

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

Trabajo de fin de carrera titulado:

INTEGRACIÓN DE TODOS LOS USUARIOS PORTADORES EN  
UNA RED ETHERNET (IP) UTILIZANDO LA PLATAFORMA  
DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP –  
TRANSELECTRIC.

Realizado por:

MARÍA GABRIELA FRANCO COBO

Como requisito para la obtención del título de:  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

QUITO, SEPTIEMBRE DE 2010



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo María Gabriela Franco Cobo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

María Gabriela Franco Cobo.

# DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado  
INTEGRACIÓN DE TODOS LOS USUARIOS PORTADORES EN UNA RED ETHERNET  
(IP) UTILIZANDO LA PLATAFORMA DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP –  
TRANSELECTRIC.

Realizado por la alumna

**MARÍA GABRIELA FRANCO COBO**

como requisito para la obtención del título de  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

ha sido dirigido por el profesor

ING. MARIO CHAFLA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

.....  
ING. MARIO CHAFLA.

**Director**

Los profesores informantes

Ing. ADRIANA ABAD, e

Ing. VERÓNICA RODRÍGUEZ

después de revisar el trabajo escrito presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

.....  
Ing. ADRIANA ABAD.

.....  
Ing. VERÓNICA RODRÍGUEZ.

Quito, 23 de agosto de 2010

## **AGRADECIMIENTO**

Al terminar esta etapa de mi vida, quiero expresar un profundo agradecimiento a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me estimularon para lograr mi objetivo.

Gracias por la oportunidad de existir, por su sacrificio, por su ejemplo de superación incansable; por su comprensión y confianza; por su amor y amistad incondicional; porque, sin su apoyo, no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional. Quiero agradecer a mis padres Miguel Franco y Edith Cobo quienes depositaron su confianza en mí. Hago extensivo el triunfo compartido, ya que mis ideales y esfuerzos son inspirados en ustedes.

A mis hermanos Alexandra, Belén y Christian quienes comparten conmigo cada triunfo de mi vida, también creyeron en mí esfuerzo, todo esto, se los debo a ustedes tres, gracias por el cariño y apoyo incondicional.

A tres pequeños seres que fueron mi inspiración mis sobrinos Nicolás, Emilia y Adrián, gracias por que tan solo con una mirada o un gesto de cariño me animaron a culminar y poder enseñarles que lo que uno se propone en la vida se puede lograr.

A una persona muy especial en mi vida gracias por tu ayuda, cariño y por estar siempre a mi lado, es Daniel Amoroso

Al Ing. Mario Chafla gracias por su apoyo y confianza, por su capacidad para guiar mis ideas de la mejor manera y por sus conocimientos compartidos durante la elaboración de la tesis.

A todos y cada uno de mis profesores mi gratitud por el conocimiento impartido durante todos estos años; a mis compañeros de aula, gracias por todos los momentos compartidos durante esta etapa de mi vida.

## RESUMEN

El progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). Por medio de esta red de transporte, la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, por otra parte, el uso global del protocolo IP, se ha posicionado como la plataforma más importante para transportar datos sobre la red, sin importar la naturaleza de su fuente.

Así como también las redes de alta velocidad basadas en SDH están teniendo una gran importancia en el suministro de nuevos servicios basados en el protocolo de Internet (IP) .

La fusión de tecnologías denominada Ethernet sobre SDH, es una arquitectura de red optimizada, pues, a más de suplir la demanda de gran ancho de banda, resuelve el factor económico, permitiendo conectar directamente el alto tráfico (10, 100, 1000, 10000 Mbps) proveniente de redes LAN (Local Area Network) y MAN (Metropolitan Area Network) a la infraestructura de red SDH, mediante conmutadores ó enrutadores ópticos, éstos normalmente son menos costosos que un multiplexor SDH.

Las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con el número requerido de puertos Ethernet para satisfacer el aumento continuo de usuarios, la empresa se ve afectada en el intercambio de datos a usuarios portadores tanto internos como externos, los mismo que requieren la información. Los sistemas SDH y DWDM están

compuestos por tarjetas que realizan las diversas funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la red.

Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.

Para lograr el diseño se ejecuta un análisis sobre la evolución de las redes de transporte en la empresa desde su origen hasta la actualidad determinando aspectos tales como: capacidad de tráfico nacional e internacional, capacidad utilizada en los equipos SDH que son otorgados a sus clientes, descripción y análisis de los equipos del Core utilizado para las redes SDH y DWDM.

## ABSTRACT

The latest developments in the field of optical transmission has been the transfer of information by using division multiplexing DWDM dense wavelength. Through this information transmission system can transmit multiple wavelengths simultaneously through a single fiber strand, on the other hand, the overall use of the IP protocol, has positioned itself as the most important platform for transporting data over the network, regardless of the nature of its source.

As well as high-speed networks based on SDH are having a great importance in providing new services based on Internet Protocol (IP).

The fusion of technology called Ethernet over SDH is an optimized network architecture, thus more than inect the demand for high bandwidth, solves the economic factor, allowing direct connect high traffic (10, 100, 1000, 10000 Mbps ) coming from LAN (Local Area Network) and MAN (Metropolitan Area Network) to the SDH network infrastructure, through optical switches or routers, they are usually less expensive than a SDH multiplexer.

The current networks SDH and DWDM CELEC EP - Transelectric don't have the required number of Ethernet ports to meet the continued increase in users, the company is concerned in the exchange of data to users, both internal and external carriers, the same required information. SDH and DWDM systems are made up of cards that perform the various functions required for the proper functioning of the network.

However, the increase cards in existing equipment is very expensive, however, since it is not possible to replace the entire infrastructure in a given time deployed is important to establish a mechanism to integrate control of all layers of this architecture network, providing in this way, a network management in a simple, fast, flexible bandwidth for IP traffic and can meet the capacity demands of customers, this can be done through design an IP network using SDH and DWDM platforms CELEC EP - Transelectric.

To achieve the design is executed an analysis of the evolution of transport networks in the company from its origin to present such aspects as: the ability of national and international traffic, capacity used in SDH equipment that are provided to its customers, description and analysis of equipment used for Core SDH and DWDM networks.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>18</b>
<b>1. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1 TÍTULO DEL ESTUDIO .....	18
1.2 ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	20
1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	20
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	21
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	21
1.5 MARCO TEÓRICO .....	23
1.5.1 <i>Definición de las redes de transporte</i> .....	23
1.5.2 <i>Evolución de las redes de transporte</i> .....	24
1.5.3 <i>Tipos de redes de transporte</i> .....	25
1.5.3.1 Definición PDH .....	26
1.5.3.2 Definición de SDH .....	29
1.5.3.3 Definición ATM.....	32
1.5.3.4 Definición de DWDM .....	34
1.5.4 <i>Técnicas básicas de multicanalización</i> .....	37
1.5.4.1 FDM (Multicanalización por división).....	38
1.5.4.2 TDM (Multicanalización por división de tiempo).....	38
1.5.4.3 WDM (Multicanalización por longitud de onda) .....	39
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>40</b>
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS E INTRODUCCIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE: SDH Y DWDM .....</b>	<b>40</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	40
2.2 TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE .....	42
2.2.1 <i>Infraestructura PDH (Jerarquía Digital Plesiócroma)</i> .....	42
2.2.1.1 Jerarquía Europea (E1).....	45
2.2.2 <i>Infraestructura SONET/SDH</i> .....	48

2.2.3	<i>Infraestructura DWDM (dense wavelength division multiplexing)</i> .....	55
2.2.3.1	Principios de la transmisión óptica.....	56
2.2.3.1.1	Componentes DWDM.....	58
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>61</b>
<b>3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC</b>	.....	<b>61</b>
3.1	SERVICIOS QUE PROPORCIONA LA RED INTERNA DE CELEC EP – TRANSELECTRIC A LOS USUARIOS.....	61
3.1.1	<i>Servicio de Internet</i> .....	62
3.1.2	<i>Servicio de administración de seguridad de la red</i> .....	64
3.1.3	<i>Red telefónica CELEC EP – TRANSELECTRIC</i> .....	69
3.2	INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	71
3.2.1	<i>Análisis de la red de Datos</i> .....	71
3.2.1.1	Red Interna (edificio) CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	71
3.2.2	<i>Red WAN CELEC EP – TRANSELECTRIC</i> .....	82
3.3	CONTROL DE LA RED.....	84
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>86</b>
<b>4.DISEÑO DE UNA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC</b>	.....	<b>86</b>
4.1	PORTADOR DE PORTADORES (INTERNACIONAL Y NACIONAL).....	87
4.2	PRINCIPALES CLIENTES DE CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	93
4.3	EVOLUCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE SDH Y DWDM EN CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	95
4.3.1	<i>Evolución de la Red de transporte DWDM</i> .....	107
4.3.1.1	Alcance.....	112
4.4	SITUACIÓN ACTUAL DE LA REDES DE TRANSPORTE.....	114
4.4.1	<i>Principales Subestaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC</i> .....	115
4.4.2	<i>Estructura del Sistema Nacional de Transmisión</i> .....	119
4.4.3	<i>Descripción de los Equipos del Core utilizados para SDH y DWDM</i> .....	120
4.4.3.1	Tarjetas Ethernet del multiplexor HiT7070DC.....	123

4.4.3.2	Tarjetas SDH del multiplexor HiT7070 .....	126
4.5	DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC .....	136
4.5.1	<i>Factores que intervienen en el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre las redes DWDM y SDH de la CELEC EP – TRANSELECTRIC.....</i>	138
4.5.2	<i>Capacidades de tráfico nacional en el 2010.....</i>	140
4.5.3	<i>Protocolos que intervienen en la transformación ETHERNET sobre SDH y DWDM.....</i>	146
4.5.4	<i>Equipos del Core utilizados para el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre SDH y DWDM de CELEC EP - TRANSELECTRIC.....</i>	148
4.6	RESULTADOS OBTENIDOS CON EL DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC .....	156
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>164</b>
<b>5. ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN, IMPACTO DE FALLOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE UNA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC. ....</b>		<b>164</b>
5.1	ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN E IMPACTO DE FALLOS DE LA RED DE TRANSPORTE SDH Y DWDM DE CELEC – EP TRANSELECTRIC .....	164
5.1.1	<i>Formas de administración de la Red SDH de TRANSELECTRIC.....</i>	166
5.2	PROTOTIPO DEL MONITOREO DEL DISEÑO DE LA RED ETHERNET IP/SDH A NIVEL FASTETHERNET UTILIZANDO EL PROGRAMA TNMS CLIENT .....	178
5.2.1	<i>Desarrollo del Prototipo del monitoreo del diseño de la red Ethernet IP/SDH a nivel FastEthernet utilizando el programa TNMS Client.....</i>	184
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>190</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>194</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>196</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>199</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>18</b>
1. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>40</b>
2. CONCEPTOS BÁSICOS E INTRODUCCIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE: SDH Y DWDM .....	40
<i>Tabla 2.1: Niveles de multiplexación PDH utilizados en Norteamérica Europa y Japón</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 2.2: Estándares SDH de la ITU- T.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 2.3: Equivalencias en tasas de transmisión entre SONET y SDH.....</i>	<i>50</i>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>61</b>
3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MISMA. ....	61
<i>Tabla 3.1: Utilización de consumo de ancho de banda por estación de trabajo.....</i>	<i>63</i>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>86</b>
4. DISEÑO DE UNA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	86
<i>Tabla 4.1: Capacidades de tráfico internacional Quito – Jamondino.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 4.2: Capacidades de tráfico nacional Cuenca - Loja .....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 4.3: Capacidades de tráfico nacional Quito – Santo Domingo .....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 4.4: Capacidades de tráfico nacional Quevedo – Guayaquil.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 4.5: Capacidades de tráfico nacional Guayaquil - Milagro.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 4.6: Capacidades de tráfico nacional Santo Domingo - Quevedo.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 4.7: Capacidades de tráfico nacional Milagro - Machala .....</i>	<i>104</i>

<i>Tabla 4.8: Capacidades de tráfico nacional Milagro - Cuenca .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 4.9: Capacidades de tráfico nacional Quevedo - Manta .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 4.10: Capacidades de tráfico nacional en el 2010.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 4.11: Capacidad Obtenida .....</i>	<i>161</i>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>164</b>
5. ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN, IMPACTO DE FALLOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE UNA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC .....	164
<i>Tabla 5.1: Características y beneficios del iManager T2000.....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 5.2: Características Técnicas.....</i>	<i>172</i>

# ÍNDICE DE ESQUEMAS

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>18</b>
1. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>40</b>
2. CONCEPTOS BÁSICOS E INTRODUCCIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE: SDH Y DWDM .....	40
<i>Esquema 2.1: Evolución de las Redes de Transporte .....</i>	<i>42</i>
<i>Esquema 2.2: Jerarquía europea El .....</i>	<i>48</i>
<i>Esquema 2.3: Estructura de trama de STM – 1 .....</i>	<i>51</i>
<i>Esquema 2.4: Estructura de multiplexación de SDH.....</i>	<i>53</i>
<i>Esquema 2.5: Multiplexación DWDM (Multiplexación por división en longitudes de onda densas).....</i>	<i>56</i>
<i>Esquema 2.6: Diagrama de bloque de los componente DWDM.....</i>	<i>58</i>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>61</b>
3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MISMA. .61	
<i>Esquema 3.1: Ejemplo de conexión de una de las alas con el 5to piso .....</i>	<i>75</i>
<i>Esquema 3.2: Red de Acceso.....</i>	<i>78</i>
<i>Esquema 3.3:Distribución de la red LAN del Edificio CELEC EP - TRANSELECTRIC</i>	<i>80</i>
<i>Esquema 3.4: Red LAN del Edificio CELEC EP - TRANSELECTRIC .....</i>	<i>81</i>
<i>Esquema 3.5: Red de fibra óptica de CELEC EP - TRANSELECTRIC.....</i>	<i>83</i>
<i>Esquema 3.6: Red de CELEC EP – TRANSELECTRIC.....</i>	<i>84</i>
<i>Esquema 3.7: Sistemas de Telecomunicaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC .....</i>	<i>85</i>

**CAPÍTULO IV.....86**

4. DISEÑO DE UNA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.....	86
<i>Esquema 4.1: Servicios de CELEC EP – TRANSELECTRIC para los clientes.....</i>	88
<i>Esquema 4.2 Cable Arcos I.....</i>	89
<i>Esquema 4.3: Cable Maya I.....</i>	90
<i>Esquema 4.4: Red SIEMENS CELEC EP – TRANSELECTRIC 2004.....</i>	96
<i>Esquemas 4.5: Red SIEMENS CELEC EP – TRANSELECTRIC 2006.....</i>	97
<i>Esquema 4.6: Red Total 2006 de CELEC EP – TRANSELECTRIC.....</i>	98
<i>Esquema 4.7: Red de Fibra Óptica Siemens (Distancia en Kilómetros).....</i>	99
<i>Esquema 4.8: Red SDH de 2008.....</i>	101
<i>Esquema 4.9: Mapa de la red de transporte de fibra óptica 2008.....</i>	101
<i>Esquema 4.10: Red Siemens SDH de 2009.....</i>	106
<i>Esquema 4.11: Red SDH de 2009.....</i>	107
<i>Esquema 4.12 Esquema DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.....</i>	108
<i>Esquema 4.13: Longitudes de onda de la red DWDM de TRANSELECTRIC.....</i>	110
<i>Esquema 4.14: Distancias y tipo de fibra instalada – Red TRANSELECTRIC.....</i>	111
<i>Esquema 4.15: Red de Transporte DWDM de TRANSELECTRIC.....</i>	113
<i>Esquema 4.16: Mapa de la red de transporte de fibra óptica 2010.....</i>	114
<i>Esquema 4.17 Cable OPGW.....</i>	116
<i>Esquema 4.18: Tendido aéreo de cable de fibra óptica utilizando el cable OPGW.....</i>	117
<i>Esquema 4.19: Principales Subestaciones de CELEC – EP TRANSELECTRIC.....</i>	119
<i>Esquema 4.20: Fotografías Siemens Surpass hiT7070 de TRANSELECTRIC.....</i>	121
<i>Esquema 4.21: Fotografías Siemens SMA16.....</i>	131
<i>Esquema 4.22: Fotografía Siemens Huawei OSN 3500.....</i>	133
<i>Esquema 4.23: OpMetro SDH 101.....</i>	135
<i>Esquema 4.24: Aplicación del OpMetro 101.....</i>	136
<i>Esquema 4.25 Descripción del RC702-GE.....</i>	153
<i>Esquema 4.26 Punto a Punto - Transporte Gigabit Ethernet sobre STM-1/4.....</i>	154
<i>Esquema 4.27 Agregación de tráfico Gigabit Ethernet sobre STM-4.....</i>	155

**CAPÍTULO V .....164**

**5. ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN, IMPACTO DE FALLOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE UNA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.....164**

*Esquema 5.1: Diagrama de la conexión de la Gestión para los equipos SDH de CELEC EP - TRANSELECTRIC.....166*

*Esquema 5.2: Interfaz gráfica que presenta el sistema de administración TNMS de la red SDH (2009) de CELEC EP – TRANSELECTRIC .....168*

*Esquema 5.3: Panorama del Programa TNMS Client<sup>45</sup> .....169*

*Esquema 5.4: Ventana de alarmas críticas del sistema de gestión iManager T2000.....173*

*Esquema 5.5: Red HUAWEI de Transneta en iManager T2000 .....175*

*Esquema 5.6: PRTG para monitorear capacidades de varias redes de comunicación..176*

*Esquema 5.7: Panorama completo de uso de la red.....177*

*Esquema 5. 8: Visualización de las tarjetas IFOFES-E y asignación de los 3 VC- .....180*

*Esquema 5.9: DXC entre las tarjetas de línea de los multiplexores .....182*

*Esquema 5. 10: Visualización de las tarjetas FQGBEB y asignación de los 2 VC -4 ....186*

*Esquema 5.11: DXC entre las tarjetas de línea de los multiplexores entre la parte SDH de la tarjeta IFQGBEB y la tarjeta IFS2G5 .....189*

# CAPÍTULO I

## 1. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 TÍTULO DEL ESTUDIO

Integración de todos los usuarios portadores en una red Ethernet (IP) utilizando la plataforma DWDM y SDH de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC.

### 1.2 ANTECEDENTES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, se constituyó el 13 de febrero de 2009 por la fusión de las empresas generadoras Hidropaute S.A., Electroguayas S.A., Termoesmeraldas S.A., Termopichincha S.A., Hidroagoyán S.A. y la transmisora Transelectric S.A.; la Corporación asumió todos los derechos y obligaciones de las compañías que se fusionaron. Estas empresas pasarán a convertirse en unidades estratégicas de negocio,

cuyo objetivo es el de generar y transmitir energía eléctrica al menor costo, continuo confiable y de calidad.<sup>1</sup>

Las Telecomunicaciones en CELEC EP – TRANSELECTRIC constituyen el pilar fundamental en la transferencia de datos y voz del Sistema Nacional de Transmisión (SNT); desde hace 25 años se ha operado y mantenido un Sistema de Telecomunicaciones que utiliza Onda Portadora (PLC) a través de las líneas de alta tensión del SNT.

Con la llegada de la conmutación de paquetes, el paradigma de Internet y el éxito de los protocolos IP como la base del transporte masivo de datos, se introdujo un tema estratégico en la manera de intercambiar datos, al plantear si las redes de transporte debían o no tener un grado significativo de inteligencia en su núcleo central o si esta inteligencia se debía encontrar en los bordes de la red de transporte o en las redes locales únicamente.

Este planteamiento es relevante ya que se pretende que las nuevas redes de transporte sean lo más transparente posible frente al despliegue de nuevas aplicaciones de interés para los usuarios, es decir, que tenga una validez para cualquier nueva aplicación sin cambios significativos, sin inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios. Las redes de nueva generación, en su segmento de transporte, darán una respuesta a esta cuestión estratégica. Por otra parte cabe anotar también que una de las principales razones en el crecimiento del ancho de banda en las redes de transporte, ha sido el aumento exponencial del número de usuarios.

---

<sup>1</sup> Portal de internet de Transelectric  
[http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/portal/main.do?sectionCode=96](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/main.do?sectionCode=96)

Considerando las premisas anteriores y que las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con el número requerido de puertos Ethernet para satisfacer el aumento continuo de usuarios, la empresa se ve afectada en el intercambio de datos a usuarios portadores tanto internos como externos, los mismo que requieren la información. Los sistemas SDH y DWDM están compuestos por tarjetas que realizan las diversas funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la red.

Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar una red Ethernet (IP) sobre las redes SDH y DWDM de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC, que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente en el número de usuarios.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado inicial de la red de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC.
- Describir el funcionamiento de las redes de transporte estableciendo así diferencias y semejanzas significativas entre las mismas.
- Establecer las ventajas y desventajas de las redes de transporte DWDM y SDH.
- Determinar la importancia del diseño y la implementación de una red IP, tomando en consideración las necesidades y objetivos que tiene la empresa.
- Evaluar y diagnosticar el número de puertos Ethernet necesarios para satisfacer los requerimientos de los usuarios portadores de la empresa CELEC EP – TRANSELECTRIC
- Determinar el mejoramiento de la eficiencia y escalabilidad de las redes de transporte mediante el análisis de su nueva estructura y diseño.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El papel que desempeña las redes de transporte en telecomunicaciones es muy importante, ya que se encarga de la multicanalización de diversos tipos de información en distintos formatos, su evolución ha sido progresiva desde redes analógicas, digitales, hasta las redes ópticas.

Las redes ópticas en la actualidad presentan un gran número de capas, las cuales manejan determinado tipo de tráfico y proporcionar servicios específicos. Este planteamiento permite simplificar el diseño de los dispositivos, conduce a redes complejas y difíciles de gestionar. Por ello, últimamente se está tendiendo a reducir el número de dispositivos distintos que podemos encontrar en la red, consolidando determinadas capas y mejorando sus funcionalidades.

Factores como el mejoramiento de la eficiencia y escalabilidad de las redes se centran en el planteamiento del diseño de una red Ethernet IP sobre DWDM.

IP sobre DWDM utiliza direccionamiento y enrutamiento IP sobre redes DWDM. Empleando paquetes sobre SONET (PoS) directamente sobre canales DWDM con el fin de consolidar los planos IP y de datos sobre las longitudes de onda y la fibra.

Hoy en día, para la transportación del tráfico de datos IP sobre DWDM existen varios mecanismos que tienen como objetivo, reducir la sobrecarga que suponen las capas de adaptación intermedias, contenidas generalmente por SONET/SDH.

Ya que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de

red, proporcionando, de este modo, una mejor administración de la red.

## 1.5 MARCO TEÓRICO

### 1.5.1 Definición de las redes de transporte <sup>2</sup>

Tomando en cuenta el papel importante que cumplen las redes de transporte en las telecomunicaciones se puede definir como aquellas que se encargan del envío y multicanalización de diversos tipos de información las mismas que pueden tener un formato analógico o digital.

Así tenemos las redes como E1/T1 e ISDN están basadas en líneas de cobre y las redes de transporte basadas en fibras ópticas como ATM, B-ISDN o SONET/SDH, entre otras. Para su diseño y gestión es necesaria la elaboración de un modelo de red apropiado con entidades funcionales bien definidas.

La Red de Transporte puede describirse definiendo las asociaciones existentes entre los puntos de la red que la forman. Se debe utilizar un modelo de Red de Transporte basado en

---

<sup>2</sup> Monografía de SDH, <http://www.monografias.com/trabajos/atm/atm.shtml>

los conceptos de subdivisión dentro de cada capa, de una forma que permita un elevado grado de recurrencia.

### **1.5.2 Evolución de las redes de transporte<sup>3</sup>**

Su arquitectura y característica estaban sometidas al tipo de información que se deseaba transportar tomando en cuenta las propiedades de las redes de acceso utilizadas. Así, por ejemplo, redes de transporte de televisión por cable, múltiples tipos de redes de transporte de datos dependientes del servicio en cuestión, redes de transporte de telefonía fija y comunicaciones móviles.

Con la llegada de la digitalización empieza un proceso de convergencia en las redes de transporte con la finalidad de poder transportar cualquier tipo de información, independientemente de su origen. Proceso en el que contribuyó el uso masivo de la fibra óptica como el medio físico de preferencia para el transporte.

Sin embargo a lo largo de este desarrollo han ido surgiendo una serie de tecnologías digitales para su aplicación en el transporte tales como: X25, Frame Relay, SDH, ATM, las mismas que están orientadas a solventar problemas determinados en arquitecturas específicas de transporte y que han tenido diferentes períodos de éxito y decadencia.

---

<sup>3</sup> Resumen red de transporte. Disponible en <http://www.eveliux.com/mx/red-de-transporte.php>.

La conmutación de paquetes y del paradigma de Internet, con el éxito de los protocolos IP como la base del transporte masivo de datos, introdujo una nueva cuestión al plantear si las redes de transporte debían o no tener un grado significativo de inteligencia en su núcleo central o si esta inteligencia se debía encontrar en los bordes de la red de transporte.

Sin embargo este planteamiento es relevante ya que se pretende que las nuevas redes de transporte sean lo más transparentes posibles frente al despliegue de nuevas aplicaciones de interés para los usuarios, es decir, que tenga una validez para cualquier nueva aplicación sin cambios significativos, sin inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios.

### **1.5.3 Tipos de redes de transporte**

La Red de Transporte son las encargadas de la transferencia de información de un usuario desde un punto a otro u otros puntos de forma bidireccional o unidireccional. Se utilizan diferentes técnicas para transmitir información tal como: voz, datos, videos; esto se realiza sobre un mismo canal. La multicanalización tiene como ventaja reducir los costos de la red al minimizar el número de enlaces de comunicación entre dos puntos.

Existen varias técnicas de multicanalización que incluyen FDM (Multicanalización por división de frecuencias), TDM (Multicanalización por división de tiempo), STDM (Multicanalización estadística por división de tiempo) y tantas otras más como

multicanalización inteligente, multicanalización inversa, WDM (Wavelength Division Multiplexing) y DWDM (WDM Denso).

### **1.5.3.1 Definición PDH**

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

PDH define un conjunto de sistemas de transmisión que utiliza dos pares de alambres (uno para transmitir, otro para recibir) y un método de multicanalización por división de tiempo (TDM) para interpolar múltiples canales de voz y datos digitales.

### **Estructura de la Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH)**

Se basa en canales de 64 Kbps en cada nivel de multiplexación se van aumentando el número de canales sobre el medio físico. Es por esto que las tramas de distintos niveles tienen estructuras y duraciones diferentes. Además de los canales de voz en cada trama viaja información de control que se añade en cada nivel de multiplexación, por lo que el número de

canales transportados en niveles superiores es múltiplo del transportado en niveles inferiores, pero no ocurre lo mismo con el régimen binario.<sup>4</sup>

Existen tres jerarquías PDH: la europea, la norteamericana y la japonesa.

E1 = PDH usa la trama descrita en la norma G.732 de la UIT-T : 30 canales de 64 Kbps (canales E0) + 2 canales señalización y sincronía = 2.048 Mbps.

T1 = PDH norteamericano se basa en la trama descrita en G.733: 24 canales 64 Kbps (canales DS-0) = 1.544 Mbps.

J1 = PDH japonés: 1.544 Mbps por 4 canales de 64 Kbps (canales DS-0).

Al ser tramas diferentes habrá casos en los que para poder unir dos enlaces que usan diferente norma haya que adaptar uno al otro, en este caso siempre se convertirá la trama al usado por la jerarquía europea.

## **Ventajas y Desventajas PDH**

Desventajas del PDH:

- Existen tres estándares incompatibles entre sí, estos son: el europeo, el estadounidense y el japonés, no existe un estándar mundial en el formato digital.

---

<sup>4</sup> Resumen, Wikipedia, [http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_Digital\\_Plesis%C3%B3crona](http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_Digital_Plesis%C3%B3crona)

- La interconexión es imposible a nivel óptico ya que no existe un estándar mundial para la interfaces ópticas.
- La estructura asíncrona de multicanalización es muy rígida
- Capacidad limitada de administración
- La jerarquía de señal digital PDH presente hoy en día tiene tres niveles de velocidad: serie Europea, serie Norte Americana y la serie Japonesa. Cada una de ellas tiene diferentes niveles de velocidad de las interfaces eléctricas, diferentes estructuras de trama y diferentes métodos de multiplexación dificultando la interconexión internacional.
- No existe en PDH un estándar para las Interfaces de Línea Óptica, cada fabricante usa sus propios códigos de línea para el control de la transmisión. Por lo que los equipos en los dos terminales de la línea de transmisión deben ser provistos por el mismo fabricante.

#### Ventajas del PDH:

- En los Sistemas PDH, solo las velocidades de señal de 1.5Mbit/s y 2Mbit/s son sincrónicas todas las otras señales son asíncronas y requieren de un proceso de

justificación de velocidad para machear y adaptar las diferencias de reloj.

- El Add/Drop de señales de baja velocidad de señales de alta velocidad debe realizarse nivel por nivel. Por ejemplo, para add/drop señales de baja velocidad de 2Mbit/s de señales de 140Mbit/s se debe pasar por tres etapas de multiplexación o demultiplexación

### **1.5.3.2 Definición de SDH<sup>5</sup>**

La jerarquía digital síncrona (SDH), se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

Uno de los objetivos de esta jerarquía estaba en el proceso de adaptación del sistema PDH, ya que el nuevo sistema jerárquico se implantaría paulatinamente y debía convivir con la jerarquía plesiócrona instalada. Ésta es la razón por la que la ITU-T normalizó el proceso de transportar las antiguas tramas en la nueva.

---

<sup>5</sup> Manual Jerarquía Digital Síncrona (SDH), [http://www.solomanuales.org/manuales\\_sdh-manuall214277.htm](http://www.solomanuales.org/manuales_sdh-manuall214277.htm).

La trama básica de SDH es el STM-1 (Synchronous Transport Module level 1), con una velocidad de 155 Mbps.

Una de las ventajas fundamentales de SDH es el hecho de que es sincrónico. Actualmente, la mayoría de los sistemas de fibra son plesiócronicos, esto significa que el tiempo puede variar de equipo en equipo debido a que están sincronizados con diferentes relojes.

### **Ventajas y Desventajas de las redes SDH**

#### Ventajas de SDH

- Primer estándar mundial en formato digital e interface óptica.
- La compatibilidad transversal reduce el costo de la red.
- Estructura de multicanalización síncrona flexible.
- El número reducido de interfaces espalda con espalda mejora la confiabilidad y desempeño de la red.
- Capacidad poderosa de administración.
- Compatibilidad hacia adelante y hacia atrás.

- SDH y SONET le brindan a los PST (proveedores de servicios de telecomunicaciones) más ancho de banda para transportar tráfico de voz y datos que la tecnología PDH. La tasa de transmisión base para SONET es 51 Mbps STS-n se refiere a la señal de SONET en el dominio del tiempo y OC-n se refiere a la señal en el dominio óptico.
- La convergencia con ATM e IP, y la capacidad de interfuncionamiento simultáneo con PDH.

#### Desventajas SDH

- Algunas redes PDH actuales presentan ya cierta flexibilidad y no son compatibles con SDH.
- Necesidad de sincronismo entre los nodos de la red SDH, se requiere que todos los servicios trabajen bajo una misma referencia de temporización.
- El principio de compatibilidad ha estado por encima de la optimización de ancho de banda.
- El número de Bytes destinados a la cabecera de sección es demasiado grande, lo que lleva a perder eficiencia.

### 1.5.3.3 Definición ATM<sup>6</sup>

Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto.

Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales.

La tecnología de transporte de capa física como ATM (Asynchronous Transfer Mode) está convergiendo hacia SONET/SDH, con STS-3 y STM-1 respectivamente. Debido a que ATM provee multicanalización, la carga útil total del STS-3 puede ser usado para el transporte de celdas sin el adicional overhead requerido por los otros sistemas.

Con esta tecnología, a fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.

---

<sup>6</sup> Modo de Transferencia Asíncrona, [http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode](http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode)

## **Utilidades de ATM**

ATM dispone de mecanismos de control dinámico del ancho de banda, cuando una fuente de datos deja de emitir, el ancho de banda que resulta liberado del canal de comunicación se reasigna a otra fuente. La gestión dinámica del ancho de banda va acompañada de complejos mecanismos de control de congestión que aseguran que el tráfico sensible (voz, vídeo), dispondrá de la calidad de servicio requerida.

El Modo de Transferencia Asíncrona fue la apuesta de la industria tradicional de las telecomunicaciones por las comunicaciones de banda ancha. Se planteó como herramienta para la construcción de redes de banda ancha (B-ISDN) basadas en conmutación de paquetes en vez de la tradicional conmutación de circuitos. El despliegue de la tecnología ATM no ha sido el esperado por sus promotores. Las velocidades para las que estaba pensada (hasta 622 Mbps) han sido rápidamente superadas; no está claro que ATM sea la opción más adecuada para las redes actuales y futuras, de velocidades del orden del gigabit.

ATM se ha encontrado con la competencia de las tecnologías provenientes de la industria de la Informática, que con proyectos tales como la VoIP parece que ofrecen las mejores perspectivas de futuro.

En la actualidad, ATM es ampliamente utilizado allá donde se necesita dar soporte a velocidades moderadas, como es el caso de la ADSL, aunque la tendencia es sustituir esta tecnología por otras como Ethernet que está basada en tramas de datos.

#### 1.5.3.4 Definición de DWDM<sup>7</sup>

DWDM significa Multiplexación por división en longitudes de onda densas. DWDM es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550 nm).

DWDM es un método de multiplexación muy similar a la Multiplexación por división de frecuencia que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Se transmite por fibra óptica varias señales portadoras (ópticas), en la cual se utiliza distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico.

Para transmitir mediante DWDM es necesario dos dispositivos complementarios: un multiplexador en lado transmisor y un demultiplexador en el lado receptor. A diferencia del CWDM, en DWDM se consigue mayor números de canales ópticos reduciendo la dispersión cromática de cada canal mediante el uso de un láser de mayor calidad, fibras de baja dispersión o mediante el uso de módulos DCM "Dispersion Compensation Modules".

Actualmente se pueden conseguir 40, 80 o 160 canales ópticos separados entre sí 100 GHz,

---

<sup>7</sup> Artículo sobre Tecnologías de conmutación en las redes de transporte DWDM, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1025380>.

50 GHz o 25 GHz respectivamente.

## **Utilidades DWDM**

DWDM es un componente muy importante de las futuras redes ópticas que permitirá ofrecer más y más servicios (voz, audio, video, datos) a un costo aceptable hasta para los clientes privados, mejorando la velocidad de transmisión y ofreciendo transmisión de datos a muy alta velocidad para usuarios corporativos.

Permitirá además aumentar la confiabilidad incrementando la satisfacción de los clientes, reduciendo los costos de instalación y gestión, y como beneficio principal utilizando las redes ya existentes.

Desde un punto de vista técnico, DWDM permitirá introducir el concepto de redes totalmente ópticas (AON-All Optical Network) lo cual representara un cambio radical en la forma de pensar las redes a nivel mundial. Así con el desarrollo de DWDM, la capa óptica se convertirá en una manera de integrar las densas tecnologías existentes en una misma infraestructura física.

## **Ventajas y desventajas de DWDM**

### Ventajas de las redes de transporte DWDM

- La principal ventaja de la tecnología DWDM es el alto ancho de banda que ofrece.
- Los sistemas DWDM para largas distancias comercialmente disponibles en la actualidad soportan hasta 1,6 Tbps (160 longitudes de onda a 10 Gbps), superando el cuello de botella alcanzando en SDH/SONET en 10 Gbps.
- Es necesario destacar su transparencia, pues en cada una de las longitudes de onda se pueden ubicar diferentes tasas de bit y protocolos de las capas superiores, e incluso señales previamente multiplexadas por división en el tiempo o TDM (Time Division Multiplexing).
- Por otro lado, aunque los sistemas DWDM son relativamente caros debido a la necesidad de componentes ópticos muy avanzados, la reducción en equipamiento y fibras, supone una reducción de costes relativamente grande en sus inversiones y en su mantenimiento.

## Desventajas de las redes de transporte DWDM

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de rotura del cable de fibra.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica óptica
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.

### **1.5.4 Técnicas básicas de multicanalización**

La multicanalización es la técnica que se utiliza para transmitir varias fuentes de información de voz, datos, vídeo sobre un mismo canal de comunicación. La principal ventaja de la multicanalización es la de reducir los costos de la red al minimizar el número de enlaces de comunicación entre dos puntos.

Los multicanalizadores de la actualidad tienen cada vez más inteligencia, y la adicional inteligencia brinda más beneficios.

Existen varias técnicas de multicanalización que incluyen:

#### **1.5.4.1 FDM (Multicanalización por división de frecuencia)**

FDM es un ambiente en el cual toda la banda de frecuencias disponible en el enlace de comunicaciones es dividida en sub bandas o canales individuales. Cada usuario tiene asignada una frecuencia diferente.

Las señales viajan en paralelo sobre el mismo canal de comunicaciones, pero están divididos en frecuencia, es decir, cada señal se envía en una diferente porción del espectro.

Como la frecuencia es un parámetro analógico, por lo regular el uso de esta técnica de multicanalización es para aplicaciones de televisión. Las compañías de televisión por cable utilizan esta técnica para acomodar su programación de canales.

#### **1.5.4.2 TDM (Multicanalización por división de tiempo)**

TDM es la segunda técnica de multicanalización que apareció en el mercado después de la aparición de FDM. Un multicanalizador basado en TDM empaqueta un conjunto de

información (tramas de bits) de diferentes fuentes en un solo canal de comunicación en ranuras de tiempo diferentes.

En el otro extremo estas tramas son otra vez reensambladas (desmulticanalizadas) y llevadas a su respectivo canal.

Debido a que la multicanalización TDM manejan tramas de bits, son capaces de comprimir la información al eliminar redundancias en los paquetes, muy útil en el caso de aplicaciones de voz.

#### **1.5.4.3 WDM (Multicanalización por longitud de onda)**

Esta técnica conceptualmente es idéntica a FDM, excepto que la multicanalización involucra haces de luz a través de fibras ópticas. La idea es la misma, combinar diferentes señales de diferentes frecuencias, sin embargo aquí las frecuencias son muy altas ( $1 \times 10^{14}$  Hz) y por lo tanto se manejan comúnmente en longitudes de onda (wavelength). WDM, así como DWDM son técnicas de multicanalización muy importantes en las redes de transporte basadas en fibras ópticas.

## CAPÍTULO II

### 2. CONCEPTOS BÁSICOS E INTRODUCCIÓN LAS REDES DE TRANSPORTE: SDH Y DWDM

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un gran crecimiento del tráfico de datos como consecuencia, principalmente, de la generalización del uso de Internet. El aumento de tráfico se da porque cada vez los usuarios acceden al servicio de Internet con mayor frecuencia y transmiten un mayor volumen de información.

En los orígenes de Internet, la mayoría de los ficheros se transmitían codificados en modo texto, por lo que el volumen de información transportada no era demasiado elevado. Hoy en

día, por el contrario, se ha generalizado la transmisión de unidades mayores de información, como páginas web, ficheros de vídeo.

La gran cantidad de información transmitida da como resultado el crecimiento en la capacidad de las redes de telecomunicaciones en todos los niveles que permite soportarlo sin problema.

No sólo se requieren enlaces más grandes, sino que también se necesitan equipos de conmutación y encaminamiento con mayor capacidad de procesamiento.

Las redes de transporte juegan un papel muy importante en las telecomunicaciones de la actualidad, son las encargadas del envío y multicanalización de diversos tipos de información en diferentes formatos tanto analógicos como digitales.

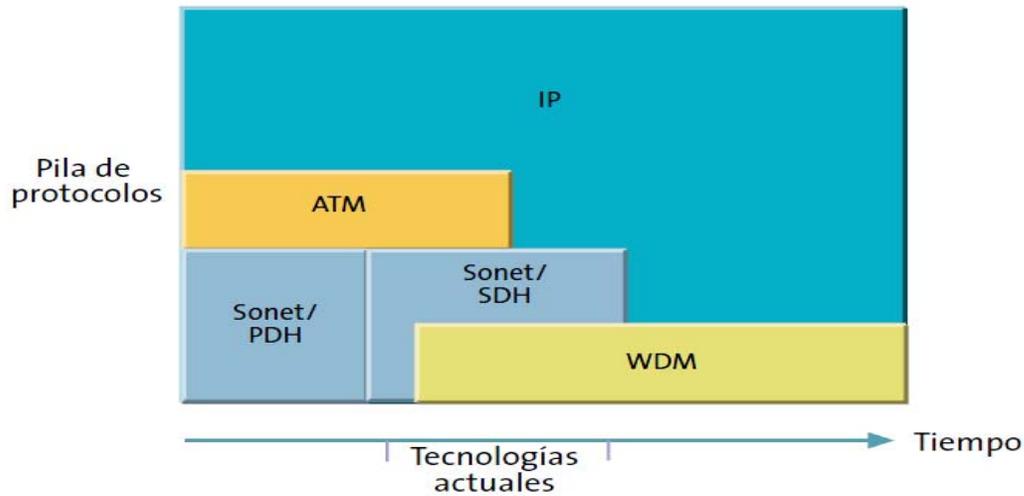
Su evolución ha sido gradual, desde las primeras redes analógicas, las digitales, hasta las redes ópticas.

Así tenemos las redes como E1/T1 e ISDN basadas en líneas de cobre, así como las redes de transporte basadas en fibras ópticas como ATM, B-ISDN o SONET/SDH, tecnologías que se describirán más adelante<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Resumen, autor Evelio Martínez, <http://www.eveliux.com/mx/red-de-transporte.php>

## 2.2 TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE



**Esquema 2.1: Evolución de las Redes de Transporte<sup>9</sup>**

### 2.2.1 Infraestructura PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona)

PDH surgió como una tecnología 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, el principal problema en esta jerarquía es la falta de sincronismo entre los equipos.

<sup>9</sup> Resumen, autor Evelio Martínez, <http://www.eveliux.com/mx/redes-de-alta-velocidad-sdh-sonet.php>

Cuando se quiere pasar a un nivel superior jerárquico se combinan señales provenientes de distintos equipos. Cada equipo puede tener alguna pequeña diferencia en la tasa de bit. Es por ello necesario ajustar los canales entrantes a una misma tasa de bit, para lo que se añaden bits de relleno.

Sólo cuando las tasas de bit son iguales puede procederse a una multiplexación bit a bit como se define en PDH. El demultiplexor debe posteriormente reconocer los bits de relleno y eliminarlos de la señal. Este modo de operación recibe el nombre de plesiócrono.

La falta de sincronismo genera un gran problema de flexibilidad en una red con diversos niveles jerárquicos. Si a un punto de la red se le quieren añadir canales de 64 Kbps, y el enlace existente es de 8 Mbps o superior, debe pasarse por todas las etapas de demultiplexación hasta acceder a un canal de 2 Mbps y luego volver a multiplexar todas las señales de nuevo.

Otro problema adicional de los sistemas basados en PDH es la insuficiente capacidad de gestión de red a nivel de tramas. La multiplexación bit a bit, para pasar a un nivel de jerarquía superior y con bits de relleno, convierte en tarea muy compleja seguir un canal de tráfico a través de la red.

Existen tres conjuntos diferentes de estándares PDH utilizados en las telecomunicaciones mundiales.

T1, el cual define el estándar PDH de Norteamérica que consiste de 24 canales de 64 Kbps (canales DS-0) dando una capacidad total de 1.544 Mbps

E1, el cual define el estándar PDH europeo el mismo que consta de 30 canales de 64 Kbps (canales E0) y 2 canales reservados para la señalización y sincronía, la capacidad total nos da 2.048 Mbps Pero también están disponibles E1s fraccionales.

J1, el cual define el estándar PDH japonés para una velocidad de transmisión de 1.544 Mbps consistente de 24 canales de 64 Kbps (canales DS-0), aunque también están disponibles J1 fraccionales.

Nivel	Norteamérica			Europa			Japón		
	Circuitos	Kbit/s	Denominación	Circuitos	Kbit/s	Denominación	Circuitos	Kbit/s	Denominación
1	24	1,544	(T1)	30	2,048	(E1)	24	1,544	(J1)
2	96	6,312	(T2)	120	8,448	(E2)	96	6,312	(J2)
3	672	44,736	(T3)	480	34,368	(E3)	480	32,064	(J3)
4	2016	274,176	(T4)	1920	139,264	(E4)	1440	97,728	(J4)

**Tabla 2.1: Niveles de multiplexación PDH utilizados en Norteamérica Europa y Japón<sup>10</sup>**

<sup>10</sup> Resumen, Wikipedia, [http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_Digital\\_Plesi%C3%B3crona](http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_Digital_Plesi%C3%B3crona)

### 2.2.1.1 Jerarquía Europea (E1)

La velocidad básica de transferencia de información, o primer nivel jerárquico, es de 2,048 Kbps, el ancho de banda se puede calcular multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal:

$$\text{Canales} \times (\text{ancho por canal}) = 32 \text{canales} \times 64 \text{kbps} = 2,048 \text{kbps}$$

Para transmisiones de voz, usando una frecuencia de muestreo de 8 kHz (una muestra por cada 125  $\mu$ s) y cada muestra se codifica con 8 bits con lo que se obtiene de 64 kbps

Se agrupa 30 canales de voz para señalización y 2 canales para sincronización de 64 kbps, formamos un flujo PDH E1.

La velocidad del flujo de datos 2 Mbps es controlada por un reloj en el equipo que la genera. A esta velocidad se le permite una variación, alrededor de la velocidad exacta de 2,048 Mbps, de  $\pm 50$  ppm (partes por millón). Esto significa que dos flujos diferentes de 2 Mbps pueden estar funcionando a velocidades ligeramente diferentes uno de otro.

