



# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA  
COLECTIVIDAD**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN REDES DE INFORMACIÓN Y CONECTIVIDAD  
MRIC-I**

**TESIS DE GRADO**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED SEGURA CONVERGENTE DE ALTO  
RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ QUITO DE LA  
SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS**

**ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**

**Sangolquí, 2011**

---

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**

### **DECLARO QUE:**

La tesis de grado “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED SEGURA CONVERGENTE DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ QUITO DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS”, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas de información que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Junio del 2011

**ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**

---

---

## **AUTORIZACIÓN**

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del grado de magister de la Escuela Politécnica del Ejército, autorizo a la biblioteca de la ESPE para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura según las normas de la institución.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones internas de la ESPE, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la ESPE la publicación de esta tesis, o de parte de ella, por una sola vez dentro de los treinta meses después de su aprobación.

Sangolquí, Junio del 2011

**ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**

---

---

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación del trabajo “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED SEGURA CONVERGENTE DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ QUITO DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS”, en la biblioteca virtual de la Institución cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Junio del 2011

**ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**

---



---

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la presente tesis fue realizada en su totalidad por el señor **ANGEL HOMERO CHINCHERO VILLACÍS**, como requisito previo a la obtención del título de **MAGISTER EN REDES DE INFORMACIÓN Y CONECTIVIDAD**.

---

**ING. MSC. VERÓNICA ORELLANA**  
**DIRECTORA DE LA TESIS**

---

---

## **DEDICATORIA**

A mis hijos **Santiago Alejandro** y **Nadia Alejandra**.

A mi esposa **Ximena**.

A todos los niños y jóvenes que padecen cáncer.

**ANGEL CHINCHERO**

---

---

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Ing. Verónica Orellana por su incondicional dedicación y guía, al ingeniero Ramiro Ríos por el tiempo dedicado a la revisión, y a la Superintendencia de Bancos y Seguros que permitió la realización del presente proyecto.

**ANGEL CHINCERO**

---

---

## **RESUMEN**

El proyecto establece un modelo de guía matemático para el diseño de una red LAN segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, confiable, altamente disponible y tolerante a fallas, para la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, utilizando las nuevas tecnologías existentes, que incluyen funciones de administración y control de tráfico multi-capa a nivel de dispositivos y/o usuarios de red. Se parte del análisis de riesgos de la infraestructura, para determinar de manera matemática la necesidad de cambio de la plataforma de comunicaciones, para luego hacer el estudio de las posibles alternativas técnicas, se diseña la alternativa seleccionada y se realiza el análisis económico.

### **PALABRAS CLAVE**

Riesgos, Vulnerabilidad, Disponibilidad, Auto-Defendible, Seguridad, Switch de Acceso, Switch de Núcleo, NAC, ROI.

---

---

## PRÓLOGO

El presente proyecto establece un modelo de guía para el diseño de una red LAN segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, confiable, altamente disponible y tolerante a fallas, para la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros. Para ello, se utilizan nuevas tecnologías existentes, que incluyen funciones de administración y control de tráfico multi-capa sobre cada uno de los dispositivos y/o usuarios de la red de datos, permitiendo la generación de políticas de control de acceso a la red para ser aplicadas directamente en los puertos de los Switches en los cuales se conectan los dispositivos y/o usuarios de red. Al emplear esta metodología se mejoran los niveles de seguridad informática institucional realizando un control a nivel de dispositivo y/o usuario de red. La red diseñada permite la integración de las aplicaciones de voz, video y datos a través de métodos de análisis y clasificación de tráfico y estará preparada para la implementación de nuevos servicios y aplicaciones que se incorporen en el futuro.

El diseño busca implementar ambientes de Virtualización de Switches, a través de la implementación de Switches de Núcleo interconectados entre sí, utilizando un esquema redundante, en modo de operación activo-activo. La virtualización también se incluye en los Switches de Acceso, agrupando y conectado equipos en pila para que funcionen como unidades lógicas.

Todos los análisis cuantitativos y diseños realizados en el proyecto están fundamentados técnicamente y todos sus cálculos son realizados utilizando herramientas matemáticas desarrolladas por el maestrante en Excel 2007.

Este proyecto puede ser utilizado como base de diseño para otras instituciones de Gobierno que requieran implementar o cambiar su infraestructura de red, en función de los

---

---

beneficios sociales que se entregan, y al mismo tiempo disponer de una red convergente, segura y con elevados índices de disponibilidad y confiabilidad.

En el capítulo 2, se realiza el análisis teórico de las nuevas tecnologías existentes para la implementación de las redes de área local auto-defendibles de alto rendimiento. Se describen las características principales de los equipos activos de conmutación para la red LAN. Además, se incluye un análisis de los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos. Incluyendo un estudio de las nuevas tecnologías de fibra óptica para enlaces de alta velocidad.

En el capítulo 3 se realiza el levantamiento de la información de la infraestructura de red existente, y a partir de éste se realizan los análisis cuantitativos de los riesgos y se establecen los requerimientos de puertos de red y capacidades de los dispositivos de conmutación, seguridad y administración.

En el capítulo 4, se calculan los niveles de riesgo de la infraestructura tecnológica, el nivel de disponibilidad y el nivel riesgo de las seguridades informáticas, para determinar de manera matemática la necesidad de cambio de la plataforma de comunicaciones. Los cálculos se realizan utilizando la información de la infraestructura levantada, los reportes de actividad de los equipos de comunicaciones extraídos de las herramientas de monitoreo, los reportes de las herramientas de análisis de seguridades y los reportes de los equipos de seguridad periférica.

En el capítulo 5, se realiza el diseño de la red auto-defendible, analizando las posibles alternativas técnicas y económicas que se acoplen a las necesidades de la Institución, para luego proceder a realizar la ingeniería en detalle de la alternativa seleccionada. Para todos los análisis y cálculos se utilizan herramientas matemáticas desarrolladas en el presente trabajo y que permiten fundamentar los resultados obtenidos en cuanto a los dimensionamientos y capacidades de los equipos, funciones y accesorios. Se elaboran las posibles especificaciones técnicas para la nueva infraestructura de red local diseñada

Finalmente, en el capítulo 6 se realiza un análisis económico de la red diseñada, con el fin de determinar el valor de producción de la red de datos, la rentabilidad y el período de

---

---

retorno de la inversión, utilizando herramientas matemáticas desarrolladas para el efecto en el presente trabajo.

Se incluyen anexos y la bibliografía, que complementan técnicamente los análisis y diseños realizados.

---

---

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 Objetivo General .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos .....	6
1.4 HIPÓTESIS .....	7
1.5 VARIABLES E INDICADORES .....	8
1.5.1 Variables e Indicadores para una Red Auto-Defendible .....	8
1.5.2 Variables e Indicadores para una Red de Alto Rendimiento .....	9
1.5.3 Variables e Indicadores para una Red Auto-Defendible de Alto Rendimiento .....	11
1.5.4 Variables e Indicadores para una Red Confiable .....	12
1.5.5 Variables e Indicadores para una Red Disponible .....	13
1.5.6 Variables e Indicadores para una Red Tolerante a Fallos .....	14
1.5.7 Variables e Indicadores para la Evaluación de la Infraestructura Tecnológica Actual .....	15
1.5.8 Variables e Indicadores para el Diseño de la Nueva Infraestructura Tecnológica ..	16
1.6 ALCANCE DEL PROYECTO .....	17
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	19
<b>ANÁLISIS TEÓRICO</b> .....	19
2.1 REDES CONVERGENTES, AUTO DEFENDIBLES DE ALTO RENDIMIENTO ...	19
2.1.1 Introducción .....	19
2.1.2 Arquitectura de las Redes Convergentes Auto Defendibles .....	21
2.1.2.1 Switches de Nivel de Núcleo .....	22
2.1.2.2 Switches de Nivel de Distribución .....	24
2.1.2.3 Switches de Nivel de Acceso .....	25
2.1.3 Sistemas de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos .....	26
2.1.3.1 <i>Componentes del Sistema de Control de Accesos a la Red</i> .....	29

---



---

2.1.3.2	<i>Funcionamiento del Sistema de Control de Accesos a la Red</i> .....	30
2.1.3.2.1	<i>Modo de operación en Línea del Servidor de Control de Acceso a la Red</i> ...	31
2.1.3.2.2	<i>Modo de operación Fuera de Línea del Servidor de Control De Acceso a la Red.</i> .....	32
2.1.3.3	<i>Proceso de Operación del Sistema de Control de Acceso a la Red</i> .....	34
2.1.3.4	<i>Configuraciones en los Switches de Datos para el Funcionamiento con los Sistemas de Control de Acceso a la Red</i> .....	39
2.1.4	<i>Ventajas de las Redes Convergentes, Auto Defendibles de Alto Rendimiento</i> .....	40
2.2	<b>NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ENLACES DE ALTA VELOCIDAD Y CAPACIDAD PARA REDES LOCALES</b> .....	40
2.2.1.	<b>Soluciones de Cableado Estructurado de Fibra Óptica para Backbones de 10 Gbps</b> .....	41
2.2.1.1.	<i>Características de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser</i> .....	42
2.2.1.2.	<i>Aplicaciones de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser</i> .....	44
2.2.1.3.	<i>Aplicaciones Futuras de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser</i> .....	45
<b>CAPÍTULO 3</b>	.....	47
<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS</b>	.....	47
3.1	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED LAN DE LA OFICINA MATRIZ DE QUITO.</b>	47
3.1.1	<b>Cableado Estructurado de la Red Lan de Quito</b> .....	47
3.1.1.1	<i>Cableado Estructurado de Fibra Óptica Vertical</i> .....	48
3.1.1.2	<i>Cableado Estructurado Horizontal UTP de Quito</i> .....	53
3.1.2	<b>Equipos Activos de la Red Lan de Quito</b> .....	54
3.1.3	<b>Limitaciones Actuales de la Red De Datos Local Lan de la Oficina Matriz de Quito</b> .....	58
3.2	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED EXTENDIDA WAN CON LAS OFICINAS REGIONALES</b> .....	59
3.3	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD INFORMÁTICA</b> ...	61
3.3.1	<b>Sistema de Seguridad Perimetral</b> .....	61
3.3.2	<b>Sistema de Detección y Prevención de Intrusos</b> .....	63
3.3.3	<b>Sistema de Filtrado de Correo Electrónico</b> .....	64
3.3.4	<b>Sistema de Filtrado de Contenido Web</b> .....	66
3.3.5	<b>Sistemas Antivirus</b> .....	66

