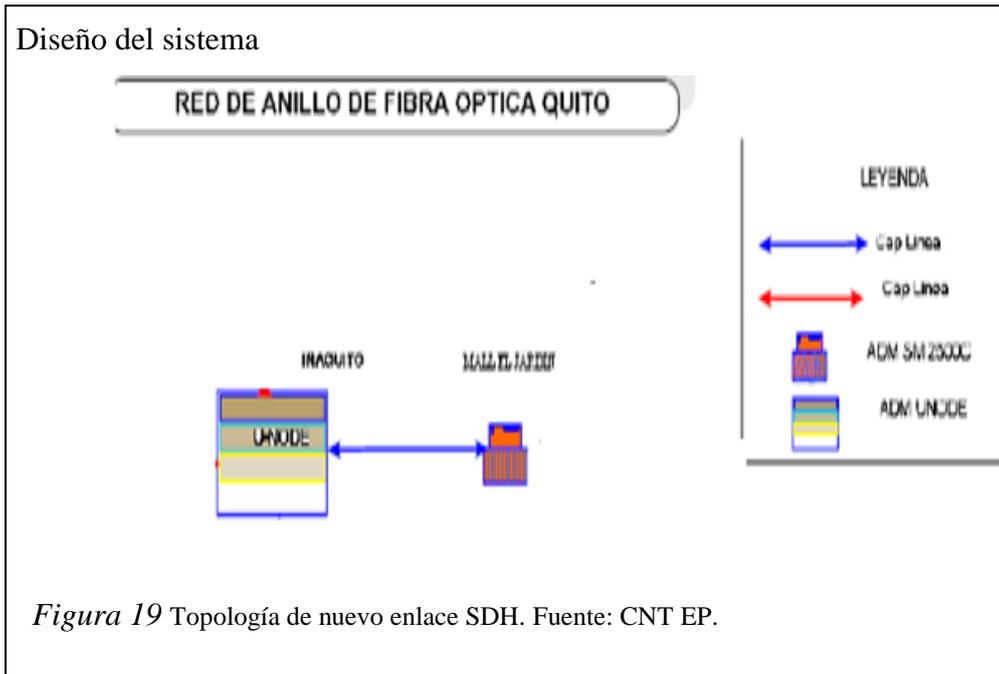
SDH que permitan a más de brindar dichos servicios, migrar los E1's que actualmente trabajan con equipo de tecnología PDH, lo cual requiere una red de transmisión en capa física con gran velocidad de transmisión, escalabilidad y capacidad, razón por la cual se plantea migrar de equipos de tecnología PDH a SDH.

SDH, brinda la solución para lograr incrementar la capacidad del backbone, sin realizar nuevos tendidos de fibra óptica a un menor costo. SDH permite transportar y gestionar gran cantidad de diferentes tipos de tráfico sobre la infraestructura física.

### **3.4 Propuesta de diseño del Sistema**

El diseño propuesto para la migración a tecnología SDH del enlace Mall El Jardín – Ñaquito del sistema de redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, es un sistema con redundancia, con protección 1+1, donde proveerá comunicación a través de equipos de transmisión SDH por fibra óptica, transmitiendo un servicio STM-1 que posee una capacidad de transmisión de 155 Mbps el cual consta de 63 E1's, dicho servicio STM-1 puede ser utilizado para ofrecer servicios Ethernet y Fast Ethernet para brindar servicios como datos, videos, Internet etc. en alta y baja velocidades. Este sistema SDH permitirá crear un sistema con menores probabilidades de fallas con un sistema de respaldo, permitiendo la comodidad de interconexión de equipos y a futuro aumentar la capacidad de transmisión del enlace, incrementando la capacidad de procesamiento de los diferentes servicios.

Con dichas especificaciones todos los tributarios del enlace tendrán una capacidad de 2 Mbps es decir un E1, permitiendo cubrir las demandas de servicios que exige el cliente, por lo cual es suficiente utilizar un multiplexor STM-1 con el cual se podrá cubrir todas las necesidades actuales del enlace.



### 3.5 Criterios a considerar en el diseño de la propuesta SDH.

El diseño de la red SDH del enlace Mall El Jardín – Iñaquito debe basarse en tres objetivos fundamentales los cuales son:

- Optimizar el uso de la fibra óptica en el enlace troncal Mall El Jardín – Iñaquito del sistema de Redes de fibra Óptica de la CNT EP.
- Ampliar la capacidad de transmisión del enlace Mall El Jardín – Iñaquito con equipos SDH.
- Sistema de protección del enlace.

Tabla 2.

*Requerimientos de la CNT EP para la nueva red SDH.*

<b>Requerimientos</b>	<b>Motivo</b>
El equipo debe usar tecnología SDH para redes de transporte de área metropolitana.	Para lograr la distinción de redes de área extendida que ocupan tarjetas más costosas, en comparación a redes de área metropolitana que tienen un menor costo.

El equipo debe ser compatible con el software de gestión iManager U2000 de Huawei.	Para poder gestionar remotamente el enlace por parte del proveedor del servicio ante cualquier fallo o caída de servicio y dar una solución inmediata.
Los equipos deben tener una capacidad de cross - conexion 20 G.	Para poder abastecer con la capacidad de cross - conexión todo el enlace.
Las tarjetas tributarias deben soportar diferentes velocidades como Ethernet, STM16, STM-4, STM-1.	Para poder integrar los servicios que actualmente brinda el enlace con los servicios de mayor capacidad que se pueden integrar a futuros.
El equipo debe soportar diferentes tipos de topología como Anillo, malla y punto a punto.	Para lograr integrar la red actual y en caso de requerirlo ampliar de acuerdo a las necesidades de la empresa a futuro.
El equipo debe proveer un ancho de banda de un STM-1.	Por el motivo de migrar los servicios E1's existentes y establecer la capacidad y disponibilidad de servicios que se puede proveer.
Utilizar equipo OptiX OSN 1500A	Por motivo de que el departamento de sistemas de redes de fibra óptica cuenta con este equipo y requiere aprovecharlo.

Nota: Requerimientos y criterios establecidos por la CNT EP para la propuesta de migración. Fuente: CNT EP.

### 3.5.1 Optimizar el uso de fibra óptica en el enlace

La gran tendencia a utilizar fibra óptica hasta llegar al cliente con tecnología SDH, la cual mediante enlaces troncales son utilizados para llevar la información de alta capacidad.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP tiene un concepto de separar las redes de acceso (tendido de fibra hacia los clientes) con las redes troncales de transmisión (tendido de fibra intercentral en la ciudad de Quito) para determinar su aprovechamiento. Por lo cual un estudio realizado sobre la ocupación

de fibras en los enlaces del Sistema de Redes de fibra óptica de “Anillos Metropolitanos de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones demostró que existe utilización de hilos de fibra de un promedio del 80% de su capacidad total y en enlaces de alta densidad de tráfico llega al 95.2%” (Mendoza, 2013, pág. 37). Por este motivo la Corporación Nacional de Telecomunicaciones busca el máximo provecho de sus fibras.

Dicho estudio contempla la utilización de equipos de tecnología SDH que permita migrar todos los servicios El´s del enlace PDH actuales y aprovechar la capacidad de transmisión no utilizada por el equipo de tecnología PDH, que trabajan con hilos de fibra óptica, eliminando en un 90% la ocupación de hilos de fibra óptica del enlace Mall El Jardín – Ñaquito del Sistema de Redes de Fibra óptica.