Al fin de poder transportar múltiples flujos de 2 Mbps de un lugar a otro, estos son combinados, o multiplexados en grupos de cuatro en un equipo multiplexor. La multiplexación

se lleva a cabo tomando un bit del flujo 1, seguido por un bit del flujo 2, luego otro del 3 y finalmente otro del 4.

El multiplexor además añade bits adicionales a fin de permitir al demultiplexor del extremo distante, decodificar qué bits pertenecen a cada flujo de 2 Mbps y así reconstituir los flujos originales.

Estos bit adicionales son, por un lado, los denominados bits de justificación o de relleno y por otro una combinación fija de unos y ceros que es la denominada palabra de alineamiento de trama que se transmite cada vez que se completa el proceso de transmisión de los 30+2 canales de los 4 flujos de 2 Mbps, que es lo que constituye una trama del orden superior (8 Mbps).

La necesidad de los bits de relleno o justificación es que como cada uno de los flujos de 2 Mbps no está funcionando necesariamente a la misma velocidad que los demás, es necesario hacer algunas compensaciones. Para ello el multiplexor asume que los cuatro flujos están trabajando a la máxima velocidad permitida, lo que conlleva que, a menos que realmente esté sucediendo esto, en algún momento el multiplexor buscará el próximo bit, pero este no llegará, por ser la velocidad del flujo inferior a la máxima.

En este caso el multiplexor señalará (mediante los bits de justificación) al demultiplexor que falta un bit. Esto permite al demultiplexor reconstruir correctamente los flujos originales de los cuatro 2 Mbps y a sus velocidades plesiócronas correctas.

La velocidad del flujo resultante del proceso antes descrito es de 8,448 Mbps que corresponde al segundo nivel jerárquico.

Por procedimientos similares se llega a los niveles tercero, constituido por 4 flujos de 8 megas y una velocidad de 34,368 Mbps y cuarto, formado por 4 flujos de 34 megas y una velocidad de 139,264 Mbps

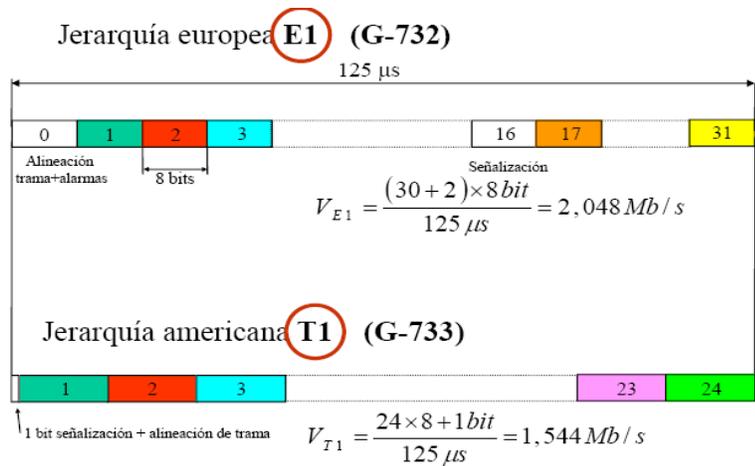
De la misma forma, mediante la multiplexación de 4 flujos de 140 megas, se forma un flujo de 565 Mbit/s, pero su estructura y proceso de multiplexación, al contrario de lo que sucede con los cuatro niveles precedentes, no han sido normalizados por los organismos de normalización especializados UIT y CEPT, por lo que los flujos generados por los equipos de un fabricante pueden ser, y de hecho lo son, incompatibles con los de otro fabricante, lo que obliga a que el enlace completo de 565 Mbps esté constituido con terminales del mismo fabricante.<sup>11</sup>

La velocidad de 565 Mbps es la típica de los sistemas de transmisión por fibra óptica, aunque en el pasado se ha utilizado, aunque con escaso éxito por sus estrictos requerimientos, sobre cables coaxiales

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

---

<sup>11</sup> Resumen Wikipedia, [http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_Digital\\_Plesis%C3%B3crona](http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_Digital_Plesis%C3%B3crona)



**Esquema 2.2: Jerarquía europea E1<sup>12</sup>**

**2.2.2 Infraestructura SONET/SDH<sup>13</sup>**

SONET es el estándar norteamericano de transmisión de fibra óptica, mientras que SDH es el estándar europeo. Los sistemas de transmisión SONET/SDH son diseñados para sobrellevar las deficiencias de compatibilidad de los sistemas de transmisión PDH. La estructura escalable de SDH/SONET permite también la incorporación de otras tecnologías de redes ópticas y de banda ancha.

<sup>12</sup> Resumen Sistema Digitales de Transmisión en línea SDH <http://correo.platino.gov.ve/~nvitti/UNEXPO/Redes%20de%20Computadores/Capa%202/PDH-SDH.pdf>

<sup>13</sup> SDH= Jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy). SONET= La Red Óptica Síncrona (Synchronous Optical Network)

En Europa, la ITU-T definió el estándar SDH (Synchronous Digital Hierarchy) o JDS (Jerarquía Digital Síncrona en la traducción de la UIT), que especifica velocidades de transmisión desde 155 Mbit/s. En EE.UU., por su parte, fueron el ANSI y Telcordia los que especificaron SONET (Synchronous Optical Network), que estandariza velocidades desde 51,8 Mbit/s.

Estándar	Descripción
ITU-T G.707	Interface del nodo de red para SDH
ITU-T G.781	Estructura de recomendaciones para SDH
ITU-T G.782	Características y tipos de equipos para SDH
ITU-T G.783	Características de bloques funcionales de SDH
ITU-T G.803	Arquitectura de redes de transporte basadas en SDH

**Tabla 2.2: Estándares SDH de la ITU- T<sup>14</sup>**

Ambos protocolos fueron inicialmente concebidos para permitir la multiplexación de flujos telefónicos de 64 kbit/s para su posterior transmisión por enlaces de fibra óptica de mayor capacidad.

Los niveles de servicio de SDH/SONET incluyen:

OC (Optical Carrier): define las velocidades de transmisión de SONET para señales ópticas en incrementos de 51.84 Mbps

<sup>14</sup> Resumen, Redes de alta velocidad, <http://www.eveliux.com/mx/redes-de-alta-velocidad-sdh-sonet.php>

STS (Synchronous Transport Signal): define las velocidades de transmisión de SONET para señales eléctricas en incrementos de 51.84 Mbps

STM (Synchronous Transport Mode): define las velocidades de transmisión de SONET para señales eléctricas y ópticas en incrementos de 155.52 Mbps

SDH y SONET le brindan a los PST (proveedores de servicios de telecomunicaciones) más ancho de banda para transportar tráfico de voz y datos que la tecnología PDH. La tasa de transmisión base para SONET es 51 Mbps.

STS-n se refiere a la señal de SONET en el dominio del tiempo y OC-n se refiere a la señal en el dominio óptico. La tasa base para SDH es 155 Mbps. STM-n se refiere a la señal SDH en ambos dominios, tiempo y óptico.

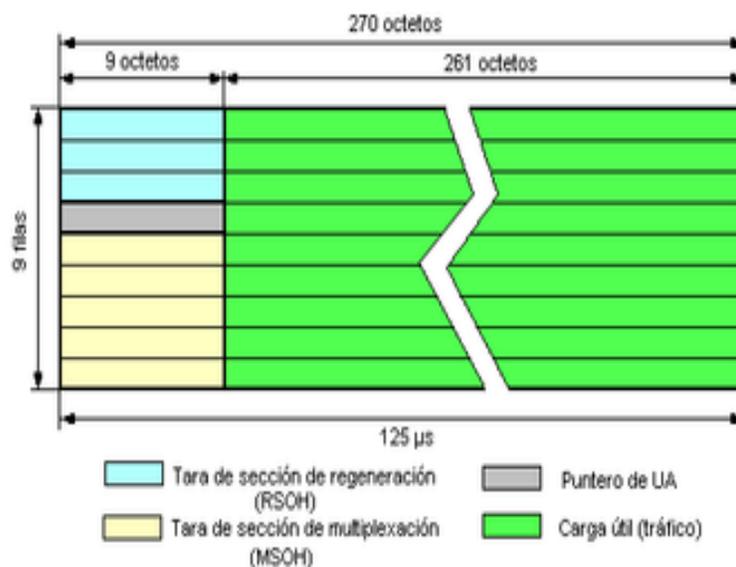
SONET	SONET	SDH	Ambos
STS	OC	STM	Tasa (Mbps)
STS-1	OC-1	N/D	51.84
STS-3	OC-3	STM-1	155.52
STS-12	OC-12	STM-4	622.08
STS-48	OC-48	STM-16	2,488.32
STS-192	OC-192	STM-64	9,953.28
STS-768	OC-768	STM-256	39,813.12

**Tabla 2.3: Equivalencias en tasas de transmisión entre SONET y SDH**

### 2.2.2.1 Módulo de transporte síncrono (STM -1)

El STM-1 es la unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), correspondiente al primer nivel básico.

Es una trama de 2430 bytes, distribuidos en 9 filas y 270 columnas. Las primeras nueve columnas contienen únicamente información de gestión y se distribuyen en tres campos:



Esquema 2.3: Estructura de trama de STM – 1 <sup>15</sup>

<sup>15</sup> Referencia, Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/STM-1>

Estructura de trama de STM-1.

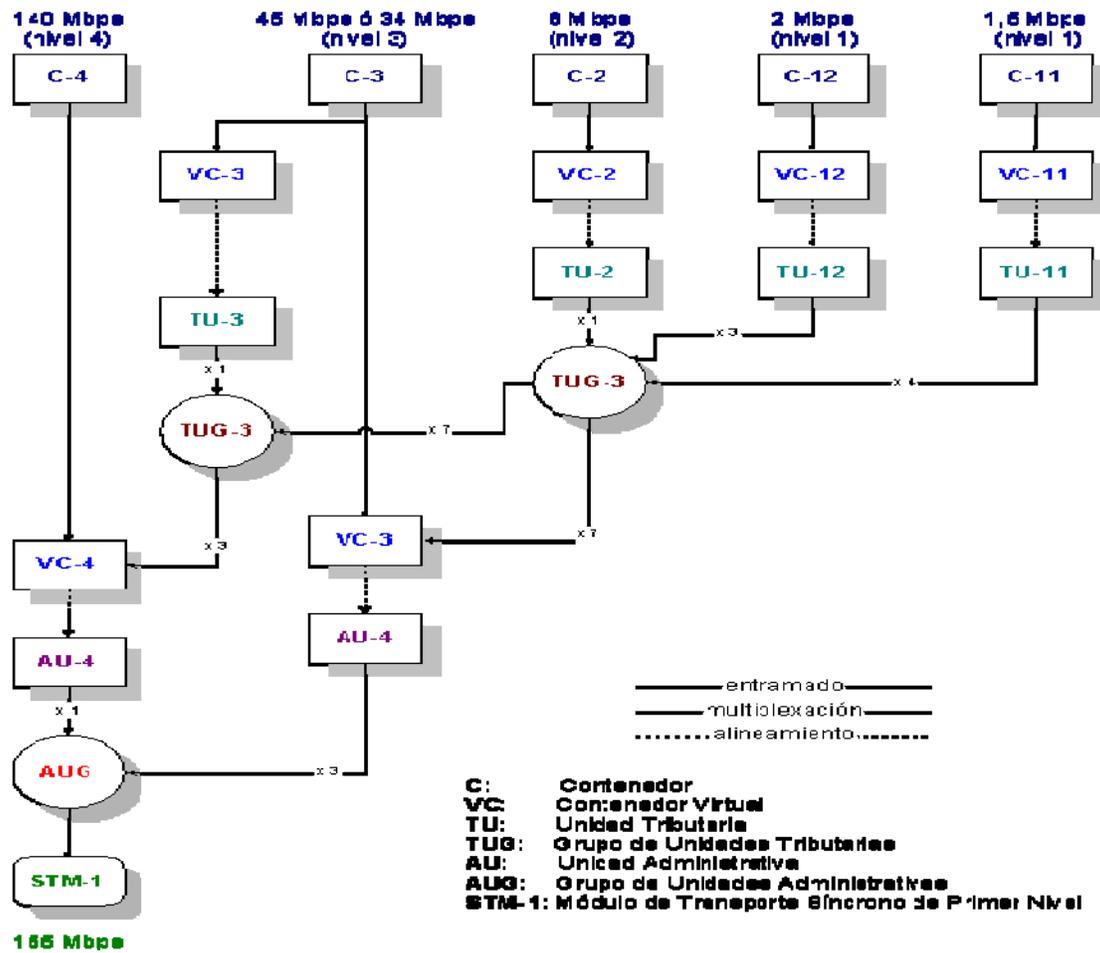
- Tara de sección de regeneración (RSOH), filas 1-3 [27 bytes]
- Puntero de la unidad administrativa, fila 4 [9 bytes]
- Tara de sección de multiplexación (MSOH), filas 5-9 [45 bytes]

Las columnas restantes (10-270) contienen carga útil. Normalmente, se trata de un contenedor virtual de nivel 4 (VC-4) o de tres contenedores virtuales de nivel 3 (VC-3). No obstante, en Europa sólo se utilizan VC-4.

Un contenedor virtual VC-4 y el puntero de la unidad administrativa conforman una unidad administrativa de nivel 4 (AU-4). Por lo tanto, se genera una trama STM-1 añadiendo a una AU-4 las taras RSOH y MSOH que le correspondan.

La transmisión se realiza bit a bit en el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo. La trama se transmite a razón de 8.000 veces por segundo (cada trama se transmite en 125  $\mu$ s, = 1/8000Hz). Por lo tanto el régimen binario es igual a:

$$8000 \times 270 \text{ octetos} \times 8 \text{ bits} \times 9 \text{ filas} = 155.20 \text{ kbps} = 155, 52 \text{ Mbps}$$



Esquema 2.4: Estructura de multiplexación de SDH<sup>16</sup>

En el tráfico SDH la información es empaquetada en un módulo de transporte síncrono de modo que esta pueda ser transportada y gestionada a través de la red.

**Un Contenedor (C)** es el elemento básico de una señal SDH. Este está formado por los bits de información de una señal PDH la cual será empaquetada dentro del contenedor.

<sup>16</sup> Referencia, autor Ramón Jesús Millán Tejedor , [http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh\\_parte2.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte2.php)

**La Cabecera de Ruta** (Path Overhead) Nos ayuda a tener algún tipo de control sobre la información que está asociada a un contenedor. Esta información es generada en el nodo originario de la ruta y es terminada en el nodo final del camino. Esta información permite al operador etiquetar el tráfico así como trazar la señal a través de la red e identificarla para propósitos de protecciones y monitorización de cuentas de errores.

El **Contenedor Virtual** (VC) se refiere al conjunto de un contenedor y a su cabecera de ruta asociada. Hay diferentes tipos de contenedores virtuales. Un VC-12 es construido de un contenedor C-12, el cual contiene una señal PDH de 2 Mbps. Un VC-3 porta un contenedor C-3 que contiene una señal PDH de 34 Mbps y un VC-4 porta una señal PDH de 140 Mbps en un contenedor C-4.

El **módulo de transporte síncrono** (STM - Synchronous Transport Module) se utiliza para que una señal introducida en un contenedor virtual pueda ser transportada en un enlace óptico, el contenedor virtual es portado sobre la red junto a algunos otros contenedores ubicados dentro del STM.

La unidad básica de SDH es la estructura STM-1 y la capacidad máxima soportada por esta tecnología es STM-64, constituido por 64 tramas STM-1, equivalente a 10 Gbps.

**La Cabecera de Sección** (Section Overhead): Los diferentes bytes de información son incorporados a la estructura STM para habilitar el control de la transmisión sobre el enlace, entregando un canal de comunicación entre nodos adyacentes.

La construcción del área de carga STM es definida por la estructura mapeada SDH. Las tasas de transmisión de los clientes son mapeadas en contenedores y una cabecera de camino (POH) añadida para dar lugar a un contenedor virtual.

Estos formarán **Unidades Tributarias** (TU - Tributary Units) las cuales consisten en contenedores virtuales más el puntero. El puntero indica la posición de contenedor virtual dentro de la unidad tributaria.

La unidad tributaria es empaquetada en Grupos de Unidades Tributarias (Tributary Units Groups o TUGs) y finalmente en Grupos de Unidades Administrativas (Administrative Unit Groups o AUGs) de acuerdo a las reglas de estructura de multiplexión SDH.<sup>17</sup>

### **2.2.3 Infraestructura DWDM (dense wavelength division multiplexing)**

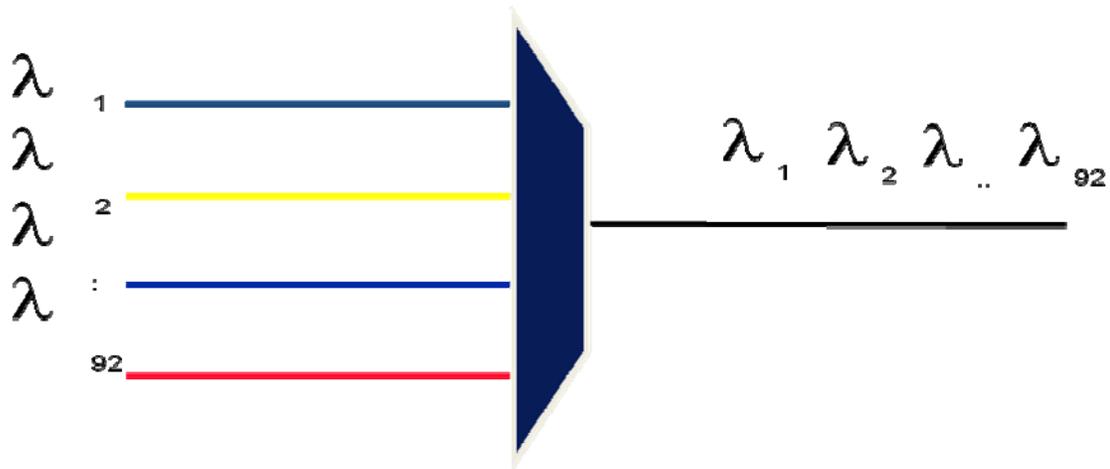
DWDM es una técnica de transmisión por fibra óptica. La misma involucra el proceso de multiplexar varias longitudes de onda diferentes sobre una sola fibra óptica.

Si bien la tendencia de las últimas tecnologías de transmisión (SDH/SONET) es hacerlo en forma sincrónica, el sistema de DWDM soporta la multiplexación de diferentes longitudes de onda que pueden no tener relación temporal alguna.

---

<sup>17</sup> Manual, Nokia Siemens Networks, autor R. Castor, Technology SDH Basic T62500

Así, cada fibra tiene un set de canales ópticos paralelos, utilizando cada uno, una luz de longitud de onda ligeramente diferente. De esta forma se puede, por ejemplo, transmitir datos por bits en paralelo o caracteres en serie.



**Esquema 2.5: Multiplexación DWDM (Multiplexación por división en longitudes de onda densas)<sup>18</sup>**

### 2.2.3.1 Principios de la transmisión óptica

La técnica de DWDM posee una importante capa óptica que es responsable de la transmisión de datos a través de la red.

<sup>18</sup> Resumen , Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa [http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Wavelength-division\\_multiplexing](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Wavelength-division_multiplexing)

De esta manera, algunos principios básicos deben ser considerados para transmitir información en forma óptica tales como:

- Espaciamiento de canal: La separación mínima en frecuencia entre dos señales multiplexadas se conoce como espaciamiento de canal.

Si las señales son ópticas se introduce el mismo concepto para longitud de onda.

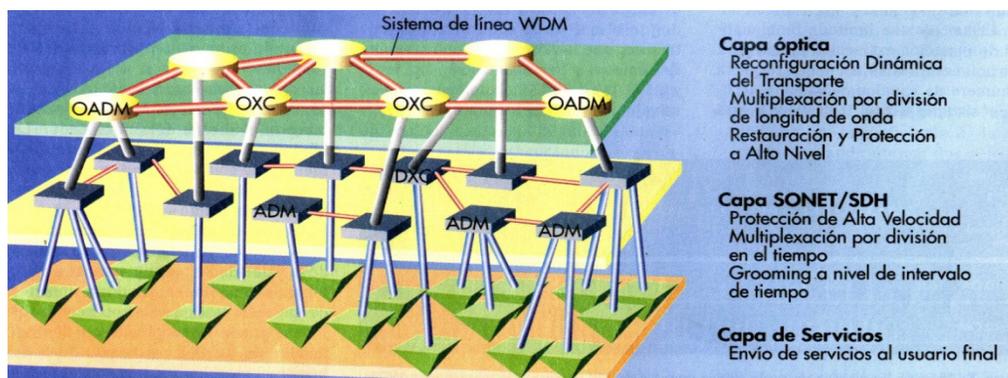
Los factores que controlan el espaciamiento de señal son tanto el ancho de banda de los amplificadores como la capacidad de los receptores de identificar dos longitudes de onda cercanas.

- Sentidos de transmisión: La fibra óptica permite transmisiones en ambas direcciones. Basados en esta característica el DWDM se puede implementar en dos formas:

Unidireccional: Todas las longitudes de onda viajan en la misma dirección (simplex)

Bidireccional: El set de longitudes de onda se divide en dos bandas, una para cada sentido de transmisión.

### 2.2.3.1.1 Componentes DWDM



Esquema 2.6: Diagrama de bloque de los componente DWDM<sup>19</sup>

Un sistema DWDM se compone de diversas unidades como los amplificadores ópticos (nombrados con anterioridad), multiplexores Add/Drop (Add/Drop multiplexors, ADM) y Optical Cross Connects (OXC) para su funcionamiento.

El concepto de Red de Transporte Óptica implica que el proveedor del servicio debería tener acceso óptico al tráfico en varios nodos de la red. Todos los componentes anteriores aseguran este objetivo y además eliminan la necesidad de cualquier otro accesorio electrónico (lo cual significa que, no hay necesidad de conversión optoelectrónica).

- Multiplexor de Inserción / Extracción de longitud de onda (Wavelength Add/Drop multiplexor, WADM)

<sup>19</sup> Referencia, Sistema de telecomunicaciones y red de transporte DWDM, <http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones.shtml>

Este es el subsistema que permite la evolución de una red óptica punto a punto de una sola longitud de onda, a las redes multilongitud de onda DWDM. Como su nombre lo indica, los WADM insertan o sacan longitudes de onda selectivamente sin necesidad de una terminal SONET / SDH. Son responsables de administrar el tráfico WDM en la fibra. En muchos otros aspectos, los WADM sirven como punto de entrada a la capa óptica.

La utilización práctica del ancho de banda de la fibra se logra siendo capaz de remover o insertar selectivamente canales individuales sin necesidad de regenerar todos los canales.

Un WADM se caracteriza por el número de canales Add/Drop (fibras virtuales). Los canales a insertar o remover pueden ser preasignados o reconfigurables automáticamente, basado en el tipo de implementación. La primera se llama WADM fijo (fixed WADM) y la segunda WADM reconfigurable.

- Transconector óptico (Optical Cross Connect, OXC)

El OXC es un componente que provee la función de interconectar N puertos de entrada con N puertos de salida, cada uno operando en gran número de longitudes de onda individuales multiplexadas. La administración flexible del ancho de banda se obtiene con la introducción de un OXC.

Un OXC provee reconfiguración de la red y permite a los proveedores de red transportar y administrar longitudes de onda eficientemente en la capa óptica. Estos atributos ayudan al OXC interconectar canales ópticos de distintas velocidades (OC-12, OC-48 y OC-192) y diferentes formatos como SONET/SDH y ATM.

- Convertidores de longitudes de Onda

La función de este componente es convertir datos sobre una longitud de onda de entrada a otra diferente longitud de onda de salida dentro del ancho de banda de operación del sistema. Se lo utiliza en routers cuando la longitud de onda necesita ser cambiada. Un convertidor ideal debería ser transparente a diferentes tasas de bit y formatos de señal.

La conversión de longitud de onda puede ser optoelectrónica o toda óptica, basado en la estrategia empleada. El uso de un esquema en particular depende de los requerimientos del sistema. Aún así, la conversión completamente óptica es más ventajosa y está orientada a las futuras redes totalmente ópticas.

Actualmente, los sistemas comerciales DWDM presentan 16- 40 y 80 canales, y se prevé la próxima salida al mercado de sistemas de 128 canales. Los sistemas con 40 canales presentan un espaciado entre canales de 100 GHz, los que tienen 80 canales tienen un espaciado de 50 GHz.

Este espaciado en frecuencia indica la proximidad de los canales entre sí. Un canal no utiliza solamente una única longitud de onda, cada canal tiene un determinado ancho de banda alrededor de la longitud de onda central.

El número de canales depende también del tipo de fibra óptica empleada. Un único filamento de fibra monomodo puede transmitir datos a una distancia aproximada de 80 Km. sin necesidad de amplificación. Colocando 8 amplificadores ópticos en cascada, la distancia puede aumentar a 640 km.

## Capítulo III

### 3. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC Y DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MISMA.

#### 3.1 Servicios que proporciona la Red Interna de CELEC EP – TRANSELECTRIC a los usuarios

La empresa utiliza algunos servicios comunes tales como Internet, Correo Electrónico, Active Directory, Servicios de Red, etc; para los cuales utiliza herramientas que facilita la administración de los mismos.

Para el Internet se tiene un Servidor Proxy para permitir o denegar accesos, Packet Shaper el cual permite la medición del ancho de banda, Web Sense utilizado para la configuración de reglas, firewall.

### **3.1.1 Servicio de Internet**

Uno de los servicios que proporciona la Red LAN de CELEC EP – TRANSELECTRIC a sus usuarios internos de la empresa es el internet, en general se permite un ancho de banda de 3 Mbps para todos los usuarios del edificio matriz, se tiene reservado 2 Mbps adicionales para casos de mayor congestión. A esto se suma el 1 Mbps exclusivo para personal del Directorio.

En el edificio matriz se tienen aproximadamente 400 usuarios, que utilizan el internet y correo eléctrico con restricción de acceso a ciertas páginas web y de envío y recepción de correo de acuerdo a la capacidad asignada.

Es necesario establecer que los 400 usuarios no harán uso de este servicio, ya que se debe considerar al personal que se encuentra fuera del lugar de trabajo por comisiones u otros asuntos. Por lo tanto, se establece 320 usuarios simultáneos.

Se obtiene el valor total de consumo de ancho de banda de todo el edificio al multiplicar el tráfico de un usuario por el factor de simultaneidad del 80% de toda la red. Con los datos

obtenidos en el dimensionamiento del tráfico por estación de trabajo, se puede calcular el total del ancho de banda por usuario.

Si se divide el valor total de ancho de banda de internet que es de 4.8 Mbps para los 320 usuarios permanentes se tiene un consumo promedio de 15 Kbps por cada estación de trabajo aproximadamente.

Al dividir el ancho total del correo electrónico que es de 1.8 Mbps<sup>20</sup> para los 320 usuarios simultáneos se tiene un valor promedio de 5.7 Kbps por estación de trabajo aproximadamente.

<b>Aplicaciones</b>	<b>Ancho de banda (Kbps)</b>
Internet	15.00
Correo	5.70
Total por usuario	<b>20.70</b>

**Tabla 3.1: Utilización de consumo de ancho de banda por estación de trabajo**

Multiplicando:  $(400 \text{ usuarios} * 80\%) * 20.70 \text{ Kbps} = 6.624 \text{ Mbps}$ . Se tiene un total de uso de ancho de banda de 6.624 Mbps.

---

<sup>20</sup> Información proporcionada por el área de Informática mediante la monitorización con PacketShaper

En el monitoreo del ancho de banda utilizado por toda la red en Internet se puede observar que diariamente se tiene una utilización considerable entre las 7h00 y las 20h00, dentro de las cuales se encuentran las horas laborables y a partir de esta última comienza el tráfico a decaer.

La utilización del internet es durante las horas laborables es decir de 8h00 a 17h00 sin interrupción alguna.

El incrementar el ancho de banda asignado para el edificio no solo acarrea mayores costos del servicio sino que, al no tener un control en su administración ocurrirá constantemente lo mismo, sin importar el límite permitido se seguiría copando este ancho de banda, por ello se utiliza una administración a través de las herramientas existentes como PacketShaper pudiéndose asignarlo de acuerdo a aplicaciones a ser usadas o por protocolos sin necesidad de incrementarlo; así, para cada tipo de aplicación ya sea ftp, http, etc., se debe designar un limitante de uso.

### **3.1.2 Servicio de administración de seguridad de la red**

Uno de los requisitos de la red es la seguridad, la misma que se implementó estableciendo normas para el acceso a la información con la finalidad de reforzar la confidencialidad y la integridad, así como a los equipos de conectividad, además deben permitir la protección de software de administración y sistemas informáticos.

Todos los usuarios deben tener un conocimiento de las diferentes normas a implementar, por lo cual es necesaria una capacitación básica acerca de su funcionamiento, con la finalidad de minimizar los posibles riesgos a la infraestructura o a la información.

Los elementos, herramientas, software e información que se protege son los servidores, bases de datos, equipos e usuarios, información confidencial, equipos de conectividad como routers, switches entre otros.

También es necesario establecer las posibles vulnerabilidades que tiene la empresa en cuanto a la seguridad tales como:

- Bajo control de acceso a base de datos.
- Falta de seguridad en los cuartos de equipos y de telecomunicaciones
- Ataques internos como externos.
- Obtención y salida de información por parte de los usuarios de la empresa
- Mal uso de equipos de administración de ancho de banda, etc.

Tomando en cuenta estos aspectos se considera las siguientes políticas de seguridad las mismas que se encuentran en vigencia.

- Para ingresar a las máquinas de los usuarios deben ingresar una contraseña que tendrá una validez limitada (máximo 60 días), deben ser de 8 mínimo conteniendo combinación de letras (mayúsculas y minúsculas), números y caracteres especiales.
- Que no sean palabras de diccionario
- La contraseña de red debe ser absolutamente personal.
- No se pueden repetir las últimas cinco contraseñas de lo contrario el equipo deberá bloquearse temporalmente.
- Los intentos de acceso erróneo de contraseña se limitan a un máximo de 3, intentos sino el equipo deberá bloquearse temporalmente.
- Cualquier acceso a base de datos será exclusivo de personal de Informática mediante una contraseña de acceso y los servidores deberán tener una dirección IP definida.
- Se recuerda que el uso del correo interno de la Compañía es para uso estrictamente laboral y se deberá incluir entre sus limitaciones un envío de adjuntos no mayor a 6 MB.
- Los switches, routers, firewall y otros equipos de red también tendrán acceso mediante contraseñas, únicamente por personal administrativo de la red.
- La red inalámbrica actualmente posee seguridades mediante contraseña WAP y/o WAP2, lo que la defiende de posibles ataques externos, será importante establecer contraseñas para la red inalámbrica con caducidad de máximo 1 mes.

- El uso de Proxy y Firewall obliga a la restricción de páginas Web, lo que incrementa la seguridad.

### **Check Point VPN-1 UTM14**

Este equipo se encuentra en la sala de servidores y permite el manejo de VPNs en la Compañía. Tiene doble autenticación, una es propia del equipo y otra es con el firewall, debido a que los dos son equipos de Check Point. Esta doble autenticación permite el acceso remoto a otras localidades usando VPNs sin poner en riesgo la seguridad.

Al entregar tecnologías de firewall, VPN, prevención de intrusos y antivirus de Check Point en una sola solución, VPN-1 UTM Edge permite que los sitios remotos permanezcan seguros.

Para reducir la administración de seguridad en la instalación de sitios remotos grandes, los dispositivos VPN-1 UTM Edge pueden administrarse de forma centralizada.

También manejan la administración de antispam y antivirus para evitar virus, gusanos, troyanos y correo basura que pueden afectar el rendimiento de la red.

Se deberá filtrar el contenido web para optimizar el uso de la capacidad de Internet. Al bloquear sitios web, éstos deben ser ingresados a una base de datos para información posterior.

Existen contraseñas para Telnet, HTTPs y consola en los equipos de red tales como switches y routers. También está habilitado SNMP pero no con un dominio específico ya que en algunos se mantienen público y en otros se tiene un dominio privado el cual provee mayor seguridad.

CELEC EP – TRANSELECTRIC tiene respaldos físicos y en discos o cintas de la información que se manipula en la Compañía de acuerdo al grado de importancia, esto nos proporciona una disponibilidad completa de la información.

Es primordial respaldar la información de configuración de los equipos y de los servidores incluso hasta con tres copias en cajas de seguridad que deberán estar en cada una de las áreas que administran estos equipos.

### **Servicio de análisis de tráfico de la red mediante PacketShaper**

Para identificar la situación actual y mejorar el funcionamiento de la red LAN del edificio matriz de CELEC EP – TRANSELECTRIC se debe realizar un análisis del tráfico que circula por dicha red, es decir determinar la velocidad, el ancho de banda que se requiere, etc. Para su análisis la empresa lo realiza mediante las dos siguientes herramientas:

- PacketShaper que permite administrar el ancho de banda de la red, este presenta gráficamente el consumo y rendimiento de la red de datos.

- El analizador de protocolos WireShark muestra los paquetes enviados y recibidos por los usuarios durante un lapso.

La cantidad de paquetes que circulan por la red es muy alta y no se puede capturar continuamente la información. Intervalos de tiempo hasta llegar aproximadamente a los 500.000 paquetes, que entre los dos switches suman 1 millón de paquetes.

Entre los paquetes que aparecen en mayor cantidad estuvieron NetBios, HTTP, TDS, que indica compartición de archivos, acceso a Internet y acceso a base de datos.

Para poder determinar esto se debe tomar muestras de tres veces al día en lapsos de media hora entre 10h00 a 12h30, 12h30 a 15h00 y 15h00 a 17h30, para no tener problemas con la herramienta utilizada; siendo generalmente las 11h00, 13h00 y 16h30 las horas pico donde mayor cantidad de paquetes circulan por la red es de 4.2 Mbps y un promedio de 2 Mbps.

### **3.1.3 Red telefónica CELEC EP – TRANSELECTRIC**

La red telefónica en el edificio de CELEC EP – TRANSELECTRIC se encuentra distribuida físicamente igual que la red de datos en donde existe dos puntos centrales el 5to. y 9no. piso, en estos lugares existe una central telefónica respectivamente, la cual se encarga de la

distribución y conmutación a los diferentes números telefónicos troncales y las extensiones, una de las PABX se utiliza un 3% de su capacidad, esta soporta hasta 12 mil líneas analógicas.

La distribución de las centrales es la siguiente:

En el quinto piso se encuentra una troncal telefónica marca SIEMENS la que se encarga de los números troncales y las extensiones de 4 dígitos. Cada extensión de esta central está conectada con los números troncales de la central telefónica del 9no. piso.

En el 9no. piso se encuentra una central telefónica marca PANASONIC que se encarga de la conmutación de los números troncales y las extensiones de 3 dígitos, las cuales se encuentran conectadas con los números troncales de la central del 5to piso.

Cabe señalar que la central telefónica del 5to. piso SIEMENS controla la conmutación de los pisos PB, 2do, 3ero, 4to, 5to en donde existe un promedio de 24 teléfonos por piso.

Así mismo la central telefónica del 9no piso se encarga de la conmutación de líneas telefónicas y extensiones del 10mo, 9no, 8vo, 7mo, 6to, considerando que por cada piso existe un total de 24 teléfonos promedio. Tanto la central del 5to como 9no. piso se encuentran conectadas directamente con la red de telefónica pública de ANDINATEL.

Posee teléfonos IP éstos se dirigen al patch pannel de datos, el mismo que se encuentra enlazado a los puertos 10/100 Mbps del switch de acceso correspondiente. La fibra óptica se conecta al ODF del rack de ala y por medio de cableado vertical al ODF del 5to. piso y este a los puertos Gbps del swich de distribución. En la central Siemens se encuentran conectados las bases celulares.

## 3.2 INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE CELEC EP – TRANSELECTRIC

### 3.2.1 Análisis de la red de Datos

Para realizar el análisis de la red de datos de CELEC EP – TRANSELECTRIC es necesario dividirla en dos partes fundamentales; la red interna (edificio) LAN y la red WAN con sus respectivos enlaces contratados y propios mediante fibra óptica a las diferentes oficinas en el resto del país.

#### 3.2.1.1 Red Interna (edificio) CELEC EP – TRANSELECTRIC

La empresa opera en 10 pisos, donde se encuentran las diferentes áreas de la Compañía. Una de las alas del cuarto piso se encuentra alquilada a TermoPichincha y no posee usuarios de

TRANSELECTRIC. En el edificio existen aproximadamente 350 usuarios, los que dependiendo de sus funciones tienen su propio computador y/o laptop en el puesto de trabajo.

El COT (Centro de Operaciones de Transmisión) queda ubicado en Calderón y éste se comunica con el edificio matriz a través de un enlace de fibra óptica. Las instalaciones del COT son relativamente nuevas y tienen aproximadamente 40 usuarios.

Dentro del área de Telecomunicaciones de la empresa, se encuentra el Centro de Gestión el mismo que posee un “cuarto de equipos”, que contiene los diferentes dispositivos para las conexiones con los clientes de CELEC EP – TRANSELECTRIC S.A, que no corresponden a la red LAN, por ello no se realiza un mayor detalle.

La red interna del edificio de CELEC EP – TRANSELECTRIC o Red LAN está dividida en dos partes principales:

- La parte activa que son los dispositivos de red (switches)
- La parte pasiva que es el cableado estructurado.

## **Parte Activa**

La parte activa posee una arquitectura que contiene switches de Core, distribución y acceso, que serán descritos a continuación.

Actualmente existen dos switches centrales ubicados en el 5to y 9no piso del edificio conectado entre ellos mediante otro switch 3COM ubicado en el 5to Piso, el mismo que conecta los switches de cada piso del edificio.

### **Switch Centrales.**

- Noveno Piso: Cisco Catalyst 3500T
- Quito Piso : Cisco 3500
- Quito Piso: 3COM

El switch Central 3COM posee las diferentes conexiones de los servidores ubicados también en el quinto piso en el departamento de informática.

La distribución de los switches centrales es de la siguiente manera:

El switch central del 9no piso gestiona el tráfico de los pisos 6to, 7mo, 8vo, 9no, 10mo y el switch central del 5to piso hace la gestión de tráfico de los pisos 1er, 2do, 3ero, 4to, 5to.

El cuarto de telecomunicaciones del 9no. piso contiene; patch pannels de voz y datos, switch de distribución (Cisco 3500), 9 switches de acceso de marcas Cisco y 3Com, un router Cisco 2600, las bases celulares y modems.

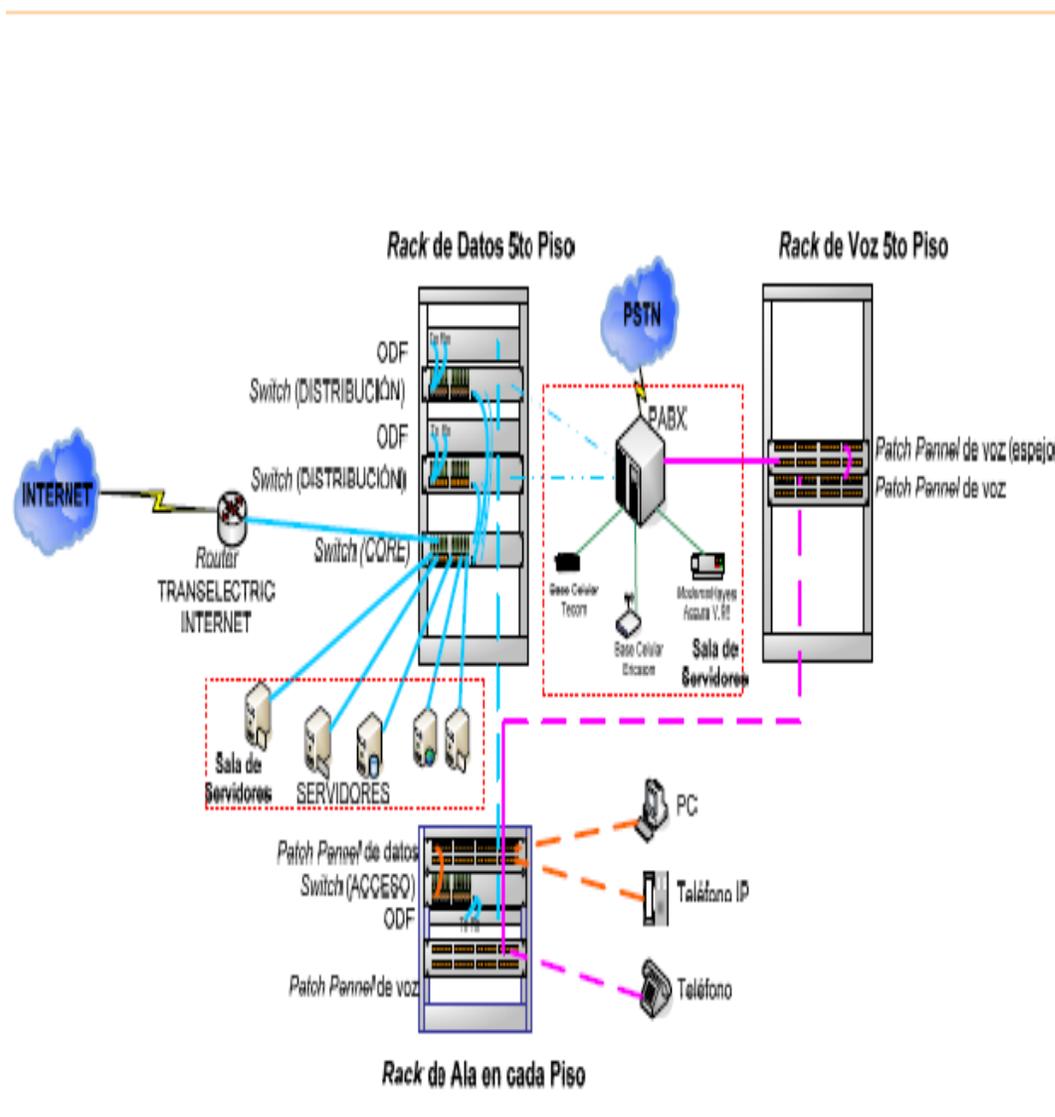
Los switches de acceso de este cuarto tienen conexión con el 10mo piso, 5to. piso, y con conexiones que llegan desde pisos inferiores.

El router Cisco 2600, ubicado en uno de los racks del 9no. piso, permite ingresar a la red de TRANSELECTRIC desde el exterior; fue adquirido antes de tener enlaces con fibra óptica, funciona con conexión Dial-up.

Los cuartos de equipos cuentan con aire acondicionado que mantiene la temperatura apropiada para no tener problemas en el funcionamiento de los equipos. Están conectados al sistema de energía de emergencia de servidores y otros equipos críticos.

El sistema cuenta en su mayoría con UPSs permitiendo la operación prolongada de los equipos de red, servidores y estaciones de trabajo, en caso de interrupción de la energía eléctrica comercial.

Entre los principales elementos que se encuentran en esta sala se tienen: aproximadamente 20 servidores que ayudan al correcto funcionamiento de las aplicaciones que maneja la empresa, switch de core 3Com 5500G-EI, Check Point firewall con una configuración de alta disponibilidad por medio de 2 servidores en cluster; y, varios switches que permiten la conexión entre los servidores y otros equipos con switch de core.



**Esquema 3.1: Ejemplo de conexión de una de las alas con el 5to piso<sup>21</sup>**

<sup>21</sup> Información proporcionada por el área de Informática estructura de conexión de una de las alas con el 5to piso

## **Características Red de Acceso**

Un switch ubicado en cada extremo del edificio de la empresa. El switch será de 24 o 48 puertos dependiendo del número de usuarios.

Cada switch tiene dos puertos de conexión con fibra a 1Gbps. Si se incrementan nuevos usuarios se incrementara el número de switches.

Entre los switches de acceso están los Cisco Catalyst 2900, 2950 y 2960, 3Com SuperStack II 3300 y SuperStack 3 3300 y D-LINK DES que se encuentran dentro de los cuartos de telecomunicaciones.

Existen también dos Cisco Catalyst 3500 que funcionan como switches de distribución, uno en cada cuarto de telecomunicaciones y éstos concentran a todos los switches de acceso.

En la sala de servidores se tienen switches Cisco Catalyst 2960, 3Com SuperStack 3 4200 y 3Com OfficeConnect 8 con Gigabit Uplink conectados a la salida de las interfaces del firewall.

Algunos de estos switches tienen conectados únicamente dos o tres de sus interfaces, por eso se debería utilizar de manera más eficiente sin desperdiciar recursos, esto se puede lograr

revisando cada uno de los equipos y conectando a los interfaces que se encuentran sin uso, sin la necesidad de adquirir nuevos dispositivos.

Ofrecen rendimiento, administración y escalabilidad, se puede encontrar equipos Ethernet, Fast Ethernet y con opciones modulares las cuales permiten adaptarlos a las necesidades de la Compañía.