---

---

3.4	RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS .....	67
<b>CAPITULO 4</b> .....		<b>70</b>
<b>ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL</b> .....		<b>70</b>
4.1	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL .....	70
4.2	ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS TECNOLÓGICOS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	79
4.3	ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD INFORMÁTICA DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL.....	86
4.3.1	Nivel de Riesgo por Vulnerabilidades Detectadas.....	86
4.3.1.1	<i>Nivel de Vulnerabilidad Promedio de Servidores</i> .....	87
4.3.1.2	<i>Nivel de Vulnerabilidad Promedio de las Estaciones de Trabajo</i> .....	90
4.3.1.3	<i>Nivel de Vulnerabilidad de los Equipos de Comunicaciones</i> .....	93
4.3.1.4	<i>Resumen del Nivel de Vulnerabilidades Detectadas</i> .....	95
4.3.2	Nivel de Protección Proporcionado por los Equipos de Seguridad .....	96
4.3.2.1	<i>Nivel de Protección Entregado por el Firewall Check Point</i> .....	97
4.3.2.2	<i>Nivel de Protección Entregado por el IPS Proventia G1200</i> .....	99
4.3.2.3	<i>Nivel de Protección Entregado por el Mail Filter</i> .....	100
4.3.2.4	<i>Nivel de Protección Entregado por Websense</i> .....	102
4.3.2.5	<i>Nivel de Protección Entregado por el Sistema Antivirus</i> .....	103
4.3.2.6	<i>Resumen del Nivel de Protección Entregado por los Equipos de Seguridad</i> .....	104
4.3.3	Nivel de Riesgo Real de la Seguridad Informática.....	105
4.4	ANÁLISIS DEL NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL .....	106
4.4.1	Nivel de Disponibilidad de los Equipos Activos de Red Lan.....	106
4.4.2	Nivel De Disponibilidad de los Subsistemas Adicionales de la Red De Datos.....	107
4.4.3	Nivel de Disponibilidad Total de la Red.....	108
4.5	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SWITCH DE NÚCLEO ACTUAL ENTERASYS MATRIX E7.....	111
4.6	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRÁFICO ACTUAL Y FUTURO POR CADA USUARIO .....	114
4.7	DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE CAMBIO DE PLATAFORMA DE RED LOCAL .....	115

---

---

<b>CAPITULO 5</b> .....	117
<b>DISEÑO DE LA RED LOCAL SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO</b> .....	117
5.1 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS	
TÉCNICAS PARA EL DISEÑO .....	118
5.1.1 Fórmulas de Cálculo de los Switches de Núcleo para las Alternativas Uno y Tres .....	120
5.1.2 Fórmulas de Cálculo de los Switches de Núcleo para las Alternativas Dos y Cuatro .....	122
5.1.3 Alternativa Uno, Instalación de Un Solo Switch de Núcleo Nuevo, con el Backbone a 1 Gbps .....	124
5.1.3.1 <i>Ventajas</i> .....	128
5.1.3.2 <i>Desventajas</i> .....	128
5.1.4 Alternativa Dos, Instalación de Dos Switches de Núcleo Nuevos, con Backbone a 1 Gbps, Conectados en Topología Redundante .....	129
5.1.4.1 <i>Ventajas</i> .....	132
5.1.4.2 <i>Desventajas</i> .....	133
5.1.5 Alternativa Tres, Instalación de Un Solo Switch de Núcleo Nuevo, con Backbone a 10 Gbps .....	134
5.1.5.1 <i>Ventajas</i> .....	137
5.1.5.2 <i>Desventajas</i> .....	137
5.1.6 Alternativa Cuatro, Instalación de Dos Switches de Núcleo Nuevos, con Backbone a 10 Gbps, Conectados en Topología Redundante .....	138
5.1.6.1 <i>Ventajas</i> .....	142
5.1.6.2 <i>Desventajas</i> .....	142
5.1.7 Resumen Comparativo de las Alternativas Técnicas.....	142
5.1.8 Selección de la Alternativa para el Diseño .....	144
5.2 DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO, PARA LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....	146
5.2.1 Dimensionamiento de los Switches de Acceso.....	147
5.2.1.1 <i>Cantidad de Usuarios Proyectados</i> .....	147
5.2.1.2 <i>Velocidad y Tipo de Puertos de Distribución para los Usuarios de los Switches de Acceso</i> .....	150
5.2.1.3 <i>Velocidad y Tipo de Puertos de Enlace para Conexión al Backbone</i> .....	151

---

---

5.2.1.3.1	<i>Método de la fórmula de distribución de Poisson</i> .....	151
5.2.1.3.2	<i>Método de las mejores prácticas de diseño de Cisco</i> .....	152
5.2.1.4	<i>Capacidad de Conmutación de los Switches de Acceso</i> .....	153
5.2.1.5	<i>Características Principales de los Switches de Acceso</i> .....	154
5.2.2	<i>Dimensionamiento de los Switches de Núcleo</i> .....	155
5.2.2.1	<i>Tipo de Topología o Esquema de Conexión de los Switches de Núcleo</i> .....	155
5.2.2.2	<i>Tipo de Procesamiento de los Switches de Núcleo</i> .....	155
5.2.2.3	<i>Cantidad y Tipo de Puertos para los Switches de Núcleo</i> .....	156
5.2.2.4	<i>Capacidad de Conmutación de los Switches de Núcleo</i> .....	157
5.2.2.5	<i>Cantidad y Tipo de Controladoras de Puertos de Red para cada Switch de Núcleo</i> .....	158
5.2.2.6	<i>Número de Slots para los Chasis de cada Switch de Núcleo</i> .....	159
5.2.2.7	<i>Características Principales de los Dos Switches de Núcleo</i> .....	160
5.2.3	<i>Distribución e Interconexión de los Switches</i> .....	161
5.2.3.1	<i>Distribución e Interconexión de los Equipos en la Primera Etapa</i> .....	162
5.2.3.2	<i>Distribución e Interconexión de los Equipos en la Segunda Etapa</i> .....	164
5.2.4	<i>Dimensionamiento de los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos</i> .....	167
5.2.5	<i>Determinación de la Necesidad de Instalación de Un Nuevo Cableado Estructurado Vertical de Fibra Óptica</i> .....	169
5.2.6	<i>Diseño del Cableado Estructurado Vertical de Fibra Óptica de 10 Gbps, para la Red Segura Convergente, Auto-Defendible, de Alto Rendimiento para la Oficina Matriz de Quito</i> .....	169
5.2.6.1	<i>Dimensionamiento del Ducto para el Tendido de las Fibras Ópticas</i> .....	170
5.2.6.1.1	<i>Tramo horizontal del ducto de fibra</i> .....	170
5.2.6.1.2	<i>Tramo vertical del ducto de fibra</i> .....	170
5.2.6.2	<i>Dimensionamiento del Cableado Estructurado de Fibra Óptica</i> .....	175
5.2.6.2.1	<i>Características de las fibras ópticas y accesorios</i> .....	175
5.2.6.2.2	<i>Distribución del cableado de fibra óptica</i> .....	176
5.2.6.2.3	<i>Cálculo del cableado estructurado de fibra óptica</i> .....	178
5.2.6.3	<i>Dimensionamiento de la Re-adequación del Cableado Estructurado UTP Horizontal en los Racks de Comunicaciones Nuevos</i> .....	180
5.2.6.4	<i>Dimensionamiento de los Racks de Comunicaciones para los Pisos</i> .....	181
5.2.6.5	<i>Resumen de Requerimientos para el Cableado Estructurado de Fibra Óptica</i> .....	181

---

---

5.2.6.6	<i>Costos Referenciales de la Instalación del Nuevo Cableado Estructurado de Fibra Óptica</i> .....	182
5.3	ELABORACIÓN DE LAS POSIBLES ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SOLUCIÓN.....	184
<b>CAPÍTULO 6</b> .....		195
<b>ANÁLISIS ECONOMICO DEL DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO</b> .....		195
6.1	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO, DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....	195
6.2	ESTABLECIMIENTO DE LOS MONTOS REFERENCIALES DE IMPLEMENTACIÓN .....	196
6.3	CÁLCULO DEL RETORNO DE INVERSIÓN.....	196
6.3.1	Método Directo para el Cálculo del ROI .....	196
6.3.2	Método Indirecto para el Cálculo del ROI.....	197
6.3.3	Cálculo del ROI para la Superintendencia de Bancos y Seguros .....	198
6.3.3.1	<i>Cálculo de los Sueldos Promedio</i> .....	199
6.3.3.2	<i>Cálculo de los Gastos y de la Inversión Inicial</i> .....	201
6.3.3.3	<i>Cálculo de los Gastos en un Período de 5 años</i> .....	203
6.3.3.4	<i>Cálculo del Valor Agregado Anual Actual Entregado por la Red de Datos Antigua</i> .....	205
6.3.3.5	<i>Cálculo de los Beneficios Directos Anuales de la Nueva Red de Datos</i> .....	206
6.3.3.5.1	<i>Cálculo del incremento de la productividad anual de los funcionarios</i> .....	207
6.3.3.5.2	<i>Cálculo de la mejora de los servicios externos</i> . .....	209
6.3.3.5.3	<i>Cálculo de los beneficios adicionales directos anuales</i> . .....	211
6.3.3.6	<i>Resumen y Flujo Financiero en un Período de 5 años</i> .....	211
6.3.3.7	<i>Período de Retorno de la Inversión Considerando la Existencia de la Infraestructura de Red Antigua Funcionando</i> .....	213
6.3.3.8	<i>Período de Retorno de la Inversión Considerando los Ingresos de Producción Total Anual de la Nueva Red de Datos</i> .....	215
6.3.4	Resumen Financiero.....	218