### **3.5.2 Ampliar la capacidad de transmisión en el enlace**

La Ampliación de la capacidad de transmisión va a la par con las tendencias del mercado a nivel nacional, los servicios de telecomunicaciones que brinda la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP a sus clientes, garantizado el cumplimiento de necesidades y requerimientos de sus abonados. El constante crecimiento exponencial de la necesidad de ancho de banda, requiere la implementación de un sistema de transmisión que permita dar una solución global a las necesidades que requiera la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

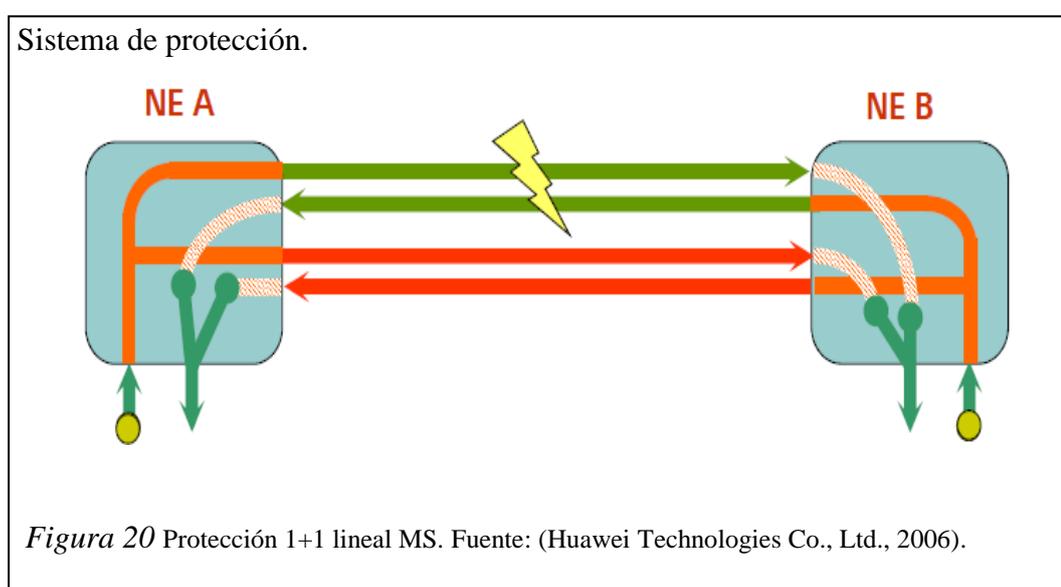
El diseño del enlace prevé la instalación equipos con tecnología SDH, que permitirán migrar los servicios PDH actuales y aumentar su capacidad para dar servicios IP de gran capacidad como Ethernet y Fast Ethernet (FE).

### **3.5.3 Sistema de protección del enlace:**

Para proteger el enlace la propuesta establece la utilización de protección 1+1 lineal MS la cual es usada en redes punto a punto, por medio de dos hilos de fibras, envía tráfico tanto por la ruta activa como por la ruta de protección. Si se detecta una pérdida de tráfico, en el extremo receptor se comienza un proceso de conmutación

hacia el camino de protección, es decir la protección 1+1 tiene la función de proteger el camino de conexión.

La protección 1+1 es unidireccional, es decir, la señal va por dos caminos diferentes y se selecciona la mejor ruta. La figura 20 muestra el esquema de protección 1+1. El nodo origen envía el tráfico por los canales de trabajo y protección (Transmisión concurrente); El nodo destino recibe el tráfico por el canal de trabajo (Recepción selectiva); cuando el canal de trabajo falla; el nodo destino conmuta para recibir el tráfico por el canal de protección.



### 3.6 Análisis de Equipo SDH

La propuesta establece la utilización de equipos de tecnología SDH, fabricados por la Compañía Huawei, debido a motivos de convenios existentes entre dicha compañía y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

#### 3.6.1 Huawei Technologies

Huawei es una compañía de telecomunicaciones que se esfuerza por brindar a los operadores de alrededor del mundo una solución de transporte unificada, sin congestión que ofrece velocidad ultra-alta, alta confiabilidad e inteligencia. Los equipos de transmisión de la familia OptiX de Huawei que incluye una alta gama de productos SDH desde niveles STM-1 a STM-256, de larga distancia de hasta 160

canales y plataformas de transporte multiservicio para redes de acceso regionales y de largo alcance, capaces de gestionar tráfico TDM, ATM E IP. Los productos SDH ofrecen una solución idónea y económica para redes de transmisión en el dominio óptico- eléctrico. Las plataformas de transmisión multiservicio ofrecen acceso fácil y versátil para todos los tipos de servicio.

### **3.6.2 Equipo SDH seleccionado.**

Según los requerimientos de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, Sistema de Redes de Fibra Óptica se ha seleccionado el equipo OptiX OSN 1500A ya que cumple con todos los requerimientos necesarios para poder mejorar el desempeño, capacidad y crecimiento futuro en el enlace Mall El Jardín - Iñaquito, aprovechando el equipo OptiX OSN 1500A ya que el sistema de redes de fibra óptica cuenta con este equipo.

### **3.6.3 OptiX OSN 1500A**

El equipo de transmisión óptica OptiX OSN 1500A es un equipo de nueva generación de Huawei Technologies Co., Ltd., que puede ser gestionado uniformemente por un sistema de gestión de red en transporte. Equipo que pertenecen a la familia OSN, (Optical switching node) creado para manejar el estatus y futuro de las redes MAN (Redes de área local) integrando la tecnología jerarquía digital sincrónica (SDH), múltiple división de ondas (WDM), Ethernet, Modo de transferencia asincrónica (ATM), jerarquía digital plesiócrona (PDH). Así se puede transmitir servicios de voz y datos eficientemente en la misma plataforma, permite una interconexión entre equipos troncales de larga distancia, poseen la ventaja que puede ser implementados en la red a nivel de acceso o a nivel de core.

OptiX OSN 1500A es un equipo SDH compacto STM 16/4 diseñado para el acceso metropolitano. Puede soportar SDH/PDH, Ethernet, ATM, Microondas y servicios SAN y WDM integrados. La figura 21 muestra el equipo OptiX OSN 1500A.

Optix OSN 1500A.



*Figura 21* Equipo OptiX OSN 1500A. Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd. Ecuador).

Tabla 3 .

*Características técnicas del Equipo OptiX OSN 1500A.*

<b>Modelo</b>	<b>Capacidad de XC</b>	<b>Configuración de servicios</b>	<b>Topología</b>	<b>Precio</b>
OptiX 1500A	20 G	Ethernet, Fast Ethernet (FE), STM-1, STM-4, STM-16	Punto a punto, malla, anillo	Bajo

Elaborado por: Luis Sangoquiza.

Por estas características técnicas señaladas en la tabla 3 el equipo OptiX OSN 1500A es ideal para ser utilizado en la propuesta de migración SDH ya que cumple con los requerimientos establecidos por el sistema de redes de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP. El equipo proporcionara la capacidad de transmisión necesaria y prevé un crecimiento futuro del enlace, lo que permitirá cumplir con éxito la migración a tecnología SDH.

Como se muestra en la figura 21 el equipo OptiX OSN 1500A posee siguientes tarjetas:

- CXL1.
- PD1.
- PIUA.
- AUX.
- EFT4.
- L75S.

**CXL1:** Tarjeta de Cross Conexión, unidad de control, sincronismo. Con una capacidad de cross-conexión de 20 G para alto y bajo orden, posee una interfase de 1 x STM-1.

**PD1:** Tarjeta de procesamiento para 32 x E1.

**PIUA:** Tarjeta de interfaz de energía (apoyo OptiX OSN bastidor 1500A)

**AUX:** Tarjeta de interface de sistema auxiliar, unidad de respaldo de poder y de intercomunicación de tarjetas que implementa la función centralizada de respaldo de poder y provee interfaces internas auxiliares (ETH, ALM, CLK, COM, OAM).

**EFT4:** Unidad de Ethernet, tarjeta de procesamiento de cuatro puertos Fast Ethernet accede y procesa señales FE

**L75S:** Tarjeta de interfaz de conmutación eléctrica 16xE1 (75 ohmios).

### **3.7 Procesos establecidos por la CNT EP para la propuesta de migración SDH.**

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP establece un proceso para establecer una propuesta de migración para ello toma en cuenta los siguientes aspectos.

- Inspecciones para cuantificar materiales.