### **Características red distribución**

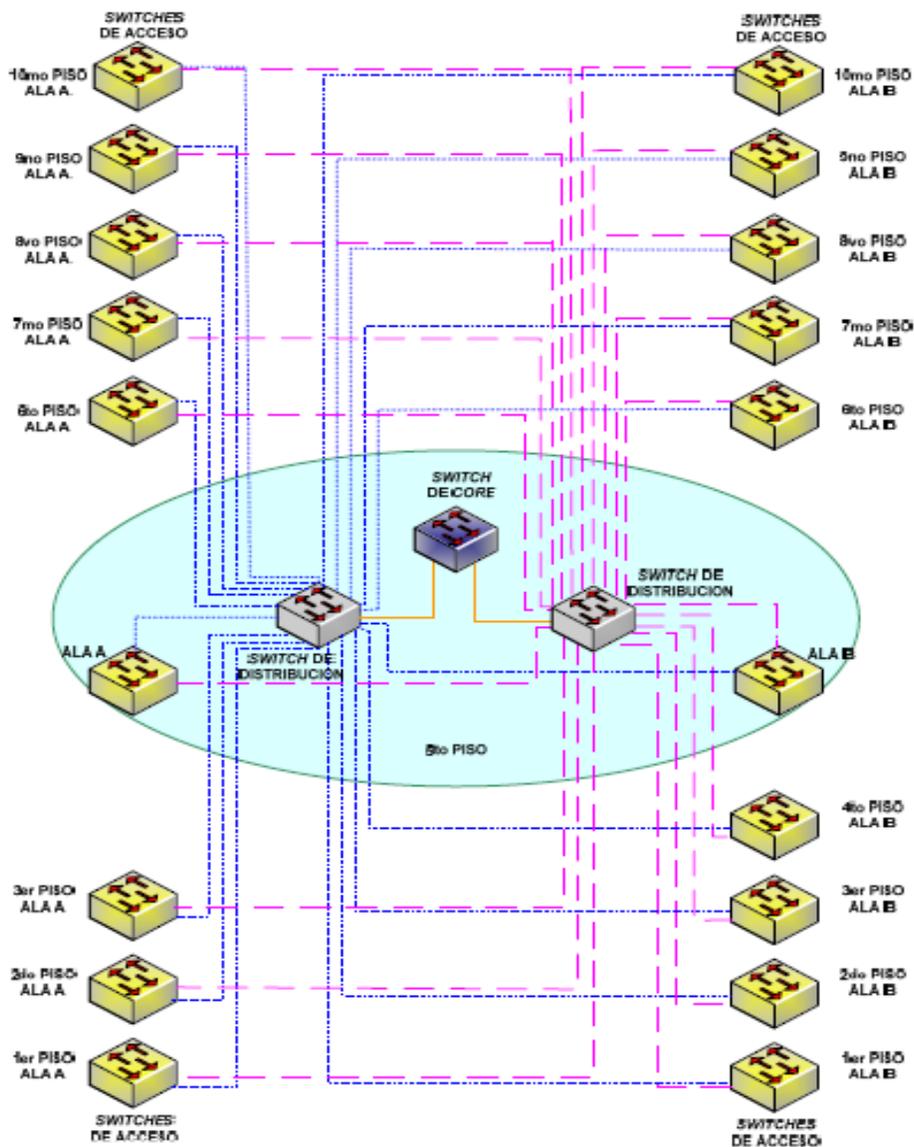
Dos switches cada uno recibirá una conexión en fibra a 1 Gbps. desde cada uno de los switches de la red de acceso.

Se configurará el protocolo spanning –tree en los switches para eliminar el problema de loops para que existen más redundancia.

Se configurará el protocolo HSRP con el fin de tener un solo Gateway en los computadores pero que existan dos interfaces al momento de que se tenga problemas con uno de los switches y adicionalmente balanceo de carga para que los equipos permanezcan en estado activo. El modelo de los switches de distribución serán CISCO catalyst 3750.

## Características de la red de Core

Los switches de core son dos switches de mejores características, en ellos se concentrará la mayor cantidad de conmutación de paquetes. El modelo de los switches es Cisco 6506.



Esquema 3.2: Red de Acceso

## **Parte Pasiva**

La parte pasiva posee un cableado estructurado el mismo que está de acuerdo con el diseño de la parte activa. El cableado cumple con las siguientes características:

Todos los puntos de red de los usuarios finales salen desde el switch de piso y no desde switches centralizados.

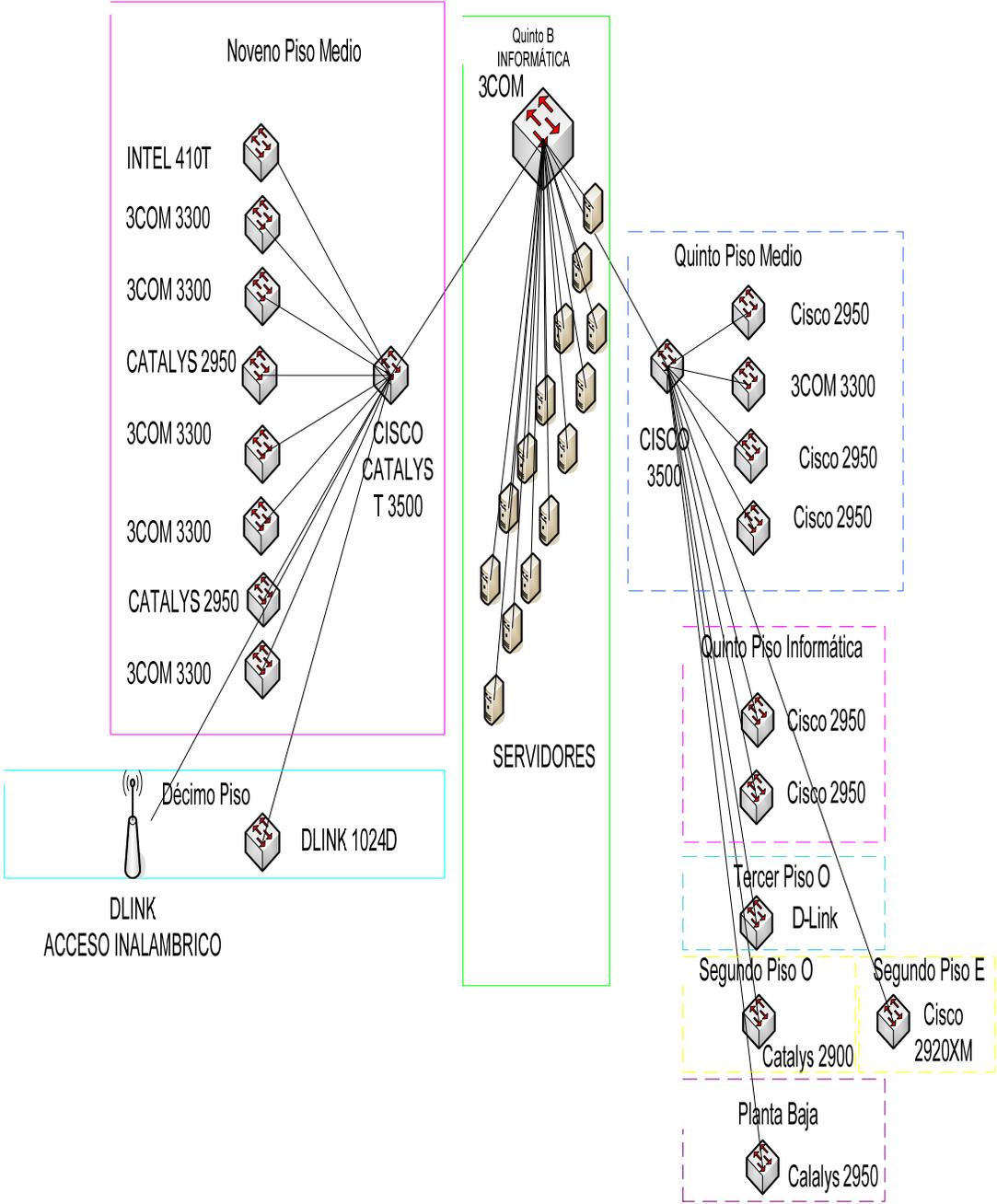
Los puntos de red instalados hasta el momento son revisados constantemente tomando en cuenta que debe cumplir con la categoría 6. Los puntos de red instalados que no pasen la certificación serán cambiados por puntos de red nuevos y serán certificados con categoría 6.

Cada uno de los switches de piso tiene fibra óptica hacia los dos switches de distribución ubicados en el quinto piso por redundancia.

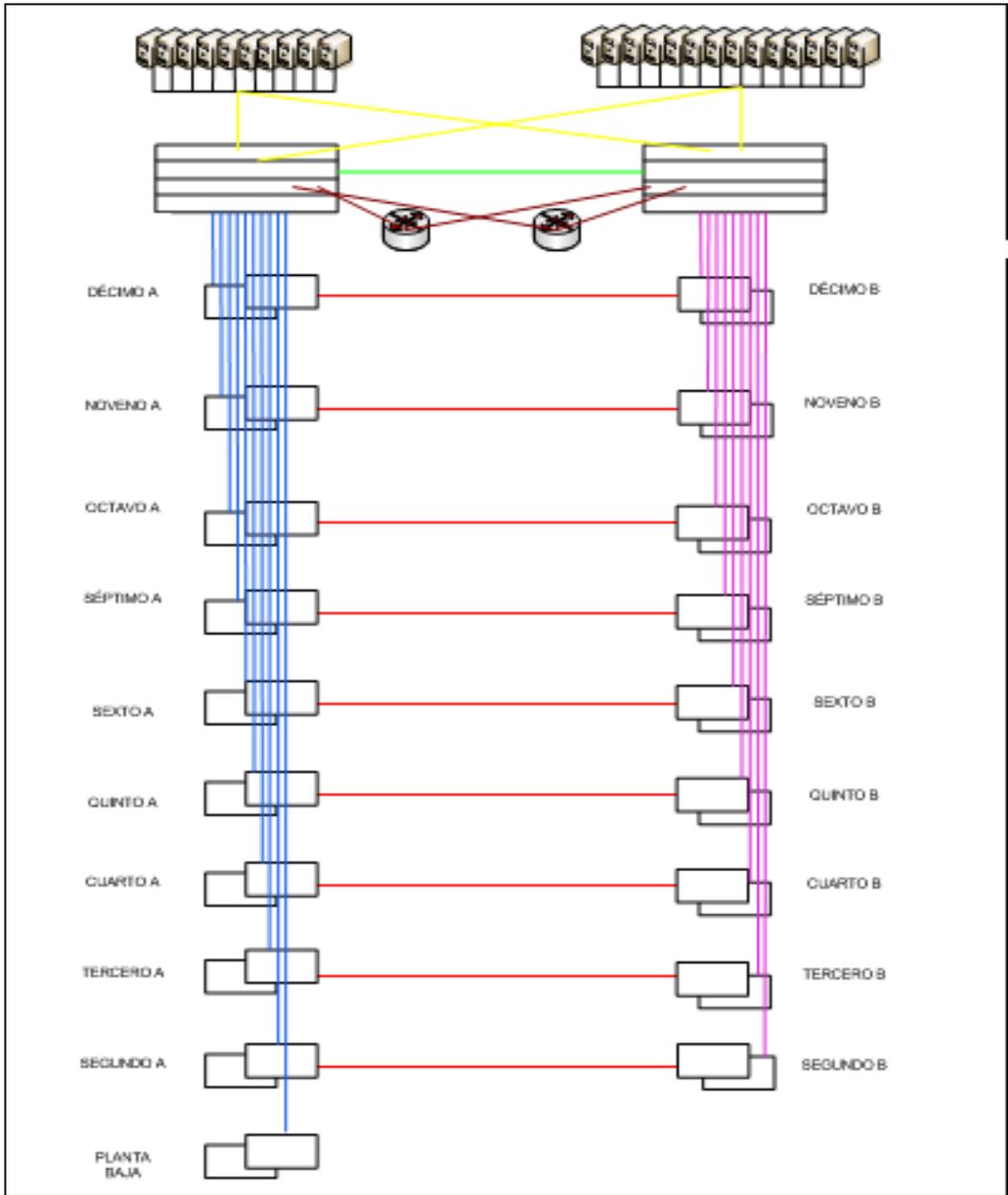
Es necesario tomar en cuenta una reorganización del cableado estructurado debido a que cuando se daña algún punto se deja libre el conector en el rack para tomar otro al azar sin especificar el que está dañado.

Los puntos de red que estén libres se bloquean, para tener un nivel de seguridad mayor y no permitir el acceso no autorizado a la red. Además de que se tiene una administración del cableado estructurado definida.

**RED LAN EDIFICIO TRANSELECTRIC**



**Esquema 3.3: Distribución de la red LAN del Edificio CELEC EP - TRANSELECTRIC**



**Esquema 3.4: Red LAN del Edificio CELEC EP - TRANSELECTRIC<sup>22</sup>**

<sup>22</sup> Información proporcionada por el área de administración de Redes de CELEC EP- TRANSELECTRIC

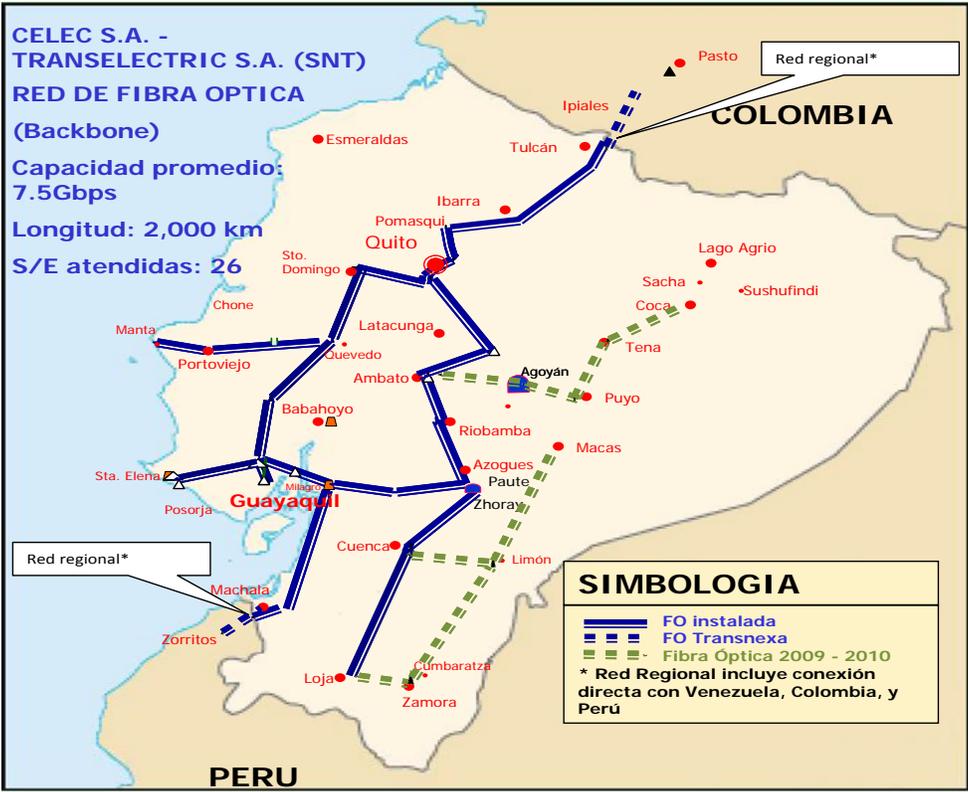
### **3.2.2 Red WAN CELEC EP – TRANSELECTRIC**

La red WAN de CELEC EP – TRANSELECTRIC se divide en dos partes fundamentales: la parte propia de la red es decir los enlaces que se encuentra en el anillo de fibra óptica que atraviesa el país. Y la parte de enlaces contratados que mediante proveedores de Internet se puede acceder a oficinas en donde todavía no existe acceso a la fibra óptica. Entre los principales enlaces se encuentran: Pascuales, Samanga, Dos Cerritos, Capulispamba. La red WAN se encuentra conectada al backbone de fibra óptica de la empresa Portadora Transnexa la cual sale a Colombia mediante un enlace de fibra como vemos en el Esquema 3.5

CELEC EP – TRANSELECTRIC forma parte de la red continental de fibra óptica más grande de Sudamérica, denominada Red Bolivariana de Telecomunicaciones, la cual tiene una extensión de 11 mil kilómetros e incluye a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Esto permitirá que el Ecuador cuente con otras alternativas de conexión nacional e internacional, disminuyendo el costo del servicio y mejorando su calidad.

Actualmente CELEC EP – TRANSELECTRIC es uno de los mayores portadores de servicios de Internet en el Ecuador, con un 60% del mercado nacional, a través de TRANSNEXA, empresa Colombo-Ecuatoriana cuya constitución tiene su origen en la alianza estratégica con INTERNEXA.

CELEC EP – TRANSELECTRIC tiene instalada una red de telecomunicaciones por fibra óptica que posibilita la óptima operación del SNI (Sistema Nacional Interconectado); provee los canales respectivos con la finalidad de tener un adecuado funcionamiento del SNT (Sistema Nacional de Transmisión), así como un correcto despacho de energía, garantizando la disponibilidad del fluido eléctrico a todo el país con calidad y seguridad. Funciona además, en el mercado de telecomunicaciones, bajo la modalidad de portador de portadores a nivel nacional.



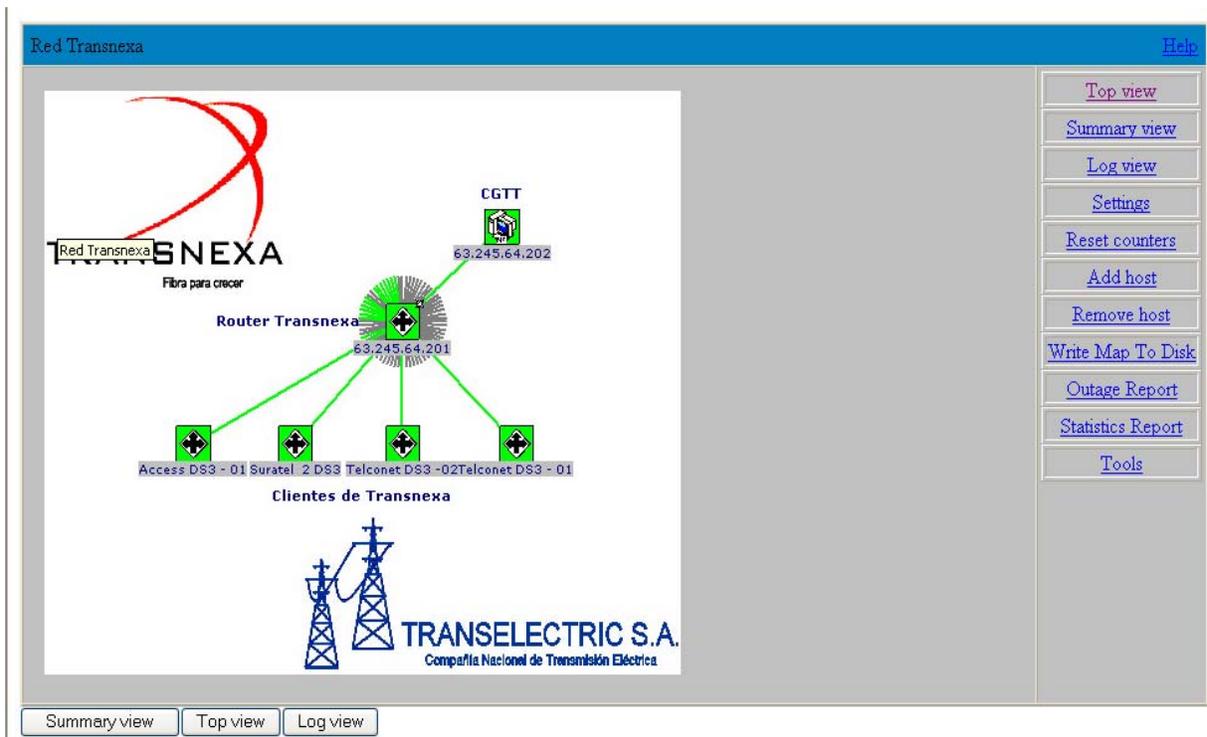
**Esquema 3.5: Red de fibra óptica de CELEC EP - TRANSELECTRIC<sup>23</sup>**

<sup>23</sup> Portal de internet de Transelectric, [http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/portal/home.do](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/home.do)

### 3.3 CONTROL DE LA RED

TRANSELECTRIC dispone de su propio Centro de Gestión que lo atiende permanentemente (7x24) para resolver todas las inquietudes relacionadas con el servicio.

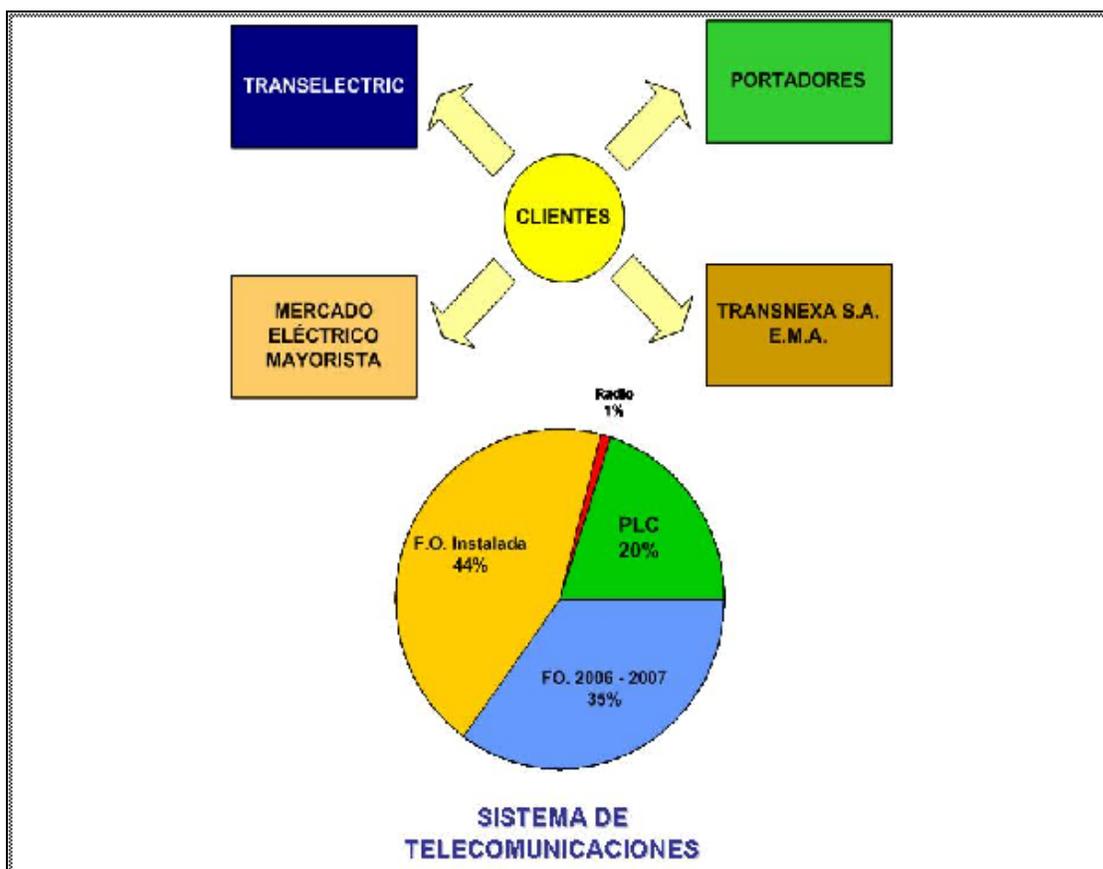
El CGTT está conformado por ingenieros electrónicos capacitados en la gestión y administración de la red, que cumplen tareas de canalización de servicios, pruebas de enlaces (previa la entrega al cliente), conexión de circuitos, supervisión y monitoreo de la red, así como también solución o toma de acciones en caso de fallas en cualquier punto de la red.



Esquema 3.6: Pantalla de monitoreo de la red de CELEC EP – TRANSELECTRIC

TRANSELECTRIC cuenta con una red de telecomunicaciones muy robusta, que consiste en un cable de fibra óptica OPGW montado sobre las torres de transmisión de energía eléctrica (instalación aérea), lo que reduce los inconvenientes producidos por otro tipo de instalaciones y permite ofrecer una disponibilidad muy alta.

Durante más de cuatro años de funcionamiento, la red no ha sufrido ninguna falla por rotura del cable de fibra óptica y la disponibilidad anual se ha mantenido sobre el 99.8% ofrecido



**Esquema 3.7: Sistemas de Telecomunicaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC** <sup>24</sup>

<sup>24</sup> Portal de internet de Transelectric, [www.transelectric.com.ec](http://www.transelectric.com.ec)

## CAPÍTULO IV

### 4. DISEÑO DE UNA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.

CELEC EP – TRANSELECTRIC es la responsable de transportar la energía eléctrica en alta tensión, desde las empresas de generación hacia las empresas de distribución; a través de su infraestructura eléctrica que incluye básicamente las líneas y torres de transmisión<sup>25</sup>.

Para poder brindar servicios de voz, datos y teleprotección a todas las subestaciones, Transelectric utiliza el Sistema de Onda Portadora PLC (Power Line Carrier) a través de las líneas de alta tensión del SNT. Mediante esta red se entrega información de las subestaciones a

---

<sup>25</sup> Referencia, [http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/portal/main.do?sectionCode=96](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/main.do?sectionCode=96)

los Centros de Control de Transelectric y del CENACE, de esta manera el sistema constituye la base para la Operación y Administración de todo el SNT.

En Marzo del 2003 la empresa puso en marcha uno de sus proyectos técnicos que actualmente opera, proporcionando una plataforma de telecomunicaciones para modernizar los procesos de transmisión de información utilizando fibra óptica e incursionando de esta manera en el mercado del Servicio Portador Ecuatoriano.<sup>26</sup>

Actualmente, el proyecto está operando y comercializando tanto el servicio portador a nivel nacional como el enlace con Colombia, satisfaciendo los requerimientos de señales de protección, voz y datos de la línea eléctrica y adicionalmente proporcionando servicios de Portador a nivel internacional a través de Transnexa<sup>27</sup>, empresa en la cual Transelectric tiene el 50% de las acciones.

#### 4.1 PORTADOR DE PORTADORES (INTERNACIONAL Y NACIONAL)

CELEC EP – TRANSELECTRIC proporciona al usuario una capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones, es decir, el servicio portador proporciona a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de red definidos, usando uno o más segmentos de una red.

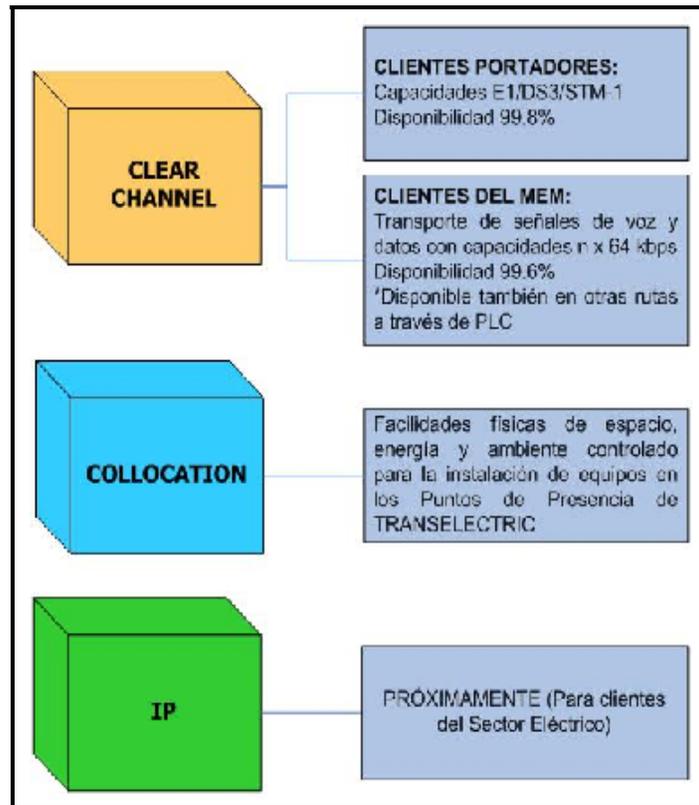
---

<sup>26</sup> Portal de internet de Transelectric

<sup>27</sup> TRANSNEXA: Empresa creada a partir de la unión entre TRANSELECTRIC e INTERNEXA. Opera en forma exclusiva la red de fibra óptica tendida entre Ecuador y Colombia

#### 4.1.1 Servicios que ofrece CELEC EP – TRANSELECTRIC a sus clientes

CELEC EP – TRANSELECTRIC ofrece los siguientes tipos de servicios:



Esquema 4.1: Servicios de CELEC EP – TRANSELECTRIC para los clientes

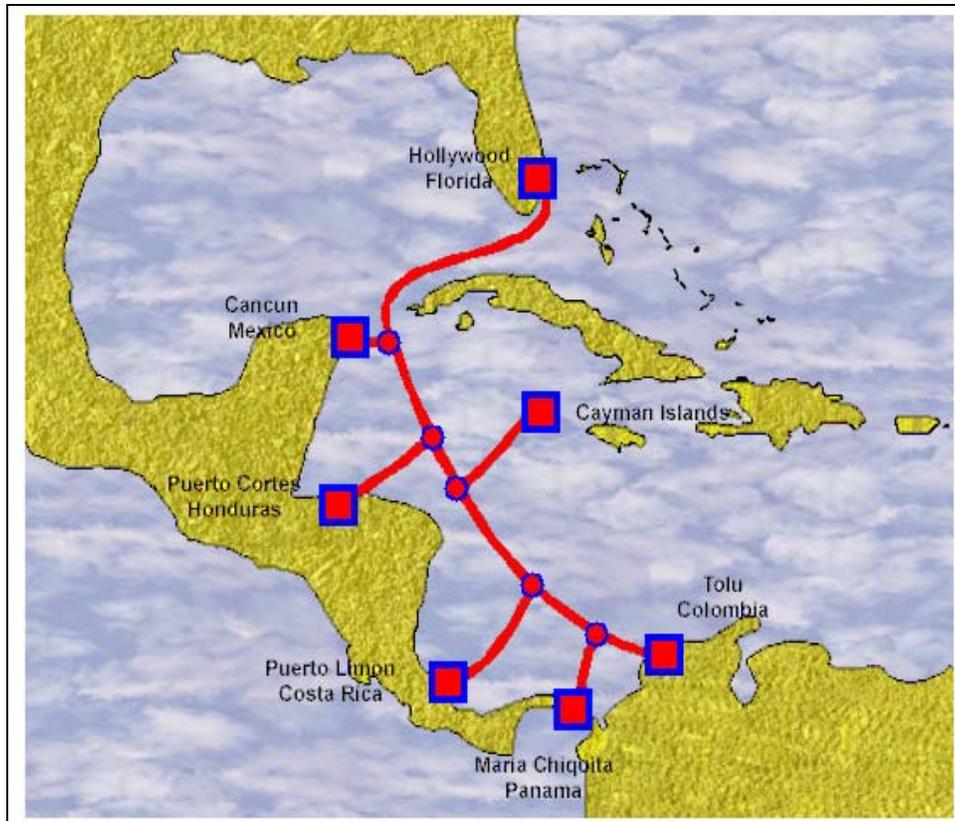
#### Servicio Portador Clase IP

Es un canal para proveer a sus clientes de servicios de Internet (o cualquier tipo de transmisión de datos bajo el protocolo IP).

Actualmente Transelectric ofrece este tipo de servicio a través de Transnexa, la cual facilita la conectividad de los ISP's de Internet con los Estados Unidos a través de la red de fibra óptica de su proveedor en Colombia utilizando la capacidad adquirida por el cable submarino ARCOS-I, el mismo que está diseñado para brindar ancho de banda a 15 países, tiene una configuración en anillo físico en tecnología SDH, lo que garantiza un 100% de restauración automática en caso de un corte en el cable (1+1), de igual manera el cable Maya I encargado de recibir y transmitir datos digitales por fibra óptica, usa tecnologías SDH y EDFA para transportar E1's, DS3's y STM1's.



Esquema 4.2 Cable Arcos I



**Esquema 4.3: Cable Maya I<sup>28</sup>**

La administración y manejo de estos canales IP la realiza directamente desde el CGTT (Centro de Gestión de Telecomunicaciones) junto con Internexa.

#### Características

- Disponibilidad: 99.6%
- Capacidades ofrecidas: n x E1, n x DS3 y n x STM-1.
- El medio físico es una red de fibra óptica.

<sup>28</sup> Referencia, Mejorando las telecomunicaciones con cable submarino Maya I, <http://icd.ulatina.ac.cr/articulo/cablemaya.htm>

- Asignación de IP publicas dependiendo del proveedor internacional.

### **Conexión:**

Se conecta a través de un enrutador IP-v4 cuyo protocolo de enrutamiento es BGP-v4.

Las interfaces de conexión son ópticas y eléctricas. Las interfaces eléctricas son E1/DS3/STM-1 con 75 ohm de impedancia en los circuitos de conexión cumpliendo la norma UIT-T G.703. Para las interfaces ópticas se realiza a nivel STM-1 cumpliendo con la norma UIT-T G.671.

Se realiza conexiones de última milla hacia los clientes.

### **Servicio Clear Channel**

Es un canal de comunicación de un punto a otro, a través del cual se puede transmitir cualquier tipo de información, es un servicio de comunicación de datos de alta velocidad, permitiendo interconexión a través de canales dedicados transparentes entre dos sitios del cliente dispersos geográficamente. La característica fundamental de este servicio es su alta disponibilidad pudiendo el cliente hacer uso del ancho de banda total de la forma en que desee.

#### Características

- Disponibilidad: 99.8%

- Capacidades ofrecidas: n x E1, n x DS3 y n x STM-1.
- El medio físico es una red de fibra óptica.
- Conexión entre los nodos de la red de transporte.
- Se realiza a nivel SDH y PDH la asignación de canales por los cuales el cliente es libre de enviar el tipo de información de cualquier tipo (voz, datos, video).

### **Conexión:**

Las interfaces de conexión son ópticas y eléctricas. Las interfaces eléctricas son E1/DS3/STM-1 con 75 ohm de impedancia en los circuitos de conexión cumpliendo la norma UIT-T G.703.

Para las interfaces ópticas se realiza a nivel STM-1 cumpliendo con la norma UIT-T G.671. Se realiza conexiones de última milla hacia los clientes.

### **Otros servicios**

#### **Servicio a los clientes del Mercado Eléctrico Mayorista**

Permite la comunicación para transporte de señales de voz y datos. Se ofrece los siguientes servicios para el cliente: registradores de fallas y relés inteligentes, voz dedicada y/o voz conmutada, servicios de respaldo, Internet, servicios básicos y de valor agregado así como también videoconferencia.

## **Servicios complementarios**

### **Hospedaje de equipos y colocación**

El cliente deja su equipo en las instalaciones del cuarto de equipos de Transelectric, permitiendo que los clientes alivien sus inversiones y puedan implementar puntos de presencia para cada sitio de interés

### **Última milla**

La última milla es el paso final que lleva el servicio en un tramo específico o determinado, se realiza para clientes que requieren de Servicio Portador Clase IP o Servicio Clear Channel.

## **4.2 PRINCIPALES CLIENTES DE CELEC EP – TRANSELECTRIC**

- GLOBAL CROSSING
- PUNTONET S.A.
- CNT S.A.
- ETAPA CUENCA
- MEGADATOS S.A.
- CONECEL S.A.
- INTEGRAL DATA

- HIDRONACIÓN S.A
- TELCONET
- ALCATEL
- TELEHOLDING
- GRUPO TV CABLE
- NEW ACCESS
- INFONET
- ETAPATELECOM
- SATNET
- TELEFÓNICA
- ORBITEL
- MCI
- IMPSAT
- TRANSNEXA
- EMERGUL
- APROVI S.A.
- ACCESSRAM S.A.
- CENACE
- SURATEL S.A. (GRUPO TV CABLE)

### 4.3 EVOLUCIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE SDH Y DWDM EN CELEC EP – TRANSELECTRIC

La evolución de la red de transporte SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC es notoria desde sus inicios hasta la actualidad, el incremento de los clientes que utilizan servicios portadores Clase IP o Servicios Clear Channel, han permitido ampliar la infraestructura de la red aumentando el número de subestaciones con la finalidad de brindar estos servicios en los diferentes lugares del país.

En Marzo del 2003 la empresa puso en marcha uno de sus proyectos técnicos que actualmente opera, proporcionando una plataforma de telecomunicaciones para modernizar los procesos de transmisión de información mediante la tecnología de fibra óptica.

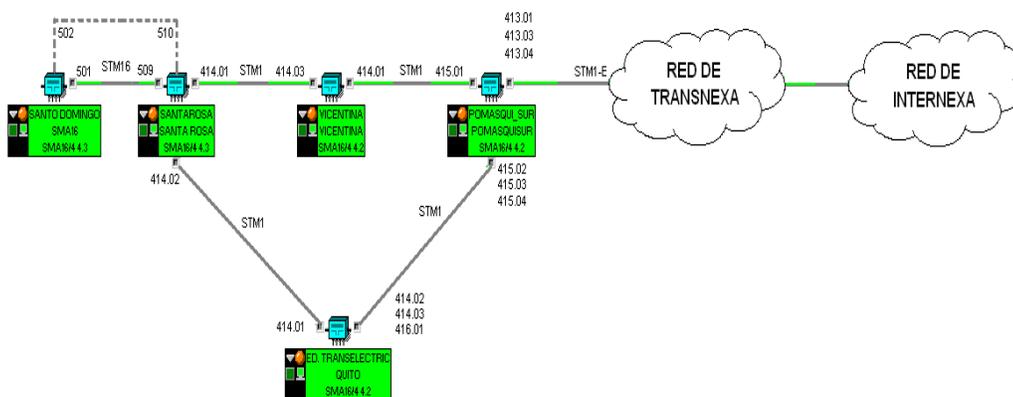
Se instala el cable OPGW (Optical Ground Wire) en las torres de energía eléctrica. Este cable cumple 2 funciones:

- Cable de guarda para protección de las líneas de transmisión eléctrica contra descargas atmosféricas y cortó circuitos (conexión a tierra).
- Transporte de 48 hilos de fibra dentro de una estructura formada por conductores metálicos.

## Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2004

La red de transporte SDH en el 2003 de Transelectric cuenta con los siguientes elementos.

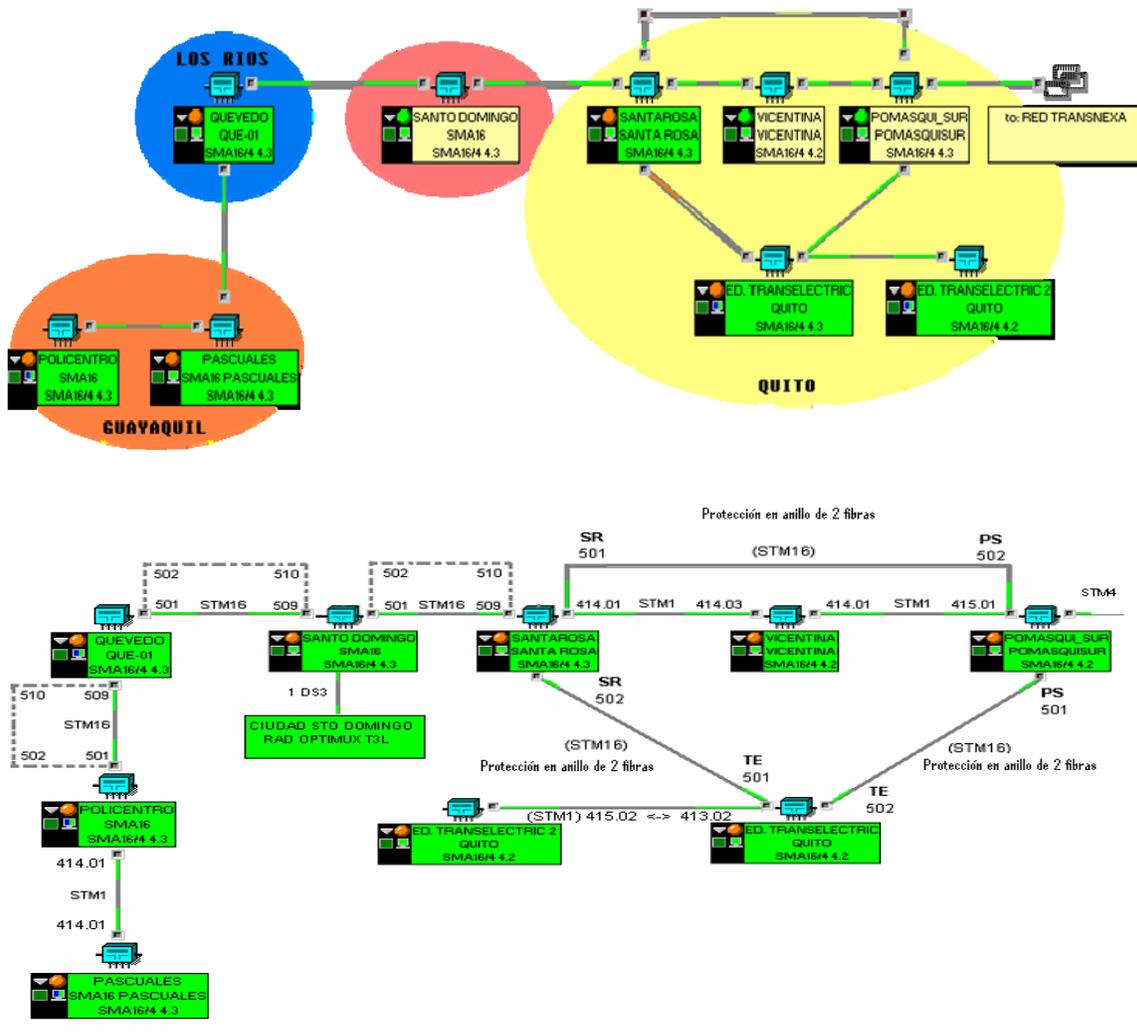
- Equipos SIEMENS: SMA16
- Sistema de Gestión: Propietario de Siemens: TNMS (Telecommunication Network Managment System)
- La fibra óptica utilizada es del tipo mono-modo y trabaja en la ventana de 1550 nm.
- En el 2003 las subestaciones existentes de acuerdo al número de clientes y necesidades eran: Santo Domingo, Santa Rosa, Vicentina, Pomasqui Sur, Ed. Transelectric Quito.



Esquema 4.4: Red SIEMENS CELEC EP – TRANSELECTRIC 2004

## Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2006

Factores tales como menor tiempo de instalación, mayor resistencia física a rotura de la fibra, facilidad en el mantenimiento, disponibilidad, prestación de servicios de gestión, asistencia técnica, permitieron que CELEC EP – TRANSELECTRIC aumente el número de subestaciones para el 2006 tales como: Quevedo, Santo Domingo, Santa Rosa, Vicentina, Pomasqui\_Sur, Policentro, Pascuales, Ed Transelectric Quito.



Esquemas 4.5: Red SIEMENS CELEC EP – TRANSELECTRIC 2006



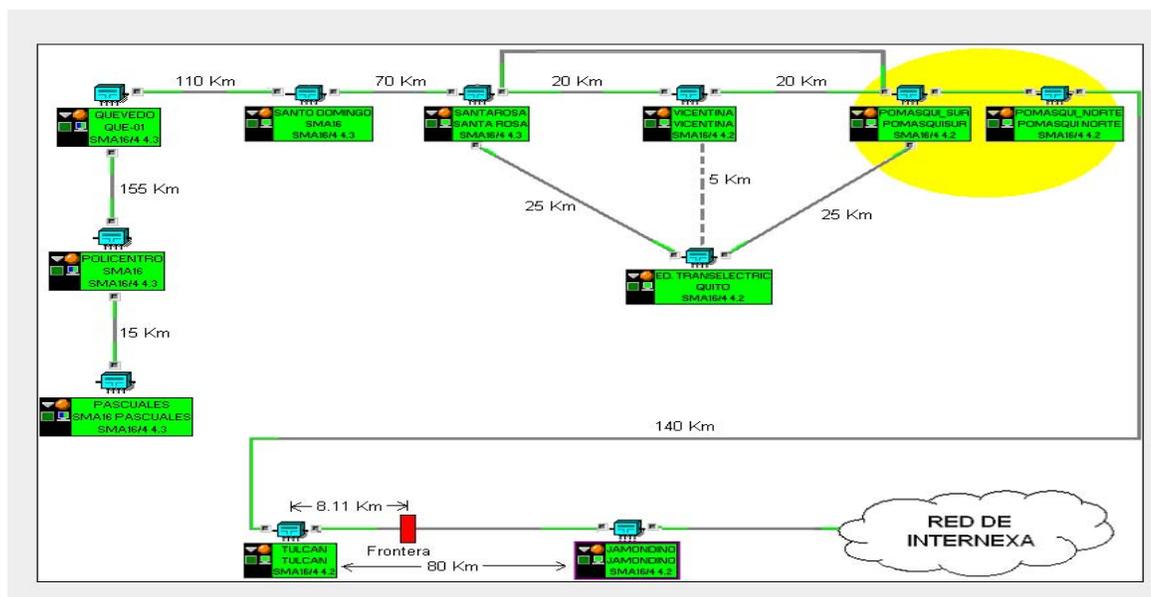
**Esquema 4.6: Red Total 2006 de CELEC EP – TRANSELECTRIC**

### **Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2007**

Para el 2007 se toma en cuenta los siguientes factores:

- Equipos SIEMENS: SMA16
- Sistema de Gestión: Propietario de Siemens: TNMS (Telecommunication Network Managment System)
- La capacidad UIO-GYE es de un STM-16 con protección 1+1 MSP con interfaces eléctricas (E1's y DS3's) y ópticas (STM1's y STM4's).

- A nivel internacional la capacidad que era de un STM-8 fue ampliada en el mes de marzo del 2006 a un STM-16 (1+1 MSP). Para esto se está manejando equipos Huawei OSN 3500 con el sistema de gestión T2000.
- La fibra óptica utilizada es del tipo mono-modo y está trabajando en las ventanas de 1550 nm y 1310 nm.
- Subestaciones existentes: Quevedo, Santo Domingo, Santa Rosa, Vicentina, Pomasqui\_Sur, Pomasqui\_Norte, Policentro, Pascuales, Tulcán, Jamondino, Ed. Transelectric.



**Esquema 4.7: Red de Fibra Óptica Siemens (Distancia en Kilómetros)<sup>29</sup>**

<sup>29</sup> Información proporcionada por el área de Telecomunicaciones, Centro de Gestión de Transelectric.