---

---

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	220
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	220
7.1 CONCLUSIONES.....	220
7.2 RECOMENDACIONES .....	227
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	228
<b>ANEXO A</b> .....	231
<b>PRUEBAS DE MEDICIÓN PARA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN A 1 GBPS HASTA EL USUARIO FINAL</b> .....	231
A.1 REPORTE DE UTILIZACIÓN DE ANCHOS DE BANDA DE UN USUARIO FINAL EN UN PUERTO DE 100 MBPS DE UN SWITCH ACTUAL, CON TRÁFICO MULTIMEDIA .....	231
A.2 REPORTE DE FUNCIONAMIENTO A 1 GBPS A TRAVÉS DEL CABLEADO UTP HORIZONTAL ACTUAL.....	233
<b>ANEXO B</b> .....	237
<b>ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO</b> .....	237
B.1 ALTERNATIVA UNO .....	237
CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SOLO SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS.....	237
B.2 ALTERNATIVA DOS .....	241
CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS. ....	241
B.3 ALTERNATIVA TRES .....	246
CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SOLO SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS.....	246
B.4 ALTERNATIVA CUATRO .....	251
CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS .....	251

---

---

**INDICE DE FIGURAS**
**CAPÍTULO 2****ANÁLISIS TEÓRICO**

<i>Figura 2.1</i> Integración de servicios y aplicaciones en Redes Convergentes.....	21
<i>Figura 2.2</i> Integración de servicios y aplicaciones en Redes Convergentes.....	21
<i>Figura 2.3</i> Arquitectura jerárquica de las redes convergentes .....	22
<i>Figura. 2.4</i> Interconexión de Switches de Núcleo .....	24
<i>Figura 2.5</i> Switches de Distribución.....	25
<i>Figura 2.6</i> Switches de Acceso .....	26
<i>Figura 2.7</i> Esquema de Seguridad con Control de Accesos a la Red.....	28
<i>Figura 2.8</i> Tareas del Sistema de Control de Accesos a la Red.....	28
<i>Figura 2.9</i> Administrador del Servidor de Control de Accesos.....	29
<i>Figura 2.10</i> Servidor de Control de Accesos .....	29
<i>Figura 2.11</i> Agente de Acceso .....	30
<i>Figura 2.12</i> Modos de operación de los Servidores de Control de Accesos a la Red.....	31
<i>Figura 2.13</i> Modo de operación en línea del Servidor de Control de Acceso a la Red .....	32
<i>Figura 2.14</i> Modo de operación fuera de línea del Servidor de Control de Acceso a la Red..	33
<i>Figura 2.15</i> Mapeo de VLANs en modo de operación fuera de línea del Servidor de Control de Acceso a la Red.....	33
<i>Figura 2.16</i> Secuencia de conexión segura del cliente hacia a la red .....	37
<i>Figura 2.17</i> Proceso de operación del Sistema de Control de Accesos a la Red .....	38
<i>Figura 2.18</i> Conexión de PC a través de Teléfono IP con doble puerto.....	39
<i>Figura 2.19</i> Transmisión a 10 Gbps.....	41
<i>Figura. 2.20</i> Transmisión a 1 Gbps.....	42
<i>Figura 2.21</i> Enlaces de 10 y 1 Gbps, sobre fibras de optimizadas para láser .....	45
<i>Figura 2.22</i> Transmisión paralela para enlaces a 100 Gbps.....	46

**CAPÍTULO 3****ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA****TECNOLÓGICA DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS**

<i>Figura 3.1</i> Plano físico de ubicación de centro de cómputo y distribución de cableado de fibra óptica en el Piso 3.....	49
--	----

---

<i>Figura 3.2</i> Ducto de comunicaciones de fibra óptica horizontal y vertical .....	50
<i>Figura 3.3</i> Distribución de cableado estructurado vertical de fibra óptica en Quito .....	51
<i>Figura 3.4</i> Diagrama de distribución por pisos en la oficina matriz de Quito .....	52
<i>Figura 3.5</i> Diagrama de distribución del cableado vertical y horizontal en Quito .....	53
<i>Figura 3.6</i> Interconexión de equipos activos de la red LAN de Quito. ....	57
<i>Figura 3.7</i> Red WAN con las oficinas regionales.....	60
<i>Figura 3.8</i> Red VPN Cliente a Sitio de la Superintendencia de Bancos y Seguros.....	63
<i>Figura 3.9</i> Conexión en modo de operación en línea del IPS y el Firewall.....	64
<i>Figura 3.10</i> Interconexión de servidores de correo electrónico.....	65
<i>Figura 3.11</i> Distribución de la red de datos nacional de la Superintendencia de Bancos y Seguros .....	69

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL**

<i>Figura 4.1</i> Marco Referencial del análisis de riesgos tecnológicos .....	71
<i>Figura 4.2</i> Proceso de gestión de riesgos. ....	72
<i>Figura 4.3</i> Matriz de nivel de impacto .....	79
<i>Figura 4.4</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Comunicaciones .....	88
<i>Figura 4.5</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Producción 1.....	88
<i>Figura 4.6</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Producción 2.....	88
<i>Figura 4.7</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Web .....	89
<i>Figura 4.8</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Desarrollo 1 .....	89
<i>Figura 4.9</i> Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Correo Electrónico 1 .....	89
<i>Figura 4.10</i> Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.0.0/24.....	91
<i>Figura 4.11</i> Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.1.0/24.....	91
<i>Figura 4.12</i> Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.2.0/24.....	91
<i>Figura 4.13</i> Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.4.0/24.....	92
<i>Figura 4.14</i> Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.5.0/24.....	92
<i>Figura 4.15</i> Reporte de vulnerabilidades detectadas en el Firewall Check Point.....	93
<i>Figura 4.16</i> Reporte de vulnerabilidades detectadas en el IPS Proventia G1200.....	93
<i>Figura 4.17</i> Reporte de vulnerabilidades detectadas en el Mail Filter.....	94
<i>Figura 4.18</i> Reporte mensual de intrusiones del IPS Proventia G1200.....	99
<i>Figura 4.19</i> Reporte mensual de filtrado de correo Symantec BrightMail.....	101
<i>Figura 4.20</i> Reporte de conexiones o hits mensuales hacia Internet .....	102



<i>Figura 4.21</i> Reporte mensual de amenazas.....	103
<i>Figura 4.22</i> Resumen de disponibilidad desde el 1 Enero 2010 al 31 de Mayo del 2010, en horarios laborables de 8:30 am hasta 17:00 pm.....	107
<i>Figura 4.23</i> Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 1 del Switch de Núcleo .....	112
<i>Figura 4.24</i> Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 2 del Switch de Núcleo .....	112
<i>Figura 4.25</i> Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 3 del Switch de Núcleo .....	113
<i>Figura 4.26</i> Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 4 del Switch de Núcleo .....	113
<i>Figura 4.27</i> Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 5 del Switch de Núcleo .....	113
<i>Figura 4.28</i> Resumen comparativo de los niveles de riesgo, impacto, vulnerabilidad y disponibilidad de la red actual .....	115

## **CAPÍTULO 5**

### **DISEÑO DE LA RED LOCAL SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO**

<i>Figura 5.1</i> Modelo Jerárquico de diseño.....	117
<i>Figura 5.2</i> Alternativa uno- Un solo Switch de Núcleo con el Backbone a 1 Gbps.....	127
<i>Figura 5.3</i> Alternativa dos- Dos Switches de Núcleo con el Backbone a 1 Gbps .....	132
<i>Figura 5.4</i> Alternativa tres- Un solo Switch de Núcleo con el Backbone a 10 Gbps.....	137
<i>Figura 5.5</i> Alternativa Cuatro - Dos Switches de Núcleo con el Backbone a 10 Gbps.....	141
<i>Figura 5.6</i> Distribución e Interconexión de Equipos en la primera etapa.....	163
<i>Figura 5.7</i> Distribución e Interconexión de Equipos en la segunda etapa.....	165
<i>Figura 5.8</i> Distribución de equipos en los racks de comunicaciones en la segunda etapa ....	166
<i>Figura 5.9</i> Ducto de cableado estructurado de fibra con escalerilla vertical y bandeja horizontal .....	172
<i>Figura 5.10</i> Tendido de la bandeja horizontal empotrada en el techo, para el ducto de fibra óptica .....	173
<i>Figura 5.11</i> Ducto vertical para el cableado estructurado de fibra óptica .....	174
<i>Figura 5.12</i> Distribución de cableado estructurado vertical .....	177
<i>Figura 5.13</i> Interconexión de equipos a través del cableado vertical de fibra óptica .....	178

**CAPÍTULO 6****ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE,  
AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ  
DE QUITO**