- Instalación de equipo y pruebas de funcionamiento.
- Adecuación de sitios para inicio de tareas de migración.
- Configuración de los servicios,

### **3.7.1 Inspecciones para cuantificar materiales.**

Trata de una visita técnica al nodo donde se instalarán los equipos de transmisión de tecnología SHD y se debe considerar lo siguiente:

- Señalar con cinta aislante la futura ubicación del nuevo equipo SDH y escribir con marcador permanente la palabra nuevos equipos SDH.
- Establecer la distancia existente desde el nuevo equipo hacia el distribuidor de fibra óptico ODF que se dirigen hacia el nodo adyacente para ubicar nuevas canaletas fiber runner.
- Establecer la cantidad de servicios a migrar para determinar la cantidad de patch cords de fibra óptica tomando en cuenta los tipos de conectores existentes en el mercado, por ejemplo LC, FC y SC.
- Establecer la distancia que existe desde el nuevo equipo hasta los tableros de energía para energizarlos, tomando en cuenta la distancia de las nuevas escalerillas.
- Establecer la distancia existente desde el nuevo equipo hacia el equipo donde se va a migrar los servicios para ubicar nuevas canaletas fiber runner.
- Procesar toda la información recopilada en las inspecciones en un informe de la inspección.

### **3.7.2 Instalación de equipo y pruebas de funcionamiento.**

Instancia en la que procede lo siguiente:

- Instalación del nuevo rack donde será ubicado el equipo SDH, en el sitio establecido en la inspección.
- Realizar la energización del equipo, tomando en cuenta el etiquetado de la ubicación de origen y destino de cada cable para así obtener una ubicación exacta de los distintos cables en caso de alguna falla.
- Instalación de nuevas escalerillas para el cableado eléctrico utilizado para alimentar los equipos.
- Pruebas de funcionamiento local del equipo.

### **3.7.3 Adecuación de sitios para inicio de tareas de migración.**

Instancia en la que procede lo siguiente:

- Instalación del nuevo distribuidor de fibra óptica ODF de servicio, donde van a llegar todos los patch cords de fibra óptica desde las tarjetas del equipo SDH.
- Instalación de nuevas canaletas de fiber runner de acuerdo a lo especificado en la inspección.
- Patcheo de la fibra óptica desde el nuevo equipo hacia el ODF de línea de fibra óptica, conectando en los puertos designados en la inspección.
- Patcheo de fibra óptica desde el ODF de servicio hacia las posiciones designadas a la migración.

### 3.7.4 Configuración de los servicios

Instancia en la que procede lo siguiente:

- Configuración local de cada equipo identificándolo con un nombre y una IP.
- Instalación de un sistema de gestión para poder gestionar remotamente el equipo.
- Configurar el nuevo enlace del sistema de gestión, verificar que todos los equipos se interconecten y revisar las potencias en todas las interfaces de línea.
- Patcheo de fibra óptica desde las tarjetas ópticas de los equipos actuales hacia el equipo a migrar.
- Se realizaría la configuración total de todos los servicios que se encuentran en la matriz de tráfico de servicios STM-1 y Ethernet.
- Pruebas de funcionamiento de todos los servicios configurados desde gestión, ubicando físicamente un analizador de tramas ya sea SDH y Ethernet.

### 3.8 Enlace SDH establecido a migrar

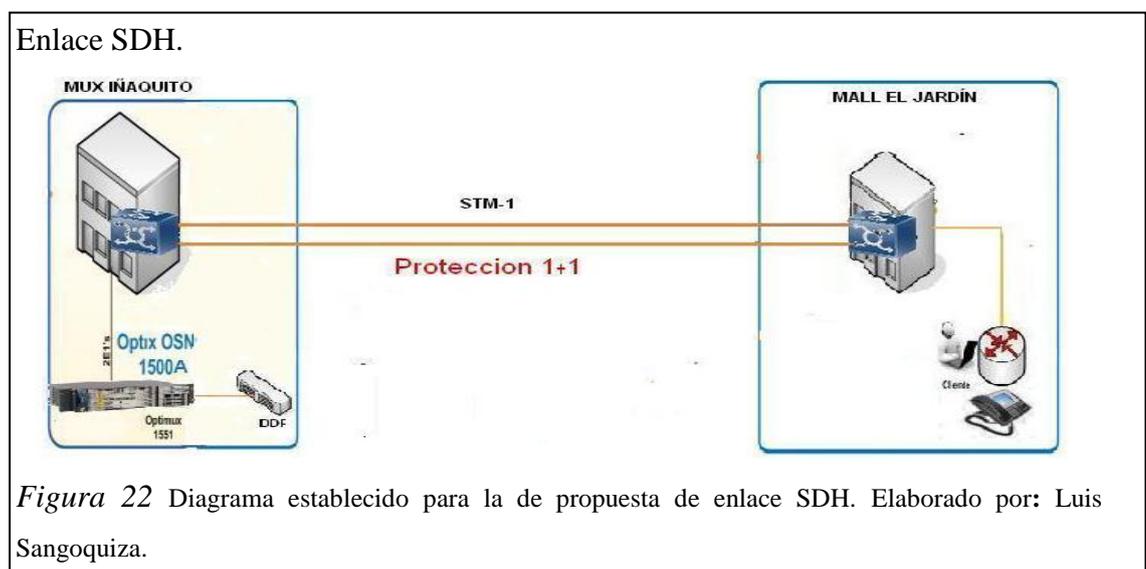


Figura 22 Diagrama establecido para la de propuesta de enlace SDH. Elaborado por: Luis Sangoquiza.

El diseño establecido para la posible migración SDH del enlace Mall El Jardín – Ñaquito como se muestra en la figura 22 está formado por un Bastidor de distribución Digital (DDF) que contiene el cable troncal del STM-1 eléctrico el cual consta de 63 E1´s de transmisión y recepción.

Dicho cable troncal STM-1 eléctrico va conectado a la tarjeta L75S, la cual es una tarjeta de interfaz de conmutación eléctrica 16xE1 (75 ohmios) del equipo OptiX OSN 1500A el cual realiza la multiplexación de las tramas STM-1 y mediante la tarjeta CXL1 tarjeta de Cross-Conexión, unidad de control, sincronismo, posee una interfaz de 1 x STM-1 envía la trama multiplexada al nodo Mall El Jardín.

## CAPITULO 4

### ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA SDH

En este capítulo, se analiza el aspectos económicos, se establece la inversión inicial, Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Tiempo de Recuperación del Capital (PRC), por medio de estas herramientas financieras determinar si la propuesta de migración a tecnología SDH del enlace Mall El Jardín - Ñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP generara pérdidas o ganancias al transcurso de 1 año.

#### 4.1 Costos de implementación e inversión inicial

Los costos de implementación de la propuesta de migración a tecnología SDH incluyen los costos de equipamiento que son necesarios para la implementación y funcionamiento de la migración, dando como resultado una cifra aproximada de la inversión del proyecto como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

*Costos de Equipos y accesorios de interconexión.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	Gabinete ETSI 300/600 (ensamblado)	1	\$ 3.123	\$ 3.123
2	Subrack Optix 1500	1	\$ 2.458	\$ 2.458
3	Tarjetas			
4	Tarjeta AUX	2	\$ 1.388	\$ 2.776
5	Tarjeta PIUA	2	\$ 135	\$ 270
6	Tarjeta CXL1	2	\$ 11.880	\$23.760
7	Tarjeta ETF4	1	\$ 3.494	\$ 3.494
8	Tarjeta L75S	2	\$ 450	\$ 900
9	Tarjeta PD1	2	\$ 1.745	\$ 3.490
10	Patch cords	-	-	\$ 620

<b>11</b>	Atenuadores	-	-	\$ 340
<b>12</b>	Canaletas, corrugada, cable mini coaxial, conectores.	-	-	\$ 1.350
<b>Sub Total (\$)</b>				<b>\$ 42.581</b>

Nota: \$ = dólares de costos de equipos y accesorios. Elaborado por: Luis Sangoquiza.

#### 4.1.1 Costos referenciales de operación

En la tabla 5 presenta los costos referenciales concernientes a la operación involucrada a la propuesta de migración a tecnología SDH, para lo cual se basara en información extendida por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Tabla 5.