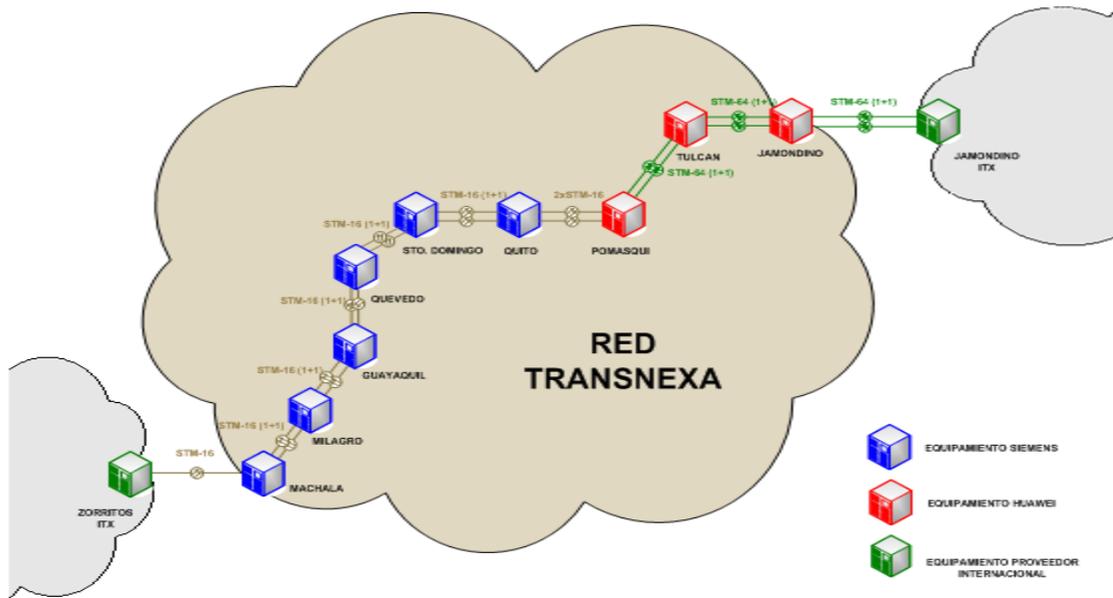
## **Red de Transporte SDH y DWDM CELEC EP – TRANSELECTRIC 2008**

- Para el 2008 es notorio el desarrollo de la red SDH en la empresa, los equipos SIEMENS SMA16 no satisfacen la demanda de capacidad de los clientes por lo cual la empresa se ve obligado adquirir los equipos Siemens Surpass hiT7070 tomando en cuenta sus características principales y beneficios.
- Existe un proyecto de ampliación de la red a tecnología DWDM, que cambiará la situación actual en el uso de varias longitudes de onda para ampliar las capacidades de transporte y utilizando SDH en el nivel de transporte.

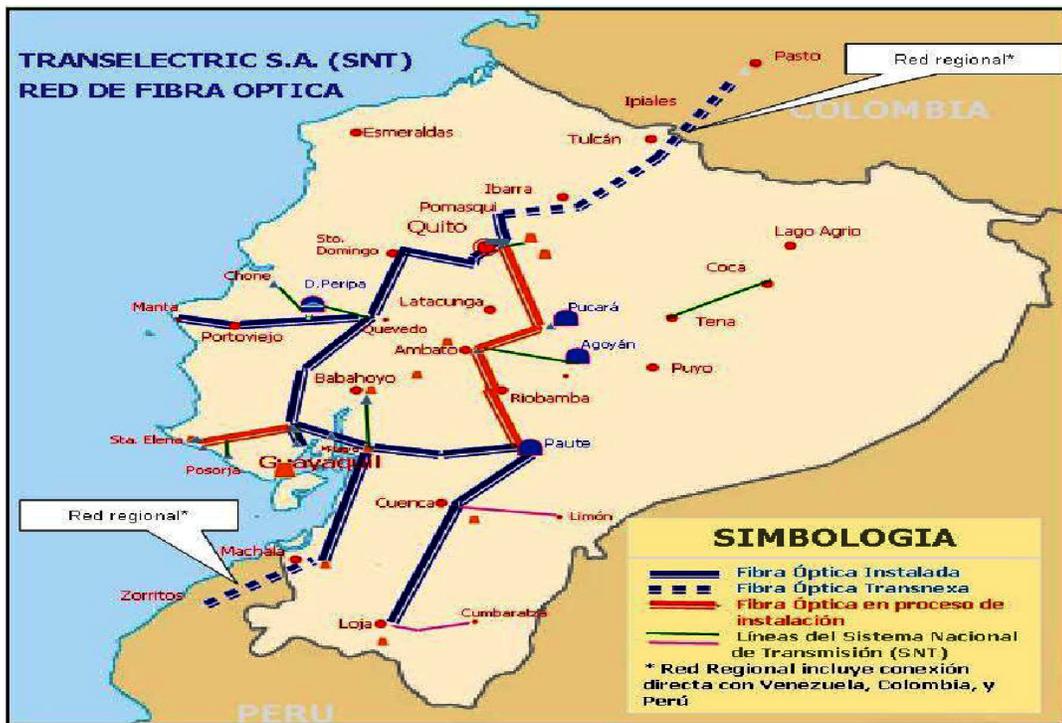
La red actual cubrirá las ciudades de: Quito, Santo Domingo, Quevedo, Manta, Guayaquil, Machala, Cuenca y Loja.

- Subestaciones existentes: Jamondina, Zorritos (Equipamiento proveedor internacional) Tulcán, Pascuales, Zhoray, Rayoloma, Cuenca, Loja, Machala, Quevedo, Milagro, Policentro, Ed. Transelectric, Santo Domingo, Pomasqui y Guayaquil.

### DIAGRAMA RED SDH TRANSNEXA FRONTERA COLOMBIA FRONTERA PERU



Esquema 4.8: Red SDH de 2008



Esquema 4.9: Mapa de la red de transporte de fibra óptica 2008

## Capacidades de tráfico nacional e internacional en el 2008

### Tráfico Internacional

En la ruta hacia Quito - Colombia existe una capacidad física 1 STM-64.

### Ruta Quito- Jamondino

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
64 STM-1 (STM-64)	100%	28 STM-1 + 22 E1	44,30%	35 STM-1 + 41 E1	55,70%

**Tabla 4.1: Capacidades de tráfico internacional Quito – Jamondino.**

### Tráfico Interno (Nacional)

En las rutas internas entre las principales ciudades, se encuentra operando una capacidad física máxima de STM-16 estas son:

### Ruta Cuenca – Loja

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	0 STM-1	0,00%	16 STM-1	100%

**Tabla 4.2: Capacidades de tráfico nacional Cuenca - Loja**

### Ruta Quito – Santo Domingo

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponibile	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	8 STM-1 + 55 E1	55,46%	7 STM-1 + 8 E1	44,54%

**Tabla 4.3: Capacidades de tráfico nacional Quito – Santo Domingo**

### Ruta Quevedo – Guayaquil

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponibile	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	8 STM-1 + 22 E1	52,18%	7 STM-1 + 41 E1	47,82%

**Tabla 4.4: Capacidades de tráfico nacional Quevedo – Guayaquil**

### Ruta Guayaquil – Milagro

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponibile	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	1 STM-1 + 7 E1	6,94%	14 STM-1 + 56 E1	93,06%

**Tabla 4.5: Capacidades de tráfico nacional Guayaquil - Milagro**

### Ruta Santo Domingo - Quevedo

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	8 STM-1 + 41 E1	54,07%	7 STM-1 + 22 E1	45,93%

**Tabla 4.6: Capacidades de tráfico nacional Santo Domingo - Quevedo**

### Ruta Milagro – Machala

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	1 E1	0,01%	15 STM-1 + 62 E1	34,8%

**Tabla 4.7: Capacidades de tráfico nacional Milagro - Machala**

### Ruta Milagro – Cuenca

Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	1 STM-1 + 6 E1	6,85%	14 STM-1 + 57 E1	93,15%

**Tabla 4.8: Capacidades de tráfico nacional Milagro - Cuenca**

## Ruta Quevedo -Manta

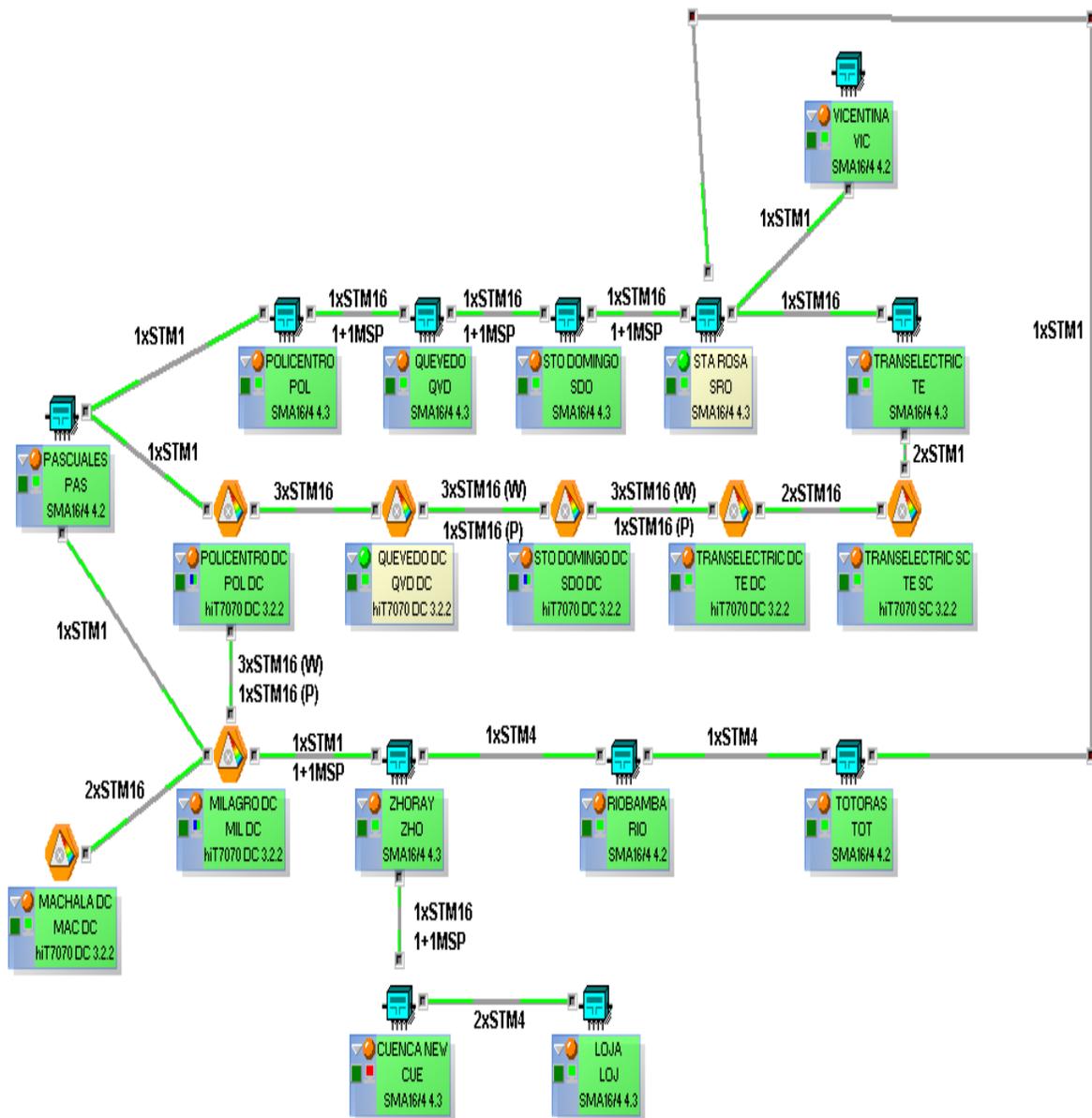
Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada	Porcentaje	Capacidad Disponible	Porcentaje
16 STM-1 (1 STM-16)	100%	21 E1	2,08%	15 STM-1 + 42 E1	97,92%

**Tabla 4.9: Capacidades de tráfico nacional Quevedo - Manta**

## Red de Transporte SDH CELEC EP – TRANSELECTRIC 2009

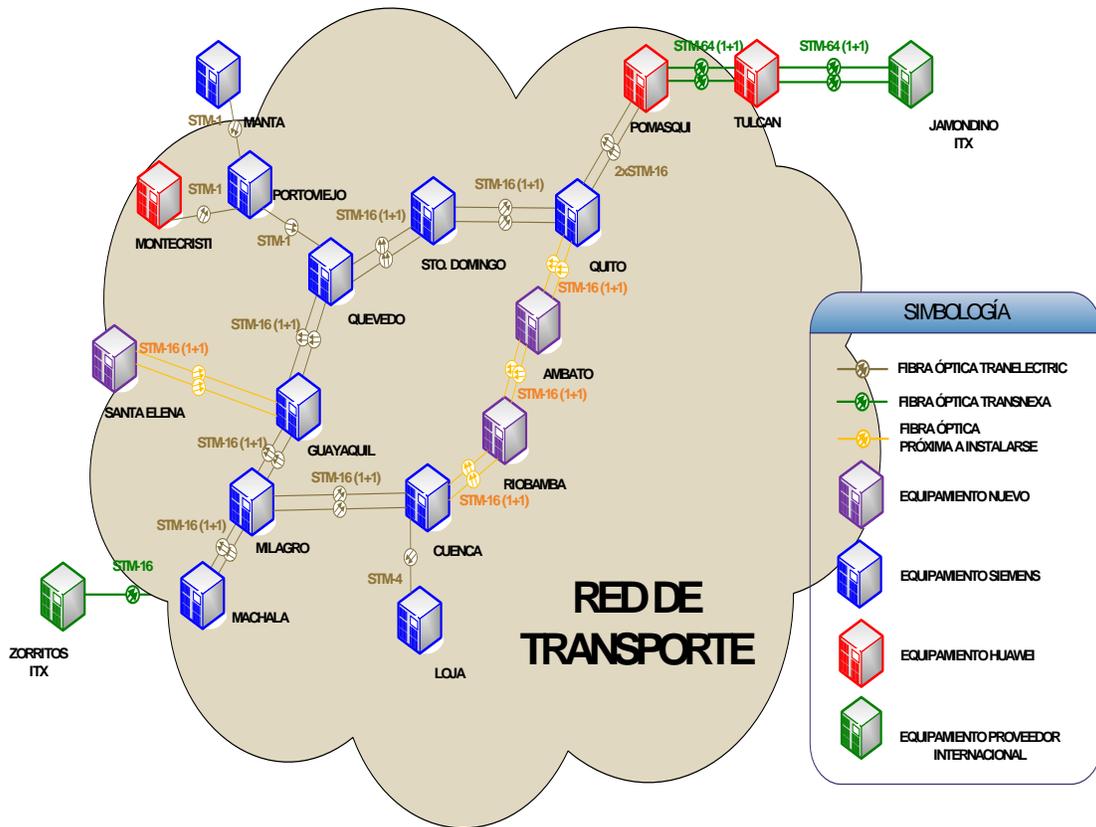
Las Subestaciones existentes en el 2009 son:

- Jamondina, Zorritos (Equipamiento proveedor internacional) Tulcán, Vicentina, Ed. Transelectric, Santa Rosa, Santo Domingo, Policentro, Pascuales, Quevedo, Machala, Milagro, Zhoray, Riobamba, Totoras, Cuenca, Loja, Manta, Portoviejo, Ambato, Santa Elena, Guayaquil.



Esquema 4.10: Red Siemens SDH de 2009 <sup>30</sup>

<sup>30</sup> Información proporcionada por el área de Telecomunicaciones, Centro de Gestión de Transelectric.

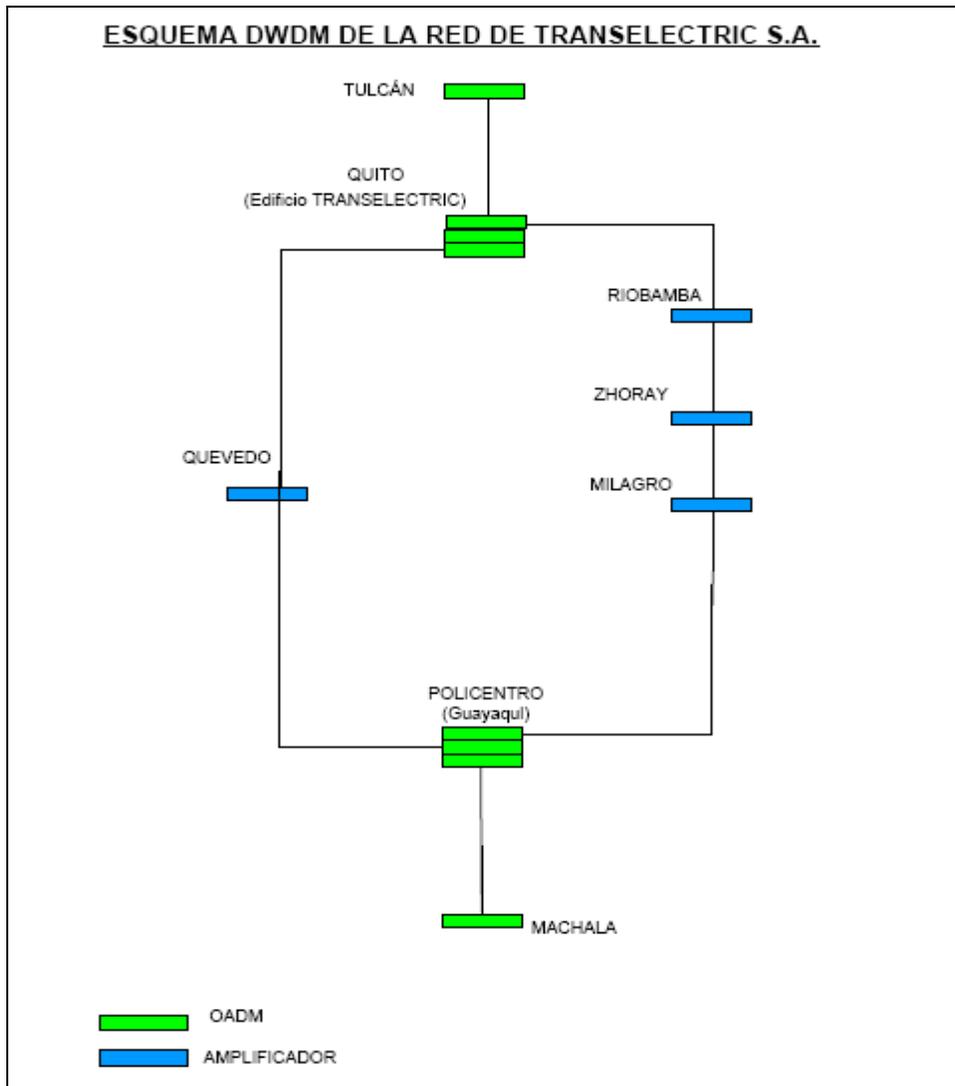


**Esquema 4.11: Red SDH de 2009**

### 4.3.1 Evolución de la Red de transporte DWDM

CELEC EP – TRANSELECTRIC cuenta actualmente con una red de fibra óptica en la cual se conectan equipos multiplexores a nivel SDH con capacidad de hasta STM-64 (10Gbps.).

Los requerimientos de incremento de capacidad en la red de fibra óptica han hecho que al momento se decida cambiar la tecnología de backbone actualmente SDH a la tecnología DWDM.



**Esquema 4.12 Esquema DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC<sup>31</sup>**

Los amplificadores han sido ubicados en los nodos de Quevedo, Riobamba, Zhoray y Milagro considerando tramos sin amplificación de hasta 200 Km.

<sup>31</sup> Información proporcionada por el área de Telecomunicaciones de CELEC EP - TRANSELECTRIC

En el 2008 se pone en marcha el proyecto de incorporar el sistema de transmisión para el backbone nacional DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) entre los nodos de Tulcán, Quito, Guayaquil (Policentro) y Machala, a través de cables de fibra óptica tipo G.652 y G.655 ( Ver Anexo I), que atraviesan las siguientes subestaciones: Tulcán, Pomasqui, Vicentina, Santa Rosa, Santo Domingo, Quevedo, Pascuales, Milagro, Machala, Zhoray, Riobamba y Totoras y además el Edificio de TRANSELECTRIC S.A. ubicado en Quito.

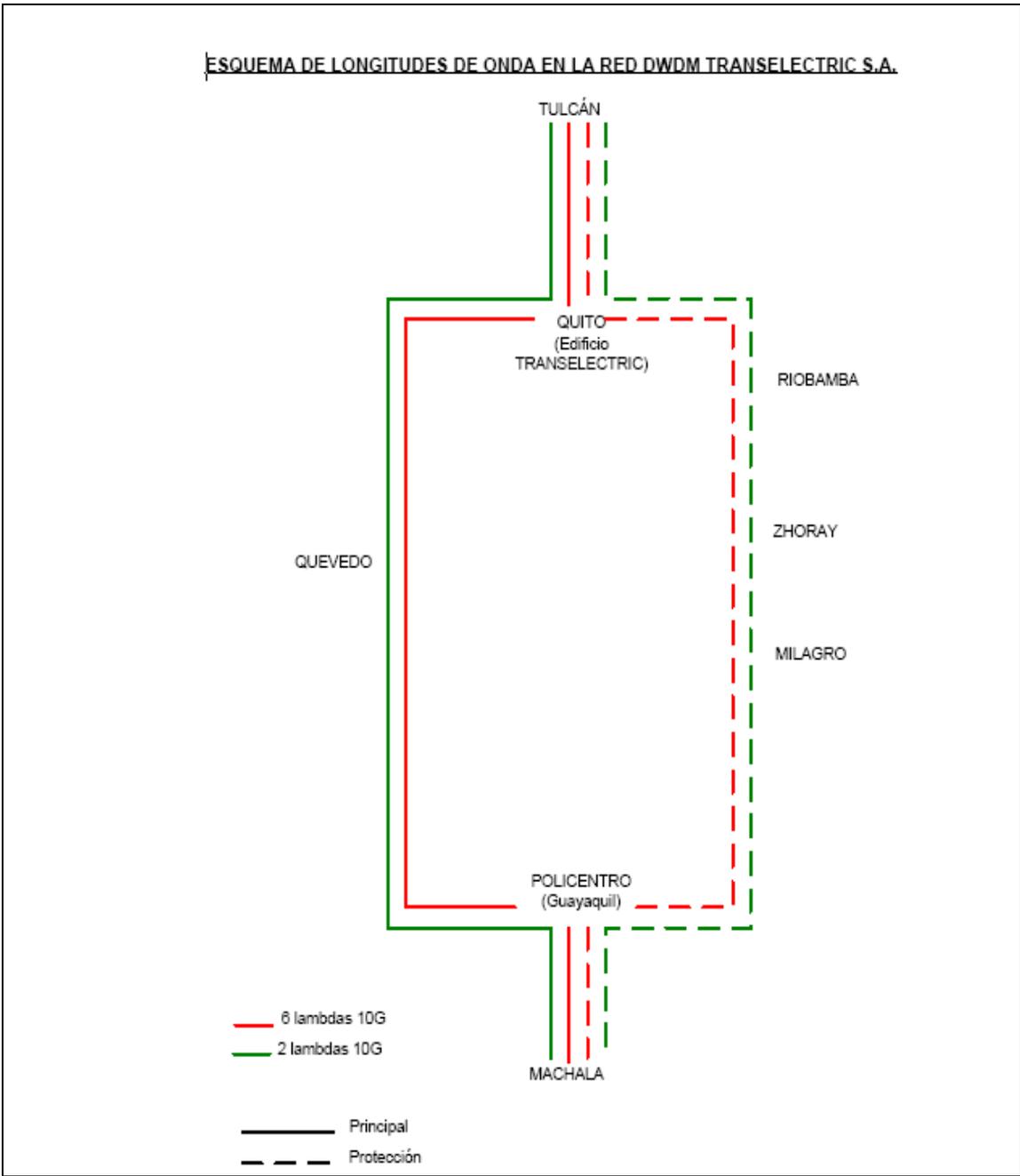
Se establece que es útil usar la tecnología DWDM para altas capacidades que estén alrededor de los 40 – 100 Gbps de acceso que serán distribuidas a los clientes que lo requieran en todos los nodos de la red de TRANSELECTRIC. El sistema DWDM utilizará dos fibras ópticas: una para transmisión y otra para recepción de la ruta principal, y dos fibras ópticas para la ruta de protección.

El sistema DWDM utilizará la infraestructura existente en las subestaciones de TRANSELECTRIC y en el Edificio principal ubicado en Quito y el Edificio Administrativo junto a la Subestación Policentro ubicado en Guayaquil.

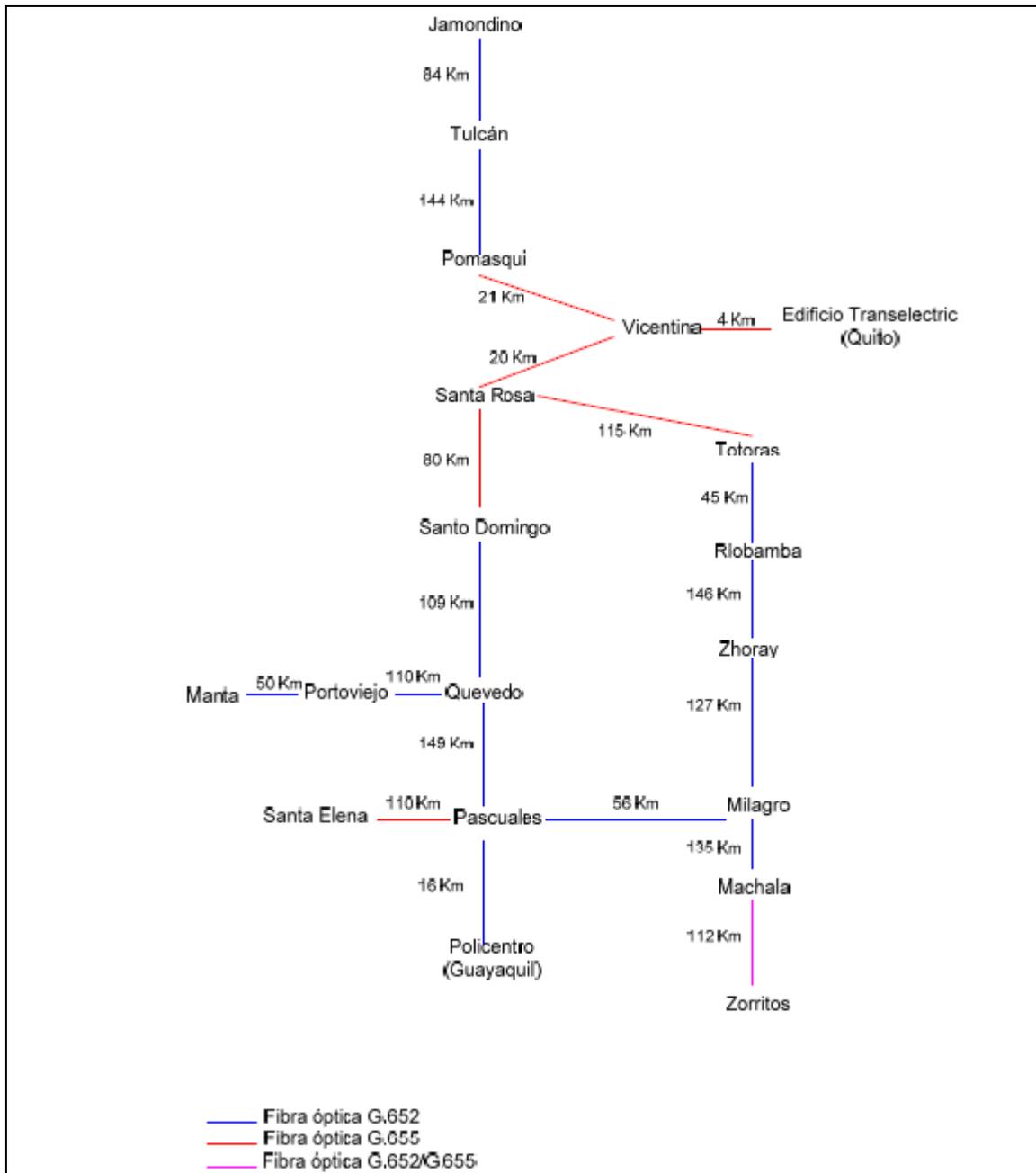
El número de longitudes de onda inicial se muestra en el esquema 4.14, sin embargo el sistema en conjunto es decir equipos OADM <sup>32</sup> y amplificadores deberá ser implementado para 40 longitudes de onda de 10 Gbps como capacidad final (EOL).

---

<sup>32</sup> OADM: “Optical Add & Drop Multiplexer” es un dispositivo utilizado en los sistemas de multiplexación de longitud de onda para multiplexar y enrutar diferentes canales de luz dentro de una fibra monomodo SMF “Single Mode Fiber”.



**Esquema 4.13: Longitudes de onda de la red DWDM CELEC EP – TRANSELECTRIC**



**Esquema 4.14: Distancias y tipo de fibra instalada – Red TRANSELECTRIC**

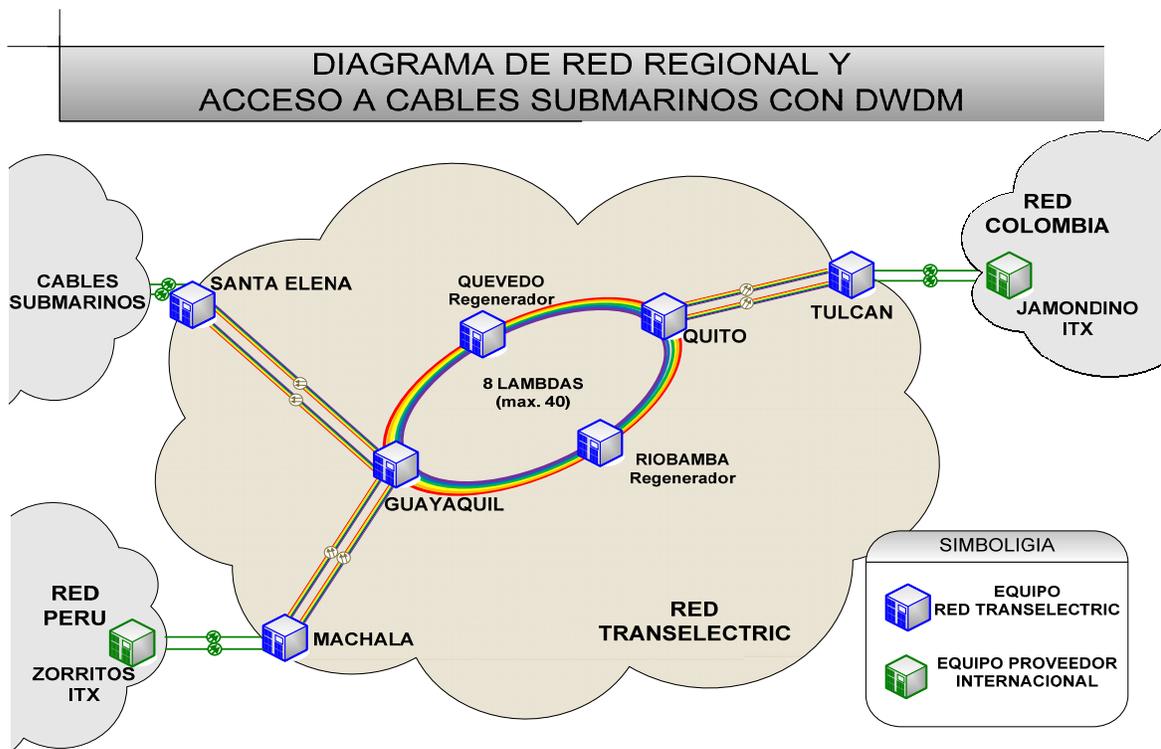
#### 4.3.1.1 Alcance

La implementación del backbone nacional DWDM, se realiza a través de fibra óptica tipo G.652 y G.655. El proyecto contempla además el equipamiento necesario para tener una red protegida en ruta y en equipamiento aprovechando el anillo de fibra óptica de TRANSELECTRIC entre Quito y Guayaquil. Y una protección 1+1 en los tramos Quito – Tulcán y Policentro – Machala.

Para la realización del proyecto se tomará en cuenta aspectos tales como:

- Suministro, instalación y puesta en servicio de los equipos de transmisión DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).
- Configuración OADM para tres direcciones protegidas en el nodo de Quito, tres direcciones protegidas en el nodo de Policentro, OADMs con dos direcciones protegidas en los nodos de Tulcán y Machala.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de Amplificadores Ópticos, en las estaciones intermedias de enlaces, en donde sea necesario realizar la amplificación de las señales ópticas.
- El proyecto contará con un sistema de gestión centralizado que permita a TRANSELECTRIC administrar desde su Centro de Gestión ubicado en Quito y en forma remota, todos los componentes de la red que conformaran el sistema de transmisión DWDM.

- La integración de la red de transmisión DWDM a la red SDH existente en TRANSELECTRIC en los nodos Tulcán, Quito, Guayaquil y Machala.
- Para la implementación se requiere una capacitación, soporte técnico en el período de instalación y de garantía técnica, mantenimiento, pruebas de aceptación de los sistemas: transmisión, gestión e integración de la red DWDM con la red SDH



**Esquema 4.15: Red de Transporte DWDM de TRANSELECTRIC.**

#### 4.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA REDES DE TRANSPORTE

La red de transporte óptico de CELEC EP – TRANSELECTRIC cubre actualmente las provincias de Pichincha, Los Ríos, Guayas, Carchi, Azuay, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, El Oro, Manabí, Sto. Domingo de los Tsachilas, Loja, Santa Elena, Departamento de Nariño (Colombia).



**Esquema 4.16: Mapa de la red de transporte de fibra óptica 2010**

Las rutas internas del país tienen una capacidad de STM-16 (red TRANSELECTRIC) y la ruta de salida internacional hacia Colombia es de STM-64 (red TRANSNEXA).

También esta puesta en marcha la integración a la red regional que une los países de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Para esto la red de existe una interconexión con Perú con una capacidad de STM-16 (red TRANSNEXA). Próximamente a esta red se conectar con los países de Bolivia y Brasil.

La red de transporte consta con un Centro de Gestión que opera los 365 días del año las 24 horas de forma ininterrumpida para garantizar la disponibilidad de la red. La disponibilidad de la red de TRANSELECRIC es del 99,8% y la disponibilidad de la red de TRANSNEXA es de 99,6%.

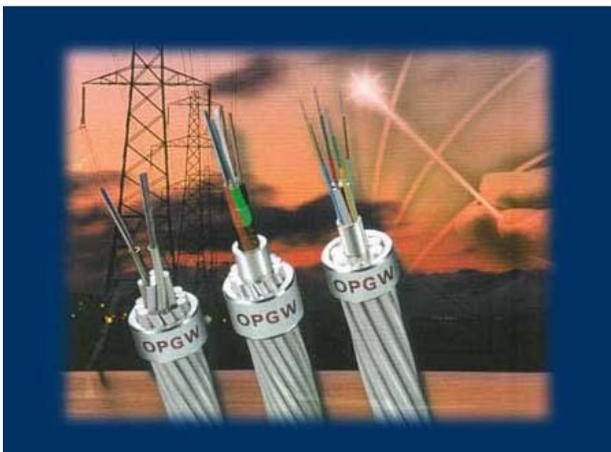
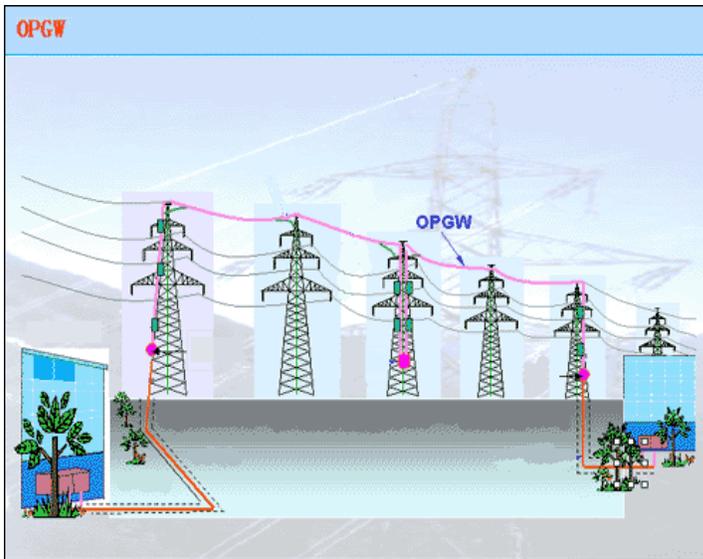
#### **4.4.1 Principales Subestaciones de CELEC EP – TRANSELECTRIC**

TRANSELECTRIC opera un conjunto de subestaciones y líneas troncales de transmisión en 230 y 138 kilovoltios que transporta la energía eléctrica producida por las generadoras hidroeléctricas y térmicas.

La energía producida es llevada desde las generadoras a las subestaciones del SNT la misma que es entregada a las empresas distribuidoras a nivel nacional para su comercialización a los consumidores finales.

CELEC EP – TRANSELECTRIC ha instalado una red de fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire) el mismo que es un cable óptico que se utiliza en líneas de alta tensión (Ver Anexo II), el cual se encuentra en las torres de energía eléctrica.

La utilización del OPGW ha hecho que la red de telecomunicaciones de Transelectric sea muy robusta, por cuanto el cable de fibra óptica está montado sobre las torres de transmisión de energía eléctrica (instalación aérea), lo que reduce los inconvenientes producidos por otro tipo de instalaciones y permite ofrecer una disponibilidad muy alta.



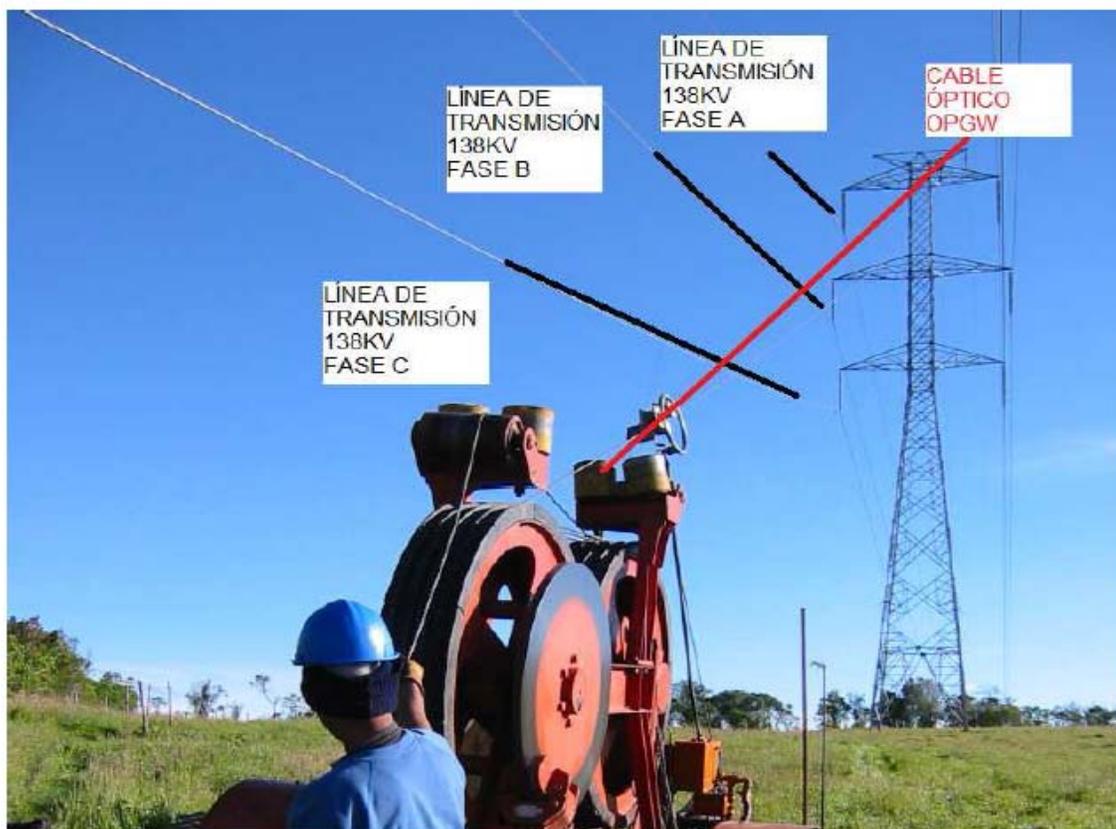
Cable OPGW Alcatel

**Esquema 4.17 Cable OPGW<sup>33</sup>**

<sup>33</sup> Referencia, [http://www.pimasa.com/shop\\_image/product.pdf](http://www.pimasa.com/shop_image/product.pdf)

Se necesita un camino físico en lo posible recto para el cable de fibra, el cable se puede enterrar directamente, en tubos o disponer en cables aéreos de alta tensión a lo largo de caminos homogéneos. Para localizaciones como terrenos montañosos o algunos entornos urbanos pueden ser adecuados las transmisiones inalámbricas.

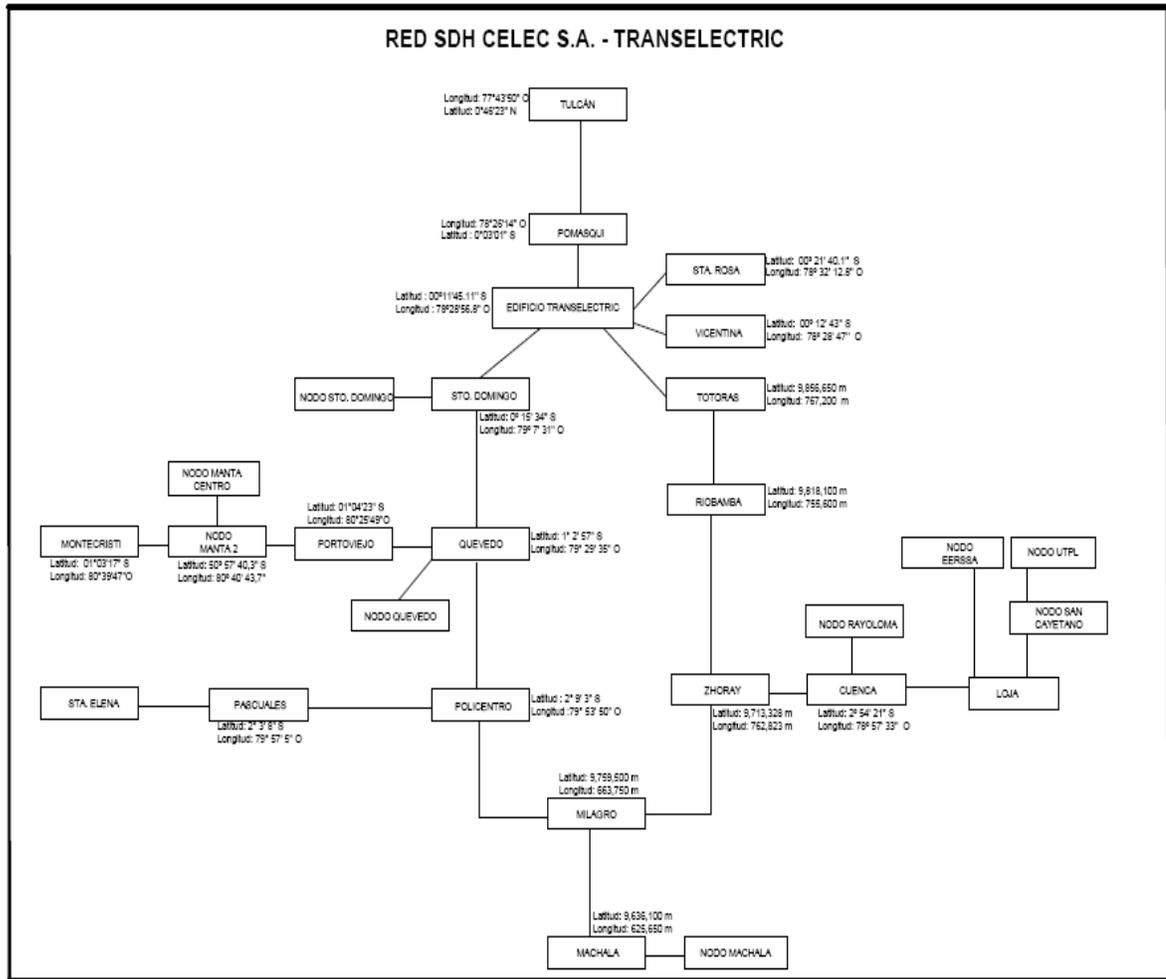
El mantenimiento de la fibra es menor que el requerido para un sistema de cobre, ya que la fibra no causa pérdida de señales, también no se ve afectada por cortocircuitos ni sobretensiones.



**Esquema 4.18: Tendido aéreo de cable de fibra óptica utilizando el cable OPGW**

**Las subestaciones que CELEC EP – TRANSELECTRIC gestiona y opera son:**

- Santo Domingo
- Totoras (Ambato)
- Trinitaria
- Tulcán
- Vicentina (Quito)
- Francisco de Orellana
- Tena
- Ambato
- Babahoyo
- Chone
- Cuenca
- Dos Cerritos
- Esmeraldas
- Ibarra
- Loja
- Machala
- Milagro
- Molino (Paute)
- Mulaló
- Pascuales
- Policentro (Guayaquil)
- Pomasqui
- Portoviejo
- Posorja
- Pucará
- Quevedo
- Riobamba
- Salitral (Guayaquil)
- San Idelfonso
- Santa Elena
- Santa Rosa
- Rayoloma



**Esquema 4.19: Principales Subestaciones de CELEC – EP TRANSELECTRIC**

#### 4.4.2 Estructura del Sistema Nacional de Transmisión

La red troncal de 230 KV, que conforma el anillo principal del sistema nacional, une las subestaciones de: Molino, Milagro, Dos Cerritos, Pascuales, Trinitaria, Quevedo, Santo Domingo, Santa Rosa, Pomasqui, Totoras y Riobamba. Cubriendo 1521,75 kilómetros en líneas de transmisión.