<i>Figura 6.1</i> Método directo del cálculo del ROI en el sector público .....	197
<i>Figura 6.2</i> Método indirecto del cálculo del ROI en el sector público .....	198
<i>Figura 6.3</i> Flujo de caja anual.....	213
<i>Figura 6.4</i> Flujo de caja acumulado neto, considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura .....	214
<i>Figura 6.5</i> Resumen de flujos de caja considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura.....	215
<i>Figura 6.6</i> Flujo de caja acumulado neto, considerando las ganancias de producción total anual de la nueva red de datos.....	217
<i>Figura 6.7</i> Resumen de flujos de caja considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura.....	218
<i>Figura 6.8</i> Resumen comparativo del flujo de caja y del flujo de caja neto .....	219

**ANEXO A****PRUEBAS DE MEDICIÓN PARA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN A 1 GBPS  
HASTA EL USUARIO FINAL**

<i>Figura A.1</i> Ancho de banda de un puerto de 100 Mbps de un Switch de Acceso con tráfico multimedia.....	231
<i>Figura A.2</i> Ancho de banda de un puerto de 1Gbps de un Switch de Acceso con tráfico multimedia.....	232
<i>Figura A.3</i> Esquema de conexión para ejecución de prueba de funcionamiento a 1 Gbps a través del cableado RJ45 categoría 5 y 5E .....	234
<i>Figura A.4</i> Resultados de prueba de funcionamiento a 1 Gbps a través del cableado RJ45 categoría 5 y 5 E.....	234

---

## INDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

#### INTRODUCCIÓN

Tabla 1.1 <i>Definición de indicadores para una red auto-defendible</i> .....	9
Tabla 1.2 <i>VARIABLES e indicadores para una red auto-defendible</i> .....	9
Tabla 1.3 <i>Definición de indicadores para una red de alto rendimiento</i> .....	10
Tabla 1.4 <i>VARIABLES e indicadores para una red de alto rendimiento</i> .....	11
Tabla 1.5 <i>Definición de indicadores para una red confiable</i> .....	12
Tabla 1.6 <i>VARIABLES e indicadores para una red confiable</i> .....	13
Tabla 1.7 <i>Definición de indicadores para una red auto-defendible de alto rendimiento</i> .....	13
Tabla 1.8 <i>VARIABLES e indicadores para una red auto-defendible de alto rendimiento</i> .....	14
Tabla 1.9 <i>Definición de indicadores para una red tolerante a fallos</i> .....	14
Tabla 1.10 <i>VARIABLES e indicadores para una red tolerante a fallos</i> .....	15
Tabla 1.11 <i>Definición de indicadores de medición de la infraestructura actual</i> .....	16
Tabla 1.12 <i>VARIABLES e Indicadores de medición de la infraestructura actual</i> .....	16
Tabla 1.13 <i>VARIABLES e Indicadores para el diseño de red convergente auto-defendible</i> . .....	17

### CAPÍTULO 2

#### ANÁLISIS TEÓRICO

Tabla 2.1 <i>Características de las fibras optimizadas para láser</i> .....	43
---	----

### CAPÍTULO 3

#### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA

#### TECNOLÓGICA DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS

Tabla 3.1 <i>Distribución de puntos de red en la oficina matriz de Quito</i> .....	54
Tabla 3.2 <i>Distribución de equipos de red LAN de la oficina matriz de Quito</i> .....	56
Tabla 3.3 <i>Alimentación de equipos activos en la oficina matriz de Quito</i> .....	58
Tabla 3.4 <i>Enlaces WAN entre la oficina de matriz de Quito y las oficinas regionales</i> .....	59
Tabla 3.5 <i>Equipos de Enlaces WAN</i> .....	60
Tabla 3.6 <i>Resumen de situación actual de la red de la Superintendencia de Bancos</i> .....	68

---

**CAPÍTULO 4****ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL**

Tabla 4.1 <i>Cálculo del nivel de riesgo tecnológico</i> .....	72
Tabla 4.2 <i>Matriz de riesgos tecnológicos de la oficina matriz de Quito</i> .....	77
Tabla 4.3 <i>Resumen de riesgos tecnológicos de la red de la oficina matriz de Quito</i> .....	78
Tabla 4.4 <i>Cálculo del Impacto Tecnológico</i> .....	80
Tabla 4.5 <i>Matriz de impactos tecnológicos de la red institucional</i> .....	84
Tabla 4.6 <i>Resumen de impactos tecnológicos de la red de la oficina matriz de Quito</i> .....	85
Tabla 4.7 <i>Cálculo del nivel de riesgo acumulado por Inseguridad</i> .....	87
Tabla 4.8 <i>Nivel de riesgo de los servidores</i> .....	87
Tabla 4.9 <i>Nivel de riesgo de los usuarios internos</i> .....	90
Tabla 4.10 <i>Nivel de Riesgo de las Vulnerabilidades</i> .....	93
Tabla 4.11 <i>Nivel de vulnerabilidad de equipos de comunicaciones mediante Nessus 4</i> .....	95
Tabla 4.12 <i>Resumen de niveles de vulnerabilidad detectados en la red de datos</i> .....	96
Tabla 4.13 <i>Cálculo del Nivel de Protección Acumulada por equipos de seguridad</i> .....	97
Tabla 4.14 <i>Actividad de red del Firewall Check Point en un periodo de 15 días</i> .....	97
Tabla 4.15 <i>Actividad de red del Firewall Check Point en un periodo de 15 días</i> .....	98
Tabla 4.16 <i>Cálculo del nivel de protección entregado por el Firewall Check Point</i> .....	98
Tabla 4.17 <i>Cálculo del nivel de protección entregado por el IPS Proventia G1200</i> .....	100
Tabla. 4.18 <i>Cálculo del nivel de protección de Symantec BrightMail</i> .....	101
Tabla 4.19 <i>Cálculo del nivel de protección entregado por Websense</i> .....	103
Tabla 4.20 <i>Cálculo del nivel de protección del sistema antivirus</i> .....	104
Tabla 4.21 <i>Resumen de los niveles de protección entregados por los equipos y sistemas de seguridad</i> .....	104
Tabla 4.22 <i>Riesgo real de la seguridad informática</i> .....	105
Tabla 4.23 <i>Nivel de disponibilidad de los equipos activos de red LAN</i> .....	106
Tabla 4.24 <i>Cálculo de la disponibilidad estimada</i> .....	108
Tabla 4.25 <i>Nivel de importancia</i> .....	109
Tabla 4.26 <i>Nivel de disponibilidad de los componentes y servicios de la red de datos</i> .....	110
Tabla 4.27 <i>Resumen del nivel de disponibilidad de los componentes y servicios de la red</i> ...	110
Tabla 4.28 <i>Nivel de disponibilidad general de la red de datos</i> .....	111
Tabla 4.29 <i>Porcentaje de utilización de los recursos del Switch de Núcleo</i> .....	112
Tabla 4.30 <i>Estimación de la demanda de tráfico actual y futuro por usuario</i> .....	114

---

Tabla 4.31 <i>Resumen comparativo de los niveles de riesgo, impacto, vulnerabilidad y disponibilidad de la red actual</i> .....	115
---	-----

## CAPÍTULO 5

### DISEÑO DE LA RED LOCAL SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO

Tabla 5.1 <i>Cálculo de la cantidad y tipo de puertos del Switch de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps</i> .....	125
Tabla 5.2 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo, para funcionar con el</i> .....	126
Tabla 5.3 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps</i> .....	127
Tabla 5.4 <i>Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps</i> .....	130
Tabla 5.5 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 1 Gbps</i> .....	130
Tabla 5.6 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 1 Gbps</i> .....	130
Tabla 5.7 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps</i> .....	132
Tabla 5.8 <i>Cálculo de la cantidad y tipo de puertos del Switch de Núcleo para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	135
Tabla 5.9 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo, para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	135
Tabla 5.10 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps</i> .....	136
Tabla 5.11 <i>Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps</i> .....	139
Tabla 5.12 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	139
Tabla 5.13 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	140
Tabla 5.14 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps</i> .....	141
Tabla 5.15 <i>Resumen comparativo de las alternativas técnicas</i> .....	143

---

---

Tabla 5.16 <i>Resumen comparativo de costos de las alternativas técnicas</i> .....	144
Tabla 5.17 <i>Alternativa técnica seleccionada para el diseño</i> .....	145
Tabla 5.18 <i>Cálculo de los usuarios proyectados por rack</i> .....	148
Tabla 5.19 <i>Cálculo de la cantidad de Switches de Acceso</i> .....	149
Tabla 5.20 <i>Capacidad de conmutación de un Switch de Acceso</i> .....	154
Tabla 5.21 <i>Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	157
Tabla 5.22 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	159
Tabla 5.23 <i>Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps</i> .....	160
Tabla 5.24 <i>Capacidades de los Switches de Núcleo</i> .....	160
Tabla 5.25 <i>Características de los Switches de Núcleo</i> .....	161
Tabla 5.26 <i>Distribución e interconexión de los switches en la primera etapa</i> .....	162
Tabla 5.27 <i>Distribución e interconexión de los switches en la segunda etapa</i> .....	164
Tabla 5.28 <i>Cantidad de usuarios NAC</i> .....	167
Tabla 5.29 <i>Requerimientos de los Servidores NAC</i> .....	168
Tabla 5.30 <i>Requerimientos de los Sistemas de Administración de los Servidores NAC</i> .....	168
Tabla 5.31 <i>Longitud de las bandejas horizontales para guía de las fibras ópticas</i> .....	170
Tabla 5.32 <i>Longitud de las escalerrilas metálicas para guía vertical de las fibras ópticas</i> ..	171
Tabla 5.33 <i>Longitud de tubería metálica EMT de distribución horizontal hacia los racks</i> ..	171
Tabla 5.34 <i>Longitudes de los cables de fibra óptica para cada piso</i> .....	179
Tabla 5.35 <i>Dimensionamiento de accesorios para cableado de fibra óptica</i> .....	179
Tabla 5.36 <i>Cantidad de Patch cords de fibra óptica</i> .....	180
Tabla 5.37 <i>Puntos de red a ser readecuados en la oficina matriz de Quito</i> .....	180
Tabla 5.38 <i>Racks de comunicaciones</i> .....	181
Tabla 5.39 <i>Requerimientos para el cableado estructurado de fibra óptica</i> .....	182
Tabla 5.40 <i>Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps</i> .....	182
Tabla 5.41 <i>Costo de los racks de comunicaciones</i> .....	183
Tabla 5.42 <i>Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal</i> .....	183
Tabla 5.43 <i>Generalidades de las posibles especificaciones técnicas</i> .....	184
Tabla 5.44 <i>Posibles especificaciones de los Switches de Núcleo</i> .....	186
Tabla 5.45 <i>Posibles especificaciones técnicas de los Switches de Acceso</i> .....	188
Tabla 5.46 <i>Posibles especificaciones técnicas del Sistema de Gestión de los Switches</i> .....	189