*Costos de operación.*

<b>OPERACIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO \$</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>
<b>Instalación</b>	\$ 4.800	\$ 4.800
<b>Ingeniería y mantenimiento</b>	\$ 2.200	\$ 2.200
<b>Sub Total</b>		<b>\$ 7.000</b>

Nota: \$ = dólares de costos de operaciones. Fuente: CNT EP.

#### 4.1.2 Costo total

La tabla 6 muestra el costo total de la implementación a tecnología SDH la cual se basa en costos anteriormente calculados.

Tabla 6.

*Costo Total de implementación SDH.*

<b>COSTOS</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Costos de equipos y accesorios de interconexión</b>	\$ 42.581
<b>Costos de operación</b>	\$ 7.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 49.581</b>

Nota: \$ = dólares de costos total de implementación. Elaborado por: Luis Sangoquiza.

#### **4.2 Ingresos de la propuesta de migración SDH.**

Para establecer los ingresos que generará la propuesta de migración SDH primero se determina el valor anual que se recaudará en un año por la prestación del servicio STM-1 al Mall El Jardín por parte de la Corporación Nacionales de Telecomunicaciones CNT EP el cual anualmente percibe \$ 68.040 y mensualmente \$ 5.670 por el servicio de un STM-1. Como se puede observar en la tabla 7.

Tabla 7.

*Costos mensual y anual recibidos por la prestación del servicio STM-1.*

<b>SERVICIO</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>STM-1</b>	\$ 5.670	\$ 68.040

Nota: \$ = dólares de costos recibidos por la prestación de servicio. Fuente: CNT EP.

#### **4.3 Indicadores de evaluación de un proyecto**

El propósito de evaluar un proyecto es establecer que tan factible resulta la propuesta de migración a tecnología SDH la cual es un aspecto muy importante para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP. Para lo cual se utiliza

herramientas financieras que son el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y PRC (Periodo de recuperación del Capital), que permitirá evaluar la rentabilidad de la propuesta de migración.

#### 4.3.1 Valor Actual Neto (VAN)

El método del Valor Actual Neto (VAN) se basa en la actualización de los diversos ingresos que se producen como consecuencia de la inversión, y en restas de desembolso inicial de la suma de todos ellos. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, orientados por una inversión. La metodología consiste en descontar al monto actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuras (cash-flows) del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el Valor Actual Neto del proyecto (Fernando Casani, 2009, pág. 355).

El Valor Actual Neto de un proyecto de inversión permite determinar si el proyecto es viable o no. Permite también determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

Para establecer si un proyecto es rentable o no el Valor Actual Neto (VAN) establece lo siguiente:

- $VAN > 0$ , el proyecto es rentable y generará ganancias.
- $VAN = 0$ , el proyecto es rentable también, porque ya está incorporado ganancia de la tasa de descuento es decir no generará pérdidas ni ganancias.
- $VAN < 0$ , el proyecto no es rentable y generará pérdidas.

La fórmula para establecer el Valor Actual Neto es la siguiente:

Fórmula 1 Valor Actual Neto (VAN).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

Dónde:

- $V_t$  se refiere a los flujos de caja en cada periodo  $t$ .
- $I_o$  es el valor del desembolso inicial de la inversión.
- $n$  es el número de períodos considerado.
- $k$  es el tipo de interés.

A continuación se realizara el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de la propuesta de migración SDH teniendo en cuenta que el valor del desembolso inicial de la inversión  $I_o$  es de \$ 49.581, en un periodo de tiempo de 1 año, cuyo flujo de caja  $V_t$  es de \$ 68.040 y que posee un interés de 17 % el cual es utilizado por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP para este tipo de cálculos.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

$$VAN = -I_o + \frac{V_t}{(1+k)} + \frac{V_t}{(1+k)^2} + \frac{V_t}{(1+k)^3} \dots + \frac{V_t}{(1+k)^n}$$

$$VAN = -49.581 + \frac{68.040}{(1+0,17)}$$

$$VAN = -49.581 + \frac{68.040}{1,17}$$

$$VAN = -49.581 + \frac{68.040}{1,17}$$

$$VAN = -49.581 + 58.153,84615$$

$$VAN = \$ 8.572,85$$

Este resultado indica que nuestro proyecto de propuesta de migración SDH es rentable.

### 4.3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).

La tasa interna de retorno es la tasa que iguala al valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico (Vaquiro, 2012).

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido (Vaquiro, 2012).

La fórmula para establecer la Tasa Interna de Retorno (TIR) es la siguiente.

Fórmula 2 Tasas Interna de Retorno (TIR).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Dónde:

- VAN** es valor actual neto igual a cero “0”.
- $F_t$**  es el flujo de efectivo en el periodo t.
- n** es el número de periodos.
- I** es el valor de la inversión inicial.

A continuación se realizara el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la propuesta de migración SDH teniendo en cuenta que el valor de desembolso inicial de la inversión  $I$  es de \$ 49.581 yun flujo de efectivo  $F_t$  del primer año es de \$ 68.040.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

$$0 = -I + \frac{A_1}{(1 + TIR)} + \frac{A_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{A_3}{(1 + TIR)^3} \dots + \frac{A_n}{(1 + TIR)^n}$$

$$0 = -49.581 + \frac{68.040}{(1 + TIR)}$$

$$0 = \frac{-49.581 (1 + TIR) + 68.040}{(1 + TIR)}$$

$$0 = \frac{-49.581 (1 + TIR) + 68.040}{(1 + TIR)}$$

$$(1 + TIR) * 0 = -49.581 (1 + TIR) + 68.040$$

$$0 = -49.581 (1 + TIR) + 68.040$$

$$0 = -49.581 - 49.581 TIR + 68.040$$

$$49.581 TIR = -49.581 + 68.040$$

$$49.581 TIR = 18.459$$

$$TIR = \frac{18.459}{49.581}$$

$$TIR = 0,3723$$

$$TIR = 37.23 \%$$

Este resultado indica que la propuesta de migración es rentable y generará ganancias.

### 4.3.3 Periodo de Recuperación del Capital (PRC)

“El Periodo de Recuperación del Capital es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión. Cuanto menor sea el plazo mejor será la inversión. Si la inversión no se recupera o el plazo es muy largo, no convendría realizarlo” (Fernando Casani, 2009, pág. 355).

Este método ayuda a evaluar la liquidez de la empresa. El método del periodo de recuperación del capital indica en que lapso de tiempo se recupera la inversión realizada en un proyecto como consecuencia de las utilidades generadas por cada período de operación del proyecto sujeto a estudio.

La forma de calcularlo es muy simple, una vez que el monto de la inversión y los flujos del proyecto fueron determinados.

Fórmula 3 Periodo de Recuperación del Capital (PRC).

$$PCR = \frac{INVERSIÓN}{FLUJO DE EFECTIVO}$$

A continuación se calculara el Periodo de Recuperación del Capital (PCR) teniendo como inversión \$ 49.581 y el flujo de efectivo mensual es de \$ 5.670.

$$PCR = \frac{49.581}{5.670}$$

$$PCR = 8,74$$

$$PCR = 9 \text{ meses}$$

Este resultado indica que la inversión de la propuesta de migración de medio de transmisión SDH se recuperará en un periodo de 8 meses lo cual es una buena inversión porque entre más rápido se recupere la inversión el proyecto es más rentable.

#### **4.4 Financiamiento de la propuesta**

La propuesta de migración a tecnología SDH será financiada en su totalidad es decir en un 100% por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP la cual es una empresa pública que posee una gran liquidez y trata de brindar a sus clientes una mayor calidad de servicios utilizando equipo de última tecnología.

## CONCLUSIONES

- La propuesta de migración a tecnología de transporte SDH del enlace Mall El Jardín - Iñaquito brinda una mayor capacidad de transmisión, permitiendo aumentarla aún más a futuro, según la demanda de servicios lo requiera, transmitiendo servicios IP y E1`s actuales, monitoreados remotamente por parte de la Gestión del Sistema de Redes de Fibra Óptica de la Corporación Nacional de telecomunicaciones CNT EP.
  