El sistema nacional también consta de líneas radiales de 138 KV que interconectan a las subestaciones de: Ibarra, Tulcán, Esmeraldas, Daule, Chone, Babahoyo, Machala, Cuenca y Loja. Con una longitud de 1647,70 kilómetros en líneas de transmisión.

#### **4.4.3 Descripción de los Equipos del Core utilizados para SDH y DWDM**

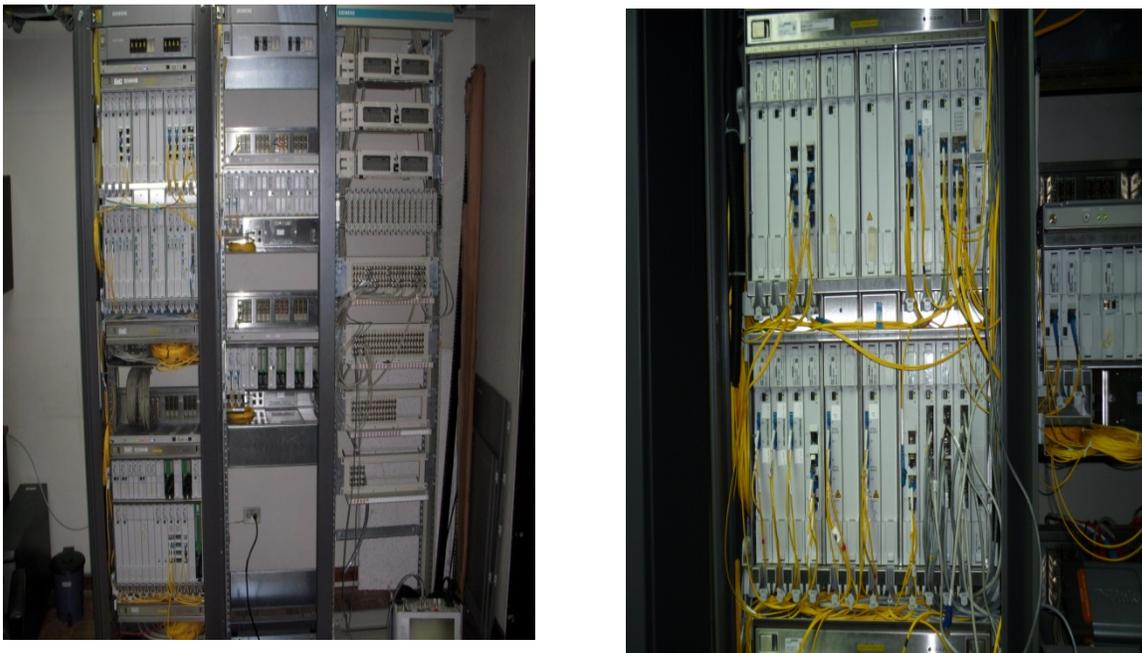
##### **Siemens Surpass hiT7070**

HIT7070, es multiplexor ADM (Add Droop Multiplexer) que permite manejar las diferentes tecnologías de la nueva generación, la jerarquía SDH (Ethernet, SAN, ATM, WDM (Wave Division Multiplexing, Multiplexación por División de Longitud de Onda), etc., también se puede interconectar redes PDH para dar servicios de clear channel (enlace digital dedicado). Está compuesto por varias tarjetas que permiten interconectar estas redes.

El ADM se puede insertar tarjetas ópticas SDH que manejan capacidades desde un STM-1(155Mbps) hasta un STM-64(10Gbps), tarjetas Ethernet que manejan capacidades desde 10Mbps hasta 10Gbps, amplificadores y preamplificadores ópticos, , además posee una tarjeta adicional (Switching Fabric, Tarjeta de Conmutación) que permite realizar las conexiones cruzadas entre los multiplexores, la capacidad es de 1024 VC-4 (160Gbps) para este multiplexor.

SURPASS hiT7070 puede ser equipado con la función RPR; esta función opera como un Switch de Capa 2, termina los VCs, extrae los frames Ethernet de los VCs y conmuta los frames de acuerdo al puerto de destino basado en las direcciones MAC.

Aparte de las tradicionales tarjetas PDH y SDH, SURPASS hiT7070 cuenta con interfaces GFP, Generic Framing Procedure, que es un nuevo mecanismo genérico estandarizado para encapsular Datos en redes SDH. GFP o ITU-T G.7041, fue definido para adaptar los protocolos de datos de hoy a redes de bytes alineados como lo son las redes SDH; GFP soporta protocolos LAN como Ethernet, IP.



**Esquema 4.20: Fotografías Siemens Surpass hiT7070 de CELEC EP -  
TRANSELECTRIC<sup>34</sup>**

<sup>34</sup> Fotografías obtenidas en la sala de equipos del Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

## Características <sup>35</sup>

- Integrable con el sistema de gestión de altas prestaciones TNMS-Core de Siemens.
- Funcionalidad (Resilient Packet Ring RPR, Multiprotocol Label Switching MPLS) realiza conmutación de capa 2.
- Equipamiento sencillo y modular.
- Posee dos núcleos de operación, llamados single y dual core. Cada una de estas capas maneja sistemas tributarios de alto y bajo orden SDH.
- Permite cross-conectar servicios del mismo orden y de diferente orden.
- Plataforma Multiservicios: 2Mbps, 34/45Mbps, 155Mbps, STM-1/4/16, GFP para 10/100, Gigabit Ethernet, interfaces SAN (FICON, Fiber Channel); STM-16, GFP para 10 Gigabit Ethernet.
- Variedad de interfaces STM-64 incluyendo DWDM.
- Conserva las funciones de protección SDH (SNCP, MSP, BSHR, Hardware)
- Puede soportar tráfico de baja prioridad sobre líneas de reserva.
- Es posible la interconexión para anillos en todos los puertos de tráfico.
- Parada automática en caso de una interrupción del enlace de acuerdo con UIT-T G.664 y UIT-T G.958.

---

<sup>35</sup> Referencia, [http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient\\_Andina/templates/PortalRender.aspx?channel=248](http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/templates/PortalRender.aspx?channel=248)

- Posee Tarjetas Ethernet
- Convergencia de voz y datos junto con una mayor funcionalidad y alta densidad de integración reduce significativamente la cantidad de equipos, inversión baja, ya que en la instalación, operación y mantenimiento los costos son la consecuencia.
- La compañía está en condiciones de ofrecer servicios de Ethernet con diferentes calidades de servicio: Ethernet carrier-grade para los clientes de negocios y Ethernet flexible Ethernet services para una gran cantidad de clientes adicionales, por ejemplo, los clientes residenciales.
- Flexibilidad y escalabilidad enlaces punto a punto mediante el uso de la GFP y LCAS
- Conexiones punto a multipunto y agregación a través de un sistema integrado de Capa-2 se puede construir VLANs

#### **4.4.3.1 Tarjetas Ethernet del multiplexor HiT7070DC**

El multiplexor HIT7070DC está compuesto por 8 tarjetas Ethernet (Tarjetas de Tributario), todas las tarjetas Ethernet a más de permitir la conexión física del 101 enlace, también realizan funciones de la capa 2 (enlace) del modelo OSI, estas son:

- Control de Flujo Asimétrico, es decir se envía una trama de pausa al equipo conectado al puerto del multiplexor para parar el exceso de tráfico ó para negociar la velocidad de transmisión entre los dos equipos.
- Auto-Negociación, permite escoger la velocidad de transmisión de operación. La Auto-Negociación es sólo valida en tarjetas de interfaz eléctrico.
- Transmisión Full-dúplex, es decir la transmisión y recepción se realiza al mismos tiempo en los dos sentidos, no se puede cambiar de tipo de transmisión.
- Eliminación de los paquetes no válidos.

Los diferentes tipos de tarjetas Ethernet del multiplexor HiT7070 son:

### **IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small-Electrical)**

La tarjeta FastEthernet tiene 8 puertos RJ-45. La velocidad de transmisión se puede seleccionar manualmente o automáticamente. Los 8 puertos trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12.

### **IFOFE-E (Octal Ethernet and FastEthernet-Electrical)**

La tarjeta IFOFE-E consta de 8 puertos RJ-45, funciona con tecnologías Ethernet 10Base-T ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC-4/VC4-nv ó VC-3/VC3-2v. La capacidad de transporte puede ser configurado en pasos de 1Mbps desde 1Mbps.

Posee una capacidad de 16VC-4 que son distribuidos en los 8 puertos RJ-45, en los cuatro primeros se tiene un VC-4 y en los 4 siguientes se tiene el otro VC-4.

### **IFOFE (Octal FastEthernet -Optical)**

La tarjeta IFOFE tiene 8 puertos ópticos Ethernet, permite el mapeo de señales FastEthernet dentro de contenedores SDH (VC-4 ó VC-3). La capacidad de transporte puede ser configurado en pasos de 1Mbps desde 1Mbps.

### **IF4FE4GE (Quad FastEthernet plus Quad GigabitEthernet)**

Los cuatro puertos manejan tecnología 100Base-T y los cuatro restantes operan a 1000Base-F, la transmisión es full-duplex y las señales Ethernet pueden ser mapeadas dentro de contenedores virtuales a niveles VC-4, VC-3 y VC-12.

### **IFQGBE (Quad GigabitEthernet – Optical)**

Se encuentra estructurada de 4 interfaces GigabitEthernet, estas señales son mapeadas dentro de señales SDH VC-4/VC-4nv o VC-3/VC-3-2v. La capacidad de los 32 VC-4s se distribuye en los 4 puertos.

### **IFQGBE-E (Quad GigabitEthernet – Electrical)**

La tarjeta IFQGBE-E, se basa en la tarjeta IFQGBE porque tienen el mismo mapeo de las señales Ethernet sobre las señales SDH, es decir se maneja contenedores virtuales VC-4/VC-4nv ó VC3/VC3-2v. Los cuatro interfaces manejan señales 1000Base-T mediante conectores RJ-45.

#### **4.4.3.2 Tarjetas SDH del multiplexor HiT7070**

### **IFO155M (Octal STM-1 Optical Interface)**

La tarjeta de interfaz óptico está estructurada de 8 puertos ópticos cada puerto soporta un STM-1(155.52Mbps) y es equipado mediante módulos SFP (Small Form- Factor Pluggable), el rendimiento y características de los módulos deben estar de acuerdo con la recomendación técnica ITU-T G.957. La capacidad de la tarjeta es: 1244.16Mbps (8 STM-1).

### **IFO155M-E (Octal STM-1 Electrical Interface)**

La tarjeta IFO155M-E, tiene una capacidad de 8 STM-1s (1244.16Mbps), a cada puerto se asigna un STM-1 y el interfaz es eléctrico, es decir el puerto es un RJ- 45.

### **IFQ622M (Quad STM-4 Optical Interface)**

La tarjeta está estructurada de cuatro interfaces ópticos para adaptar señales STM-4 (622.08Mbps), cada interfaz es dotado mediante módulos SFP que permiten la conversión óptica a eléctrica. La capacidad de la tarjeta es: 2488.32Mbps (4 STM-4).

### **IFS2G5 (Single STM-16 Optical Interface)**

Es una tarjeta de un solo interfaz óptico, cuya capacidad es: 1 STM-16 (2.5Gbps) para la transmisión y recepción se utiliza una fibra por separado, normalmente el conector de fibra es LC/PC (Ver Anexo III).

### **Multiplexor HiT7030**

El multiplexor HiT7030, es un ADM (Add Droop Multiplexer) que permite el acceso al backbone1 de la red SDH conformada por los HiT7070DC. Las características principales son:

## Características<sup>36</sup>

- Funcionalidad multiplexor ADM, TM (Terminal Multiplexer) y Cross- Conector Local.
- Conectividad total sobre los niveles: VC-4, VC-3, VC-2 y VC-12.
- Interfaces: 2 Mbps, 34 Mbps, 45 Mbps, 100 Mbps, STM-1 y STM-4.
- Amplificador y preamplificador óptico para los interfaces STM-1 y STM-4.
- GFP, VCAT y LCAS.
- Amplia los mecanismos de protección (SNCP, MSP, hardware).
- SURPASS hiT7030 está totalmente integrado en el sistema de Nokia Siemens Networks TNMS gestión de red que proporciona la administración de extremo a extremo. TNMS mejora la eficiencia de funcionamiento, reduce los costes para la prestación de servicios y simplifica las operaciones de red.
- SURPASS hiT7030 encaja en las redes SDH existentes y protege la red del operador y la inversión de recursos.
- Completa interoperabilidad con otros productos del UIT-T SDH basadas en estándares está garantizado.
- Flexible y escalable enlaces punto a punto-a través del uso de la GFP y LCAS.

---

<sup>36</sup> Referencia, <http://www.micdata.fr/Catalogue/catalogue-produits-nokia/sdh-ng.html>

- Punto-a-multipunto y multipunto conexiones y agregación a través de un sistema integrado conmutador de capa 2 para construir redes VLAN.
- Diseño modular y compacto, que permite adaptarse a la demanda de tráfico de acuerdo con el crecimiento del tráfico y el patrón de tráfico.

### **Multiplexor HiT7020**

El HiT7020 es un TM (Terminal Multiplexer, Multiplexor Terminal), que permite el acceso a la red SDH y PDH de la compañía. Las características principales son:

- Funcionalidad de Multiplexor Terminal y Cross-Conector Local.
- Conectividad sobre los niveles: VC-12 y VC-3.
- Interfaces: E1, 100 Mbps y STM-1.
- Amplificador y preamplificador para el interfaz STM-1.
- GFP, VCAT y LCAS.
- Amplia los mecanismos de protección (SNCP, MSP, hardware).
- SURPASS hiT7020 utiliza el sistema de gestión de redes NSN TNMS, que proporciona una administración de extremo a extremo y la supervisión del rendimiento completa red SDH.

- SURPASS hiT7020 encaja en las redes SDH existentes, mejora la protección la red del operador y la inversión de recursos.
- Completa interoperabilidad con otros productos del UIT-T SDH basadas en estándares que está garantizado.
- Flexible y escalable enlaces punto a punto-a través del uso de la GFP y LCAS.
- Punto-a-multipunto y multipunto y agregación a través de un sistema integrado conmutador de capa 2 para construir redes VLAN.

### **Siemens SMA16** <sup>37</sup>

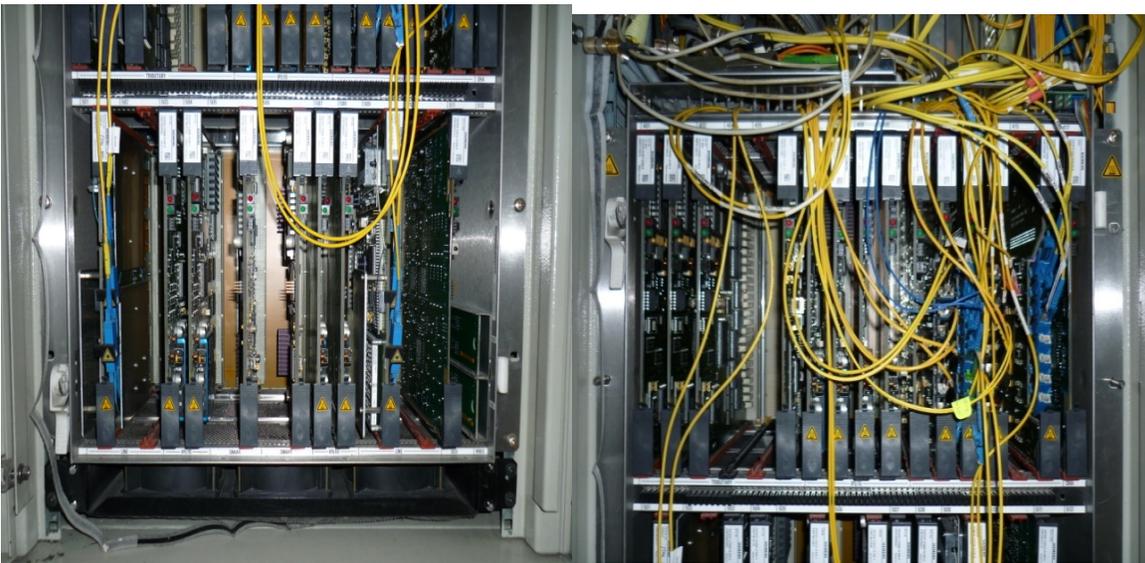
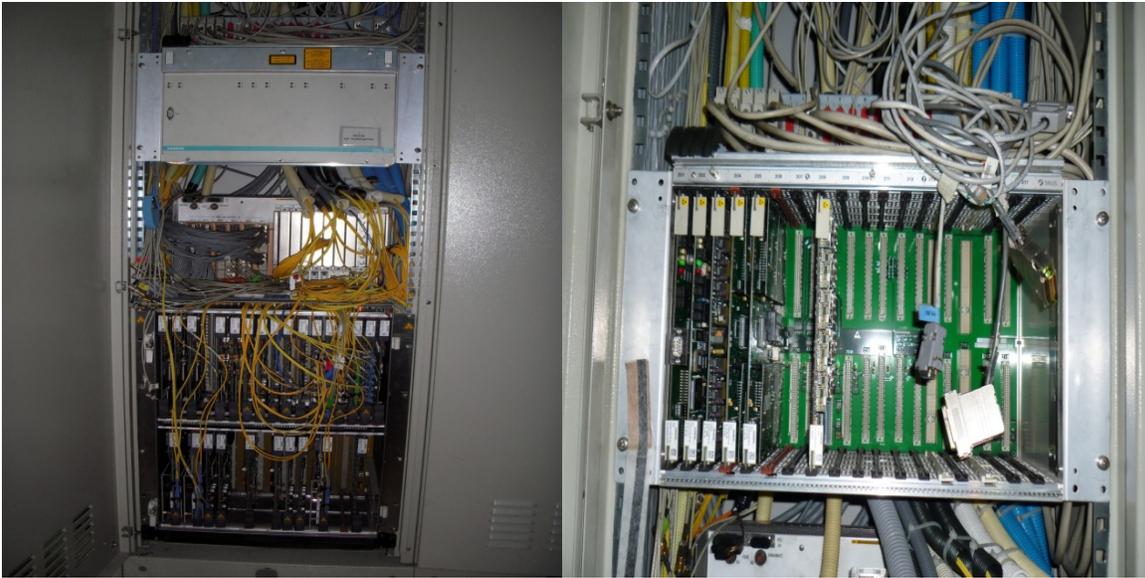
El multiplexor síncrono SMA16 es idealmente ajustable para usos de larga distancia, regionales, y para acceso de red directo en ciudades.

Puede ser usado para crear conexiones punto a punto o en topologías en cadena, anillo y malla configurable como multiplexor terminal o add/drop. Puede también actuar como un cross conector local alcanzando todas las distancias requeridas.

El SMA16 provee varios beneficios como el mínimo esfuerzo de planeación debido al acceso no restringido a través del alto desempeño de la matriz de conmutación, costos de instalación y operación.

---

<sup>37</sup>Referencia, <http://www.siemens.com.mx/ic/en/Transxpress.htm#SMA16>



**Esquema 4.21: Fotografías Siemens SMA16<sup>38</sup>**

### **Características**

- Habilita la multiplexación de señales tributarias PDH y SDH en tasas de bits superiores hasta de nivel STM-16.

---

<sup>38</sup> Fotografías obtenidas en la sala de equipos del Centro de Gestión de Transelectric

- Matriz de conmutación no bloqueante con capacidad VC-4, VC-3, VC-2, VC-12 y 64xSTM-1 para conexiones bidireccionales, de difusión y accesos separados.
- Interfaces para tributaria óptica STM-4/1 y eléctrica de 140/45/34/2 Mbps.
- Alto desempeño de conmutación no bloqueante, permitiendo la conexión de varios tipos de tráfico en combinaciones línea a línea, tributaria a línea y tributaria a tributaria.
- Interfaces ópticas aplicables a todos los rangos de distancias apoyadas por pre-amplificadores y amplificadores.
- Protección 1+1 para interfaces ópticas STM-1/4/16.
- No posee tarjetas Fast Ethernet.
- La creciente demanda de servicios de alta velocidad de bits se necesita una capacidad de transmisión de hasta STM-16 que se proporcionan, incluso a niveles más bajos de las redes de transporte. El SMA16 TransXpress es una completa conectividad STM-16 multiplexor adecuado para la instalación universal en todos los niveles de la red.
- Su flexibilidad inherente reduce de forma significativa los costes de toda la vida a través de simplificar el diseño de redes y niveles superiores de utilización de la red. Su

plena compatibilidad con la evolución reciente de Siemens - como SL16, SL64 y WL - garantizar una vida de servicio larga, incluso con aplicaciones futuras.

### **Huawei OSN 3500**<sup>39</sup>

El equipo OptiX OSN 3500 es un equipo de transmisión integrado que permite velocidades de 2.5G (STM-16) y 10G (STM-64) como interfaces de línea. Es una plataforma de transmisión multiservicios. Es compatible con las tradicionales redes SDH e integra además, muchas y variadas tecnologías, tales como PDH, Ethernet, WDM, ATM, y RPR entre otras tecnologías.

Sus aplicaciones más comunes se orientan a los backbones de las redes de transmisión con la ventaja de que provee una completa solución para evolucionar desde las plataformas SDH existentes hacia redes ópticas de conmutación automática.



**Esquema 4.22: Fotografía Siemens Huawei OSN 3500**<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Referencia, <http://www.huawei.com/es/catalog.do?id=157>

## Características

- Compatibilidad con STM-64/16/4/1.
- Provee cross-conexión de alto orden de 80G para VC-4, y cross-conexión de bajo orden de 20G para VC-12, o equivalencias de VC-3.
- Provisión multiservicio en interfaces: STM-1 (Óptico/Eléctrico), STM-4/16/64 estándar o concatenados, E1/T1/E3/T3/E4, ATM, y otros.
- Provisto de protocolo GMPLS para servicios end-to-end.
- Tecnología WDM incorporada.
- Provee dos canales ópticos para tarjetas ADM.
- Completos mecanismos de protección de red: Protección SDH (1+N).
- Soporta protección en anillo RPR y STP (Spanning Tree Protection).
- Las tarjetas para servicios y software de los equipos OptiX OSN de las series 7500/3500/2500/1500 son completamente compatibles, lo que permite unificar la plataforma. Esto reduce enormemente los costos de mantenimiento. Además, la plataforma, cuenta con la inteligencia para permitir la creación de redes mixtas con los existentes equipos Huawei los cuales podrían ser gestionados unificadamente.
- El equipo tiene las siguientes dimensiones: 730mm de alto, 496 mm de ancho y 295 mm de fondo. Pesa 18,6 Kgs y tiene un consumo máximo de 390 Watts.

---

<sup>40</sup> Fotografías obtenidas en la sala de equipos del Centro de Gestión de Transelectric

- Flexible y escalable enlaces punto a punto-a través del uso de la GFP y LCAS, posee tarjetas Fast Ethernet.

## OpMetro SDH 101



**Esquema 4.23: OpMetro SDH 101<sup>41</sup>**

Las series OpMetro ofrecen plataformas de nueva generación para el transporte de Multi-Servicios (MSTP), proveyendo la integración de soluciones para acceso y convergencia para servicios TDM de banda ancha.

### Beneficios

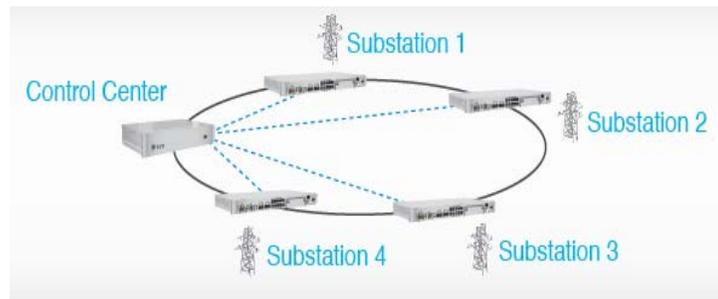
- Línea de productos SDH a la medida STM-1/4/16.
- Función guía para la gestión de la interface de usuario (GUI EMS management function).
- Convergencia de servicios TDM y Banda Ancha en la misma red de transporte.

---

<sup>41</sup> Referencia, <http://www.opnet.com.tw/download/dm/DM-OpMetro%20SDH%20Series.pdf>

OpMetro 101 puede proporcionar las soluciones para la convergencia del tráfico pequeño y el acceso del tráfico de la red de transmisión óptica.

Se puede utilizar para el acceso a la red del operador, y también puede utilizarse para la red privada como red militar, redes empresariales, etc.



**Esquema 4.24: Aplicación del OpMetro 101**

#### 4.5 DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC

El progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM. Por medio de esta red de transporte la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, por otra parte, el uso global del protocolo IP, se ha posicionado como la plataforma más importante para transportar datos sobre la red, sin importar la naturaleza de su fuente. Al realizar un diseño de una red

Ethernet (IP) sobre DWDM se eliminan pasos previos en una transmisión lo que redundante en mayor rapidez y capacidad.

Así como también las redes de alta velocidad basadas en SDH están teniendo una gran importancia en el suministro de nuevos servicios basados en el protocolo de Internet (IP) .

La calidad de servicio que ofrece la tecnología Ethernet comprobada por varios años, unida a la extraordinaria capacidad soportada por las redes ópticas SDH, se toma como una de las soluciones para enfrentar la demanda de tráfico.

La fusión de tecnologías denominada Ethernet sobre SDH, es una arquitectura de red optimizada, pues, a más de suplir la demanda de gran ancho de banda, resuelve el factor económico, permitiendo conectar directamente el alto tráfico (10, 100, 1000, 10000 Mbps) proveniente de redes LAN (Local Area Network) y MAN (Metropolitan Area Network) a la infraestructura de red SDH, mediante conmutadores ó enrutadores ópticos, éstos normalmente son menos costosos que un multiplexor SDH.

Luego de realizar un análisis sobre la evolución de las redes de transporte en la empresa desde su origen hasta la actualidad determinando aspectos tales como capacidad de tráfico nacional e internacional, capacidad utilizada en los equipos SDH que son otorgados a sus clientes, descripción y análisis de los equipos del Core utilizado para las redes SDH y DWDM podemos establecer que las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con los puertos Ethernet requeridos para satisfacer el aumento continuo de usuarios, con los equipos existentes Surpass hiT7070DC se puede llegar a solucionar este problema ya que estos cuentan con tarjetas Ethernet y con la interfaz GFP,

Generic Framing Procedure, pudiendo establecer que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, sin embargo en cada uno de los nodos se puede incrementar un switch con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

Los sistemas SDH y DWDM están compuestos por tarjetas que realizan las diversas funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la red.

Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente Siemens Surpass hiT7070, Siemens SMA16, Huawei OSN 3500 es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.

#### **4.5.1 Factores que intervienen en el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre las redes DWDM y SDH de la CELEC EP – TRANSELECTRIC.**

Uno de los aspectos que se tomó en cuenta para el diseño de la red son las diferentes subestaciones que la empresa gestiona y opera entre estas tenemos: Santo Domingo, Totoras, Quevedo, Policentro, Pascuales, Santa Elena, Transelectric Ed., Vicentina, Pomasqui, Tulcán, Portoviejo, Manta Centro, Rayoloma, Hidropaute, Cuenca, Loja, Milagro, Zhoray, Machala,

Riobamba. Con dichas subestaciones se establece los enlaces tomando en cuenta factores tales como distancia entre cada ellas:

<b>Región Sierra</b>					
<b>Enlaces</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Medio de Transmisión</b>	<b>Norma ITU-T</b>	<b>Instalación</b>	<b>Estado</b>
Tulcán-Frontera (T240)	8	Fibra (48 hilos)	G-652	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pomasqui-Tulcán	144	Fibra (48 hilos)	G-652	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pomasqui-Vicentina	21	Fibra (48 hilos)	G-655	Aérea Cable OPGW	Instalado
Vicentina-Sta. Rosa	20	Fibra (48 hilos)	G-655	Aérea Cable OPGW	Instalado
Vicentina-Transelectric	4	Fibra (48 hilos)	G-655	Subterránea Cable Armado	Instalado
Sta. Rosa – Totoras	115	Fibra (24 hilos)	G-652d	Aérea Cable OPGW	Construcción
Totoras – Riobamba	45	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Riobamba – Zhoray	146	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Zhoray – Molino	14	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Zhoray – Cuenca	57	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Cuenca – Loja	138	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Zhoray – Riobamba	55	Fibra		Aérea Cable OPGW	Construcción
<b>Región Costa</b>					
<b>Enlaces</b>	<b>Distancia</b>	<b>Medio de Transmisión</b>	<b>Norma</b>	<b>Instalación</b>	<b>Estado</b>
Transelectric Ed.-Sto. Domingo	80	Fibra (48 hilos)	G-655	Aérea Cable OPGW	Instalado
Sto. Domingo-Quevedo	109	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Quevedo-Portoviejo	110	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Quevedo-Daule Peripa	45	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Daule Peripa-Portoviejo	95	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado

Quevedo – Policentro		149	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pascuales – Policentro		16	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pascuales - Dos Cerritos		11	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pascuales – Milagro		56	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Pascuales – Trinitaria		30 Km	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Dos Cerritos – Milagro		45	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Milagro – Machala		135 Km	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Machala-Zorritos	Machala-T86	38	Fibra Optica (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
	T86-T131 (Frontera)	20	Fibra Optica (48 hilos)	G-655	Aérea Cable OPGW	Instalado
	T131 (Frontera)-Zorritos	54	Fibra Óptica (48 hilos)	G-652	Aérea Cable OPGW	Instalado
Milagro – Zhoray		127	Fibra (48 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Construcción
Portoviejo-Manta		36	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
Manta-S/E Montecristi		9	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable OPGW	Instalado
S/E Montecristi-Ciudad Alfaro		5	Fibra (24 hilos)	G-652b	Aérea Cable ADSS	Instalado

#### 4.5.2 Capacidades de tráfico nacional en el 2010

##### Tráfico Interno (Nacional)

Las rutas internas entre las principales ciudades son:

Ruta	Capacidad	Porcentaje	Capacidad Ocupada E1s	Porcentaje	Capacidad Disponible E1s	Porcentaje
Cuenca-Loja	1 STM-4	100%	224	89,00%	28	100%

Quito – Santo Domingo	1 STM-16	100%	954	95%	54	5%
Santo Domingo – Quevedo	1 STM-16	100%	1008	100%	0	0%
Guayaquil a Milagro	1 STM-16	100%	1008	100%	0	0%
Quevedo – Guayaquil	1 STM-16	100%	955	95%	53	5%
Guayaquil - Milagro	1 STM-16	100%	955	95%	53	5%
Milagro - Machala	1 STM-16	100%	960	95%	48	5%
Milagro – Cuenca	1 STM-16	100%	960	95%	48	5%
Machala – Zorrito	1 STM-16	100%	567	56%	441	44%
Riobamba – Zhoray	1 STM-4	100%	35	14%	217	86%

**Tabla 4.10: Capacidades de tráfico nacional en el 2010**

Con la finalidad de establecer la capacidad ocupada y disponible en cada tramo se determina el siguiente cuadro en el cual se toma en cuenta aspectos tales como: nodo, equipo utilizado, Puerto, capacidad ocupada, libre, instalada además de del origen y destino, para de esta manera poder establecer los lugares estratégicos donde incorporaremos la tecnología IP/SDH y IP/DWDM, tomando la capacidad ocupada.

NODO	PUERTO	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD	CAPACIDAD		ORIGEN	DESTINO
		Ocupada	Libre	Ocupada	Libre	Instalada	VC4s		
		[Els]	[Els]	[%]	[%]	[Els]	[VC4s]		
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: ZHO W)	584	424	58%	42%	1008	16	CUENCA	ZHORAY
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 414.01 (A: CNT CUE 01)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 414.02 (A: CNT CUE 02)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: CENTROSUR)	15	48	24%	76%	63	1	CUENCA	CENTROSUR CUENCA
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 414.04 (A: hit7020 HP)	6	57	10%	90%	63	1	CUENCA	CUENCA HIT HP
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 411 (A: LOJ W1)	224	28	89%	11%	252	4	CUENCA	LOJA
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 412 (A: LOJ W2)	126	126	50%	50%	252	4	CUENCA	LOJA
CUENCA NEW_CUE,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 413 (A: OPM RAY)	85	167	34%	66%	252	4	CUENCA	RAYOLOMA OPM
LOJA,LOJ,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 406 (A: PORTA)	126	126	50%	50%	252	4	LOJA	PORTA LOJA
LOJA,LOJ,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 413 (A: CUE W1)	224	28	89%	11%	252	4	LOJA	CUENCA
LOJA,LOJ,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 414 (A: CUE W2)	126	126	50%	50%	252	4	LOJA	CUENCA
LOJA,LOJ,SMA16/4.3	SPI-OS4-TTP 416 (A: OPM LOJ)	67	185	27%	73%	252	4	LOJA	OPM LOJA
MACHALA DC,MAC DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: MILDC W1)	960	48	95%	5%	1008	16	MACHALA	MILAGRO
MACHALA DC,MAC DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-204 (A: MILDC W2)	693	315	69%	31%	1008	16	MACHALA	MILAGRO
MACHALA DC,MAC DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: ZOR W1)	994	14	99%	1%	1008	16	MACHALA	ZORRITOS
MACHALA DC,MAC DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-210 (A: ZOR W2)	567	441	56%	44%	1008	16	MACHALA	ZORRITOS
MACHALA DC,MAC DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.04 (A: OPM MAC)	89	163	35%	65%	252	4	MACHALA	OPM MAC
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-201 (A: MACDC W)	960	48	95%	5%	1008	16	MILAGRO	MACHALA
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-202 (A: MACDC P)	693	315	69%	31%	1008	16	MILAGRO	MACHALA
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-111 (A: ZHO W)	618	390	61%	39%	1008	16	MILAGRO	ZHORAY
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.03 (A: POLDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.04 (A: POLDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-204.03 (A: POLDC P2)	253	755	25%	75%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
MILAGRO DC,MIL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-209.07 (A: PAS)	9	54	14%	86%	63	1	MILAGRO	PASCUALES
PASCUALES,PAS,SMA16/4.4.2	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: POLDC)	55	8	87%	13%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4.4.2	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: POLSMA)	63	0	100%	0%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4.4.2	SPI-OS1-TTP 416.02 (A: hit7030 PAS)	2	61	3%	97%	63	1	PASCUALES	HIT7030 PAS
PASCUALES,PAS,SMA16/4.4.2	SPI-OS1-TTP 416.04 (A: MILDC)	9	54	14%	86%	63	1	PASCUALES	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: QVDDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-204 (A: QVDDC P)	441	567	44%	56%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-212 (A: QVDDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.03 (A: MILDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.04 (A: MILDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202.03 (A: MILDC W3)	253	755	25%	75%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.01 (A: PAS)	55	8	87%	13%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.02 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.04 (A: GC POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	GLOBALCROSSING GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.05 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.07 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.08 (A: GC POL)	47	16	75%	25%	63	1	POLICENTRO	GLOBALCROSSING GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.01 (A: GC POL)	64	188	25%	75%	252	4	POLICENTRO	GLOBALCROSSING GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.02 (A: PORTA POL)	189	63	75%	25%	252	4	POLICENTRO	PORTA GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.03 (A: COMCEL POL)	1	251	0%	100%	252	4	POLICENTRO	COMCEL GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.04 (A: OPM POL)	25	227	10%	90%	252	4	POLICENTRO	OPM POL
POLICENTRO,POL,SMA16/4.3	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: QVD W)	85	923	8%	92%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO,POL,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: ALEGRO)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	ALEGRO GYE
POLICENTRO,POL,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: SMA PAS)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
POLICENTRO,POL,SMA16/4.3	SPI-OS1-TTP 416.01 (A: RAD)	9	54	14%	86%	63	1	POLICENTRO	RAD GYE
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: POLDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-210 (A: POLDC P)	441	567	44%	56%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-211 (A: POLDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.01 (A: SDODC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.02 (A: SDODC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202.01 (A: SDODC P1)	441	567	44%	56%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-104.07 (A: hit7030 QVD)	30	33	48%	52%	63	1	QUEVEDO	HIT7030 QVD
QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-104.08 (A: hit7020 QVD PDP)	14	49	22%	78%	63	1	QUEVEDO	HIT7020 QVD

QUEVEDO DC,QVD DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-103.04 (A: OPM POR)	19	233	8%	92%	252	4	QUEVEDO	OPM POR
QUEVEDO,QVD,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: SDO W)	83	925	8%	92%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO,QVD,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 509 (A: POL W)	85	923	8%	92%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
RIOBAMBA,RIO,SMA16442	SPI-OS4-TTP 413 (A: TOT)	34	218	13%	87%	252	4	RIOBAMBA	TOTORAS
RIOBAMBA,RIO,SMA16442	SPI-OS4-TTP 415 (A: ZHO)	35	217	14%	86%	252	4	RIOBAMBA	ZHORAY
STA ROSA,SRO,SMA16443	SPI-OS16-TTP 501	83	925	8%	92%	1008	16	STA ROSA	TRANSELECTRIC
STA ROSA,SRO,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 509 (A: SDO W)	87	921	9%	91%	1008	16	STA ROSA	STO DOMINGO
STA ROSA,SRO,SMA16443	SPI-OS1-TTP 414.01 (A: VIC)	8	55	13%	87%	63	1	STA ROSA	VICENTINA
STA ROSA,SRO,SMA16443	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: TOT)	32	31	51%	49%	63	1	STA ROSA	TOTORAS
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: TEDC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202 (A: TEDC P1)	570	438	57%	43%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.01 (A: QVDDC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.02 (A: QVDDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-204.01 (A: QVDDC P1)	441	567	44%	56%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-209 (A: TEDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-103.08 (A: CNT SDO)	63	0	100%	0%	63	1	STO DOMINGO	CNT SDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-104.04 (A: OPM HTV)	23	229	9%	91%	252	4	STO DOMINGO	OPM HTV
STO DOMINGO,SDO,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: SRO W)	87	921	9%	91%	1008	16	STO DOMINGO	STA ROSA
STO DOMINGO,SDO,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 509 (A: QVD W)	83	925	8%	92%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
TOTORAS,TOT,SMA16442	SPI-OS1-TTP 415.01 (A: SRO)	32	31	51%	49%	63	1	TOTORAS	STA ROSA
TOTORAS,TOT,SMA16442	SPI-OS4-TTP 413 (A: RIO)	34	218	13%	87%	252	4	TOTORAS	RIOBAMBA
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-103.02 (A: TESC W1)	459	549	46%	54%	1008	16	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-103.03 (A: POM HUA)	764	244	76%	24%	1008	16	TRANSELECTRIC	POMASQUI
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: SDODC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202 (A: SDODC P1)	570	438	57%	43%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203 (A: SDODC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.03 (A: hi7020 TE)	54	9	86%	14%	63	1	TRANSELECTRIC	HI7020 TE
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.04 (A: AT&T)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	AT&T
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.05 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.06 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.07 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-112.08 (A: M1000 TE)	24	39	38%	62%	63	1	TRANSELECTRIC	M1000 TE
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.01 (A: OPM TE)	41	211	16%	84%	252	4	TRANSELECTRIC	OPM TE
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.03 (A: GC STM4#2)	210	42	83%	17%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hi7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-111.04 (A: GC STM4 #1)	241	11	96%	4%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-311.02 (A: TEDC W1)	459	549	46%	54%	1008	16	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-311.04 (A: POM HUA)	300	708	30%	70%	1008	16	TRANSELECTRIC	POMASQUI
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.01 (A: GC UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.03 (A: SPRINT)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	SPRINT UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.07 (A: TE)	31	32	49%	51%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hi7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.08 (A: TE)	62	1	98%	2%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS16-TTP 501	83	925	8%	92%	1008	16	TRANSELECTRIC	STA ROSA
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS16-TTP 509 (A: POM HUA)	177	831	18%	82%	1008	16	TRANSELECTRIC	POMASQUI
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 412.01 (A: TELEFONICA (UK ME	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	TELEFONICA
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 412.03 (A: TESC)	31	32	49%	51%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 412.04 (A: TESC)	62	1	98%	2%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 413.03 (A: RAD)	11	52	17%	83%	63	1	TRANSELECTRIC	RAD TE
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 414.02 (A: GC)	26	37	41%	59%	63	1	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: ALEGRO)	61	2	97%	3%	63	1	TRANSELECTRIC	ALEGRO UIO
TRANSELECTRIC,TE,SMA16443	SPI-OS1-TTP 416.01 (A: TELCONET)	42	21	67%	33%	63	1	TRANSELECTRIC	TELCONET UIO
VICENTINA,VIC,SMA16442	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: SRO)	8	55	13%	87%	63	1	VICENTINA	STA ROSA
ZHORAY,ZHO,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: MILDC W)	618	390	61%	39%	1008	16	ZHORAY	MILAGRO
ZHORAY,ZHO,SMA16443	SPI-OS16-TTP-W 509 (A: CUE W)	584	424	58%	42%	1008	16	ZHORAY	CUENCA
ZHORAY,ZHO,SMA16443	SPI-OS4-TTP 413 (A: RIO)	35	217	14%	86%	252	4	ZHORAY	RIOBAMBA

Las principales subestaciones que se tomarán en cuenta para el diseño de la red Ethernet (IP) sobre SDH son aquellas que tienen el mayor porcentaje de capacidad ocupada y requieren de grandes capacidades por el constante incremento del número de clientes en estos nodos.

NODO	PUERTO	CAPACIDAD OCUPADA	CAPACIDAD LIBRE	CAPACIDAD OCUPADA	CAPACIDAD LIBRE	CAPACIDAD INSTALADA		ORIGEN	DESTINO
		[E1s]	[E1s]	[%]	[%]	[E1s]	[VC4s]		
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.01 (A: CNT CUE 01)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.02 (A: CNT CUE 02)	63	0	100%	0%	63	1	CUENCA	CNT CUENCA
CUENCA NEW,CUE,SMA16/4 4.3	SPI-OS4-TTP 411 (A: LOJ W1)	224	28	89%	11%	252	4	CUENCA	LOJA
LOJA,LOJ,SMA16/4 4.3	SPI-OS4-TTP 413 (A: CUE W1)	224	28	89%	11%	252	4	LOJA	CUENCA
MACHALA DC,MAC DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: MILDC W1)	960	48	95%	5%	1008	16	MACHALA	MILAGRO
MACHALA DC,MAC DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: ZOR W1)	994	14	99%	1%	1008	16	MACHALA	ZORRITOS
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-201 (A: MACDC W)	960	48	95%	5%	1008	16	MILAGRO	MACHALA
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.03 (A: POLDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
MILAGRO DC,MIL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.04 (A: POLDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	MILAGRO	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: POLDC)	55	8	87%	13%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
PASCUALES,PAS,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: POLSMA)	63	0	100%	0%	63	1	PASCUALES	POLICENTRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-203 (A: QVDDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-212 (A: QVDDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	POLICENTRO	QUEVEDO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.03 (A: MILDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.04 (A: MILDC W1)	1008	0	100%	0%	1008	16	POLICENTRO	MILAGRO
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.01 (A: PAS)	55	8	87%	13%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.02 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.04 (A: GC POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	GLOBALCROSSING GYE
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.05 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-211.07 (A: CNT POL)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	CNT POL
POLICENTRO DC,POL DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS4-TTP 1-209.02 (A: PORTA POL)	189	63	75%	25%	252	4	POLICENTRO	PORTA GYE
POLICENTRO,POL,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 413.01 (A: ALEGRO)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	ALEGRO GYE
POLICENTRO,POL,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 413.02 (A: SMA PAS)	63	0	100%	0%	63	1	POLICENTRO	PASCUALES
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-209 (A: POLDC W1)	955	53	95%	5%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP 1-211 (A: POLDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	QUEVEDO	POLICENTRO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.01 (A: SDODC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
QUEVEDO DC,QVD DC,hiT7070 DC 3.2.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201.02 (A: SDODC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	QUEVEDO	STO DOMINGO
STA ROSA,SRO,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: TOT)	32	31	51%	49%	63	1	STA ROSA	TOTORAS
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: TEDC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.01 (A: QVDDC W1)	938	70	93%	7%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203.02 (A: QVDDC W2)	1008	0	100%	0%	1008	16	STO DOMINGO	QUEVEDO
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-209 (A: TEDC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	STO DOMINGO	TRANSELECTRIC
STO DOMINGO DC,SDO DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-103.08 (A: CNT SDO)	63	0	100%	0%	63	1	STO DOMINGO	CNT SDO
TOTORAS,TOT,SMA16/4 4.2	SPI-OS1-TTP 415.01 (A: SRO)	32	31	51%	49%	63	1	TOTORAS	STA ROSA
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-201 (A: SDODC W1)	954	54	95%	5%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-202 (A: SDODC P1)	570	438	57%	43%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS16-TTP-W 1-203 (A: SDODC W2)	949	59	94%	6%	1008	16	TRANSELECTRIC	STO DOMINGO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-112.03 (A: hiT7020 TE)	54	9	86%	14%	63	1	TRANSELECTRIC	hiT7020 TE
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-112.04 (A: AT&T)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	AT&T
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-112.05 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-112.06 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS1-TTP 1-112.07 (A: CNT UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	CNT UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS4-TTP 1-111.03 (A: GC STM4 #2)	210	42	83%	17%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC DC,TE DC,hiT7070 DC 3.2	SPI-OS4-TTP 1-111.04 (A: GC STM4 #1)	241	11	96%	4%	252	4	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hiT7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.01 (A: GC UIO)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	GLOBALCROSSING UIO
TRANSELECTRIC SC,TE SC,hiT7070 SC 3.2.2	SPI-OS1-TTP 1-309.03 (A: SPRINT)	63	0	100%	0%	63	1	TRANSELECTRIC	SPRINT UIO
TRANSELECTRIC,TE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 412.04 (A: TESC)	62	1	98%	2%	63	1	TRANSELECTRIC	TRANSELECTRIC
TRANSELECTRIC,TE,SMA16/4 4.3	SPI-OS1-TTP 414.03 (A: ALEGRO)	61	2	97%	3%	63	1	TRANSELECTRIC	ALEGRO UIO
ZHORAY,ZHO,SMA16/4 4.3	SPI-OS16-TTP-W 501 (A: MILDC W)	618	390	61%	39%	1008	16	ZHORAY	MILAGRO

Otros de los aspectos que se tomará en cuenta para el diseño de la red son : el nodo origen y destino, el equipo que utiliza, la ruta activa como también la ruta de protección, las especificaciones del puerto, así como el número de tarjetas que se está utilizando para el enlace.