---

Tabla 5.47 Posibles especificaciones técnicas de los Sistemas de Administración y de Control de Acceso a la red de datos .....	190
Tabla 5.48 Posibles especificaciones técnicas de los sistemas de autenticación, remediación y cuarentena .....	191
Tabla 5.49 Posibles especificaciones técnicas para el cableado estructurado vertical de fibra óptica.....	192
Tabla 5.50 Posibles especificaciones técnicas de los racks de comunicaciones.....	192
Tabla 5.51 Posibles especificaciones técnicas de la readecuación del cableado estructurado horizontal .....	193
Tabla 5.52 Posibles especificaciones técnicas generales.....	194

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS ECONOMICO DEL DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO

Tabla 6.1 Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps .....	195
Tabla 6.2 Monto referencial para la implementación de la solución .....	196
Tabla 6.3 Sueldo promedio mensual y anual de un técnico de comunicaciones.....	200
Tabla 6.4 Sueldo promedio anual y mensual de un funcionario interno.....	200
Tabla 6.5 Sueldo promedio mensual y anual de un usuario externo.....	201
Tabla 6.6 Gastos iniciales en hardware y software de la nueva red de datos .....	202
Tabla 6.7 Gastos iniciales en recursos humanos técnicos para la nueva red de datos .....	203
Tabla 6.8 Gastos anuales de la nueva red de datos .....	204
Tabla 6.9 Valor agregado anual entregado por la infraestructura actual .....	206
Tabla 6.10 Incremento de productividad interna anual.....	208
Tabla 6.11. Mejora de los servicios externos anuales.....	210
Tabla 6.12 Beneficios directos adicionales de la nueva red de datos.....	211
Tabla 6.13 Resumen financiero .....	212
Tabla 6.14 Flujo de caja acumulado neto y período de retorno de la inversión considerando la existencia de la infraestructura antigua funcionando. ....	214
Tabla 6.15 Flujo de caja acumulada neta y periodo de retorno de la inversión considerando las ganancias de producción total anual de la nueva red de datos .....	217



**ANEXO B****ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO**

Tabla B.1. <i>Costo del Switch de Núcleo en la alternativa 1</i> .....	237
Tabla B.2 <i>Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 1</i> .....	238
Tabla B.3 <i>Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 1</i> .....	238
Tabla B.4 <i>Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 1</i> .....	238
Tabla B.5 <i>Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 1</i> .....	238
Tabla B.6 <i>Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 1</i> .....	239
Tabla B.7 <i>Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 1</i> .....	239
Tabla B.8 <i>Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 1</i> .....	239
Tabla B.9 <i>Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 1</i> .....	239
Tabla B.10 <i>Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 1</i> ...	240
Tabla B.11 <i>Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 1</i> .....	240
Tabla B.12 <i>Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 1</i> .....	240
Tabla B.13 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps</i> .....	240
Tabla B.14 <i>Costo del Switch de Núcleo Primario en la alternativa 2</i> .....	241
Tabla B.15 <i>Costo del Switch de Núcleo Secundario en la alternativa 2</i> .....	242
Tabla B.16 <i>Costo total de los Switches de Núcleo en la alternativa 2</i> .....	242
Tabla B.17 <i>Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 2</i> .....	242
Tabla B.18 <i>Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 2</i> .....	242
Tabla B.19 <i>Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 2</i> .....	243
Tabla B.20 <i>Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 2</i> .....	243
Tabla B.21 <i>Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 2</i> .....	243
Tabla B.22 <i>Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 2</i> .....	243
Tabla B.23 <i>Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 2</i> .....	244
Tabla B.24 <i>Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 2</i> .....	244
Tabla B.25 <i>Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 2</i> ...	244
Tabla B.26 <i>Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 2</i> .....	244
Tabla B.27 <i>Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 2</i> .....	245



Tabla B.28 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps</i> .....	245
Tabla B.29 <i>Costo del Switch de Núcleo en la alternativa 3</i> .....	246
Tabla B.30 <i>Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 3</i> .....	246
Tabla B.31 <i>Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 3</i> .....	246
Tabla B.32 <i>Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 3</i> .....	247
Tabla B.33 <i>Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 3</i> .....	247
Tabla B.34 <i>Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 3</i> .....	247
Tabla B.35 <i>Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 3</i> .....	247
Tabla B.36 <i>Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 3</i> .....	248
Tabla B.37 <i>Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 3</i> .....	248
Tabla B.38 <i>Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 3</i> ...	248
Tabla B.39 <i>Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps en la alternativa 3</i> .....	249
Tabla B.40 <i>Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 3</i> .....	249
Tabla B.41 <i>Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 3</i> .....	249
Tabla B.42 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps</i> .....	250
Tabla B.43 <i>Costo del Switch de Núcleo Primario en la alternativa 4</i> .....	251
Tabla B.44 <i>Costo del Switch de Núcleo Secundario en la alternativa 4</i> .....	251
Tabla B.45 <i>Costo total de los Switches de Núcleo en la alternativa 4</i> .....	252
Tabla B.46 <i>Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 4</i> .....	252
Tabla B.47 <i>Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 4</i> .....	252
Tabla B.48 <i>Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 4</i> .....	252
Tabla B.49 <i>Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 4</i> .....	252
Tabla B.50 <i>Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 4</i> .....	253
Tabla B.51 <i>Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 4</i> .....	253
Tabla B.52 <i>Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 4</i> .....	253
Tabla B.53 <i>Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 4</i> .....	253
Tabla B.54 <i>Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 4</i> ...	254
Tabla B.55 <i>Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps en la alternativa 4</i> .....	254
Tabla B.56 <i>Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 4</i> .....	255

---

Tabla B.57 <i>Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la</i> .....	255
Tabla B.58 <i>Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps</i> .....	255

---

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

Backbone	Red dorsal
F.O.	Fibra óptica
Firewall	Sistema de seguridad perimetral
IPS	Sistema de prevención de intrusos
LAN	Red de área local
MPO	Terminales de fibra óptica
NAC	Controlador de acceso a la red
OM3	Fibra multi-modo optimizada para laser
OM4	Fibra multi-modo optimizada para laser
PoE	Energía sobre Ethernet
QoS	Calidad de servicio
ROI	Retorno de la Inversión
Switch	Conmutador
TIR	Tasa interna de retorno
UTP	Unshielded twisted pair
VAN	Valor actual neto
VCSEL	Vertical Cavity Surface Emitting Lasers
VLAN	Virtual LAN
VPN	Red privada virtual
WAN	Red de área extendida

---

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 ANTECEDENTES

La Superintendencia de Bancos y Seguros es un organismo gubernamental encargado de la regulación, supervisión y control que vela por la seguridad, estabilidad, transparencia y solidez del Sistema Financiero Nacional, Seguros Privados y Seguridad Social, para proteger los intereses del público e impulsar el desarrollo del país, apoyado en capital humano competente y recursos materiales y tecnología adecuada.

La infraestructura actual de comunicaciones de la institución está formada por redes locales en la oficina matriz de Quito y en las oficinas regionales de Guayaquil, Cuenca y Portoviejo, las cuales se enlazan entre sí a través de los enlaces Clear Channel de la red WAN.

La red local de la oficina matriz de Quito, ha venido operando de manera ininterrumpida, durante 10 años, con los mismos equipos activos de red LAN, desde su instalación en el año 2000. Esta red está formada por un backbone de fibra óptica de 1 Gbps integrado por un Switch de Núcleo Enterasys Matrix E7 con interfaces de 1 Gigabit Ethernet, las cuales se conectan a las pilas de Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402S instalados en los racks de comunicaciones de cada uno de los 16 pisos del edificio, a través del cableado de fibra óptica vertical.

El cableado estructurado horizontal UTP de Quito, es categoría 5, 5e y 6, el cual ha tenido un crecimiento muy grande y desordenado, en función del incremento del número de usuarios de red, lo cual ha provocado la saturación de los racks de comunicaciones de cada

---

---

uno de los pisos, que impide la instalación de nuevos puntos de red y de switches de acceso adicionales, para cubrir las necesidades actuales y futuras.

La red de datos a nivel nacional tiene aproximadamente 1.020 usuarios activos, distribuidos de la siguiente manera:

- 800 usuarios activos en la oficina matriz de Quito
- 150 usuarios activos en la oficina regional de Guayaquil
- 35 usuarios activos en la oficina regional de Cuenca
- 35 usuarios activos en la oficina regional de Portoviejo

Durante el último año se han presentado problemas en los Switches de Acceso, de manera creciente, debido al deterioro de los elementos electrónicos internos de los equipos, las interfaces de red, las interfaces y accesorios de conexión de las pilas de switches de acceso, lo cual va disminuyendo la disponibilidad general de la red de datos en forma incremental. Este fenómeno es verificado constantemente en tiempo real por el sistema de monitoreo de servicios WhatsUp Gold Premium v12.