- La propuesta de migración SDH del enlace Mall El Jardín - Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP establece un aumento de 15 Mbps de la capacidad de transmisión actual del enlace que trabaja con tecnología PDH, es decir que aumentara un 10.71% de su capacidad de transmisión actual.
  
- La propuesta de migración SDH del enlace Mall El Jardín - Iñaquito de la CNT EP permite brindar servicios adicionales al cliente como son los servicios Ethernet y Fast Ethernet que actualmente es imposible brindar con la tecnología PDH actual que trabaja.
  
- La propuesta de migración a tecnología SDH tendrá un gran beneficio ya que con el cambio a tecnología SDH la cross conexión del enlace Mall el Jardín- Iñaquito de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones se volverá automática, ya que en la actualidad el enlace PDH trabaja con una cross conexión manual este es un factor positivo para el administrador del enlace que en caso de caída o fallo del enlace no tendrá que manipular manualmente el equipo sino que la cross conexión se realizara automática por parte del equipo.
  
- El análisis económico de la propuesta de migración a la tecnología de transporte SDH establece atreves del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación del Capital (PCR) que es una inversión rentable y que generara ganancias, ya que se estableció un VAN = \$

8.572,85, TIR = 37.23 % y un PCR = 9 meses que indica que la inversión se recuperara en un periodo menor a un año lo que es rentable en un proyecto de telecomunicaciones.

## RECOMENDACIONES

- Para futuros trabajos de migración de tecnología SDH por parte de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones se recomienda utilizar este proyecto ya que existen otros enlaces PDH por migrar y el cual podría ser una guía para la migración de estos enlaces ya que la CNT EP establece los mismos requerimientos establecidos en el presente trabajo.
  
- Se recomienda a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones tomar en cuenta este proyecto ya que el enlace que se propone intervenir presenta un deterioro en el equipo PDH y puede causar una caída total del enlace lo cual generaría un problema para el cliente y para el sistema de fibra óptica de la CNT EP.
  
- Se recomienda a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones realizar las inspecciones técnicas establecidas por parte de la empresa y descritas en el presente trabajo para poder realizar la inmediata migración ya que el enlace necesita una intervención inmediata por parte del proveedor.

## LISTA DE REFERENCIAS

- AGRAWAL, G. P. (2002). *Fiber-Optic Communication Systems*. Rochester: NY: John Wiley & Sons, 2010.
- Alcatel Univerty Mexico. (s.f.). *Fundamentos Teóricos PDH y SDH*. Mexico.
- Alex Vukovic, Khaled Maamoun, Heng Hua, Michel Savoie. (2007). *Performance Characterization of PON Technologies*. Ottawa : the Broadband Applications and Optical Networking Group, Communications Research Centre (CRC).
- Amaya, M. (23 de Octubre de 2000). *SDH*.
- Beeram, N. K. (2006). *Analysis of nonlinear dispersions in optical system*. India : BTech,Guru Nanak Enginnering College .
- Biovotion, b. (06 de agosto de 2013). *VSM de Biovotion*. Recuperado el 27 de agosto de 2013, de <http://www.biovotion.com/news-biovotion.phtml>
- Carlos Bock,Josep Prat,Stuart D. Walker. (2005). *Hybrid WDM/TDM PON using the AWG FSR and featuring Centralized Light Generation and Dynamic Bandwidth Allocation*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Chacha Guevara, J. F. (22 de Marzo de 2010). Estudio de la tecnología Ethernet sobre SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y prueba de canalización utilizando multiplexores HIT7070, para el trayecto Quito-Guayaquil de la red de transelectric S.A. *Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Departamento de ingeniería Telemática España. (s.f.). *Conmutación*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2014, de Telematica:  
<http://trajano.us.es/docencia/Conmutacion/temas/b00intro/diapositiva25.html>  
estándar Euro
- EMTELCOM S.A. (6 de Septiembre de 2011). Manual de Capacitación Basica en Telecomunicaciones. *Sistemas de transmisión PDH y SDH*, VI-3.
- Fernando Casani, A. L. (2009). *Economía de la empresa 2º Bachillerato*. Editex.

- Franco Cobo, M. G. (27 de Junio de 2013). Integración de todos los usuarios portadores en una red Ethenet (IP) utilizando la plataforma DWDM y SDH de la empresa CELEC EP-TRANSELECTRIC.
- Giuseppe Talli, Paul D. Townsend. (2006). *Hybrid DWDM-TDM Long-Reach PON for*. Cork, Ireland: JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY.
- Goutam Das, Bart Lannoo, Abhishek Dixit, Didier Colle, Mario Pickavet, Piet Demeester. (2011). *Flexible hybrid WDM/TDM PON architectures using wavelength selective switches*. Belgium: Optical Switching and Networking.
- Huawei Technologies Co., Ltd. (2006). Principios SDH. 4.
- Huawei Technologies Co., Ltd. (2006). Red SDH y Protecciones. *Scientific and technical documentation viewer*.
- Huawei Technologies Co., Ltd. (2009). Descripción del Hardware OptiX OSN 1500/2500/3500/7500.
- Huawei Technologies Co., Ltd. (Abril de 2013). OptiX OSN 3500 V100R001 System Description. *Technical Manual*. Bantian, Longgang District, Shenzhen, P. R. China.
- Huawei Technologies Co., Ltd. Ecuador. (s.f.). *OSN 1500*. Obtenido de Operadores: <http://www.huawei.com/ec/products/transport-network/hybrid-mstp/osn1500/index.htm>
- ITU-T Recommendation Y.2001 (12/2004) - General overview of NGN. (12 de 2004). *ITU*. Obtenido de ITU: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/ngn/Pages/definition.aspx>
- Jiménez, L. M. (16 de Mayo de 2013). Evolución de la red de transmisión de acceso móvil desde ATM a ALL- IP. *Proyecto de fin de carrera*, 51. Valencia, España.
- Łašuks, I. (2010). *The Effect of Stimulated Brillouin Scattering on WDM-PON*. Lituania: Riga Technical University.

- Ll. Gutierrez, P. Garfias, M. De Andrade, C. Cervelló-Pastor and S. Sallent. (2010). *Next Generation Optical Access Networks: from TDM to WDM*. catalunia : Technical University of Catalonia, icat Foundation.
- Marcelo Abreu Aldo Castagna Pablo Cristiani Pedro Zunino Enrique Roldós Gustavo Sandler. (2009). *CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA AL HOGAR (FTTH)*. Montevideo: Universidad de Montevideo.
- Md. Shamim Ahsan, Man Seop Lee, S. H. Shah Newaz, Syed Md. Asif. (2011). *Migration to the Next Generation Optical Access Networks Using Hybrid WDM/TDM-PON*. Daejeon, Sylhet: Korea Advanced Institute of Science and Technology, Sylhet International University,.
- Mendoza, M. (2013). Estudio de factibilidad para el gestionamiento del proceso de migración de SDH a DWDM de la red de fibra óptica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en Quito . Quito, Pichincha, Ecuador.
- Millán, R. (2011). *Consultoría Estratégica en tecnologías de la información y la comunicacion*. Obtenido de La tecnología líder del transporte óptico: SDH (II): [http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh\\_parte2.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte2.php)
- NEC International Training Ltd. (1999). *Sistemas de transmisión SDH. Fundamentos y Principios*, 4. tokyo, Japan.
- Ossa, J. A. (2002). *“Análisis de Diagramas de Ojo”*. valparaiso: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Pereda, J. A. (2004). *Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones*. prentice hall.
- Queque, J. (9 de 10 de 2006). *Introducción SDH*.
- Rosero, G. (Marzo de 2008). Diseño de una red de transporte de telecomunicaciones para la costa occidental del lago de Maracaibo. *Informe de cursos de cooperación técnica y desarrollo social*. Sartenejas, Venezuela.
- Saikat Saha; Pratham Majumder; Soundarya M. (2013). *Analysis of SRS Effects at Different Number of Channels and Power Levels and on the Performance of*

*DWDM System*. Tamil Nadu, India: International Journal for Scientific Research & Development.