En el caso que sea necesario se establecerá una arquitectura de protección MSP 1+1 (Multiplex Section Protection), donde el tráfico es inicialmente enviado 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, MSP protegerá el tráfico entre dos elementos de red adyacentes, pero únicamente el enlace entre esos dos nodos, no aporta mayor protección ante un fallo total de un elemento de red.

Existen dos tipos de protección de Sección de multiplexación (MSP):

- Protección 1:1 es un esquema de doble extremo. El tráfico es inicialmente enviado por el enlace activo únicamente. Se detecta un fallo en el extremo contrario cuando no recibimos tráfico por un periodo prolongado de tiempo. Una señal es enviada al extremo transmisor que dispara las conmutaciones de protección, enviando el tráfico hacia la línea de back-up en ambos extremos. Esto significa que tráfico de baja prioridad puede ser portado por el canal de protección mientras el tráfico viaje por el canal operativo.

- Protección 1: n es similar al tratado 1:1 con la excepción de que varios canales operativos pueden ser protegidos por un único canal de back-up.

Los requerimientos de incremento de capacidad en la red de fibra óptica han hecho que al momento se decida cambiar la tecnología de backbone actualmente SDH a la tecnología DWDM.

Para el diseño se tomará en cuenta las subestaciones que requieren de mayor capacidad estas son: Quito, Cuenca, Guayaquil (Policentro), en ellas se colocara los equipos HUAWEI OSN 3500 tomando en cuenta las características descritas en la tabla 4.10 capacidad de tráfico nacional en el 2010.

#### **4.5.3 Protocolos que intervienen en la transformación ETHERNET sobre SDH y DWDM**

El término EoS (Ethernet over SDH), se refiere a los protocolos que permiten la adaptación de tramas Ethernet en contenedores virtuales SDH, éstos son: GFP (Generic Framing Procedure, Procedimiento Genérico de Selección de Tramas), VCAT (Virtual Concatenation, Concatenación Virtual) y LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme, Esquema de Ajuste de Capacidad del Enlace). Además permiten adaptar IP sobre la jerarquía SDH así como también IP sobre DWDM, esta adaptación define la nueva generación de la jerarquía SDH (N-SDH)

En las redes N-SDH se incluye también el MSPP (Plataforma de Provisión de Varios Servicios), que puede ser un multiplexor ADM SDH, un router ó un switch, que poseen variedad de interfaces ópticos para adaptar dichas tecnologías.

La N-SDH permite resolver el aumento de niveles de tráfico en la red SDH, esto nos permitirá atender la demanda creciente en el número de usuarios de la empresa.

### **GFP (Procedimiento Genérico de selección de tramas)**

GFP, es un protocolo que pertenece a la capa 2 (enlace) del modelo OSI, que permite adaptar el tráfico de varias tecnologías (FastEthernet, Escon, MPLS, etc.) sobre la jerarquía SDH.

El mecanismo de encapsulación y transporte de las tramas GFP dentro de contenedores virtuales SDH, se realiza de la siguiente manera: antes de transmitir los paquetes en el canal de transmisión, se realiza 3 procesos en el lado del transmisor (source): la encapsulación, mapeo y multiplexación; y en el lado del receptor (sink) se realiza lo contrario: la demultiplexación, de mapeo y desencapsulación. Los paquetes son puestos en cola esperando el mapeo que se realiza en el canal TDM (Multiplexación por División de Tiempo). Luego que se multiplexan los paquetes son añadidos a la trama GFP, para luego ser encapsulados en contenedores virtuales SDH. GFP se encarga del proceso de multiplexación al canal de transmisión SDH.

### **VCAT (Virtual Concatenation)**

En este tipo de agrupamiento se puede transportar contenedores virtuales individualmente, para luego unirlos en el nodo final de la transmisión.

Por ejemplo, para implementar un requerimiento de transporte de 1Gbps, si se utiliza la concatenación contigua es necesario unir 16 VC-4s (VC4-16c), esto equivale a una capacidad de 2.4 Gbps que significa más del doble del requerimiento de transporte necesario, mientras que en la concatenación virtual se agrupan 7 VC-4s (VC-4-7v) que equivale a 1.05 Gbps.

VCAT es considerada la mejora primordial para voz optimizada sobre SDH/SONET, por soportar el transporte de flujo de datos de bit variable.

VCAT es usado para dividir el ancho de banda SDH/SONET en grupos righth-sized. Estos grupos virtualmente concatenados pueden ser empleados para soportar diferentes clientes y servicios y facturarlos apropiadamente. VCAT trabaja a través de la infraestructura existente y puede de forma significativa incrementar la utilización de la red por medio de la distribución efectiva de carga a través de la red entera.

#### **4.5.4 Equipos del Core utilizados para el diseño de la Red Ethernet (IP) sobre SDH y DWDM de CELEC EP - TRANSELECTRIC**

##### **Siemens Surpass hiT7070**

El diseño se realiza con los equipos de Core existentes, sin embargo es necesario establecer si estos equipos poseen los elementos necesarios para formar una red Ethernet(IP) sobre SDH , los elementos que se tomaron en cuenta son:

- HIT7070, es multiplexor ADM (Add Droop Multiplexer) que permite manejar las diferentes tecnologías de la nueva generación, la jerarquía SDH (Ethernet, SAN, ATM, WDM (Wave Division Multiplexing, Multiplexación por División de Longitud de Onda), está compuesto por varias tarjetas que permiten interconectar estas redes.
- SURPASS hiT7070 puede ser equipado con la función RPR; esta función opera como un Switch de Capa 2, termina los VCs, extrae los frames Ethernet de los VCs y conmuta los frames de acuerdo al puerto de destino basado en las direcciones MAC.
- Aparte de las tradicionales tarjetas PDH y SDH, SURPASS hiT7070 cuenta con interfaces GFP, Generic Framing Procedure, que es un nuevo mecanismo genérico estandarizado para encapsular Datos en redes SDH. GFP o ITU-T G.7041, fue definido para adaptar los protocolos de datos de hoy a redes de bytes alineados como lo son las redes SDH; GFP soporta protocolos LAN como Ethernet, IP.
- El multiplexor HIT7070DC está compuesto por 8 tarjetas Ethernet (Tarjetas de Tributario), todas las tarjetas Ethernet a más de permitir la conexión física del 101 enlace, también realizan funciones de la capa 2 (enlace) del modelo OSI

Una vez determinado que el multiplexor HIT7070DC tiene tarjetas Ethernet y cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, podemos decir que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, sin embargo en cada uno de los nodos que contengan estos equipos se incrementara un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

El Switch irá conectado a la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small-Electrical, los puertos de la tarjeta trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12, ésta es para nodos en los que tengan capacidades STM-1, en el caso de que tenga capacidades STM-4 y STM-16 se requiere de la tarjeta Ethernet IFQGBEB

### **Huawei OSN 3500**

Características principales del equipo para determinar si es compatible con Ethernet y si se puede utilizar los mismos para el diseño de la red.

- El equipo OptiX OSN 3500 es un equipo de transmisión integrado que permite velocidades de 2.5G (STM-16) y 10G (STM-64) como interfaces de línea. Es una plataforma de transmisión multiservicios. Es compatible con las tradicionales redes SDH e integra además, muchas y variadas tecnologías, tales como PDH, Ethernet.

- Sus aplicaciones más comunes se orientan a los backbones de las redes de transmisión con la ventaja de que provee una completa solución para evolucionar desde las plataformas SDH existentes hacia redes ópticas de conmutación automática.
- Provee dos canales ópticos para tarjetas ADM.
- Completos mecanismos de protección de red: Protección SDH (1+N).
- Flexible y escalable enlaces punto a punto-a través del uso de la GFP y LCAS, posee tarjetas Fast Ethernet.

Al igual que el multiplexor HIT7070DC, HUAWEI OSN 3500 tiene tarjetas Ethernet y cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, por lo que podemos decir que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, también es necesario incrementara un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

## **SMA 16**

- El multiplexor síncrono SMA16 es idealmente ajustable para usos de larga distancia, regionales, y para acceso de red directo en ciudades.
- Puede ser usado para crear conexiones punto a punto o en topologías en cadena, anillo y malla configurable como multiplexor terminal o add/drop. Puede también actuar como un cross conector local alcanzando todas las distancias requeridas.

- Primer equipo multiplexor que utilizó Transelectric, por lo cual tiene grandes desventajas con los equipos Siemens Surpass hiT7070 y HUAWEI OSN 3500
- Uno de las mayores desventajas es que no tiene tarjetas Ethernet.

A diferencia de los multiplexores HIT7070DC y HUAWEI OSN 3500 no tiene tarjetas Ethernet y no cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, por lo cual para el diseño debemos incrementar un equipo que nos permita encapsular el tráfico Ethernet sobre SDH en un contenedor virtual VC4. Es decir nos pueda convertir de un STM-1 a un Fast Ethernet esto se logra a través del equipo RC702-GE o RC702-GESTM4 estos se aplican según las necesidades.

Al igual que los casos anteriores es necesario incrementar un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

### **Descripción del Equipo RC702-GE**

RC702-GE es una unidad de terminación de la red de simple, rápida y costo-efectiva de conexión de red Gigabit Ethernet a través de la SDH STM-1 circuitos.

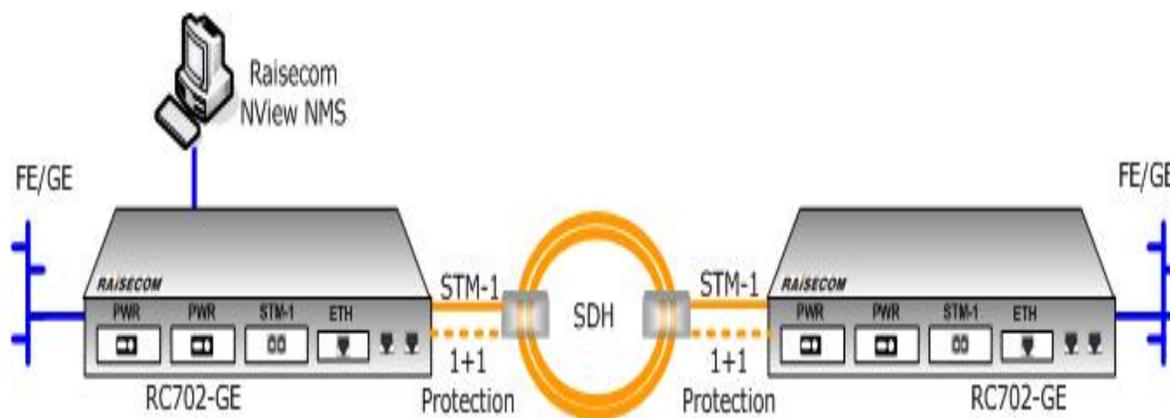
Permite a los operadores y proveedores de servicios Ethernet de banda ancha ofrecer servicios basados en la utilización de la infraestructura SDH existentes.

Al trabajar en parejas, los dispositivos RC702 proporcionar un canal Gigabit Ethernet transparentes con un máximo de 100 Mbps de rendimiento.

Opcionalmente, las compañías pueden elegir entre VC12, VC3 o encapsulación VC4 para proporcionar gradualmente desde 2 Mbps hasta 100 Mbps de velocidad para los usuarios finales.

RC702 adopta un diseño modular con 4 ranuras de expansión, 1 para la tarjeta de interfaz STM-1, 1 para la tarjeta de interfaz Gigabit Ethernet, y 2 para fuentes de alimentación.

Para las diferentes aplicaciones, una variedad de interfaces Ethernet STM-1/Gigabit se proporcionan, incluyendo el cobre y fibra óptica BNC STM-1, y RJ45 de cobre y fibra óptica interfaces Gigabit Ethernet.



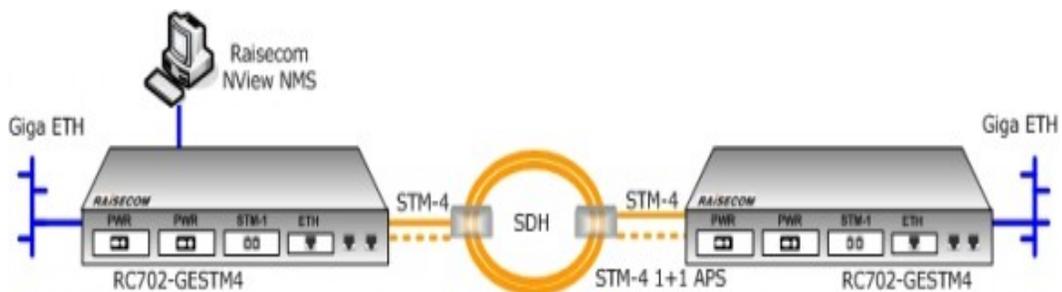
**Esquema 4.25 Descripción del RC702-GE**

## Principales características

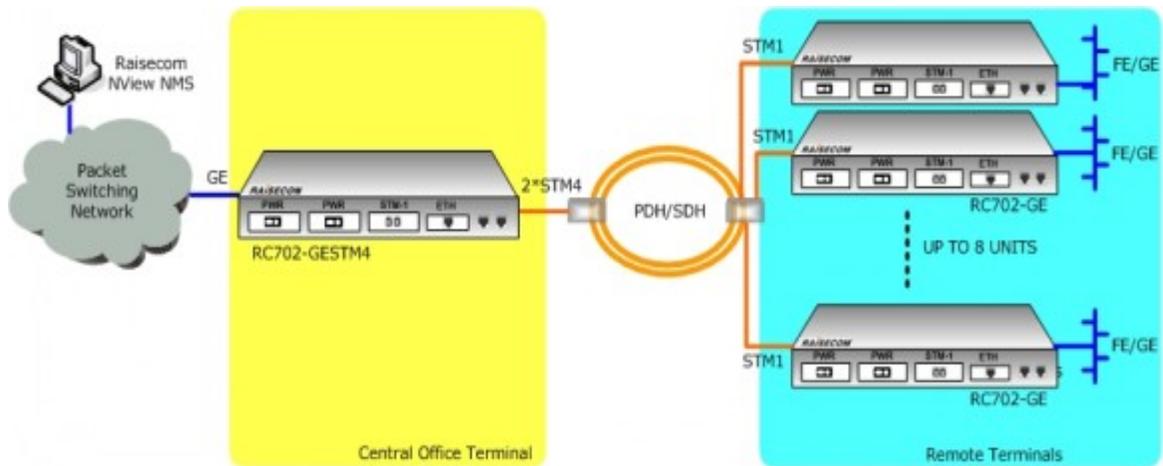
- Conecta Gigabit Ethernet sobre circuitos STM-1.
- Transporte transparente de tráfico Ethernet Gigabit.
- Soporta mapeo VC12/VC3/VC4.
- Soporta VC12/VC3 VCAT (ITU G.7043) y LCAS (ITU G.7042).
- Soporta estándar de encapsulamiento con GFP (ITU G.8040) y vueltas (UIT X.86).
- Gestión remota mediante SNMP.

## RC702-GESTM4

Es un dispositivo encapsulador de tráfico Ethernet sobre SDH que puede funcionar en modo punto a punto enfrentado a otro dispositivo idéntico para el transporte de tráfico Gigabit Ethernet de forma totalmente transparente sobre un enlace SDH normalizado STM1 o STM4 o también como agregador de tráfico Ethernet proveniente de múltiples equipos RC702-GESTM1 remotos.



**Esquema 4.26 Punto a Punto - Transporte Gigabit Ethernet sobre STM-1/4**



Esquema 4.27 Agregación de tráfico Gigabit Ethernet sobre STM-4 <sup>42</sup>

## Características Técnicas

### Interfaces SDH

- Interfaces ópticas STM-1/4 mediante SFP
- Protección MSP 1+1 en las interfaces STM-1/4
- Encapsulado LAPS y GFP
- Granularidad LCAS en VC4/VC3/VC12

### Interfaces Ethernet

- Limitación del ancho de banda por puerto

<sup>42</sup> Referencia, <http://www.davantel.com/news-rc702-gestm4.htm>

- Soporta 802.1Q VLAN y VLAN stacking Q-in-Q
- Hasta 8 circuitos virtuales para agregar el tráfico de hasta 8 equipos RC702-GE remotos sobre STM-1

#### 4.6 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL DISEÑO DE LA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC

Los portadores y proveedores de servicios de Telecomunicaciones enfrentan varios retos en la actualidad, como son la actualización de la infraestructura de red existente debido a la gran demanda de ancho de banda y el transporte de una gran variedad de servicios de telecomunicaciones.

Con la llegada de la conmutación de paquetes, el paradigma de Internet y el éxito de los protocolos IP como la base del transporte masivo de datos, se introdujo un tema estratégico en la manera de intercambiar datos, al plantear si las redes de transporte debían o no tener un grado significativo de inteligencia en su núcleo central o si esta inteligencia se debía encontrar en los bordes de la red de transporte o en las redes locales únicamente.

Este planteamiento es relevante ya que se pretende que las nuevas redes de transporte sean lo más transparente posible frente al despliegue de nuevas aplicaciones de interés para los

usuarios. Las redes de nueva generación, en su segmento de transporte, nos darán una respuesta a esta cuestión estratégica.

Las actuales necesidades de comunicación y los requerimientos de alta disponibilidad, demandan la utilización de nuevas tecnologías en la transmisión de la información, es por esto que CELEC EP – TRANSELECTRIC, se ha visto en la necesidad de proporcionar una plataforma de telecomunicaciones para modernizar los procesos de transmisión de información mediante la tecnología de fibra óptica instalada en las torres de transmisión de energía eléctrica lo que permite que la compañía incursione en el mercado del Servicio Portador Ecuatoriano, para brindar la calidad y seguridad que requieren sus servicios a todos sus clientes.

La evolución de las red de transporte SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC es notoria desde sus inicios hasta la actualidad, el incremento de los clientes que utilizan servicios portadores Clase IP o Servicios Clear Channel, han permitido ampliar la infraestructura de la red aumentando el número de subestaciones con la finalidad de brindar estos servicios en los diferentes lugares del país.

Considerando las premisas anteriores surge un problema por resolver. Las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con el número requerido de puertos Ethernet para satisfacer el aumento continuo de usuarios, la empresa se ve afectada en el intercambio de datos a usuarios portadores tanto internos como externos. Los sistemas SDH y DWDM están compuestos por tarjetas que realizan las diversas funciones requeridas para el correcto funcionamiento de la red.

Sin embargo, el incrementar tarjetas en el equipamiento existente Siemens Surpass hiT7070, Siemens SMA16, Huawei OSN 3500 es muy costoso, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP y que pueda satisfacer la demanda de capacidad de los clientes, esto se podrá realizar por medio del diseño de una red IP utilizando las plataformas SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC.

El diseño de la red Ethernet IP sobre SDH se realiza con los equipos existentes Surpass hiT7070DC ya que al realizar una investigación significativa de los mismos llegamos a la conclusión de que estos cuentan con tarjetas Ethernet y con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, pudiendo establecer que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, sin embargo, en cada uno de los nodos que contengan estos equipos se incrementara un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

El Switch irá conectado a la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small-Electrical, los puertos de la tarjeta trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12, ésta es para nodos en los que tengan capacidades STM-1, en el caso de que tenga capacidades STM-4 y STM-16 se requiere de la tarjeta Ethernet IFQGBEB.

Por otra parte los requerimientos de incremento de capacidad en la red de fibra óptica han hecho que al momento se decida cambiar la tecnología de backbone actualmente SDH a la tecnología DWDM.

Al igual que el multiplexor HIT7070DC, HUAWEI OSN 3500 tiene tarjetas Ethernet y cuenta con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, por lo que podemos decir que es un equipo apto para el diseño de nuestra red, también es necesario incrementara un Switch capa 2 de 24 puertos con la finalidad de que permita incrementar el número de puertos Ethernet para atender la demanda creciente del número de clientes.

Adicionalmente el proyecto contempla además el equipamiento necesario para tener una red protegida en ruta y en equipamiento aprovechando el anillo de fibra óptica de TRANSELECTRIC entre Quito y Guayaquil. Y una protección 1+1 en los tramos Quito – Tulcán y Policentro – Machala, además se remplaza los equipos existentes HIT7070DC por HUAWEI OSN 3500 ya que como se muestra en la tabla 4.10 tienen el mayor porcentaje de capacidad ocupa y requieren de grandes capacidades por el constante incremento del número de clientes en las subestaciones de Quito, Guayaquil y Cuenca.

La fusión de tecnologías denominada Ethernet sobre SDH, es una arquitectura de red optimizada, pues, a más de suplir la demanda de gran ancho de banda, resuelve el factor económico, permitiendo conectar directamente el alto tráfico (10, 100, 1000, 10000 Mbps) proveniente de redes LAN (Local Area Network) y MAN (Metropolitan Area Network) a la infraestructura de red SDH, mediante conmutadores ó enrutadores ópticos, éstos normalmente son menos costosos que un multiplexor SDH y que el progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM.

Por medio de esta red de transporte la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, por otra parte, el uso global del protocolo IP, se ha posicionado como la plataforma más importante para transportar datos sobre la red, sin importar la naturaleza de su fuente.

De esta manera podemos establecer que la calidad de servicio que ofrece la tecnología Ethernet comprobada por varios años, unida a la extraordinaria capacidad soportada por las redes ópticas SDH y DWDM, se toma como una de las soluciones para enfrentar la demanda de tráfico de CELEC EP – TRANSELECTRIC proporcionando una capacidad futura de hasta STM-64.

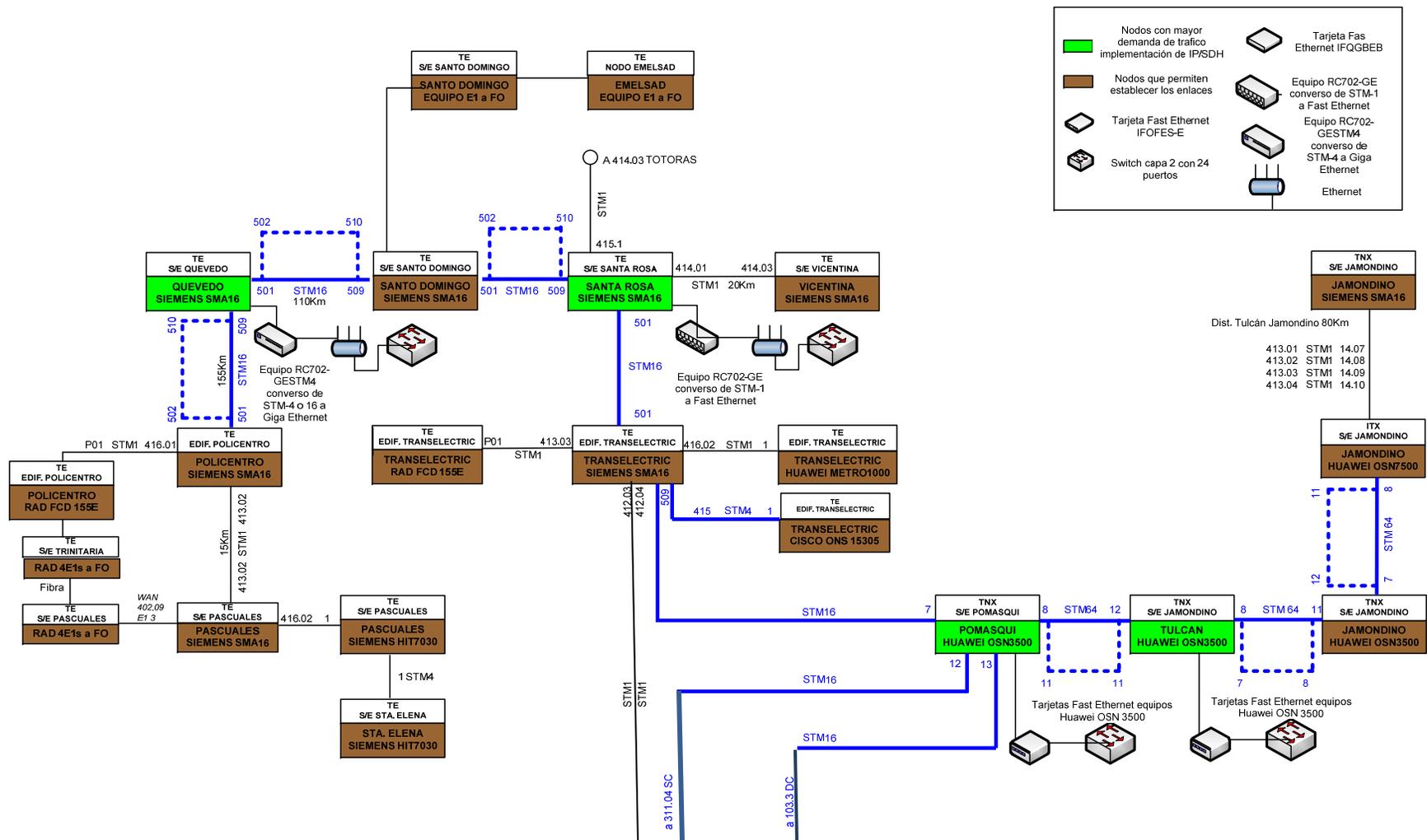
Tomando en cuenta que nuestro objetivo es proporcionar beneficios sin cambios significativos, sin mayores inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios, se establece una solución al continuo incremento de usuarios en los diferentes tramos el mismo que se resumen en el siguiente cuadro.

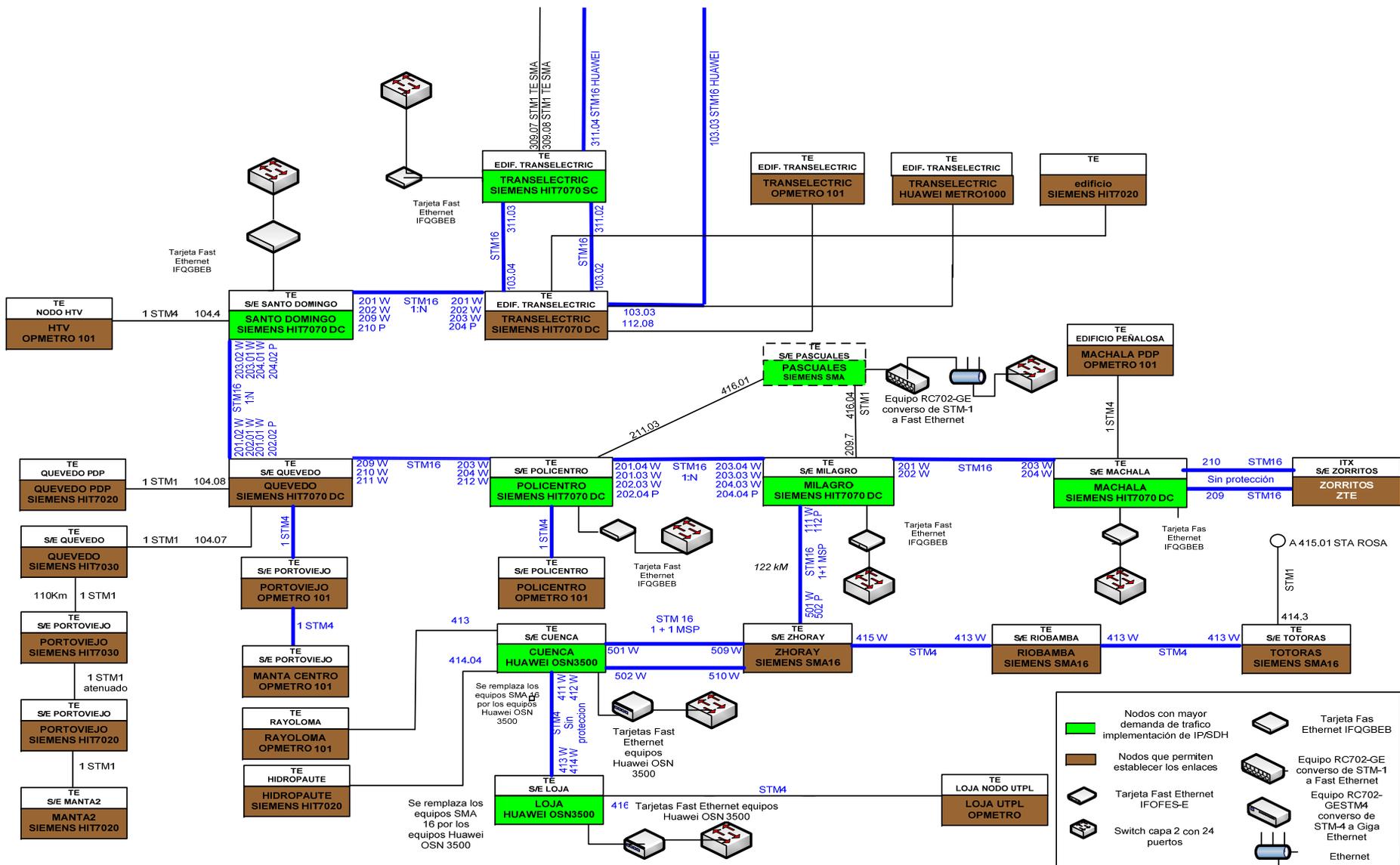
<b>Ruta</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Capacidad Ocupada [%]</b>	<b>Implementación para el Incremento de Capacidad</b>	<b>Capacidad obtenida</b>	<b>Distribución para IP/DWDM o IP/SDH</b>
Cuenca-Loja	1 STM-4	89,00%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUAWEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Quito – Santo Domingo	1 STM-16	95%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUAWEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Santo Domingo – Quevedo	1 STM-16	100%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hiT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos

Guayaquil a Milagro	1 STM-16	100%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUAWEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Quevedo – Guayaquil	1 STM-16	95%	Reemplazo de equipos HIT7070DC por HUAWEI OSN 3500	1 STM-64	Tarjeta Fast Ethernet conectada a un switch de 24 puertos
Guayaquil - Milagro	1 STM-16	95%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hiT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos
Milagro - Machala	1 STM-16	95%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hiT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos
Milagro – Cuenca	1 STM-16	95%	Utilización de la tarjeta Ethernet IFQGBEB en los equipos existentes hiT7070DC con la interfaz GFP	1 STM-16	Tarjeta Fast Ethernet IFQGBEB conectada a un switch de 24 puertos

**Tabla 4.11: Capacidad Obtenida**

# DISEÑO DE LA RED ETHERNET IP SOBRE SDH Y DWDM





TE NODO HTV  
HTV  
OPMETRO 101

TE S/E SANTO DOMINGO  
SANTO DOMINGO  
SIEMENS HIT7070 DC

201 W  
202 W  
209 W  
210 P

STM16  
1:N

201 W  
202 W  
203 W  
204 P

TE EDIF. TRANSELECTRIC  
TRANSELECTRIC  
SIEMENS HIT7070 SC

309.07 STM1 TE SMA  
309.08 STM1 TE SMA

311.03  
311.02

TE EDIF. TRANSELECTRIC  
TRANSELECTRIC  
SIEMENS HIT7070 DC

103.03  
112.08

TE EDIF. TRANSELECTRIC  
TRANSELECTRIC  
OPMETRO 101

TE EDIF. TRANSELECTRIC  
TRANSELECTRIC  
HUAWEI METRO1000

TE edificio  
SIEMENS HIT7020

S/E PASCUALES  
PASCUALES  
SIEMENS SMA

416.01

Equipo RC702-GE converso de STM-1 a Fast Ethernet

TE EDIFICIO PENALOSA  
MACHALA PDP  
OPMETRO 101

TE QUEVEDO PDP  
QUEVEDO PDP  
SIEMENS HIT7020

TE S/E QUEVEDO  
QUEVEDO  
SIEMENS HIT7070 DC

209 W  
210 W  
211 W

STM16

203 W  
204 W  
212 W

TE S/E POLICENTRO  
POLICENTRO  
SIEMENS HIT7070 DC

201.04 W  
201.03 W  
202.03 W  
202.04 P

STM16  
1:N

203.04 W  
203.03 W  
204.03 W  
204.04 P

TE S/E MILAGRO  
MILAGRO  
SIEMENS HIT7070 DC

201 W  
202 W

STM16

203 W  
204 W

TE S/E MACHALA  
MACHALA  
SIEMENS HIT7070 DC

210  
209

STM16

STM16

ITX S/E ZORRITOS  
ZORRITOS  
ZTE

TE S/E QUEVEDO  
QUEVEDO  
SIEMENS HIT7030

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
OPMETRO 101

TE S/E POLICENTRO  
POLICENTRO  
OPMETRO 101

TE S/E MILAGRO  
MILAGRO  
SIEMENS SMA16

122 km

501 W  
502 P  
111 W  
112 P

STM16  
1+1 MSP

TE S/E MACHALA  
MACHALA  
SIEMENS SMA16

TE S/E TOTORAS  
TOTORAS  
SIEMENS SMA16

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
SIEMENS HIT7030

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
OPMETRO 101

TE S/E CUENCA  
CUENCA  
HUAWEI OSN3500

413  
414.04

STM16  
1+1 MSP

501 W  
502 W  
509 W  
510 W

TE S/E ZHORAY  
ZHORAY  
SIEMENS SMA16

415 W

STM4

413 W

TE S/E RIOBAMBA  
RIOBAMBA  
SIEMENS SMA16

413 W

STM4

413 W

TE S/E TOTORAS  
TOTORAS  
SIEMENS SMA16

414.3

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
SIEMENS HIT7020

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
OPMETRO 101

TE S/E CUENCA  
CUENCA  
HUAWEI OSN3500

Se reemplaza los equipos SMA 16 por los equipos Huawei OSN 3500

413 W  
414 W  
414 W

STM4

416

Tarjetas Fast Ethernet equipos Huawei OSN 3500

TE S/E ZHORAY  
ZHORAY  
SIEMENS SMA16

TE S/E RIOBAMBA  
RIOBAMBA  
SIEMENS SMA16

TE S/E TOTORAS  
TOTORAS  
SIEMENS SMA16

TE S/E PORTOVIEJO  
PORTOVIEJO  
SIEMENS HIT7020

TE S/E MANTA CENTRO  
MANTA CENTRO  
OPMETRO 101

TE S/E LOJA  
LOJA  
HUAWEI OSN3500

Se reemplaza los equipos SMA 16 por los equipos Huawei OSN 3500

416

Tarjetas Fast Ethernet equipos Huawei OSN 3500

TE S/E ZHORAY  
ZHORAY  
SIEMENS SMA16

TE S/E RIOBAMBA  
RIOBAMBA  
SIEMENS SMA16

TE S/E TOTORAS  
TOTORAS  
SIEMENS SMA16

TE S/E MANTA2  
MANTA2  
SIEMENS HIT7020

TE S/E MANTA2  
MANTA2  
SIEMENS HIT7020

TE S/E LOJA  
LOJA  
HUAWEI OSN3500

TE S/E ZHORAY  
ZHORAY  
SIEMENS SMA16

TE S/E RIOBAMBA  
RIOBAMBA  
SIEMENS SMA16

TE S/E TOTORAS  
TOTORAS  
SIEMENS SMA16

TE LOJA NODO UTPL  
LOJA UTPL  
OPMETRO

A 415.01 STA ROSA

## CAPÍTULO V

### 5. ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN, IMPACTO DE FALLOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE UNA NUEVA RED ETHERNET (IP) SOBRE LAS REDES DWDM Y SDH DE LA EMPRESA CELEC EP – TRANSELECTRIC.

#### 5.1 ANÁLISIS, FORMAS DE ADMINISTRACIÓN E IMPACTO DE FALLOS DE LA RED DE TRANSPORTE SDH Y DWDM DE CELEC – EP TRANSELECTRIC

CELEC – EP TRANSELECTRIC cuenta con su propio Centro de Gestión, ubicado en la ciudad de Quito el mismo que opera las 24 horas del día los 365 días del año para resolver todas las inquietudes relacionadas con los servicios que proporciona.

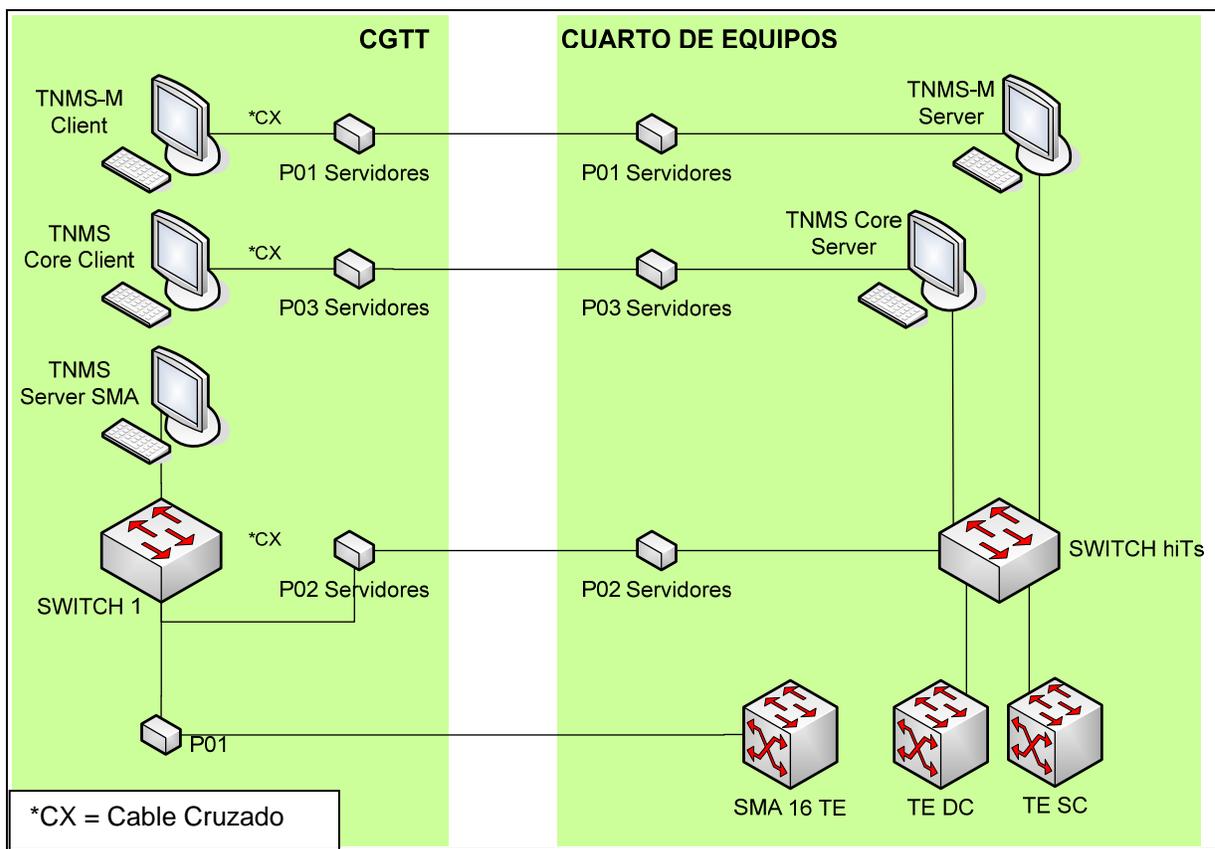
La operación y mantenimiento de la red, la realizan personal de la empresa que responde a cualquier eventualidad con la finalidad de proporcionar una respuesta inmediata.

El Centro de Gestión de Telecomunicaciones de la empresa, se encarga de las siguientes funciones:

- Supervisión de Operación.
- Gestión y asistencia técnica.
- Mantenimiento.
- Control de la red óptica en los diferentes nodos.
- Adicionalmente se presta los servicios de gestión, mantenimiento y asistencia técnica a TRANSNEXA (desde el inicio de su operación).
- Monitoreo de alarmas de todos los elementos de la red.
- Diagnóstico remoto de fallas.
- Atención a los diferentes clientes y entrega de una respuesta inmediata a sus dudas y resolución de sus problemas.

### 5.1.1 Formas de administración de la Red SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC

Uno de los aspectos claves para lograr el máximo aprovechamiento posible de la funcionalidad ofrecida por las redes de transporte SDH y DWDM es su sistema de gestión, CELEC – EP TRANSELECTRIC que cuenta con el siguiente sistema de monitoreo, el mismo que es administrado y supervisado el Centro de Gestión.



**Esquema 5.1: Diagrama de la conexión de la Gestión para los equipos SDH de CELEC EP - TRANSELECTRIC**

## **TNMS (Telecommunication Network Management System) Client** <sup>43</sup>

El TNMS proporciona una administración integrada para toda la red de transporte, es decir para el 100% de redes SDH, para redes IP y redes ópticas multiservicio con muy alta capacidad.

El sistema de administración TNMS es un programa de la nueva generación de SDH implementado por Siemens. Éste permite realizar un control y monitoreo de toda la red óptica SDH, como también crear Cross Connects<sup>44</sup>.

La administración incluye sistemas DWDM, IP, etc. Además se caracteriza por tener un entorno amigable con el usuario, el mismo que permite saber aspectos tales como: la topología de la red, potencias de transmisión, potencias de recepción, capacidades de los servicios ofrecidos, tipos de tarjetas (SDH, FastEthernet, etc.), alarmas asociadas a la trayectoria (path) de los diferentes multiplexores conectados entre sí en la red SDH.

Las principales características son:

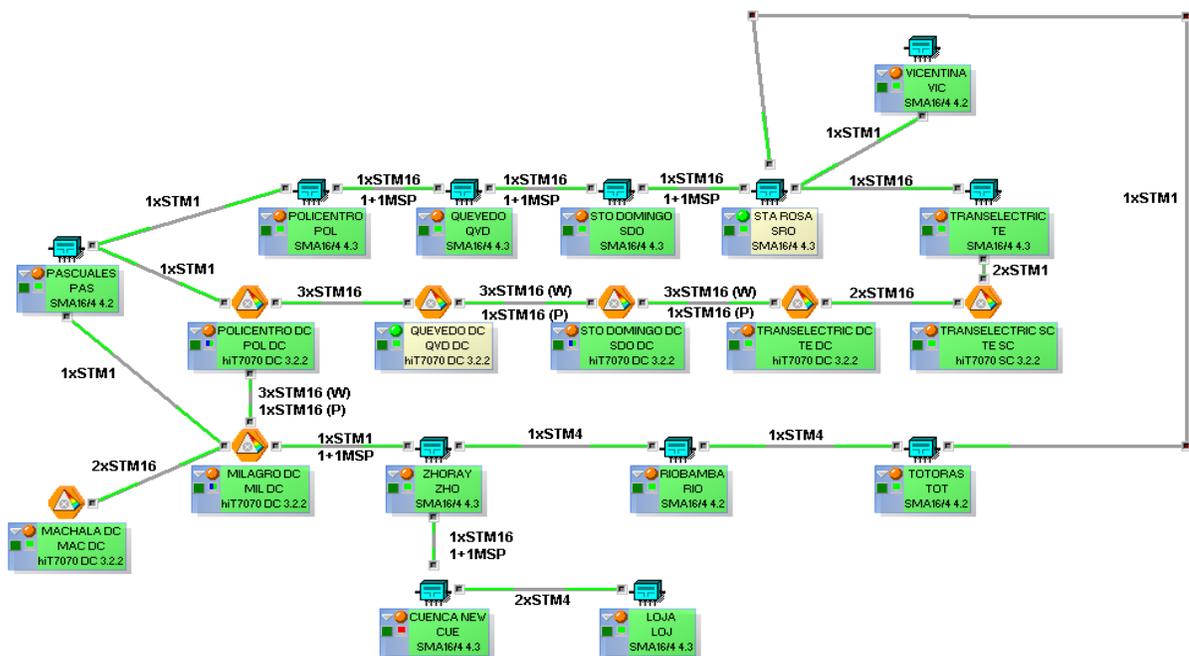
- Soporta grandes redes con muchos centros de operación.