La totalidad de estaciones de trabajo de usuarios instalados tienen incorporadas interfaces de red de 1 Gbps. Estas interfaces tienen activado de fábrica la función de auto-negociación de la velocidad conexión, las mismas que al conectarse a un Switch de Acceso, envían tramas de sincronismo a 1 Gbps. El Switches de Acceso no se sincronizan a 1 Gbps con la estación de trabajo, en lugar de eso, los Switches de Acceso se ven forzados a establecer una conexión básica de 10 Mbps semi-dúplex con la estación de trabajo. La estación de trabajo trata de re-sincronizarse a 1 Gbps y provoca saturación en el Switch de Acceso. Al saturarse un Switch de Acceso en una pila de Switches, automáticamente se reinician todos los Switches de Acceso que son parte de la pila, provocando la falta de red y de servicios en un determinado piso hasta que los equipos se reinicien, cuyo tiempo aproximado de recuperación es de 5 minutos por pila de Switches. Esto es muy crítico, en vista de que se tiene aplicaciones en línea, servicios de correo electrónico, telefonía IP.

No se cuenta con herramientas gráficas para la administración de los switches de red local, ni tampoco existen opciones que permitan configurar políticas para controlar los acceso a la red de datos y el uso de aplicaciones, para cada uno de los usuarios de red y aplicadas

---

---

directamente sobre los puertos de los switches de acceso, con el fin de evitar las vulnerabilidades y la mala utilización de los servicios de red.

Las seguridades en la red de datos están centralizadas en la oficina matriz de Quito, las cuales se han implementando de acuerdo a los requerimientos de seguridad internos y externos, como son: el Sistema de Seguridad Perimetral Check Point, la red VPN sitio a sitio y cliente a sitio, el Sistema de Prevención de Intrusos de red, el Sistema de Filtrado de Correo Electrónico, el Sistema de filtrado web Websense, el Sistema Antivirus corporativo, Servidor FTP seguro, directorios activos en los servidores de dominio.

Los Servidores de Comunicaciones con los servicios de DNS, DHCP, Active Directory, Antivirus y Correo Electrónico, están distribuidos en cada una de las oficinas para su funcionamiento autónomo.

Los Servidores de Producción y de Desarrollo, están centralizados en Quito y tienen aplicaciones utilizadas para los procesos operativos internos y aplicaciones utilizadas para el control del Sistema Financiero Nacional. Adicionalmente tienen aplicaciones específicas como por ejemplo la central de riesgos y cuentas corrientes, que son utilizadas tanto por funcionarios internos como por las entidades controladas y burós de información crediticia para realizar consultas del estado financiero de las personas naturales y jurídicas sujetos de crédito.

El servidor Web entrega información técnica histórica y actualizada del estado del Sistema Financiero Nacional, la misma que es utilizada por las entidades controladas y por la ciudadanía en general.

El nivel de seguridad de la red de datos se ve afectado por la existencia de una gran cantidad de usuarios de red internos, usuarios móviles internos y externos, usuarios invitados, dispositivos de red adicionales, cuya administración se torna difícil debido a la ausencia de herramientas que permitan el control de los usuarios y dispositivos directamente en el puerto donde se conectan así como también a la ausencia de ambientes de reparación y remediación automáticas de las vulnerabilidades.

---

---

Constantemente van apareciendo servicios y aplicaciones multimedia en línea, dentro de la red local de la Superintendencia de Bancos y Seguros, como por ejemplo el sistema de administración documentaria, servicio de noticias con resúmenes televisivos, compartición de información (bibliotecas virtuales), sistemas de video vigilancia, sistemas de alarmas y de control de accesos, el sistema de telefonía IP que se encuentra en proceso de adquisición e implementación, accesos inalámbricos, las video llamadas, virtualización de servidores y aplicaciones. Todos estos servicios y aplicaciones requieren de contar con canales de comunicaciones seguros y de gran capacidad de ancho de banda.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Las justificaciones por las cuales se realiza el Análisis y Diseño de una red Segura Convergente de Alto Rendimiento para la oficina matriz Quito de la Superintendencia de Bancos y Seguros son las siguientes:

- El incremento de los niveles de los riesgos tecnológicos de la infraestructura tecnológica actual de la Superintendencia de Bancos y Seguros, producidos por el deterioro constante de los elementos electrónicos de los equipos de comunicaciones de red LAN, que disminuye en forma paulatina la disponibilidad de la infraestructura de comunicaciones de red local, la misma que ha venido funcionando de manera ininterrumpida desde hace 10 años.
  - La necesidad de controlar las brechas de seguridad en la red de datos institucional, que disminuyen el nivel de seguridad de la infraestructura, debido al apareamiento de métodos sofisticados de ataques e intrusiones, la utilización de software no autorizado, que son fáciles de ejecutar por los atacantes tanto internos como externos y que deterioran el rendimiento de las redes locales en cada una de las oficinas, saturan los enlaces de red extendida, el servicio de Internet, y provocan una disminución del rendimiento y la efectividad de los servicios y aplicaciones entregados al sistema financiero nacional, al público en general y a los funcionarios internos, debido a la ausencia de herramientas que permitan realizar el análisis y el control del tráfico generado por los usuarios y dispositivos, directamente sobre los puertos de los equipos de comunicaciones de red local en donde se conectan. Las políticas de seguridad y accesos institucionales implementadas
-

en cada uno de los equipos y sistemas de seguridad actuales, no son suficientes en vista de que se requiere tener un control adecuado directamente en las estaciones de trabajo de los usuarios internos que son los que mayor riesgo introducen en la red de datos.

- La existencia de nuevas tecnologías de fibra óptica y de equipos de comunicaciones de redes locales, para la implementación de backbones de alta velocidad de transmisión, alto desempeño, alta confiabilidad, que soporten altos niveles de convergencia y de seguridad para permitir brindar un tratamiento diferenciado a los tráficos de voz sobre IP, video conferencia y video llamadas sobre IP, circuitos cerrados de televisión y sistemas de video vigilancia, sistemas de control de accesos y alarmas, distribución de noticias televisivas, bibliotecas virtuales, servicios y aplicaciones de misión crítica que requieren de grandes anchos de banda para su óptimo funcionamiento y la aplicación de políticas avanzadas de control de accesos y de calidad de servicio en cada uno de los niveles de la red de datos.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una red LAN segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, confiable, altamente disponible y tolerante a fallas, que permita un crecimiento ordenado, utilizando nuevas tecnologías para implementación de backbones de alta capacidad y que incluyan funciones de administración avanzada de seguridades y de control de tráfico multi-capa, para la integración de las aplicaciones de voz, video, datos, control y que esté preparada para el crecimiento de usuarios dentro del edificio, la implementación de nuevas aplicaciones y servicios futuros tanto para los usuarios internos como para el sistema financiero controlado y el público en general, sin necesidad de realizar cambios drásticos en la infraestructura de comunicaciones, seleccionando una alternativa tecnológica que garantice el funcionamiento ininterrumpido, el desarrollo constante de servicios y aplicaciones, y el soporte técnico local de los equipos y sistemas que la integran, para un mínimo de 10 años de servicio.

---



---

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar los fundamentos teóricos del funcionamiento de las redes convergentes, auto-defendibles, y de las nuevas tecnologías para la implementación de backbones de alta velocidad.
  - Realizar el levantamiento de la información de la infraestructura de red existente, para luego medir el nivel de riesgo y el nivel de impacto tecnológico de los riesgos de la infraestructura, utilizando una herramienta matemática y un método desarrollados por el maestrante para el efecto en el proyecto.
  - Medir el nivel de disponibilidad de la red local de la oficina matriz Quito, utilizando los reportes del monitoreo del estado de actividad de las controladoras del Switch de Núcleo y de los enlaces con los Switches de Acceso de los pisos de la red local, obtenidos de la información histórica almacenada en el sistema de monitoreo en tiempo real WhatsUp Gold Premium v12. También se utilizan los reportes históricos de los anchos de banda utilizados por el tráfico de entrada y de salida en cada uno de los puertos de fibra óptica del Switch de Núcleo y que están almacenados en el sistema de monitoreo PRTG Traffic Grapher Enterprise 6.1.1.
  - Medir el nivel de seguridad de la red local actual, utilizando las herramientas del analizador de vulnerabilidades GFI-LanGuard 9.0 y GFI Report Center, las herramientas disponibles en el sistema de gestión Site Protector del IPS Proventia G1200 de ISS, las herramientas disponibles en el sistema de gestión Smart Center del Firewall Check Point, las herramientas de gestión del sistema de filtrado de correo electrónico Symantec Brightmail Gateway 8 y las herramientas disponibles en el sistema de filtrado web y aplicaciones de Websense.
  - Determinar de manera analítica, la necesidad de realizar el cambio de la plataforma de comunicaciones de la red local de la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, en función de los resultados obtenidos de los análisis de los riesgos, de los niveles de impacto de los riesgos, del nivel de vulnerabilidad informática de la infraestructura actual y del nivel de disponibilidad de los equipos activos de la red local.
-

- 
- Realizar un estudio comparativo de las posibles alternativas técnicas y económicas, que permita seleccionar la mejor solución para diseñar una red local para la oficina matriz de Quito, que cumpla con las necesidades actuales y futuras de la institución.
  - Diseñar la red local segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la alternativa seleccionada, utilizando métodos matemáticos para determinar la cantidad y la capacidad de los equipos de comunicaciones y de los sistemas que se requieren para la solución, y definir las características técnicas de cada uno de ellos.
  - Determinar si se requiere o no diseñar un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica con capacidades superiores a las actuales, en función del dimensionamiento de los nuevos equipos de comunicaciones y sistemas efectuados en el párrafo anterior.