Silvia Pato, Sergey Y. Ten. (2012). *Effect of nonlinearities in a 10 Gbit/s EPON system*. Coimbra: Universidad de coimbra.

Sławomir Pietrzyk, Waldemar Szczesny, and Marian Marciniak. (1998). *Power penalty caused by Stimulated Raman Scattering in WDM Systems*. Kielce, Poland: JOURNAL OF TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATION TECHNOLOGY.

Synopsys, I. (2013). *OptSim Models Reference Volume I Sample Mode*. Ossining, NY 10562: Optical Solutions Group.

Toshiba. (22 de Julio de 2005). SDH Principle Issue 3.0. *SDH Optical Transmission System. Training manual SDH principle.*, 1.

Vaquiroy, J. (5 de Enero de 2012). *Pymes Futuro*. Obtenido de Tasa interna de retorno - Tir : <http://www.pymesfuturo.com/tiretorno.htm>

Viviana S. Gutierrez, Diana M. Espinosa, Cesar A. Hernández. (2011). *IMPACTO Y MASIFICACIÓN DEL USO DE LAS REDES GPON EN COLOMBIA FRENTE A OTRAS TECNOLOGIAS*. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”.

Wikipedia . (29 de Junio de 2014). *Acceso múltiple por división de tiempo*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso\\_m%C3%BAltiple\\_por\\_divisi%C3%B3n\\_de\\_tiempo](http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_tiempo)

Yu-Li Hsueh, Matthew S. Rogge, Shu Yamamoto, Leonid G. Kazovsky,. (2005). *A Highly Flexible and Efficient Passive Optical Network Employing Dynamic Wavelength Allocation*. palo alto: JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY.

Anexo 1 Fotografías de las condiciones actuales del equipo PDH del enlace Mall el Jardín – Iñaquito.



Figura: Rack y equipos PDH.



Figura: Tarjetas de cross conexión PDH.

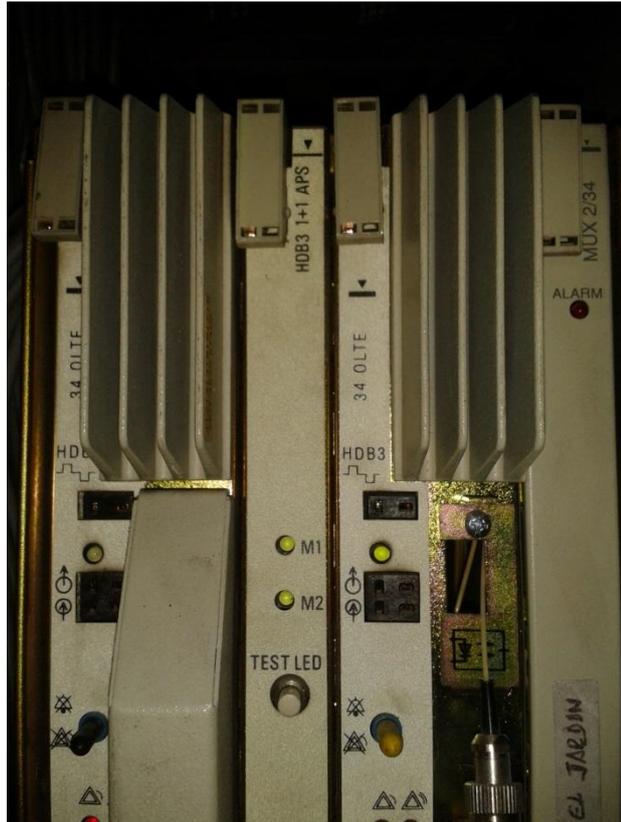


Figura: Tarjetas de equipos PDH.

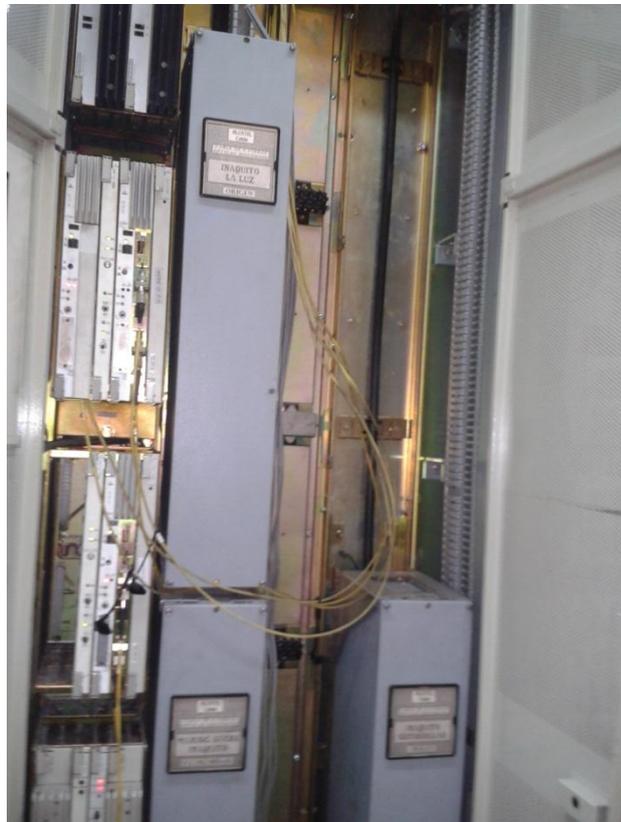


Figura: Equipo PDH en su totalidad.



## Anexo 2 Características del equipo OptiX OSN 1500A.

Radio Access	<h3>OSN 1500</h3> <p>El OptiX OSN 1500 es un sistema inteligente de conmutación óptica con arquitectura de "doble núcleo". Es decir, se puede utilizar en modo paquete o TDM. Cuando se utiliza con otros equipos de Huawei, admite varias aplicaciones de networking, como la aplicación en modo de paquete puro, la aplicación de red híbrida (central telefónica virtual en modo paquete y modo TDM) y la aplicación en modo TDM puro. Mediante el uso de una solución de red adecuada, el servicio de datos y el servicio convencional SDH pueden ser procesados de manera óptima. Por lo tanto, el OptiX OSN 1500 transmite de manera eficiente voz, datos, SAN y servicios de video en la misma plataforma.</p>
Fixed Access	
Core Network	
<b>Transport Network</b>	
WDM/OTN	
<b>Hybrid MSTP</b>	
OSN 7500 II	
OSN 3500	
<b>OSN 1500</b> >	
OSN 550	
OSN 500	
Metro 1000	
Microwave	
Marine Network	
Data Communication	<h3>Características</h3> <h4>Arquitectura de doble núcleo, transmisión multiservicio</h4> <p>Con una arquitectura de doble núcleo, el equipo OptiX OSN cumple con los requisitos para el transporte de servicios convencionales y para un número cada vez mayor de servicios de paquetes.</p>
Application & Software	<h4>Soporte de backhaul 3G móvil, mejor servicio de transmisión</h4> <p>Para hacer frente a los requisitos de backhaul 3G móviles, los equipos de Huawei ofrecen soluciones completas de transmisión en el dominio de paquetes, con convergencia y grooming de servicios en la capa de core de una red inalámbrica.</p>
OSS	<h4>WDM integrado/microondas, networking flexible</h4> <p>El equipo OptiX OSN utiliza la tecnología WDM integrada para transmitir varias longitudes de onda sobre una fibra óptica. En este contexto, el OptiX OSN puede interconectarse con equipos WDM.</p>
Devices	

Figura: Características del equipo OptiX OSN 1500A. Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd. Ecuador).



Figura. 4.7. OptiX OSN 1500.

La tabla. 5.1 indica la capacidad de acceso de cada slot en el equipo OptiX OSN 1500

A.

- El slot 12 pueden ser divididos en 2: slot 2 y slot 12
- El slot 13 pueden ser divididos en 2: slot 3 y slot 13
- La capacidad de acceso original de los slots 12 o 13 es de 2.5 Gbps.
- La capacidad de acceso original de cada uno de los 4 slots es de 1.25 Gbps.