---

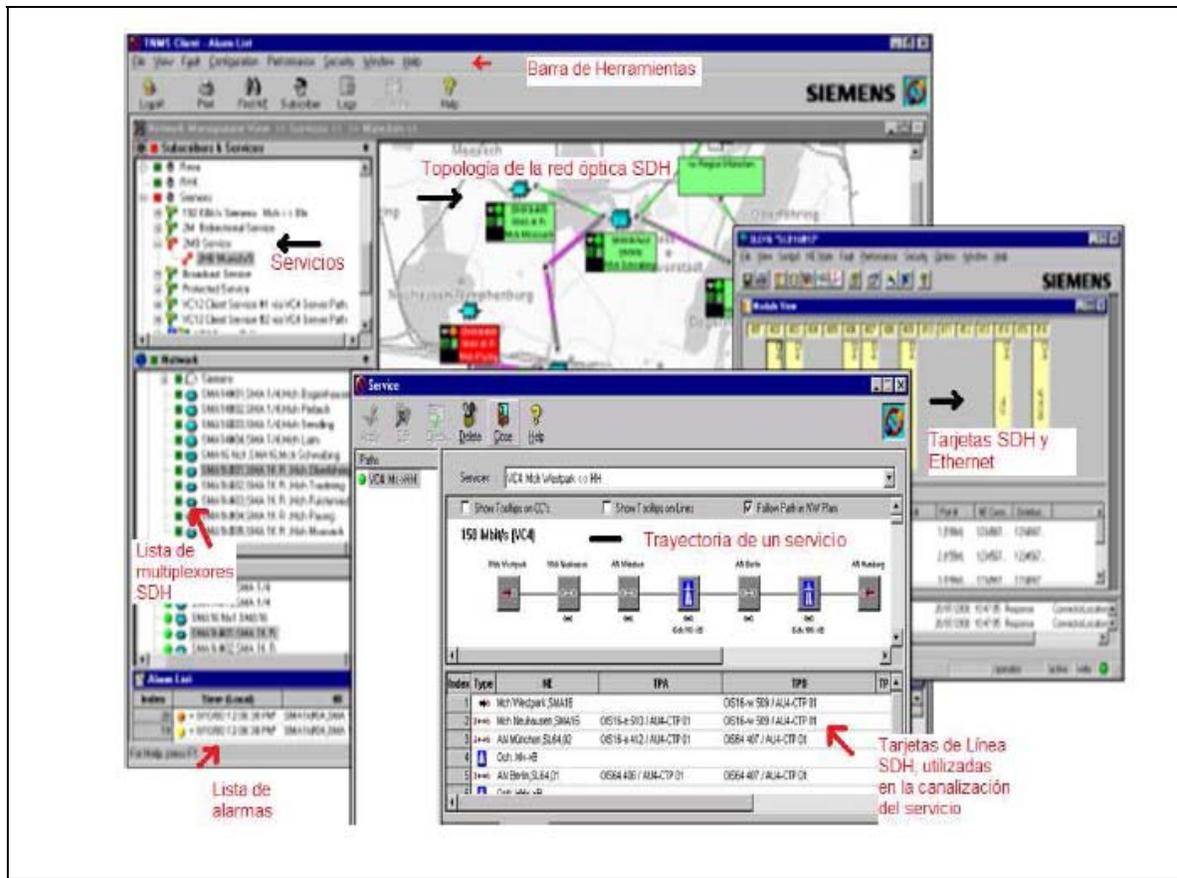
<sup>43</sup> Referencia [http://www.siemens.com.mx/ic/en/Transpress\\_2.htm](http://www.siemens.com.mx/ic/en/Transpress_2.htm)

<sup>44</sup> Cross Connects: Red síncrona suponen el establecer interconexiones semi-permanentes entre diferentes canales en un elemento de red. Esto permite que el tráfico sea enviado a nivel de contenedor virtual.

- Solución integrada para la administración de DWDM, SDH, IP sobre SDH/DWDM, y acceso PDH. Esto habilita al operador para proveer y supervisar los servicios punto a punto de toda la red óptica desde un sistema de administración central.
- Provee diversos niveles de seguridad: respaldos periódicos de la base de datos durante la operación; disponibilidad del servidor debido a la duplicación de discos duros.
- Proporciona una interfaz agente para la conexión a otros usuarios NMS, lo cual permite: realizar un inventario de red, disparar alarmas y reportar eventos, administración de la configuración comprendiendo la administración de conexión y varios mecanismos de conexión, interfaz de usuario gráfica.



**Esquema 5.2: Interfaz gráfica que presenta el sistema de administración TNMS de la red SDH (2009) de CELEC EP – TRANSELECTRIC**



Esquema 5.3: Panorama del Programa TNMS Client<sup>45</sup>

## Sistemas de gestión TNMS Core

La familia de productos TNMS Core provee una serie de funcionalidades de gestión que abarcan todos los aspectos necesarios para un eficiente control de las redes de transporte

- Configuración
- Fallas

<sup>45</sup> Referencia Panorama obtenido en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

- Seguridad

Al utilizar TNMS Core se logra una mayor eficiencia, ya que es posible efectuar operaciones de rutina libres de errores y reducir el tiempo de entrenamiento para el personal de la empresa, lo que conduce directamente a reducir costos.

Una característica importante de la interfaz es la gestión de red orientada a servicio, la cual ofrece la posibilidad de un rápido abastecimiento de servicios extremo a extremo mediante procedimientos de ruteo manuales o automáticos, así como una sencilla supervisión de la red mediante una gestión de fallas y un sistema de alarma para la detección del mismo.

### **Sistema de gestión de redes de transmisión de fibra óptica T- 20000 de HUAWEI <sup>46</sup>**

#### Descripción

T2000 es un Sistema de Gestión de Redes Ópticas SDH y DWDM. Propietario de Huawei en Windows y Solaris, ofrece la gestión de la Red de Transmisión SDH, montada con equipos Huawei.

El MNS de Huawei iManager T2000 (T2000 para abreviar) proporciona una capa de soluciones para redes de transmisión de pequeñas y medianas empresas. Puede formar varias capas de gestión, con un nivel mayor y eficaz de gestión de redes (NMS) a través de un

---

<sup>46</sup> Referencia, <http://www.scribd.com/doc/17244081/Gestion>

estándar de interfaz externa, para ayudar y facilitar a los nuevos Estados o capas de gestión de alto nivel, el control, monitoreo y OAM de grandes redes de transmisión.

El T2000 gestiona sistemas de transmisión como SDH, WDM, MSTP, ASON, SONET de manera unificada. El iManager T2000 proporciona todas las funcionalidades de la gestión de redes (gestión de fallos, gestión de la configuración, gestión de la comunicación, gestión del rendimiento, gestión de seguridad, gestión de la topología de la red).

iManager T2000 tiene las siguientes características y beneficios:

<b>Características</b>	<b>Beneficios</b>
EMS ofrece funciones de gestión de red	Mejora el funcionamiento de la red y el mantenimiento, eficiencia, ayuda a los clientes ahorrar costos
La arquitectura abierta y modular de los productos de Huawei de NM soportan despliegue flexible	Permite a los clientes seleccionar las funciones de acuerdo a sus necesidades, logrando de manera eficaz, ahorro en la inversión
Perfecta gestión de servicios extremo a extremo, incluida la gestión de redes PDH, SDH, WDM, Ethernet.	Operación y mantenimiento fácil y amigable
Ofrece gestión centralizada de alarmas, análisis inteligente y servicio personalizados	Rápida localización de fallas y solución de problemas, facilitando el mantenimiento y la gestión

**Tabla 5.1: Características y beneficios del iManager T2000**

## Características técnicas

Ítems	Especificaciones
Cantidad de Acceso de clientes	Soporta la operación simultánea de hasta 32 clientes terminales
Velocidad de respuesta de Alarmas	En general, el tiempo de generación de una alarma en el T200 es de 10 segundos
Velocidad de respuesta de rendimiento	Se tarda unos 10 segundos para informar los datos de rendimiento de 1000 puntos en el registro de base de datos T2000
Tiempo Medio entre fallas (MTBF)	El promedio de tiempo para buscar un trail no es mayor de los 20 segundos
Tiempo para la búsqueda de Trails	El promedio de tiempo para buscar un trail no es mayor a los 20 segundos

**Tabla 5.2: Características Técnicas**

**FALLA:** El sistema T-2000, gestiona, las fallas de manera muy visual y sencilla permitiendo una rápida detección y solución de problemas a continuación mostraremos la manera en que se gestionan las fallas en el sistema T-2000.

### **Descripción de los pasos necesarios para capturar alarmas en T2000.**

Procedimiento:

1. Ingresar al servidor dando doble click en el icono T2000 client.

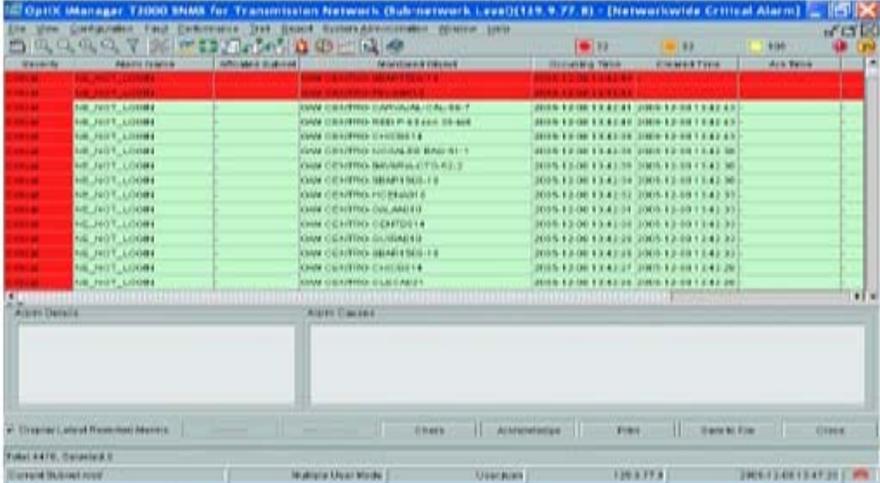
2. Ingresar usuario y password.

3. Después de suministrar usuario y password la aplicación de T2000 se inicializa.

En la pantalla principal del T2000 (Main Topology) se tienen tres botones en la parte superior derecha por medio de los cuales se puede acceder a las alarmas que se han generado siendo estas discriminadas por el nivel Critical, Major y Minor (Rojo, Naranja y Amarillo respectivamente).

Haciendo click sobre cada uno de estos botones se despliega una nueva ventana con las alarmas correspondientes al nivel que estén reportadas en la red.

**Ventana de alarmas críticas**



**Esquema 5.4: Ventana de alarmas críticas del sistema de gestión iManager T2000<sup>47</sup>**

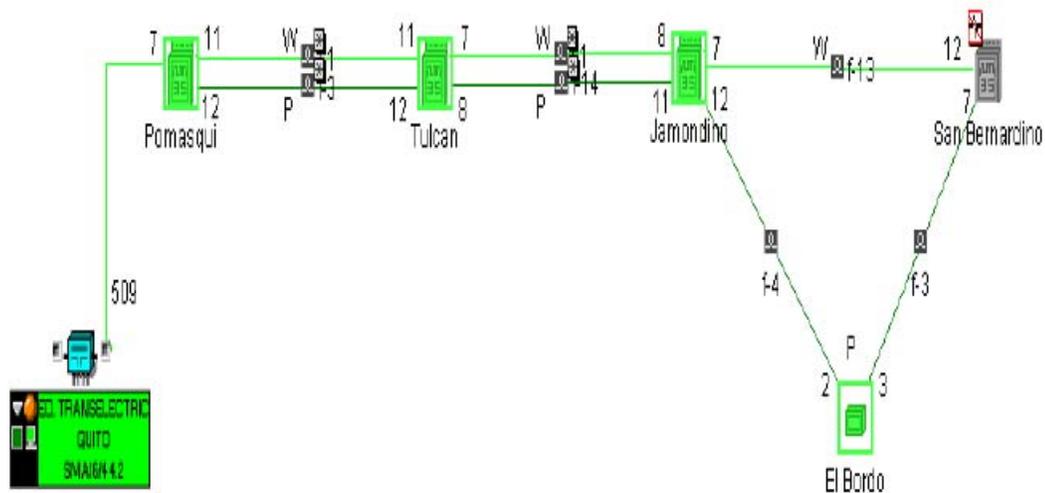
<sup>47</sup> Referencia Panorama obtenido en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

Esta ventana muestra las alarmas críticas presentes en el sistema y las que no se han reconocido, los registros pueden ser ordenados, teniendo como prioridad cada uno de los parámetros de las columnas, para lo cual solo se hace click sobre el encabezado de la columna.

## Administración

Dentro de la configuración de los parámetros de Administración que ofrece el sistema de gestión iManager T2000, se cuenta con un menú dedicado con los siguientes servicios:

- Log de eventos.
- Configuración del Log de eventos.
- Administración de la Base de Datos del sistema de gestión.
- Actualización y descarga de Archivos del sistema (script).
- Actualización del sistema. (Upgrade).
- Administración de usuarios.
- Control de modo usuario Mono/Múltiple.
- Administrador de tareas.



**Esquema 5.5: Red HUAWEI de Transnexa en iManager T2000<sup>48</sup>**

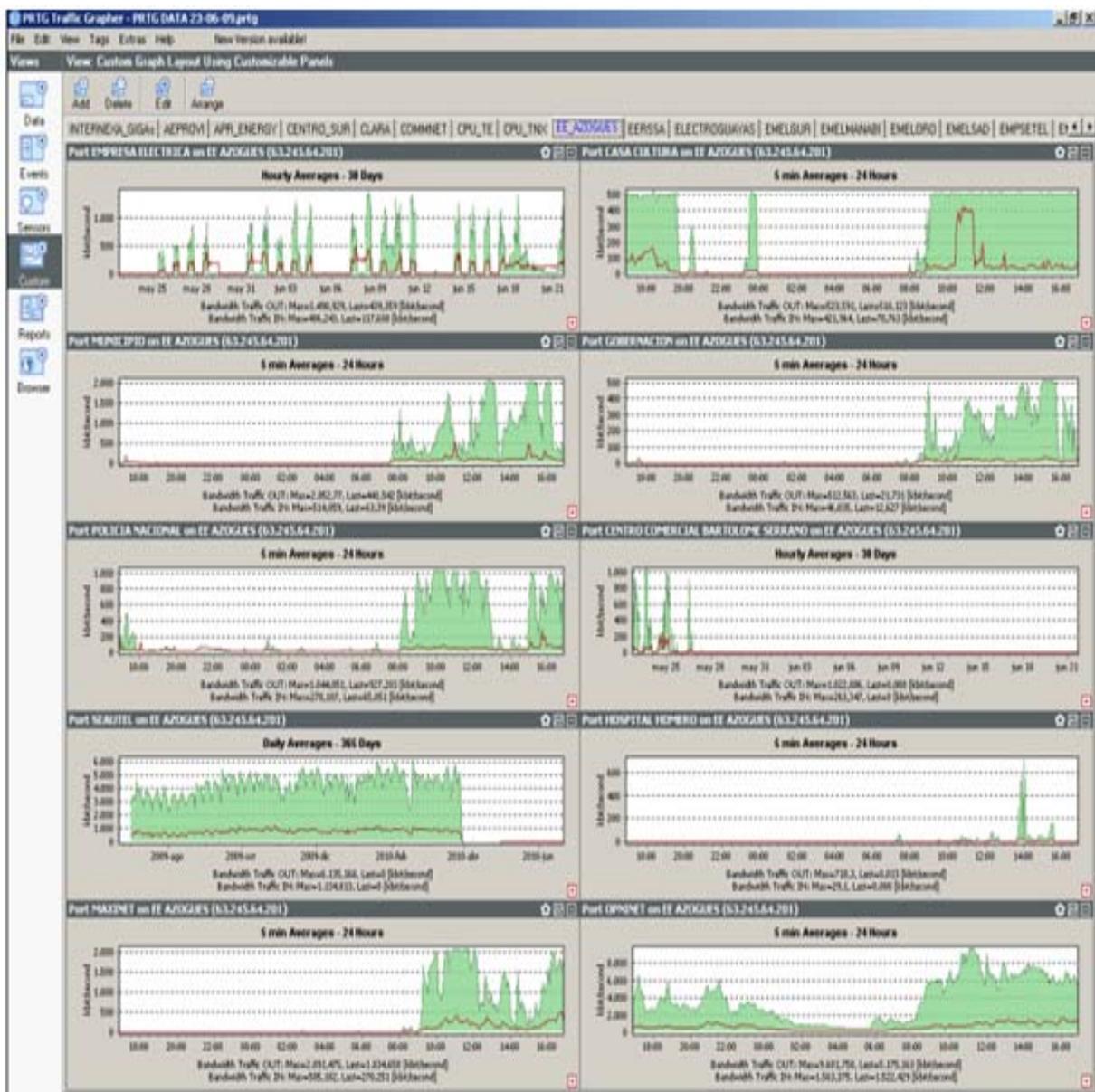
## **PRTG TRAFFIC GRAPHER**

El PRTG (Paessler Router Traffic Grapher), es un programa diseñado para monitorear la velocidad de transmisión de entrada y salida, de uno o varios servicios transportados en el canal de transmisión en tiempo real. El usuario obtiene datos exactos del flujo de datos en la red y sobre las tendencias de su uso, los resultados se presentan en forma individual y gráfica para una fácil comprensión.

También, el programa permite a los administradores de red, saber en tiempo real el flujo de datos tanto en la transmisión como en la recepción, no solo referentes al estado actual de la red sino también mostrando estadísticas de las tendencias de su uso a largo plazo. Estos valores

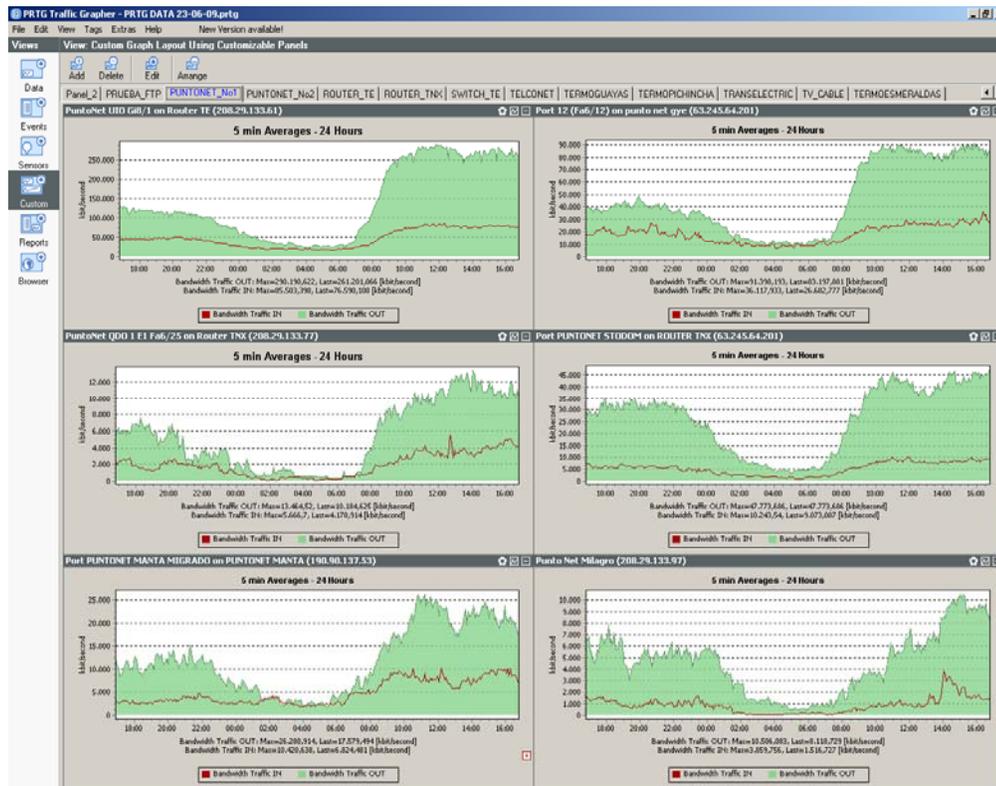
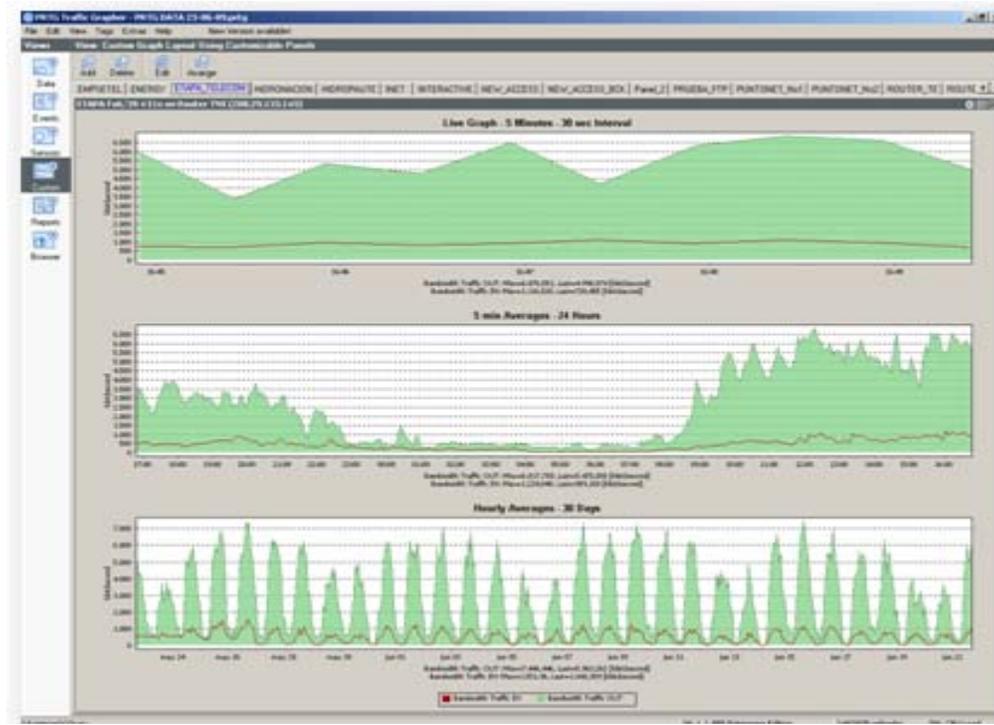
<sup>48</sup> Esquema obtenido en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

registrados permiten manejar de una mejor manera las capacidades de rendimiento de enrutadores, servidores y otros componentes de red.



Esquema 5.6: PRTG para monitorear capacidades de varias redes de comunicación<sup>49</sup>

<sup>49</sup> Información proporcionada en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC



Esquema 5.7: Panorama completo de uso de la red

## 5.2 PROTOTIPO DEL MONITOREO DEL DISEÑO DE LA RED ETHERNET IP/SDH A NIVEL FASTETHERNET UTILIZANDO EL PROGRAMA TNMS CLIENT.

Se establecerá un prototipo de monitoreo de la red Ethernet IP sobre SDH y DWDM diseñada en el Capítulo IV. Se utilizará para realizar el prototipo de pruebas de canalización, dos servicios uno a nivel FastEthernet (6 Mbps) y el otro a nivel GigabitEthernet (300 Mbps) en el programa TNMS Client (Telecommunication Networks Management Systems) que básicamente sirve para crear Cross Connects.

Para realizar el procedimiento de pruebas de los servicios a nivel FastEthernet, se debe tomar en cuenta aspectos tales como: el servicio insertado al canal de transmisión, tuvo una capacidad de 3VC-12s (6 Mbps) el mismo que es un valor subjetivo, esta capacidad de transporte se distribuyó en la red SDH mediante la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small-Electrical, las misma que posee los equipos SURPASS hiT7070

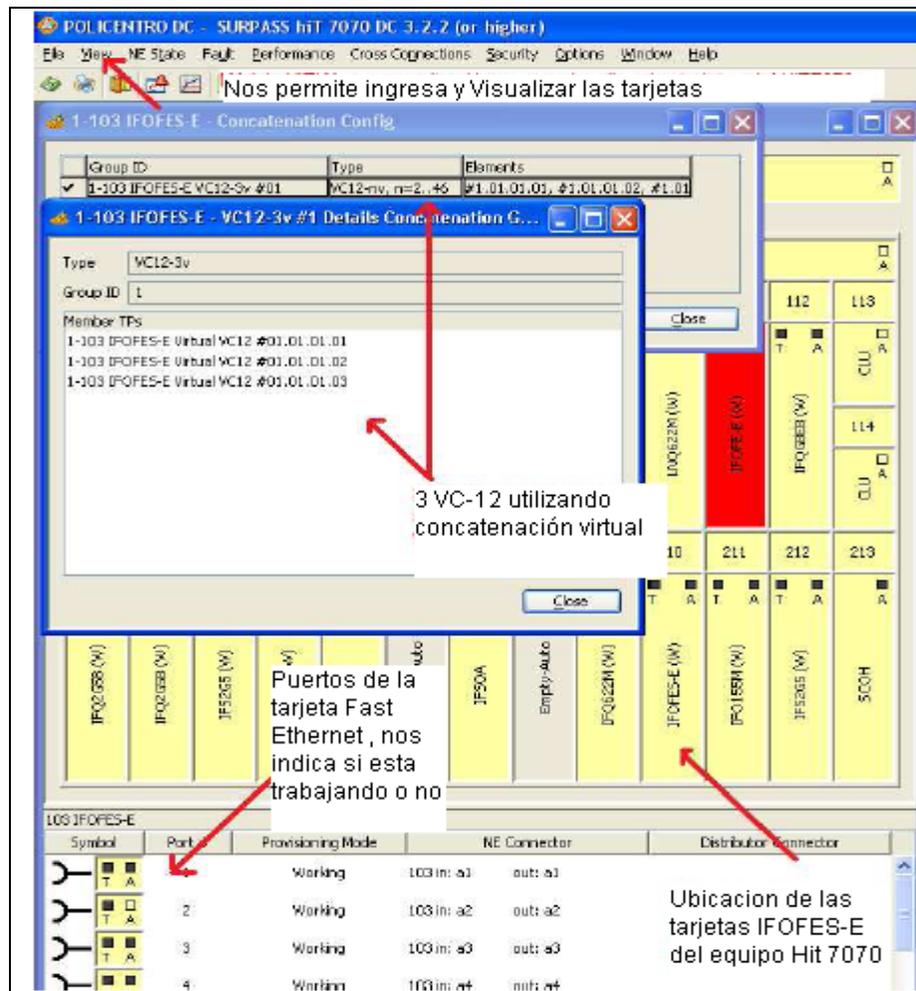
El procedimiento se realiza de la siguiente manera:

1. Se debe definir el tipo de multiplexación, se refiere a cuántos y cuáles contenedores virtuales de bajo o alto orden se van a insertar en el canal de comunicación de datos. Para nuestro caso se insertó 3 VC-12s, la identificación de cada VC-12 es propietaria del programa TNMS Client

Para definir el tipo de multiplexación se ejecuta los siguientes pasos:

- En la barra de herramientas se debe dar click derecho en Module View, aquí se visualiza la ubicación de todas las tarjetas instaladas en el multiplexor HiT7070DC.
- Para ingresar a las propiedades de la tarjeta, se debe dar click derecho en la tarjeta FastEthernet en la cual se va a canalizar el servicio, para nuestro caso se escogió la tarjeta IFOFES-E.
- Luego ingresamos a la opción Configuration y luego a Concatenation, aquí se escoge cuántos X VC-12, se enviarán al canal de transmisión.
- Definir la capacidad del canal, se refiere a la forma de agrupar los contenedores virtuales de bajo o alto orden en la tarjeta FastEthernet, la agrupación puede ser contigua o virtual, a la unión de contenedores virtuales se denominan grupo virtual.
- En este caso realizamos un grupo virtual de 3 contenedores virtuales, la capacidad de cada contenedor fue de un VC-12. Debemos asociar el grupo virtual al puerto o a los puertos de la tarjeta FastEthernet .El protocolo que permite esta asociación es el GFP, cada puerto de la tarjeta FastEthernet está unido a un grupo GFP, aquí se debe escoger el puerto y el grupo GFP al que se va a destinar el servicio. La distribución se debe realizar en ambos multiplexores, de inicio y fin de la trayectoria, en nuestro caso

podemos escoger cualquiera de las subestaciones que tiene los equipos SURPASS hiT7070 y las tarjetas IFOFES-E.



**Esquema 5. 8: Visualización de las tarjetas IFOFES-E y asignación de los 3 VC-12s**<sup>50</sup>

La realización del grupo virtual se lo realiza de la siguiente manera:

<sup>50</sup> Referencia Panorama obtenido en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

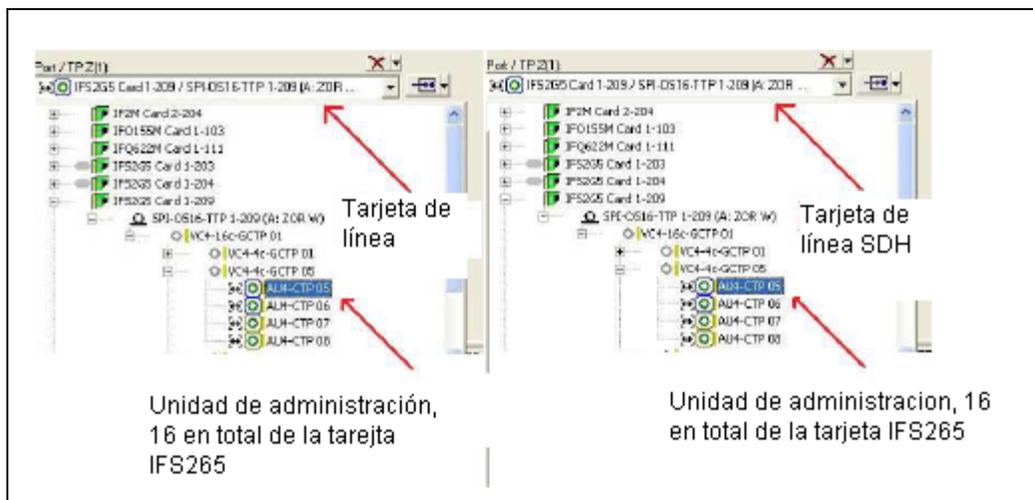
- Se debe ingresar a las propiedades de la tarjeta FastEthernet, de la forma como se explica anteriormente
- Luego se debe ingresar a la opción Configuration y luego a GFP Assignment, aquí aparece la capacidad asignada anteriormente a la tarjeta, esta capacidad se debe asociar a un grupo GFP y a un puerto, por ejemplo el puerto #5 de los 8 disponibles.
- Luego se debe dar click derecho en Apply, para que se complete el proceso.

### **Conexión cruzada (DXC)**

En el caso de que se decida realizar una conexión cruzada (DXC), esto quiere decir una conexión lógica que permite unir virtualmente diferentes multiplexores SDH que se encuentran en la trayectoria entre la parte SDH de la tarjeta FastEthernet, y las tarjetas de línea SDH de las diferentes secciones de trayectoria (path), se realiza de la siguiente manera:

- Identificar la trayectoria y el número de Cross Connection (DXC). Se identifica la trayectoria y el número de DXC, sólo visualizando la topología de red SDH, ésta se encuentra en el menú principal del programa (Network Management View).

- Para realizar la unión virtual de los diferentes multiplexores de la trayectoria, hacemos click derecho en el multiplexor de inicio de la trayectoria, el multiplexor se observa en la ventana principal del programa, luego escoger la opción Cross Connection Assistant, aquí se debe discriminar las tarjetas de líneas SDH que se encuentran conectadas a los multiplexores de inicio y fin de la trayectoria, en el caso que hubieren varias secciones se deben escoger las tarjetas de líneas SDH de los multiplexores involucrados en la misma, hasta llegar al fin de la trayectoria.
- Decidimos escoger la tarjeta de línea IFS2G5 (descrita en el Capítulo IV ), de un STM-16 de capacidad, para unir virtualmente los multiplexores involucrados en la trayectoria, esta capacidad es suficiente porque la capacidad de transporte del servicio es de 3VC-12s (6Mbps).



**Esquema 5.9: DXC entre las tarjetas de línea de los multiplexores**

## **Verificación y Activación del servicio canalizado**

La verificación del camino path, se refiere a la revisión de las diferentes conexiones cruzadas entre los diferentes multiplexores de la trayectoria y la activación se refiere a poner en servicio el canal de transmisión de datos y el servicio canalizado.

Para realizar la verificación de la trayectoria y la activación del servicio creado en el programa, se realiza lo siguiente:

- Se debe dar click derecho sobre el servicio creado, el servicio creado aparece en la ventana de servicios de la pantalla principal del programa. Escoger la opción properties y luego Route Elements.
- En la parte superior de la ventana aparece la opción Check Route, se debe dar click derecho para verificar el servicio.
- Una vez realizada las conexiones cruzadas entre los diferentes multiplexores de la trayectoria de CELEC EP – TRANSELECTRIC, aparecerá el servicio creado en la ventana de servicios del programa, aquí se debe dar click derecho sobre el servicio creado, escoger la opción properties y luego la opción Route Elements. En la parte superior de la ventana aparece la opción activate, se debe dar click derecho para finalizar el proceso.

- Para finalizar, luego de activar el servicio canalizado, aparecerá en el programa una alarma, un L.O.S (Loss of Signal), ésta se debe a que no se encuentra conectado algún equipo en el puerto que se canalizó el servicio, para que desaparezca se debe reconocer (Acknowledgment) en la lista de alarmas del programa.

### **5.2.1 Prototipo del monitoreo del diseño de la red Ethernet IP/SDH a nivel FastEthernet utilizando el programa TNMS Client.**

El procedimiento de canalización de un servicio a nivel GigabitEthernet, es parecido al FastEthernet descrito anteriormente, la diferencia es que la agrupación virtual es a niveles de SDH de alto orden (nVC-3 ó nVC-4).

En este caso se debe utilizar la tarjeta FQGBEB (Quad GigabitEthernet-Optical), y se insertó 2 VC-4 (300Mbps) el mismo que es un valor subjetivo, concatenados virtualmente en el canal de transmisión.

Para la creación de un servicio se realiza de la siguiente forma:

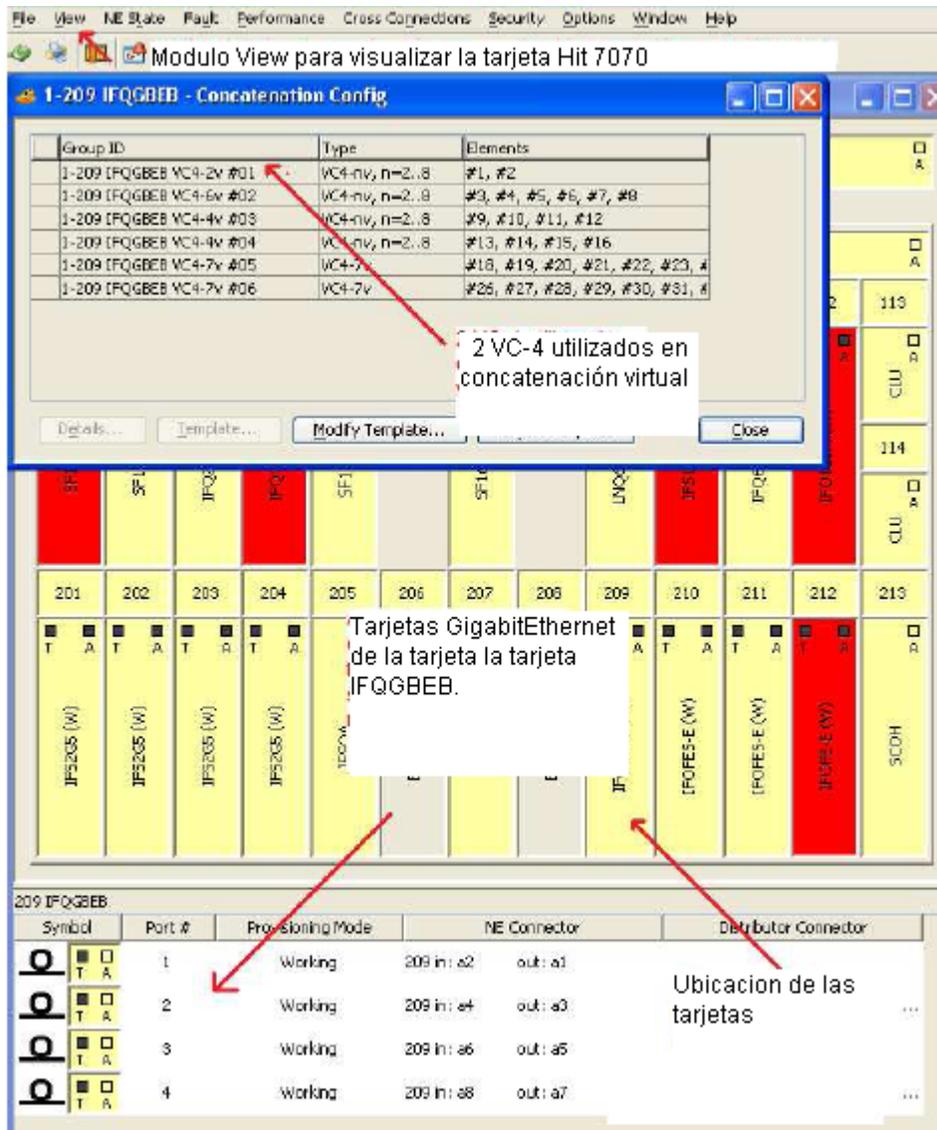
- Definir el tipo de multiplexación, es decir cuántos y cuáles contenedores virtuales de alto orden (VC-3 ó VC-4) se van a insertar en el canal de comunicación de datos. Es

decir los 2 VC-4s mediante la tarjeta IFQGBEB al canal de comunicación cuya capacidad es de un STM- 16.

### **Tipo de multiplexación**

Para definir el tipo de multiplexación, usando el programa se realiza de la siguiente manera:

- En la barra de herramientas se debe dar click derecho en Module View, aquí se visualiza la ubicación de todas las tarjetas instaladas en el multiplexor HiT7070DC.
- Si se quiere ingresar a las propiedades de la tarjeta hacemos click derecho en la tarjeta GigabitEthernet en la cual se va a canalizar el servicio, se escogió la tarjeta IFQGBEB.
- Ingresar a la opción Configuration y luego a Concatenation, aquí se escoge cuales X VC-4, se enviarán al canal de transmisión.
- Escoger el tipo de agrupamiento. Éste viene predefinido en la plantilla virtual de la tarjeta GigabitEthernet, Se puede escoger dos tipos de agrupamientos: VC-3-nv (n=1,2) y VC- 4-mv (m=1...7), para este caso se escoge la unión VC-4-2v. La identificación de un VC-4 dentro del grupo virtual, se realiza en función del tipo de concatenación virtual de los contenedores virtuales, es decir si se escogió la concatenación virtual VC-4-mv (m=1...7), el primer VC-4 se identificará con el #1, el segundo VC-4 se identificará con el #2, y el último VC-4 se identificará con el #7.



Esquema 5. 10: Visualización de las tarjetas FQGBEB y asignación de los 2 VC -4<sup>51</sup>

- Asociar el grupo virtual al puerto o a los puertos de la tarjeta GigabitEthernet. La asociación entre la parte Ethernet y SDH, se realiza mediante el protocolo GFP, cada puerto de la tarjeta se encuentra asociado a un grupo GFP, y cada grupo GFP se asigna a la capacidad SDH del servicio a transmitirse. La asociación del grupo virtual se debe realizar en los multiplexores de inicio y fin de la trayectoria (path).

<sup>51</sup> Información obtenida en el Centro de Gestión de CELEC EP – TRANSELECTRIC

La asignación del grupo virtual en el programa TNMS, se realiza de la siguiente manera

- Se debe ingresar a las propiedades de la tarjeta GigabitEthernet, el procedimiento se especificó anteriormente.
- Ingresar a la opción Configuration y luego a GFP Assignment, aquí aparece la capacidad asignada a la tarjeta, esta capacidad se debe asociar a un grupo GFP y a un puerto, le podemos colocar el puerto #3 de los 4 disponibles.
- Se realiza un click derecho en Apply, y de esta manera se completa el proceso.

### **Conexión cruzada**

Realizar la conexión cruzada (DXC), entre la tarjeta SDH y la parte SDH de la tarjeta GigabitEthernet.

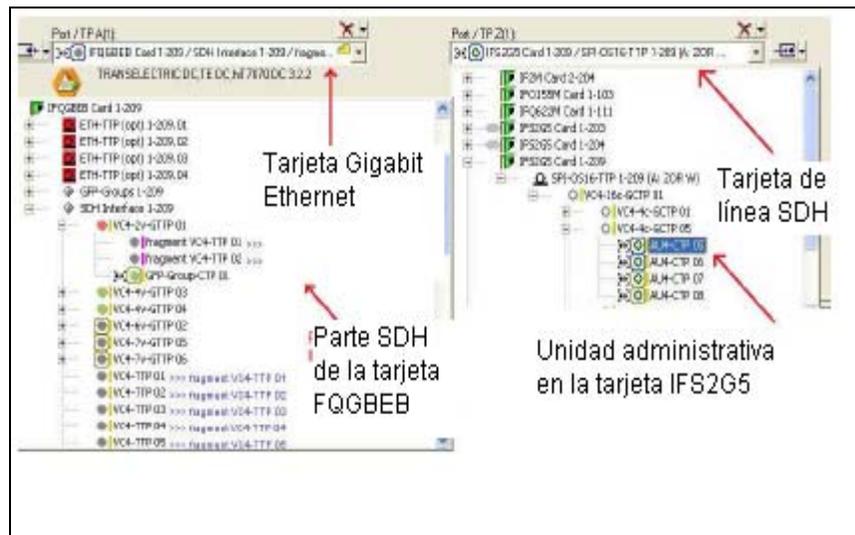
Primero se debe realizar el camino de los 2 VC-4, este *path* se efectúa mediante las tarjetas de línea de los multiplexores SDH involucradas en el camino, para la conexión cruzada se realiza los siguientes pasos:

- Se debe identificar la trayectoria y el número de Cross Connection (DXC). Se identifica la trayectoria y el # de DXC, visualizando la topología de red SDH, ésta se encuentra en el menú principal del programa (Network Management View).

- Para poder realizar la unión virtual de los diferentes multiplexores de la trayectoria se debe hacer click derecho en el multiplexor de inicio de la trayectoria, el multiplexor se observa en la ventana principal del programa, luego se escoge la opción Cross Connection Assistant, en donde se describe las tarjetas de líneas SDH que se encuentran conectadas a los multiplexores de inicio y fin de la trayectoria.
- Se debe escoger la tarjeta de línea IFS2G5 (Descrita en el capítulo IV), de un STM-16 (2500 Mbps) de capacidad, para unir virtualmente los multiplexores involucrados en la trayectoria, ésta capacidad es suficiente para la capacidad de transporte del servicio establecida 2VC-4 (300 Mbps).

### **Verificación y activación del servicio canalizado**

- El procedimiento para verificar y activar el servicio canalizado se especificó en los pasos del prototipo a nivel FastEthernet, se realiza los mismos pasos.
- Al activar del servicio, aparecerá en el programa una alarma, un L.O.S (Loss of Signal), ésta se debe a que no se encuentra conectado algún equipo en el puerto GigabitEthernet donde se canalizó el servicio, para que desaparezca se debe reconocer (Acknowledgment) en la lista de alarmas del programa.



**Esquema 5.11: DXC entre las tarjetas de línea de los multiplexores entre la parte SDH de la tarjeta IFQGBEB y la tarjeta IFS2G5**

## CONCLUSIONES

- CELEC EP - TRANSELECTRIC ha incursionado en el mundo de las telecomunicaciones hace siete años, proporcionando una plataforma basada en redes de transporte para modernizar los procesos de transmisión de información utilizando fibra óptica e incursionando de esta manera en el mercado del Servicio Portador Ecuatoriano. Suministrando al usuario la capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones.
- La evolución de las redes de transporte SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC es notoria desde sus inicios hasta la actualidad, el incremento de los clientes que utilizan servicios portadores Clase IP o Servicios Clear Channel, han requerido ampliar la infraestructura de la red aumentando el número de subestaciones en un 85%, con la finalidad de brindar estos servicios en los diferentes lugares dentro del país.
- En la actualidad la demanda de servicios sofisticados de Telecomunicaciones tales como: acceso a bases de datos remotos, transferencia de archivos multimedia y videoconferencia, requiere de una red que tenga la capacidad de ser lo suficientemente flexible para tener un ancho de banda ilimitado. Por lo tanto surge la necesidad de definir un estándar internacional de comunicaciones que permita manejar con facilidad esta capacidad de transporte. Este estándar se denomina SDH (Jerarquía Digital Sincrónica).
- La jerarquía SDH permite, de una forma rápida y factible, cumplir con los requerimientos de las redes que manejan altas capacidades y variados tipos de tráfico, mediante la utilización de fibra óptica monomodo, con capacidades de transmisión de

datos de 622 Mbps (STM-4) y 2.5 Gbps (STM-16); sin embargo el progreso más reciente en el campo de las transmisiones ópticas ha sido la transferencia de información mediante el uso de Multiplexación por división en longitudes de onda densas DWDM. Por medio de esta red de transporte la información se puede transmitir en múltiples longitudes de onda a la vez, a través de un único filamento de fibra, además DWDM es un componente muy importante de las futuras redes ópticas que permitirá ofrecer servicios de voz, audio, video y datos, mejorando la velocidad de transmisión y proporcionando capacidades de hasta 10 Gbps (STM-64).

- Es aconsejable utilizar las redes de transporte SDH ya que poseen las siguientes ventajas: gran flexibilidad de configuración en los nodos de la red, aumento de las posibilidades de administración del tráfico e interconexión de equipos de distintos fabricantes en un mismo enlace, sin embargo tiene como desventaja la necesidad de sincronismo entre los elementos de una red.
- Aunque los sistemas DWDM son relativamente caros debido a la necesidad de componentes ópticos muy avanzados, la reducción en equipamiento y fibras, supone una reducción de costes relativamente grande en sus inversiones y en su mantenimiento.
- La calidad de servicio que ofrece la tecnología Ethernet comprobada por varios años, unida a la extraordinaria capacidad soportada por las redes ópticas SDH y DWDM, se toma como una de las soluciones para enfrentar la demanda de tráfico de CELEC EP – TRANSELECTRIC proporcionando una capacidad futura de hasta STM-64, ofreciendo beneficios sin cambios significativos, sin mayores inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios.
- Las actuales necesidades de comunicación y los requerimientos de alta disponibilidad, demandan la utilización de nuevas tecnologías en la transmisión de la información, es por esto que CELEC EP – TRANSELECTRIC, se ha visto en la necesidad de

proporcionar una plataforma de telecomunicaciones para modernizar los procesos de transferencia de información mediante la tecnología de fibra óptica instalada en las torres de transmisión de energía eléctrica lo que permite que la compañía pueda brindar la calidad y seguridad que requieren sus servicios a todos sus clientes, sin embargo los requerimientos de incremento de capacidad en un 50% anual por parte de los usuarios existentes, han ocupado un 100% de la capacidad en ciertas subestaciones, por lo cual se establece como solución el cambiar la tecnología de backbone actualmente SDH a la tecnología IP sobre DWDM con la finalidad de proporcionar capacidades de hasta STM-64 y otorgando puertos Ethernet para una mejor distribución con la finalidad de atender la demanda creciente en el número de usuarios.