Si se requiere un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica, se debe diseñar y dimensionar el cableado estructurado vertical de fibra óptica.

- Calcular el retorno de la inversión y el período de retorno de la inversión ROI de la infraestructura tecnológica diseñada, utilizando una herramienta matemática desarrollada por el maestrante, y que podrá ser utilizada y aplicada por otras instituciones gubernamentales de características similares a las de la Superintendencia de Bancos y Seguros.
- Elaborar las posibles especificaciones técnicas para la nueva infraestructura de red local diseñada.

#### **1.4 HIPÓTESIS**

Una red local convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito de la Superintendencia de Bancos y Seguros, incrementará el nivel de seguridad, el nivel de disponibilidad, el rendimiento de las aplicaciones y los servicios de misión crítica, reducirá los costos de operación de la infraestructura, incrementará la productividad de todos

---

los empleados y permitirá entregar productos y servicios de alta calidad a la ciudadanía y al sistema financiero nacional controlado.

## 1.5 VARIABLES E INDICADORES

### 1.5.1 Variables e Indicadores para una Red Auto-Defendible

Las redes auto-defendibles, son aquellas que tienen embebidos esquemas de seguridad para la protección contra los ataques, accesos no autorizados, mala utilización de servicios y aplicaciones de usuarios internos y externos, para lo cual utilizan métodos de control de accesos, análisis de tráfico multi-capa y de protección automática, directamente sobre los puertos de red en los cuales se conectan las estaciones de trabajo, usuarios y dispositivos. Tienen integradas funciones semi-automáticas de remediación y cuarentena, que permiten analizar y corregir las vulnerabilidades, actualizar los parches de sistemas operativos y de seguridades para las estaciones de trabajo de los usuarios autorizados para acceder a un ambiente de producción y de invitados de manera segura.

Las redes convergentes, son aquellas que tienen embebidos métodos de análisis y clasificación de tráfico para integrar sobre un mismo medio el tráfico de las redes de voz, video y datos.

Las variables e indicadores para una red auto-defendible, se indican a continuación en las Tablas 1.1 y 1.2:

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED AUTO-DEFENDIBLE		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Nivel de autenticación de usuarios estaciones y dispositivos	Es la forma como los usuarios, estaciones de trabajo y dispositivos de red son autorizados para acceder a los recursos de red.	Mínimo 5 métodos de autenticación
Nivel de análisis de tráfico.	Es la capacidad para analizar el tráfico en las diferentes capas de red.	Mínimo el 75 % del tráfico, para un nivel alto
Nivel de control de tráfico	Es la capacidad para controlar el tráfico en las diferentes capas de red, con la aplicación automática de políticas de seguridad directamente en el puerto de red donde se conectan los usuarios y dispositivos.	Mínimo el 75 % del tráfico, para un nivel alto
Nivel de remediación y	Es la capacidad de los sistemas integrados que	

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED AUTO-DEFENDIBLE		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
cuarentena	permiten realizar las tareas de análisis y corrección de las vulnerabilidades, actualización de los parches de sistemas operativos y de seguridades para las estaciones de trabajo.	
Nivel de administración y control de accesos a la red de datos	Es la capacidad de los sistemas de administración y control de accesos para integrarse con los Switches de red y los sistemas de remediación y cuarentena para realizar las tareas de control de accesos a la red de datos.	Mínimo el 75 % del tráfico, para un nivel alto

Tabla 1.1 *Definición de indicadores para una red auto-defendible*

VARIABLES E INDICADORES PARA UNA RED AUTO-DEFENDIBLE	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Nivel de autenticación de usuarios estaciones y dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de usuarios y dispositivos proyectados</li> <li>• Métodos de autenticación soportados               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Autenticación 802.1x</li> <li>○ Autenticación Web</li> <li>○ Autenticación MAC</li> <li>○ Radius</li> <li>○ Tacacs</li> <li>○ Bypass para dispositivos especiales</li> <li>○ Autenticación de múltiples usuarios y dispositivos en un mismo puerto</li> </ul> </li> </ul>
Nivel de análisis de tráfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7</li> </ul>
Nivel de control de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7</li> </ul>
Nivel de remediación y cuarentena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo y cantidad de sistemas operativos de las estaciones y servidores proyectados.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Windows</li> <li>○ Linux</li> </ul> </li> <li>• Tipo de sistema antivirus utilizado y cantidad de usuarios de red proyectados.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Symantec o McAfee</li> </ul> </li> </ul>
Nivel de administración y control de accesos a la red de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de usuarios proyectados</li> <li>• Número de Sistema de Administración y Control de Accesos a la red               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Esquemas de redundancia y alta disponibilidad requerido</li> </ul> </li> <li>• Número de ambientes de operación, para separación del tráfico a través e VLANs</li> <li>• Número de VLANs soportadas por los Switches de red.</li> </ul>

Tabla 1.2 *Variables e indicadores para una red auto-defendible*

## 1.5.2 Variables e Indicadores para una Red de Alto Rendimiento

Las redes de alto rendimiento, son aquellas que tienen alta capacidad de conmutación, enrutamiento y procesamiento del tráfico de red, a nivel de hardware, para lo cual se utilizan equipos que tienen controladoras de funciones específicas, que realizan el procesamiento independiente y distribuido de la información. Utilizan interfaces y enlaces de alta velocidad y capacidad de transmisión.

Las variables e indicadores para una red alto rendimiento, se indica en las Tablas 1.3 y 1.4.

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED DE ALTO RENDIMIENTO		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Capacidad de conmutación del Switch Fabric	Es la cantidad de tráfico de entrada y salida procesado por un Switch a nivel de capa 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 950 Gbps por cada Switch de Núcleo</li> <li>• Mínimo 130 Gbps para cada Switch de Acceso</li> </ul>
Capacidad de Backplane	Es la velocidad total del bus de datos de un Switch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 1 Terabps para cada Switch de Núcleo</li> <li>• Mínimo 135 Gbps para cada Switch de Acceso</li> </ul>
Ancho de banda de los slots de expansión	Es el ancho de banda utilizado por cada controladora para conectarse al bus del backplane del Switch Núcleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 Gbps por cada slot de expansión para los Switches de Núcleo</li> </ul>
Direccionamiento MAC	Es la cantidad de direcciones MAC que puede procesar a nivel de capa 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 96.000 direcciones para los Switches de Núcleo</li> <li>• Mínimo 1.000 direcciones para los Switches de Acceso</li> </ul>
Número de VLANs	Es el número de VLANs estáticas y dinámicas que pueden ser configuradas y administradas en el Switch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 1000 VLANs en el Switch de Núcleo</li> <li>• Mínimo 1000 VLANs en el Switch de Acceso</li> </ul>
Tamaño máximo de tramas	Es la capacidad de manejo de tramas de longitud grande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jumbo tramas de mínimo 9000 bytes</li> </ul>
Capacidad de enrutamiento IP	Es la cantidad de rutas IPv4 e IPv6, procesadas por un Switch, a nivel de capa 3.	<p>Switches de Núcleo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento en hardware</li> <li>• 300 millones de paquetes por segundo para el tráfico IPv4</li> <li>• 200 millones de paquetes por segundo para el tráfico IPv6</li> <li>• 250.000 rutas para IPv4</li> <li>• 120.000 rutas para IPv6</li> </ul> <p>Switches de Acceso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento en hardware</li> <li>• 100 millones de paquetes por segundo para el tráfico IPv4</li> <li>• 70 millones de paquetes por segundo para el tráfico IPv6</li> <li>• 11.000 rutas para IPv4</li> </ul>
Velocidad del backbone	Es la velocidad de conexión establecidas entre los Switches de Núcleo con los Switches de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Gbps full dúplex, de fibra óptica, para redes empresariales grandes.</li> <li>• 1 Gbps full dúplex, de fibra óptica para redes empresariales medianas</li> </ul>
Velocidad de conexión	Es la velocidad de conexión entregadas por los Switches de Accesos a las estaciones y dispositivos de red.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Gbps full dúplex para usuarios finales y servidores</li> <li>• 10 Gbps para servidores empresariales.</li> </ul>
Calidad de servicio	Es la capacidad de analizar el tráfico, clasificarlo, y marcarlo para que tenga un tratamiento diferenciado a través toda la red de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de mínimo 500 políticas de QoS</li> <li>• Aplicación de políticas mínimo en las capas 2, 3 y 4.</li> </ul>
Virtualización	Es la capacidad de integrar múltiples switches para que funcionen como un solo equipo de mayor capacidad de conmutación, mayor cantidad de puertos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 2 Switches de Núcleo Virtualizados.</li> <li>• Mínimo 8 Switches de Acceso conectados en pila.</li> </ul>