Figura: Capacidad de acceso del equipo 1500A. Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009)

## OptiX OSN 1500A/1500B

Los OSN 1500A/1500B son productos SDH compactos STM 16/4 diseñados para el acceso metropolitano. Pueden soportar SDH/PDH, Ethernet, ATM/IMA, Microondas, y servicios SAN y WDM integrados. Diseñado para el acceso metropolitano.



- Tarjeta de cross-conexión: 20 G de orden superior y de orden inferior
- Interfaz eléctrica: 10/100Base-TX, 1000Base-T, E1/T1, E3/T3, E4, STM-1(e), V.35/V.24/X.21
- Interfaz óptica: 100Base-FX, 1000Base-SX/LX/ZX, STM-1/4/16/64, FC/ESCON/DVB-ASI
- Interfaz de microondas: 4xE1 ~ STM-1
- Ethernet: GFP/VCAT/LCAS, switch de capa 2, MPLS y VLAN apilable para VPN de capa 2
- RPR: Reutilización del espacio, dirección, reconcentración y redireccionamiento + protección de reconcentración

Figura: Características del equipo 1500A.

## 1.2 características

Esta sección se describen las características de la optix osn el equipo en los aspectos de la arquitectura del sistema, la creación de redes, y las tecnologías.

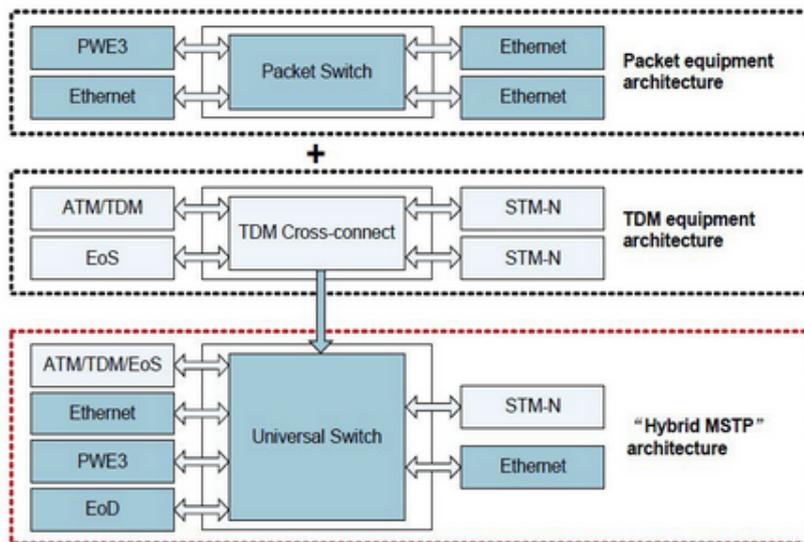
### 1. 2. 1 interruptor universal para la arquitectura multiservicio de aseo

Optix osn equipo utiliza un interruptor universal para la arquitectura unificada de aseo de paquetes de servicios y los servicios tdm. Optix osn el equipo puede trabajar en modo de paquetes, el modo tdm, o de doble- dominio( packet+tdm) modo.

Los tres modos se puede cambiar sin problemas mediante la mejora del software de un servicio tan junta carriers' los requisitos sobre los servicios y las redes pueden ser atendidas. La lisa de conmutación entre los tres modos apoya carriers' distribuidos lisa de inversión basado en el desarrollo de la tecnología y la cadena industrial.

Sobre la base de un interruptor universal de la arquitectura, optix osn equipo utiliza la transmisión de paquetes de la tecnología para llevar a cabo eficiente multiplexación estadística sobre los servicios de datos por lo que el costo de transmisión de cada bit es reducido. En la adición, optix osn equipo utiliza el nativo de la tecnología para transmitir los servicios tdm por lo que los servicios de voz se transmiten con alta calidad.

La figura muestra 1-4 optix el equipo osn de la arquitectura.



Sobre la base de un interruptor universal de la arquitectura, optix osn el equipo transmite unifiedly de paquetes de servicios como 2g, 3g, y privado vip de la línea de los servicios de la red por lo que la superposición es evitado. En la adición, optix osn el equipo transmite los servicios tdm. Las compañías puede constituir un paquete de extremo a extremo de la red, dual- dominio( packet+sdh) de red, híbrido o( mstp+routers) red que los osos l2+l3 servicios. Esta completa la transmisión de paquetes solución permite que una evolución de las redes tdm all-ip a las redes.

### 1. 2. 2 construido- en wdm, flexible de redes

El optix osn equipo utiliza la construcción- en la tecnología wdm para transmitir varias longitudes de onda más de una fibra óptica. De esta manera, el optix osn equipo pueden ser interconectados con el equipo de wdm.

#### 2.1 la estructura de hardware

El equipo puede albergar varios tipos de tableros y puede residir en varios tipos de gabinetes.

##### 2.1.1 del gabinete

El optix osn 1500 puede ser instalado en un gabinete etsi( 300 mm o 600 mm profundo) o un 19- pulgadas estándar del gabinete o de muchos otros gabinetes.

##### 2.1.2 optix osn 1500a subrack

Un optix osn 1500a subrack se compone de las ranuras y tablas que pueden ser configurado.

#### de la estructura

Un optix osn 1500a subrack tiene un dos- estructura de la capa. El subrack consiste en un tablero de la zona, un auxiliar tarjeta de interfaz de la zona, una interfaz de potencia zona junta, una zona del ventilador, y un cable de enrutamiento área.

La figura 2-1 muestra la estructura de un optix osn 1500a subrack.

2-1 figura la estructura de un optix osn 1500a subrack

Figura: Características del equipo 1500A.



Items Protegidos	Esquema de protección
	OptiX OSN 1500A
Tarjeta de procesamiento de servicio E1.	Conmutación de Protección de Tributario 1:1 (TPS)
Tarjeta de procesamiento de servicio E3/T3.	-
Tarjeta de procesamiento de servicio E4/STM-1	-
Tarjeta N1EGS4 de procesamiento de servicio Ethernet	backup 1 + 1 en funcionamiento
Tarjeta N1EMS4 de procesamiento de servicio Ethernet	-
Tarjeta N2EFS0 y N4EFS0 de procesamiento de servicio Ethernet.	-
N x 64 kbit/s, Frame E1 service processing board	-
Tarjeta de procesamiento de servicio IMA	Backup 1 + 1

Items Protegidos	Esquema de protección
	OptiX OSN 1500A
Tarjeta Cross-connect y de sincronismo	Backup 1 + 1
Tarjeta SCC	Backup 1 + 1
Tarjeta de interface de energía -48 V power interface board	Backup 1 + 1
Tarjeta de alimentación +3.3 V	Backup 1 + 1

*Figura:* Esquema de protección OptiX 1500A: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

Network Level Protection	Protection Scheme
Protección SDH.	MSP Lineal.
	MSP Anillo.
	Protección de conexión de sub – red (SNCP).
	Protección multi-camino de conexión de Sub- red (SNCMP).
	Inter-Ring interconnecting service protection
	Protección de camino virtual fibra-compartida.
	Protección de camino óptico MS-Compartido.
Protección Ethernet.	Resilient packet ring (RPR) protection
Protección ATM	VP-Ring/VC-Ring protection

*Figura:* Esquema de protección OptiX 1500A: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

Capacidad de acceso de los Slots.

Slot20 FAN	Slot 1 PIU	Slot 11 PIU	Slot 6 1.25Gbit/s
	Slot 2/12	2.5Gbit/s	Slot 7 1.25Gbit/s
	Slot 3/13	2.5Gbit/s	Slot 8 1.25Gbit/s
	Slot 4	2.5Gbit/s	Slot 9 1.25Gbit/s
	Slot 5	2.5Gbit/s	Slot 10 AUX

Capacidad de Cross-conexión

Tarjeta Principal	Capacidad de Cross – Conexión de Alto Orden	Capacidad de Cross – Conexión de Bajo Orden	Capacidad de Acceso
SSQ2CXL1	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	15 Gbit/s (96 x 96 VC-4)
SSQ2CXL4	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	15 Gbit/s (96 x 96 VC-4)
SSQ2CXL16	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	20 Gbit/s (128 x 128 VC-4)	15 Gbit/s (96 x 96 VC-4)

*Figura:* Capacidad de acceso de los Slots, capacidad de cross- conexión. OptiX 1500A: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

A continuación se presenta la descripción de las tarjetas que forman parte de la configuración de los equipos.