- Luego de realizar un análisis sobre la evolución de las redes de transporte en la empresa desde sus inicios hasta la actualidad determinando aspectos tales como capacidad de tráfico nacional e internacional, capacidad utilizada en los equipos SDH que son otorgados a sus clientes, descripción y análisis de los equipos del Core utilizado para las redes SDH y DWDM, se puede establecer que las redes actuales de SDH y DWDM de CELEC EP – TRANSELECTRIC no cuentan con puertos Ethernet para satisfacer el incremento continuo de capacidad solicitada por los usuarios, no obstante, puesto que no es posible la sustitución de toda la infraestructura implantada en un tiempo determinado, es importante establecer un mecanismo para integrar el control de todas las capas de esta arquitectura de red, proporcionando, de este modo, una administración de la red de una forma sencilla, rápida, flexible del ancho de banda para el tráfico IP.
- El incrementar tarjetas en el equipamiento existente Siemens Surpass hiT7070, Siemens SMA16, Huawei OSN 3500 no es una solución al problema de demanda de capacidad e incremento de usuarios ya que es muy costoso. Al realizar una investigación significativa de los equipos existentes llegamos a la conclusión de que éstos cuentan con tarjetas Ethernet y con la interfaz GFP, Generic Framing Procedure, pudiendo establecer que es un equipo apto para el diseño de una red Ethernet IP sobre

SDH, sin embargo, en cada uno de los nodos que contengan estos equipos se deberá incrementar un Switch capa 2 de 24 puertos para una mejor distribución de la capacidad solicitada por los usuarios y que pueda atender la demanda creciente del número de clientes. El Switch irá conectado a la tarjeta IFOFES-E (Octal Ethernet and FastEthernet Small- Electrical, los puertos de la tarjeta trabajan con tecnologías 10BaseT ó 100BaseTX, que pueden ser mapeados en señales SDH VC3 ó VC-12, ésta es para nodos en los que tengan capacidades STM-1, en el caso de que tenga capacidades STM-4 y STM-16 se requiere de la tarjeta Ethernet IFQGBEB.

- Los equipos del Core utilizados para SDH y DWDM son: Hit7070DC, es un multiplexor ADM (Add&Drop Multiplexer) de la nueva generación SDH, se utiliza en backbones con altas capacidades de transmisión (4 STM-1, 16 STM-1), el multiplexor síncrono SMA16 es idealmente ajustable para usos de larga distancia, regionales, y para acceso de red directo en ciudades y el equipo OptiX OSN 3500 que de transmisión integrado que permite velocidades de 2.5G (STM-16) y 10G (STM-64) como interfaces de línea y facilitando una plataforma de transmisión multiservicios, de esta manera se proporcionará capacidades libres de un 100% en las subestaciones totalmente ocupadas y por medio de los puertos Ethernet se distribuirá la capacidad solicitada por los usuarios existentes con la finalidad de atenderá la demanda de incremento de los clientes.

## RECOMENDACIONES

- El papel que desempeña las redes de transporte en telecomunicaciones es muy importante, ya que se encarga de la multicanalización de diversos tipos de información en distintos formatos, su evolución ha sido progresiva desde redes analógicas, digitales, hasta las redes ópticas, por lo cual se recomienda tener un mayor conocimiento sobre sus funciones, características, evolución, ventajas y desventajas que estas proporcionan.
- Se recomienda que la manipulación de la fibra óptica y los equipos que posean conectores ó adaptadores de fibra, sea cuidadosa, ya que la emisión de rayos láseres puede causar daños a la salud humana. El programa TNMS Client, tiene la opción de configurar varios parámetros de las tarjetas ópticas, entre estos se encuentra ALS (Automatic Laser Shutdown), el mismo que debe ser activado antes de conectar la tarjeta óptica en el multiplexor SDH, si alguien desconecta algún interfaz óptico, la emisión del rayo láser se suspenda automáticamente.
- La tecnología SDH transfiere datos a altas capacidades de transmisión en tiempo real, por lo que se recomienda a la empresa, implementar esta tecnología paulatinamente en la comunicación entre las diferentes subestaciones a nivel nacional ya que esta utiliza la tecnología PLC (Power Line Communication).
- Como recomendación para lograr una completa integración SDH y DWDM, es muy importante tener en cuenta los nodos en los que se utiliza estas dos tecnologías y la trayectoria que estos tienen ya que en el caso de que se requiera una expansión de

redes o cualquier aplicación, se puede optimizar los recursos utilizando fibras anteriores sin necesidad de reducir el número de hilos disponibles.

- Se debe tomar en cuenta el tipo fibra usado en CELEC EP - TRANSELECTRIC, para realizar una investigación de las características que distinguen a los diferentes tipos de fibra, una vez conocido estos parámetros se debe investigar que equipos son compatibles con la fibra en cuestión.
- A medida que aumente el tráfico en los diferentes nodos de la Red SDH de CELEC EP – TRANSELECTRIC se recomienda reemplazar los equipos Hit 7070 por los equipos OptiX OSN 3500 los mismos que tiene una transmisión integrada que permite velocidades de 2.5G (STM-16) y 10 G (STM-64) como interfaces de línea. Es una plataforma de transmisión multiservicios ideal para el aumento continuo del número de usuarios y la capacidad que estos requieren
- Es necesario analizar los diferentes equipos que forman parte de la red SDH y DWDM de TRANSELECTRIC, con la finalidad de establecer las características técnicas principales, ventajas y desventajas de los mismos para realizar un análisis de cuáles son los equipos más óptimos en la red, es necesario reemplazar todos los equipos SMA 16 por los equipos Hit 7070 ya que los equipos SMA 16 no cuentan con tarjetas FastEthernet lo cual dificulta de alguna manera el poder implementar Ethernet(IP) sobre SDH.

## BIBLIOGRAFÍA

CRUZ PRADA, Iván Dario. Monografía de SDH (Jerarquía digital sincrónica). Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos/atm/atm.shtml>.

MARTÍNEZ, Evelio. Resumen red de transporte. Disponible en <http://www.eveliux.com/mx/red-de-transporte.php>.

Portal web de CELEC EP – TRANSELECTRIC, Ecuador. Disponible en [http://www.transelectric.com.ec/transelectric\\_portal/portal/home.do](http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/home.do).

HUIBODRO, José Manuel, Libro de Tecnologías Avanzadas de Telecomunicaciones, Thomson Editores Spain.

Multimedia Tutorial of SDH Principles, SDH Overview, SDH Definition. Disponible en [www.huawei.com](http://www.huawei.com).

PAVÓN Pablo; GARCÍA Joan. Artículo sobre Tecnologías de conmutación en las redes de transporte WDM: claves para la implantación de la Conmutación Óptica de Paquetes. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1025380>.

IGLESIAS, J. L. Resumen sobre Evolución de los servicios y las redes de transporte de las operadoras. Disponible en <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/66-67/ponencia5.pdf>.

Manual Jerarquía Digital Sincrónica (SDH). Disponible en [http://www.solomanuales.org/manuales\\_sdh-manuall214277.htm](http://www.solomanuales.org/manuales_sdh-manuall214277.htm).

Manual Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy (SDH), ITU-T Rec. G.707/Y.1322.

CHOMYCZ, Bob. Libro Instalaciones de Fibra Óptica. Cuarta Edición. McGraw-Hill 2004.

JIMÉNEZ Soledad. Folleto de Comunicaciones Ópticas.

WERNER, Habisreitinger. Manual de la nueva Generación de SDH, Tecnologías y Aplicaciones. Disponible en [www.jdsu.com](http://www.jdsu.com).

Manual Testing Next Generation Networks - Setting up GFP, © Trend Communications. Disponible en [www.trendcomms.com](http://www.trendcomms.com).

CABALLERO, José. Libro SDH/SONET Next Generation, Trend Communications. Disponible en [www.trendcomms.com](http://www.trendcomms.com).

GONZÁLEZ Alejandro. Principio de la red tradicional de alta capacidad. Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso-redes-protocolos-estandares-2/principio-red-tradicional-alta-capacidad>.

TAMAYO Raúl. Modo de Transferencia Asíncrona. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode](http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode).

Principales redes ópticas. Disponible en <http://redesopticas.reuna.cl/proyecto/docs/AvPr2703.PDF>.

CASTOR, R. Manual de Nokia Siemens Networks, Technology SDH Basic T62500. Manual, Nokia Siemens Networks, Technology Fiber Optic cables, Basic and Planning T67304.

RAMÓN Jesús. Monografía sobre La tecnología líder del transporte óptico: SDH Disponible en [http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh\\_parte2.php](http://www.ramonmillan.com/tutoriales/sdh_parte2.php).

Manual Surpass hiT 7070. Disponible en la página SIEMENS, [http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient\\_Andina/templates/PortalRender.aspx?channel=248](http://www.siemens.com.co/SiemensDotNetClient_Andina/templates/PortalRender.aspx?channel=248).

Manual SMA 16. Disponible en <http://www.siemens.com.mx/ic/en/Transxpress.htm#SMA16>.

Manual Equipo Huawei OSN 3500. Disponible en <http://www.huawei.com/es/catalog.do?id=157>.

MARCONI. Libro de Introduction to the Synchronous Digital Hierarchy, SDH Basics, AN00091831.

Manual, SURPASS hiT70XX Series, A New Generation of Networking, © Siemens AG.

SÁNCHEZ Eduardo, Resumen, Principales Equipos SDH y DWDM. Disponible en <http://www.eng.sis-group.com/products/optical-networks/sdhsquipment/sma16-4/>

Manual, Programa: TNMS Client (Telecommunication Networks Management Systems), © Siemens AG.

GARCÍA Juan, Resumen sobre Telecomunicaciones a través de la fibra óptica. Disponible en <http://www.jgrbish@hotmail.com>, consulta el 1 de julio de 2010

Resumen, Tecnología DWDM, compatibilidad con los equipos hit 7070. Disponible en [http://www.siemens.ie/carrier/topics/dwdm/surpass\\_7070.htm](http://www.siemens.ie/carrier/topics/dwdm/surpass_7070.htm), consultado el 10 de julio de 2010

Resumen, Estructura de la trama STM1. Disponible en [http://www.sincompromisos.com/Documentos/PDHSDH/Estructura\\_de\\_trama\\_STM1.pdf](http://www.sincompromisos.com/Documentos/PDHSDH/Estructura_de_trama_STM1.pdf)



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

Anexos

## Anexo I

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.652**  
(04/97)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y  
REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión – Cables de fibra óptica

---

**Características de un cable de fibra óptica monomodo**

Recomendación UIT-T G.652

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

## **RECOMENDACIÓN UIT-T G.652**

### **CARACTERÍSTICAS DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO**

#### **PROPIEDAD INTELECTUAL**

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la Presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido/no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

UIT 1997

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## RECOMENDACIÓN G.652

### CARACTERÍSTICAS DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

#### 1 Alcance

Esta Recomendación describe una fibra monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 nm, optimizada para uso en la región de longitud de onda de 1310 nm, y que puede utilizarse también a longitudes de onda en la región de 1550 nm (en las que la fibra no está optimizada).

Esta fibra puede utilizarse para transmisión analógica y digital.

Las características geométricas, ópticas y de transmisión de esta fibra, se describen más adelante, así como los métodos de prueba aplicables.

El significado de los términos empleados en esta Recomendación y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en la Recomendación G.650.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T G.650 (1997), Definición y métodos de prueba de los parámetros pertinentes de las fibras monomodo.
- Recomendación UIT-T G.653 (1997), Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada.

- Recomendación UIT-T G.654 (1997), Características de los cables de fibra óptica monomodo con corte desplazado.
- Recomendación UIT-T G.655 (1996), Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada no nula.
- Recomendación UIT-T G.663 (1996), Aspectos relacionados con la aplicación de los dispositivos y subsistemas de amplificadores de fibra óptica.
- Recomendación UIT-T G.681 (1996), Características funcionales de los sistemas de línea intercentrales y de larga distancia que utilizan amplificadores ópticos, incluida la multiplexión óptica.
- Recomendación UIT-T G.955 (1996), Sistemas de línea digital basados en las jerarquías de 1544 kbit/s y 2048 kbit/s en cables de fibra óptica.
- Recomendación UIT-T G.957 (1995), Interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona.
- CEI Publication 793-2, Part 2 (1992), Optical fibres – Part 2: Product specifications.

### 3 Terminología

Para los fines de esta Recomendación, se aplican las definiciones contenidas en la Recomendación G.650.

### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

GPa Gigapascales

SDH Jerarquía digital síncrona (*synchronous digital hierarchy*)

WDM Multiplexión por división de longitud de onda (*wavelength division multiplexing*)

#### 4 Características de la fibra

En esta cláusula sólo se recomiendan las características de la fibra que proporcionan una mínima estructura de diseño esencial para la fabricación de fibras. De éstas, la longitud de onda de corte de la fibra cableada puede verse apreciablemente afectada por la fabricación o la instalación del cable. Además, las características recomendadas se aplicarán igualmente a las fibras individuales, a las fibras incorporadas en un cable enrollado en un tambor, y a las fibras en cables instalados.

Esta Recomendación se aplica a las fibras que tienen un campo modal nominalmente circular.

##### 5.1 Diámetro del campo modal

El valor nominal del diámetro del campo modal a 1310 nm estará en la gama de 8,6 a 9,5  $\mu\text{m}$ . La desviación del diámetro del campo modal no deberá exceder de  $\pm 10\%$  de su valor nominal.

NOTA 1 – El valor de 10  $\mu\text{m}$  se emplea corrientemente para diseños de revestimientos adaptados, y el valor de 9  $\mu\text{m}$  para diseños de revestimientos con depresión. Sin embargo, la elección de un valor concreto de la gama indicada no depende necesariamente del diseño de fibra utilizado.

NOTA 2 – Debe señalarse que el comportamiento de la fibra necesario para una determinada aplicación depende más de los parámetros esenciales de la propia fibra y del sistema, es decir, del diámetro del campo modal, de la longitud de onda de corte, de la dispersión total, de la longitud de onda de trabajo del sistema y de la velocidad binaria/frecuencia de funcionamiento, que del diseño de la fibra.

NOTA 3 – De hecho, el valor medio del diámetro del campo modal puede diferir de los valores nominales indicados, a condición de que todas las fibras estén dentro de  $\pm 10\%$  del valor nominal especificado.

## 4.2 Diámetro del revestimiento

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125  $\mu\text{m}$ . La desviación del diámetro del revestimiento no debe exceder de  $\pm 2 \mu\text{m}$ .

Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas otras tolerancias.

## 4.3 Error de concentricidad del campo modal

El error de concentricidad recomendado para el campo modal a 1310 nm no debe exceder de 1  $\mu\text{m}$ .

NOTA 1 – Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas tolerancias de hasta 3 m.

NOTA 2 – El error de concentricidad del campo modal y el error de concentricidad del núcleo, representado por la iluminación transmitida utilizando longitudes de onda diferentes de 1310 nm (incluida la luz blanca), son equivalentes. En general, la desviación del centro del perfil del índice de refracción y el eje del revestimiento representa también el error de concentricidad del campo modal, pero si apareciese alguna diferencia entre el error de concentricidad del campo modal, medido de acuerdo con el método de prueba de referencia (RTM, *reference test method*), y el error de concentricidad del núcleo, el primero constituirá la referencia.

## 5.4 No circularidad

### 5.4.1 No circularidad del campo modal

En la práctica, la no circularidad del campo modal de las fibras que tienen campos modales nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y los empalmes no se vean afectados. En consecuencia, no se considera necesario recomendar un valor determinado de no circularidad del campo modal. En

general, no es necesario medir la no circularidad del campo modal con fines de aceptación.

#### 5.4.2 No circularidad del revestimiento

La no circularidad del revestimiento debe ser inferior al 2%. Para determinadas técnicas de empalme y ciertos requisitos de pérdida en los empalmes, pueden ser apropiadas otras tolerancias.

#### 5.5 Longitud de onda de corte

Pueden distinguirse tres tipos útiles de longitudes de onda de corte:

- a) longitud de onda de corte de cable,  $\lambda_{cc}$ ;
- b) longitud de onda de corte de la fibra,  $\lambda_c$ ;
- c) longitud de onda de corte del cable puente,  $\lambda_{cj}$ .

La correlación de los valores medidos de  $\lambda_c$ ,  $\lambda_{cc}$  y  $\lambda_{cj}$  depende del diseño específico de la fibra y del cable, así como de las condiciones de prueba. Aunque en general  $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$  no puede establecerse fácilmente una relación cuantitativa. Es de suma importancia garantizar la transmisión monomodo en el largo mínimo de cable entre empalmes a la longitud de onda de funcionamiento mínima del sistema. Esto puede conseguirse recomendando que la máxima longitud de onda de corte  $\lambda_{cc}$  de una fibra monomodo cableada sea 1260 ó 1270 nm.

NOTA 1 – Debe asegurarse un margen de longitud de onda suficiente entre la mínima longitud de onda de trabajo admisible del sistema  $\lambda_s$  y la máxima longitud de onda de corte admisible del cable  $\lambda_{cc}$ .

NOTA 2 – Para evitar los efectos del ruido modal y asegurar la transmisión monomodo en cables de longitud inferior a 2 m (por ejemplo, rabillos de fibra, cables puente cortos), la máxima  $\lambda_c$  de las fibras a utilizar no debe ser superior a 1250 nm cuando se mide en las condiciones del RTM pertinente de la Recomendación G.650.

NOTA 3 – Para evitar los efectos del ruido modal y asegurar la transmisión monomodo en cables de longitudes comprendidas entre 2 m y 20 m (por ejemplo, rabillos de fibras, cables puente cortos), la máxima  $\lambda_{cj}$  no debe ser mayor que 1260 ó 1270 nm.

Como la especificación de la longitud de onda de corte del cable,  $\lambda_{cc}$ , es una forma más directa de asegurar el funcionamiento del cable monomodo, se prefiere especificar ésta a especificar la longitud de onda de corte de la fibra,  $\lambda_c$ . Sin embargo, cuando las circunstancias no permiten la pronta especificación de  $\lambda_{cc}$ , (por ejemplo, en cables monofibra tales como rabillos, puentes o cables a instalar en una manera bastante diferente a la del RTM de  $\lambda_{cc}$ ), resulta adecuada la especificación de un límite superior de  $\lambda_c$  o  $\lambda_{cj}$ .

Cuando el usuario especifica  $\lambda_{cc}$  como en a), debe entenderse que  $\lambda_c$  puede ser superior a 1260 ó 1270 nm. Además,  $\lambda_c$  puede ser mayor que la mínima longitud de onda de trabajo del sistema, basándose en los efectos de fabricación e instalación del cable para obtener valores de  $\lambda_{cc}$  por debajo de la mínima longitud de onda de trabajo del sistema para el largo de cable más pequeño entre dos uniones. Suele ser corriente emplear una prueba de calificación para asegurar que el diseño del cable cumpla la especificación de  $\lambda_{cc}$  requerida.

#### 5.6 Característica de pérdida por flexión a 1 550 nm

A fin de asegurar un funcionamiento con bajas pérdidas de las fibras instaladas optimizadas a 1310 nm en la región de longitudes de onda de 1550 nm, el incremento de la pérdida para 100 vueltas de fibra holgadamente enrollada con un radio de 37,5 mm y medida a 1550 nm será inferior a 1,0 dB.

Para aplicaciones SDH y WDM, la fibra puede utilizarse a longitudes de onda superiores a 1550 nm. Se aplicará la pérdida máxima de 1,0 dB a la longitud de onda máxima de uso previsto (que sería  $\leq 1580$  nm). La pérdida a la longitud de onda máxima puede proyectarse a partir de una medición de pérdida a 1550 nm, utilizando sea modelación de pérdida espectral o una base de datos estadísticos para ese diseño de fibra determinado. Otra posibilidad sería efectuar una prueba de calificación a la longitud de onda más grande.

NOTA 1 – Una prueba de aptitud puede ser suficiente para comprobar que se cumple este requisito.

NOTA 2 – El valor indicado más arriba de 100 vueltas corresponde al número aproximado de vueltas aplicadas en todos los casos de empalmes de un tramo de repetición típico. El radio de 37,5 mm es equivalente al radio mínimo de curvatura generalmente aceptado en el montaje a largo plazo de fibras en las instalaciones de los sistemas reales, para evitar fallos por fatiga estática.

NOTA 3 – Se sugiere que si por razones de orden práctico se elige para la implementación de esta prueba un número de vueltas menor que 100, nunca se empleen menos de 40 vueltas, y se utilice un incremento de la pérdida proporcionalmente menor.

NOTA 4 – Se sugiere que si se ha previsto efectuar flexiones con radios de curvatura menores de 37,5 mm (por ejemplo,  $R = \square 30$  mm) en los casos de empalme, o en cualquier otro lugar del sistema, el mismo valor de pérdida de 1,0 dB se aplique a 100 vueltas de fibra montadas con este radio menor.

NOTA 5 – La recomendación sobre la pérdida por flexión a 1550 nm se refiere al montaje de las fibras en las instalaciones reales de sistemas de fibras monomodo. La influencia de los radios de curvatura relacionados con el trenzado de fibras monomodo

cableadas, sobre la característica de pérdida, se incluye en la especificación de pérdida de la fibra cableada.

NOTA 6 – Cuando se requieran pruebas de rutina para facilitar la medición de la sensibilidad a la flexión a una longitud de onda de 1550 nm, en lugar de 100 vueltas puede utilizarse un bucle de pequeño diámetro de una o varias vueltas. En este caso, el diámetro del bucle, el número de vueltas y la máxima pérdida admisible por flexión para la prueba con el bucle de una sola vuelta, o de varias vueltas, debe elegirse de modo que corresponda con la recomendación sobre la pérdida de 1,0 dB para la prueba con 100 vueltas dispuestas con un radio de 37,5 mm.

## 5.7 Propiedades materiales de la fibra

### 5.7.1 Materiales de la fibra

Deben indicarse las sustancias que intervienen en la composición de las fibras.

NOTA – Debe procederse con cuidado al empalmar por fusión fibras de diferentes sustancias. Resultados provisionales de pruebas realizadas indican que pueden obtenerse características adecuadas de pérdida en los empalmes y de resistencia mecánica adecuadas cuando se empalman fibras diferentes de alto contenido de sílice.

### 5.7.2 Materiales protectores

Deben indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario de la fibra, y la mejor manera de retirarlo (si es necesario). En el caso de una fibra con una sola envoltura, se darán indicaciones similares.

### 5.7.3 Nivel de prueba mecánica de recepción

La tensión de prueba especificada  $\sigma_p$ , será por lo menos de 0,35 GPa, que corresponde a una deformación de prueba de aproximadamente 0,5%. A menudo se especifica una tensión de prueba de 0,69 GPa.

NOTA – Las definiciones de los parámetros mecánicos figuran en 1.2/G.650 y 2.6/G.650.

#### 5.8 Perfil del índice de refracción

Generalmente no es necesario conocer el perfil del índice de refracción de la fibra; si se desea medirlo, puede utilizarse el método de prueba de referencia de la Recomendación G.651.

### 6 Especificaciones de los largos de fabricación

Como las características geométricas y ópticas de las fibras indicadas en la cláusula 5 son apenas afectadas por el proceso de cableado, la presente cláusula formulará recomendaciones pertinentes sobre todo a las características de transmisión de los largos de fabricación cableados.

Las condiciones ambientales y de prueba son de gran importancia, y se describen en las directrices sobre métodos de prueba.

#### 6.1 Coeficiente de atenuación

Los cables de fibra óptica tratados en esta Recomendación tienen, generalmente, coeficientes de atenuación inferiores a 0,5 dB/km en la región de longitudes de onda de 1310 nm e inferiores a 0,4 dB en la de 1550 nm.

NOTA 1 – Los valores más bajos dependen del proceso de fabricación, de la composición y el diseño de la fibra, y del diseño del cable. Se han obtenido valores comprendidos entre 0,3 y 0,4 dB/km en la región de 1310 nm y entre 0,17 y 0,25 dB/km en la de 1550 nm.

NOTA 2 – El coeficiente de atenuación puede calcularse para una gama de longitudes de onda, sobre la base de mediciones realizadas en unas pocas (3 a 5) longitudes de onda

del predictor. Este procedimiento se describe en el apéndice I, y se da un ejemplo en el apéndice II.

## 7.1 Atenuación

La atenuación  $A$  de una sección elemental de cable viene dada por:

$$A = \sum_{n=1}^m \alpha_n \cdot L_n + \alpha_s \cdot \chi + \alpha_c \cdot y$$

Donde:

$n$  = coeficiente de atenuación de la  $n$ -ésima fibra de la sección elemental de cable,

$L_n$  = longitud de la  $n$ -ésima fibra,

$m$  = número total de fibras concatenadas de la sección elemental de cable,

$s$  = pérdida media por empalme,

$\chi$  = Número de empalmes de la sección elemental de cable,

$c$  = pérdida media de los conectores de línea,

$y$  = número de conectores de línea de la sección elemental de cable (si se aplican).

Debe preverse un margen adecuado para futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes suplementarios, largos de cable suplementarios, efectos de envejecimiento, variaciones de temperatura, etc.).

La expresión anterior no incluye la pérdida de los conectores de equipo.

Como pérdida de los empalmes y conector se utiliza la pérdida media. El presupuesto de atenuación utilizado en el diseño de un sistema real debe tener en cuenta las variaciones estadísticas de esos parámetros.

## **Anexo II**

### **FIBRA ÓPTICA OPGW**

Uno de los avances más significativos que ha revolucionado los sistemas de telecomunicaciones, es la fibra óptica, se emplea por su gran ancho de banda y alcance, así como su casi total inmunidad al ruido, a la interferencia electromagnética y su atenuación casi nula.

La fibra óptica se usó inicialmente en las plataformas principales de las redes de Telecomunicaciones, hoy en día se está instalando rápidamente en los backbones, redes de telefonía, de televisión, redes WAN y ya está llegando al abonado.

Este cable está diseñado para extenderse hasta 10 Km., reemplazando al cable de guarda existente en la red de transmisión eléctrica, permitiendo un doble uso real aprovechando, mejor los recursos de la torre de transmisión eléctrica.

La fibra óptica especializada de propósito dual está constituida por un núcleo de aluminio flexible , dentro del mismo se concentran los tubos buffer, que permiten a la fibra óptica , distribuirse entre ellos en número de 6,12,16,24 o 48 fibras.

La fibra óptica cumple sobradamente con los requerimientos CCITT, G652, para fibra de monomodo y con G655de dispersión desplazada.

Individualmente las fibras ópticas son protegidas por una cubierta de plástico que protege los daños físicos, ambientales y por efecto de manipulación de la misma.

El núcleo de fibras ópticas se aloja en el interior de un tubo de aluminio revestido que proporciona tanto protección mecánica al núcleo óptico como estanqueidad frente a la humedad o penetración de agua. Este tubo de aluminio proporciona a su vez alta conductividad eléctrica necesaria para la disipación de las descargas atmosféricas o cortocircuitos accidentales.



**Cable óptico OPGW conformado por el núcleo óptico y la protección metálica**

## **TIPOS DE TENDIDO**

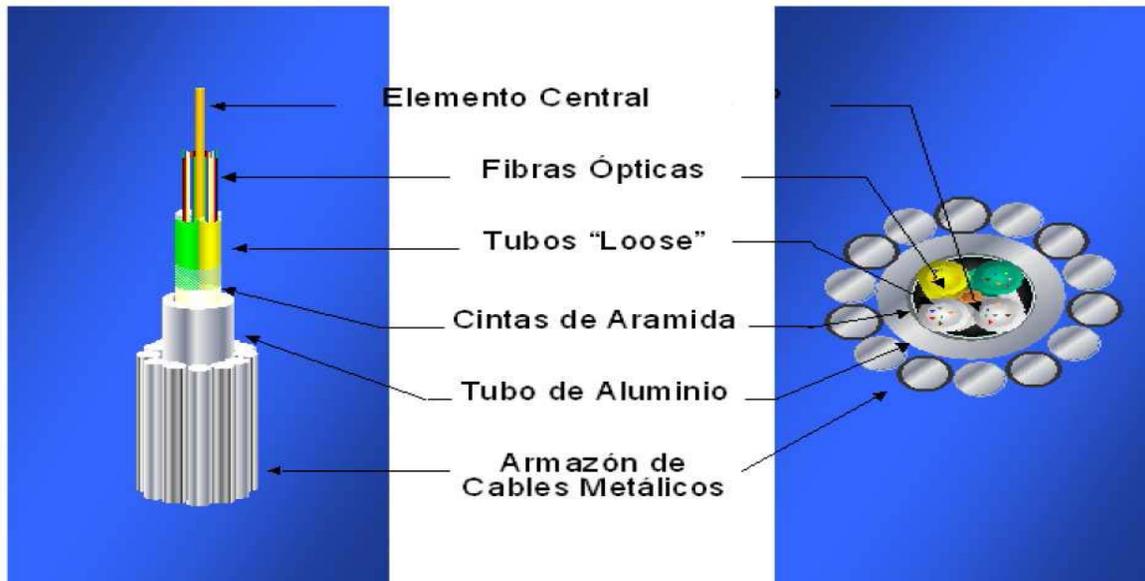
### **Tendidos Aéreos**

En este tipo de tendidos se hacen necesarios la inclusión de elementos mecánicos de refuerzo, que permitan al cable ser más resistente a vientos laterales, esto se logra a través de cable autoportado. Para tendidos aéreos se pueden utilizar las redes de transmisión de energía eléctrica, uniendo el cable de fibra al de tierra ya instalado, o utilizando cables en los cuales vienen ya integrados cables de tierras con fibra.

### **Cable Óptico OPGW (Optical Ground Wire)**

El cable óptico OPGW se utiliza para sustituir el cable de guarda (tierra) existente en un sistema en un sistema de transmisión de energía eléctrica (instalación aérea), el cable puede tener alcances de 10 hasta 18 Km, y vienen en bobinas de hasta 12 Km. Este cable óptico cumple 2 funciones:

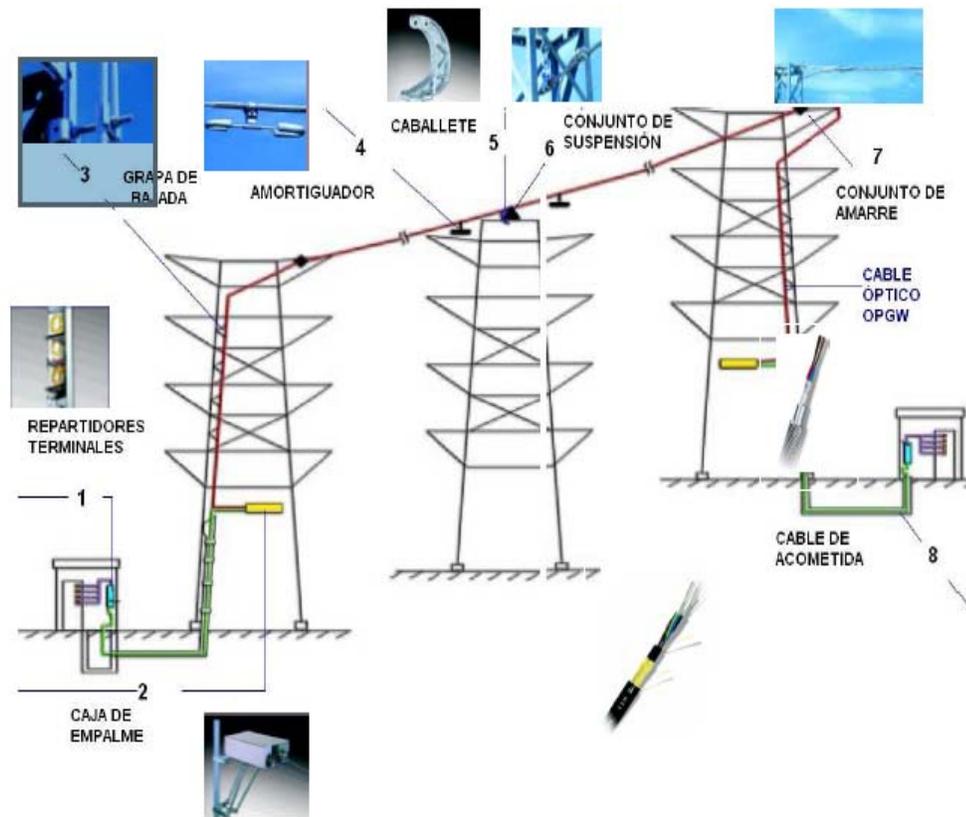
1. Transporte de 6, 12, 24 ó 48 hilos de fibra dentro de una estructura formada por conductores metálicos, el tipo de fibra dentro de esta estructura es: Fibra Óptica Monomodo de Dispersión Desplazada no nula (NZDSF, Non Zero Dispersion Shifted Fiber, ITU-T G.655.E1). El cable óptico es de estructura holgada, el miembro central de refuerzo y los tubos de fibra son de acero, uno o más conductores de aluminio son envueltos alrededor del miembro central para obtener una correcta conductividad en el cable OPGW.



**Estructura del cable óptico OPGW.**

2. Cable de guarda para la protección de las líneas de transmisión eléctrica contra descargas atmosféricas y corto circuitos (conexión a tierra). En la figura 2.31 se muestra un sistema de cableado aéreo utilizando el cable óptico OPGW, en líneas de alta tensión (230 Kv, 138 Kv y 69 Kv).

La instalación del cable óptico OPGW, reduce los inconvenientes producidos por otro tipo de instalaciones, por ejemplo las ventajas respecto a la instalación subterránea y subacuática de fibra óptica son: menor tiempo de instalación, mayor resistencia física a roturas, protección de las acciones cotidianas (construcción de carreteras, huelgas, etc.), facilidad de mantenimiento porque se puede realizar una inspección visual.



**Elementos principales para la instalación aérea utilizando el cable óptico OPGW.**

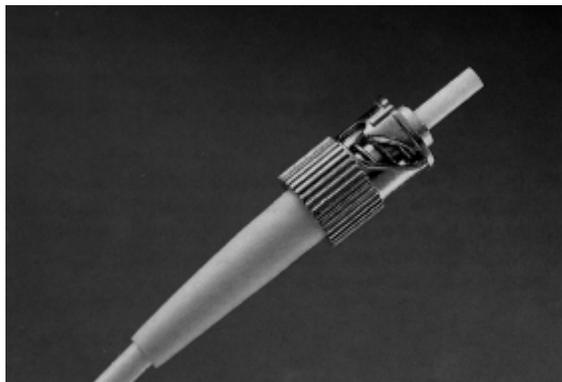
## Anexo III

### CONECTORES Y ADAPTADORES DE FIBRA ÓPTICA

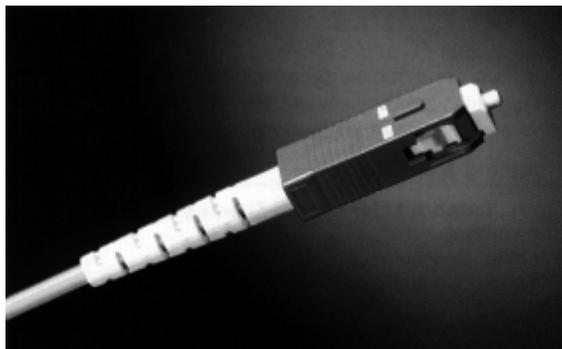
Los más frecuentes se relacionan en la tabla siguiente:

Conectores	Acoplamiento	Tipo de fibra óptica	Pérdidas Conectores
ST	Bayoneta	SM y MM	0.30 SM – 0.40 MM
SMA	Rosca	MM	0.60 MM
FC/PC	Guía+Rosca	SM Y MM	0.20 SM – 0.15 MM
SC	Push-Pull	SM y MM	0.20 SM – 0.15 MM

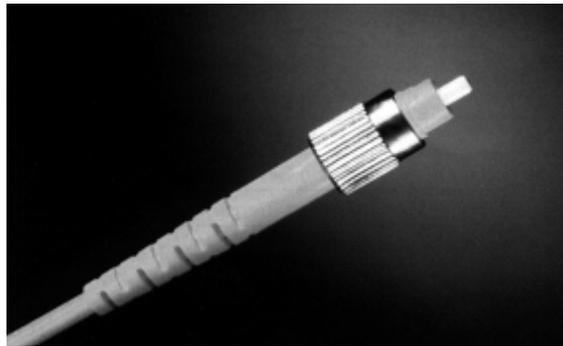
**Conectores de F.O. tipos:**



**ST**



**SC**



**FC**

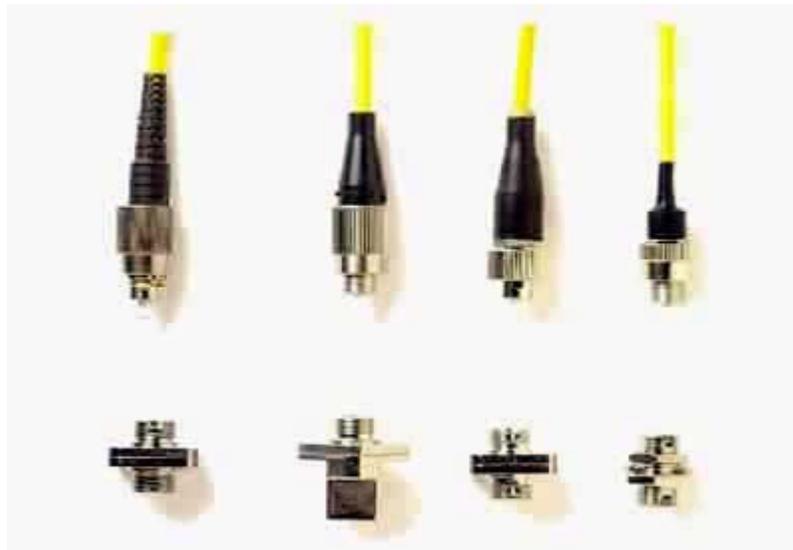


**DIN**



**SMA**

**Conectores FC-PC con pulidos SPC y UPC**



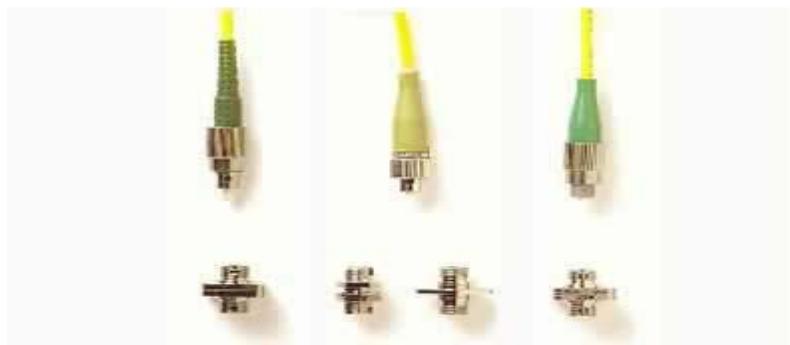
## Características Genéricas

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno SPC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$
Pérd. de Retorno UPC	Típica: $\geq 55\text{dB}$ Mínima: $> 50\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^{\circ}\text{C}$ a $+70^{\circ}\text{C}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}\text{C}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima
Normativa	FC: IEC 874-7 CECC 86 115-801

## Aplicaciones Usuales

- Redes de Telecomunicaciones
- Terminación Componentes Pasivos y Activos
- Redes de Comunicación de Datos
- Instrumentación de Planta/Laboratorio
- Redes de Area Local y Procesamiento de Datos
- Industriales, Medicina, etc.

## Conectores FC con pulidos APC



## Características Genéricas

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno APC	Típica: $\geq 65\text{dB}$ Mínima: $> 60\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Forma de Pulido	Convexo-angular con ángulo de $(8\pm 0.2^\circ)$
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^\circ\text{C}$ a $+70^\circ\text{C}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^\circ\text{C}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima

## Aplicaciones Usuales

- Redes de Telecomunicaciones
- Terminación Componentes
- Redes de Comunicación Pasivos y Activos
- Instrumentación de Laboratorio
- Sensores

## Conectores SC con pulidos SPC y UPC



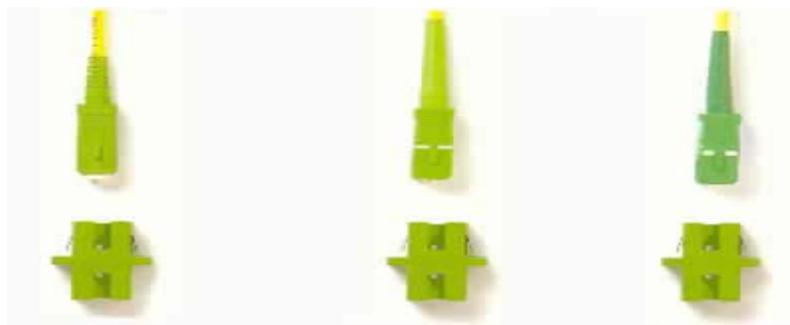
## Características Generales

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno SPC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$
Pérd. de Retorno UPC	Típica: $\geq 55\text{dB}$ Mínima: $> 50\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^{\circ}\text{C}$ a $+70^{\circ}\text{C}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}\text{C}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima
Normativa	SC: NTT-SC CECC 86260

### Aplicaciones Usuales:

- Redes de Telecomunicaciones
- Terminación Componentes Pasivos y Activos
- Redes de Comunicación de Datos
- Industriales, Medicina, etc.
- Instrumentación de Laboratorio
- Redes de Área Local y Procesamiento de Datos

### Conectores SC con pulidos APC



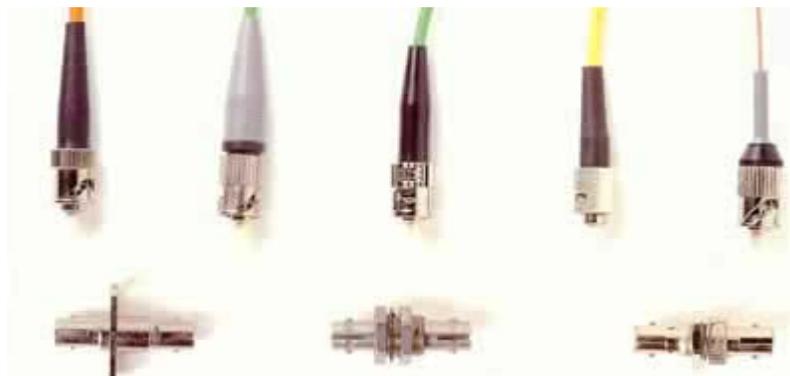
## Características Generales

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno APC	Típica: $\geq 65\text{dB}$ Mínima: $> 60\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Forma de Pulido	Convexo-angular con ángulo de $(8\pm 0.2^\circ)$
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^\circ\text{C}$ a $+70^\circ\text{C}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^\circ\text{C}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción cable 1,6mm: $\leq 0.20\text{dB}$ para 40N mínima Tracción cable 2,0mm: $\leq 0.20\text{dB}$ para 80N mínima
Normativa	Son compatibles con conectores SC de pulido
	APC de diseños NTT (CECC86000)

## Aplicaciones Usuales

- Redes de Telecomunicaciones
- Terminación Componentes Pasivos y Activos específicos
- Redes de Comunicación de Datos y CATV
- Sensores
- Instrumentación de Laboratorio

## Conectores ST con pulidos PC y SPC



Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.30\text{dB}$ Máxima: $< 0.70\text{dB}$
Pérd. de Retorno PC	Típica: $\geq 40\text{dB}$ Mínima: $> 30$
Pérd. de Retorno SPC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^{\circ}\text{C}$ a $+70^{\circ}\text{C}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}\text{C}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.20\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima
Normativa	IEC 874-10 CECC BFOC/2.5

### Aplicaciones Usuales

- Redes de Telecomunicaciones
- Terminación Componentes Pasivos y Activos específicos
- Redes de Comunicación de Datos y CATV
- Sensores
- Instrumentación de Laboratorio

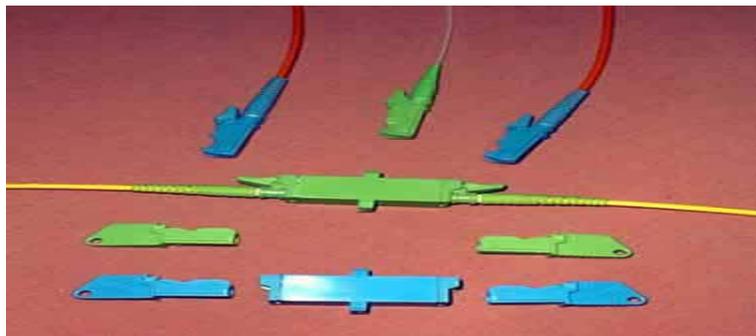
### Conectores LC con pulidos SPC y UPC



## Características Generales

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno SPC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$
Pérd. de Retorno UPC	Típica: $\geq 55\text{dB}$ Mínima: $> 50\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^{\circ}\text{#}+70^{\circ}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima
Normativa	GR326 IEC874

## Conectores E2000 con pulidos PC y APC



Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.40\text{dB}$
Pérd. de Retorno PC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $>40\text{dB}$
Pérd. de Retorno APC	Típica: $\geq 70\text{dB}$ Mínima: $> 60\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Forma de Pulido	Convexo-angular con ángulo de $(8\pm 0.2^{\circ})$ para APC
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de $-20^{\circ}\text{#}+70^{\circ}$
Estabilidad Calor Húmedo*	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}$ y 95% de H.R.
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$ Tracción*: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima
Normativa	IEC/EN 61300