- **CXL1:** Unidad de control, sincronismo y cross-conexión (Con capacidad de 20G para alto orden y 20G para bajo orden), incluye una interfase de 1 x STM-1.
- **CXL4:** Unidad de control, sincronismo y cross-conexión (Con capacidad de 20G para alto orden y 20G para bajo orden), incluye una interfase de 1 x STM-4.
- **SL1:** Tarjeta de interfaz óptica 1 x STM-1.
- **SL4:** Tarjeta de interfaz óptica 1 x STM-4.
- **SEP1:** Tarjeta de procesamiento para 8 x STM-1 eléctricos.
- **PD1:** Tarjeta de procesamiento para 32 x E1.
- **PL3:** Tarjeta de procesamiento para 3 x E3.
- **C34S:** Tarjeta que provee interfaz física para conectar 3 x E3s.
- **EU04:** Tarjeta que provee interfaz física para conectar 4 x STM-1e, trabaja con SEP1.

*Figura:* Descripción de tarjetas Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

- **EU08:** Tarjeta que provee interfaz física para conectar 8 x STM-1e, trabaja con SEP1.
- **D75S:** Tarjeta que provee interfaz física para conectar 32 E1 (75 ohm), que a la vez sirve de puente para la conmutación de protección 1:N para los tributarios E1, trabaja con PD1.
- **TSB8:** Tarjeta que sirve de puente para la conmutación de protección 1:N para los tributarios STM-1e.
- **TSB4:** Tarjeta que sirve de puente para la conmutación de protección 1:N para los tributarios STM-1e.
- **AUX:** Tarjeta auxiliar de interfases de gestión local para el equipo.
- **EOW:** Interfaz del canal de servicio.
- **PIU:** Unidad de poder.

*Figura:* Descripción de tarjetas Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

### Anexo 3 Equipos adicionales para la propuesta de migración SDH.

#### Gabinete

Es un soporte metálico cuya función es resguardar los equipos, dispositivos y enseres eléctricos, informáticos. Los gabinetes, deben brindar un amplio control de las fibras horizontales y verticales.

Las medidas del gabinete están normalizadas para que sean compatibles con los equipos de cualquier fabricante. Como se muestra en la figura 21 características del gabinete ETSI 300/600 que es el gabinete recomendado para el equipo OptiX OSN 1500A.

Gabinete ETSI 300/600.

#### Gabinete ETSI 300/600

W(mm)	D(mm)	H(mm)
600	600	2000
	300	2200
		2600

Altura (mm)	Número máximo de subracks posibles
	OptiX OSN 1500
2000	4
2200	4
2600	4



Figura; Gabinete ETSI 300/600 Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

## Indicadores

Indicador	Color	Estado	Descripción
Energía	Verde 	Encendido	Gabinete encendido
		Apagado	Gabinete apagado
Alarma críticas	Rojo 	Encendido	Alarma crítica
		Apagado	Sin alarmas críticas
Alarma mayor	Naranja 	Encendido	Alarma mayor
		Apagado	Sin alarmas mayores
Alarma menor	Amarillo 	Encendido	Alarma menor
		Apagado	Sin alarmas menores

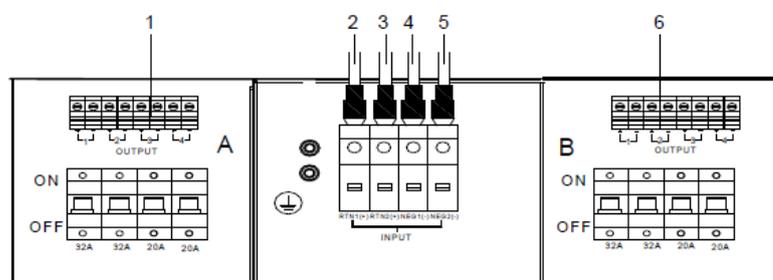
### Notas:

- Los indicadores no parpadean.
- Si un indicador de alarma está encendido, una alarma de ese tipo está ocurriendo en uno o más subracks dentro del gabinete.
- Las alarmas ocurren en los subracks, el cable ALM debe ser conectado adecuadamente.



Figura: Indicadores de alarmas Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

## Unidad de Distribución de Energía



- |                                    |                             |                                  |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. Conector de Energía (Izquierda) | 2. Cable de Energía RTN1(+) | 3. Cable de Energía RTN2(+)      |
| 4. Cable de Energía NEG1(-)        | 5. Cable de Energía NEG2(-) | 6. Conector de Energía (Derecha) |



Figura: Unidad de distribución de energía. Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

# Consumo de Potencia

- Fuente de alimentación DC
- Voltaje Normal: -48V or -60V
- Rango de Voltaje de Entrada:  $-48V \pm 20\%$  o  $-60V \pm 20\%$

Equipo	OptiX OSN 1500A	OptiX OSN 1500B	OptiX OSN 2500	OptiX OSN 3500	OptiX OSN 7500
Consumo de Potencia (W)	200	280	400	600	1000
Capacidad del Fusible (A)	10	10	15	20	32

Fuente: (Huawei Technologies Co., Ltd., 2009).

## Regletas de bastidor de distribución digital DDF

La regleta DDF consta de un grupo de cables mini - coaxiales de E1's de 75 Ohm. En dicha regleta se encuentran los E1's para TX y RX organizados.



*Figura:* Regleta DDF. Fuente CNT EP.

## **Fuentes de alimentación y puestas a tierra**

La fuente de luz utilizada para la propuesta del diseño del sistema es un aspecto importante porque puede ser uno de los elementos costosos. Sus características son a menudo un aspecto importante en cuanto a la limitación en el rendimiento final del enlace óptico. Los dispositivos emisores de luz usados en la transmisión óptica deben ser compactos, monocromáticos, estables y de larga duración. Generalmente se utiliza el diodo laser para convertir las señales eléctricas a pulsos de luz en sistemas de telecomunicaciones por fibra óptica.

La potencia DC sistema de distribución debe ser protegido contra fallo de alimentación y configurado con baterías de almacenamiento. Para hacer frente a un corte de energía a largo plazo, un generador diesel debe ser equipado como el de reserva de alimentación de AC para el equipo de transmisión troncal.

El sistema de fuente de alimentación DC se compone de batería de almacenamiento, fuente de almacenamiento primario (Rectificador), distribuidor de DC y el panel de control.

La línea de neutro de AC está prohibida para ser conectada a la tierra de protección de cualquier equipo de comunicación. Asegúrese de que no haya fusible, interruptor u otros dispositivos de la como en una línea de conexión a tierra. Todas las líneas de conexión a tierra deben ser lo más cortas y directas posible, Haga todos los esfuerzos para evitar bobinado de ellos.

La resistencia de puesta a tierra es  $< 1$  ohm

Anexo 4 Certificación de entrega del proyecto de tesis a la CNT EP.



Quito, 20 de Febrero del 2015

Física

Sonia Guaño, MSc.

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA DE LA  
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.**

Presente.

**CERTIFICADO:**

El Señor **LUIS ANTONIO SANGOQUIZA CAIZA**, con numero de cedula 1720675717, realizo la entrega del tema de tesis **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA MIGRACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE TRANSPORTE PDH A SDH DEL ENLACE MALL EL JARDÍN- IÑAQUITO DE LA CNT EP”** el cual fue recibido y revisado por parte del departamento de O & M Redes de Fibra Óptica.

Por este motivo se agradece al Sr. Luis Sangoquiza por la colaboración brindada en este proyecto, que es de gran aporte y el cual tendrá el fin de mejorar nuestros servicios.

Atentamente,



Ing. Maximiliano Mendoza

O & M Redes de Fibra Óptica

Benalcázar y Mejía esquina, Edificio Quito Centro.

Teléfono: +593996183662 – 2 2955980

Quito - Ecuador