Tabla 1.3 *Definición de indicadores para una red de alto rendimiento*

VARIABLES E INDICADORES PARA UNA RED DE ALTO RENDIMIENTO	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Capacidad de conmutación del Switch Fabric	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número y capacidad de cada uno de los puertos</li> <li>• Número y capacidad de cada una de las controladoras de puertos</li> <li>• Número de Switch Fabric instaladas en el equipo, para soportar a las controladoras y a los puertos.</li> <li>• Número de Switches conectados en modo de operación activo-activo</li> <li>• Virtualización, para conectar varios Switches y que funcionen como uno solo.</li> </ul>
Capacidad de Backplane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de conmutación requerida</li> <li>• Número de slots requeridos</li> </ul>
Direccionamiento MAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de conmutación</li> </ul>
Número de VLANs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de conmutación</li> </ul>
Tamaño máximo de tramas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de conmutación</li> <li>• Velocidad de transmisión de los puertos</li> </ul>
Capacidad de enrutamiento IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de rutas procesadas en forma simultánea</li> </ul>
Velocidad del backbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de conexión de los puertos de enlace (up link)</li> </ul>
Velocidad de conexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de conexión de usuarios finales</li> <li>• Velocidad de conexión de servidores empresariales</li> </ul>
Calidad de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de tráfico</li> </ul>
Virtualización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Switches de Núcleo</li> <li>• Número de Switches de Acceso y número de puertos de red de usuarios por pila</li> </ul>

Tabla 1.4 *Variables e indicadores para una red de alto rendimiento*

### 1.5.3 Variables e Indicadores para una Red Auto-Defendible de Alto Rendimiento

Las redes convergentes, auto-defendibles, de alto rendimiento, son aquellas que integran las redes de voz, video y datos, utilizando métodos de análisis y clasificación de tráfico. Tienen embebido esquemas de seguridad que permiten controlar el tráfico multi-capa, directamente en los puertos de red en los cuales se conectan las estaciones de trabajo, usuarios y dispositivos. El análisis y control de tráfico multi-capa se realiza sobre cada uno de las estaciones de trabajo, usuarios y dispositivos, para lo cual se utilizan equipos de altísima capacidad de conmutación y procesamiento de la información, para evitar los retardos producidos por los análisis y controles realizados sobre el tráfico.

Las variables e indicadores para una red auto-defendible de alto rendimiento, son las descritas en las Tablas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.

### 1.5.4 Variables e Indicadores para una Red Confiable

Las redes confiables, son aquellas en las cuales los equipos activos de red tienen un tiempo promedio entre fallas alto, en cuyo período mantienen un desarrollo y mejoras continuas a nivel de hardware y software dentro de los mismos equipos, tienen asegurado el mantenimiento y el soporte técnico desde fábrica y en forma local por un tiempo superior al período de vida útil de los equipos, lo cual garantiza una alta probabilidad de que las redes se mantengan operativas y brindando los servicios de la red actuales y están preparadas para soportar las nuevas aplicaciones y servicios que aparezcan en el futuro. Las variables e indicadores para una red confiable, se indica en las Tablas 1.5 y 1.6.

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED CONFIABLE		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Tiempo promedio entre fallas. MTBF	Es el tiempo promedio entre las posibles fallas que podrían presentarse en la operación de un equipo o elemento integrante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 años para los Switches de Núcleo</li> <li>• 15 años para los Switches de Acceso</li> </ul>
Crecimiento	Es la facilidad de crecimiento a nivel de hardware y funcionalidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 9 slots para cada uno de los Switches de Núcleo. El 25% de los slots deben estar vacíos.</li> <li>• Apilamiento mínimo de 3 Switches de Acceso de 48 puertos.</li> <li>• Crecimiento de usuarios de máximo 96 usuarios por piso.</li> </ul>
Posicionamiento en el mercado tecnológico	Indican la madurez de la tecnología y como es esta aceptada y utilizada a nivel mundial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar a los productos de Switching ubicados en el cuadrante de líderes del cuadrante mágico de Gartner.</li> </ul>
Soporte Técnico	Es el análisis de los fabricantes que pueden invertir en investigación y desarrollo en los siguientes años para garantizar que seguirán ofreciendo las mejores soluciones de tecnología no solo hoy sino en los siguientes años.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar a los productos ubicados en el cuadrante de líderes del cuadrante mágico de Gartner.</li> <li>• Existencia de mínimo 10 años de soporte técnico desde fábrica</li> <li>• Nivel de servicio mínimo del 99 % por parte del proveedor local</li> </ul>
Garantía Técnica	Es el tiempo durante el cual está asegurado tanto el reemplazo de piezas dañadas, como actualizaciones de software, sin costo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 3 años de garantía técnica para los equipos activos y sistemas.</li> </ul>

Tabla 1.5 *Definición de indicadores para una red confiable*

VARIABLES E INDICADORES PARA UNA RED CONFIABLE	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Tiempo promedio entre fallas. MTBF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio de la caída del servicio</li> <li>• Inicio de la subida del servicio</li> <li>• Número de fallas</li> </ul>
Crecimiento	Switches de Núcleo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de slots vacíos para controladoras</li> <li>• Capacidad del bus de backplane</li> </ul> Switches de Acceso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de usuarios proyectados</li> <li>• Cantidad de equipos apilables</li> <li>• Capacidad del bus de la pila</li> </ul>
Posicionamiento en el mercado tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madurez del producto</li> <li>• Desarrollo tecnológico constante</li> <li>• Centros de soporte a nivel mundial</li> <li>• Centros de capacitación a nivel mundial</li> </ul>
Soporte Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte técnico local con ingenieros certificados</li> <li>• Soporte técnico directo de fábrica</li> <li>• Nivel de servicio entregado por el proveedor local</li> <li>• Actualizaciones de software</li> <li>• Desarrollo de nuevas funcionalidades</li> </ul>
Garantía Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de equipos y sistemas</li> <li>• Tiempo de la garantía técnica</li> <li>• Costos</li> </ul>

Tabla 1.6 *Variables e indicadores para una red confiable*

### 1.5.5 Variables e Indicadores para una Red Disponible

Las redes altamente disponibles, son aquellas que permiten mantener operativos y sin fallas todos los servicios de red de manera ininterrumpida, para ser utilizados la mayor cantidad de tiempo posible, a través de métodos y esquemas de recuperación de los servicios en períodos de tiempo cortos y es medido en porcentajes de up-time de los servicios desde el 99,9 % hasta el 99,999%. Las variables e indicadores para una red disponible, se indica en las Tablas 1.7 y 1.8.

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED DISPONIBLE		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Disponibilidad de la red	Es el tiempo de disponibilidad de los servicios de red	Mínimo 99,99 % mensual

Tabla 1.7 *Definición de indicadores para una red auto-defendible de alto rendimiento*



VARIABLES E INDICADORES PARA UNA RED DISPONIBLE	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de caídas de los equipos de red</li> <li>• Importancia de los equipos en la red</li> <li>• Tiempo total de la muestra</li> </ul>

Tabla 1.8 *Variables e indicadores para una red auto-defendible de alto rendimiento*

### 1.5.6 Variables e Indicadores para una Red Tolerante a Fallos

Las redes tolerantes a fallos, son aquellas que permiten mantener todos los servicios a pesar de las fallas producidas en cualquier elemento de la red de datos, lo cual se consigue implementando arquitecturas redundantes a nivel de equipos, controladoras, interfaces y enlaces de interconexión.

A nivel de backbone se instalan dos o más Switches de Núcleo, en modo de operación activo-activo, que balancea la carga hacia los Switches de distribución y de Acceso a través de la utilización de enlaces físicos diferentes. Si uno de los Switches de Núcleo falla, el otro Switch está en capacidad de asumir toda la carga de trabajo de la red de datos de manera automática.

Las variables e indicadores para una red tolerante a fallos, se indica en las Tablas 1.9 y 1.10.

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA UNA RED TOLERANTE A FALLOS		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Redundancia	Es la repetición de uno o varios elementos importantes que integran un equipo, una red o un servicio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión de mínimo dos elementos críticos</li> </ul>
Fail-over	Es la capacidad de conmutar desde un sistema activo hacia un sistema de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máximo 20 milisegundos para conmutar, entre Switches de Núcleo activos.</li> <li>• Máximo 5 minutos para conmutar en sistemas NAC.</li> </ul>

Tabla 1.9 *Definición de indicadores para una red tolerante a fallos*

VARIABLES E INDICADORES PARA UNA RED TOLERANTE A FALLOS	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Redundancia	<p>Redundancia a nivel de un Switch de Núcleo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de Controladoras de Supervisión</li> <li>• Cantidad de puertos de enlaces con los Switches de Acceso</li> <li>• Cantidad de controladoras de puertos</li> <li>• Cantidad de fuentes de alimentación.</li> </ul> <p>Redundancia a Nivel de los Switches de Acceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de puertos de enlaces con los Switches de Núcleo</li> </ul> <p>Redundancia a Nivel de Backbone:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectura de conexión entre los Switches de Núcleo y los Switches de Acceso.</li> <li>• Cantidad de Switches de Núcleo</li> <li>• Cantidad de enlaces físicos entre los Switches de Núcleo con los Switches de Acceso.</li> </ul> <p>Redundancia en Sistemas de Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos</li> </ul>

Tabla 1.10 *Variables e indicadores para una red tolerante a fallos*

### 1.5.7 Variables e Indicadores para la Evaluación de la Infraestructura Tecnológica Actual

Las variables e indicadores para la evaluación de la infraestructura tecnológica actual, se indica en las Tablas 1.11 y 1.12.

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA ACTUAL		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
Nivel de riesgo de la infraestructura actual.	Es el grado o porcentaje de exposición de la infraestructura, a los riesgos producidos por elementos internos y externos que afectan a la estructura, el funcionamiento, la disponibilidad, la privacidad, la integridad de la información, la calidad de los procesos y la imagen de la empresa	<p>0% ≤ Bajo ≤ 25 %            25% &lt; Medio ≤ 50 %            50% &lt; Alto ≤ 75 %            75% &lt; Crítico ≤ 100 %</p> <p>Tabla 4.1</p>
Nivel de impacto de los riesgos en la infraestructura actual.	Es el grado o porcentaje de la influencia de los riesgos sobre la operación interna y externa de la institución.	<p>0% ≤ Bajo ≤ 37,5%            37,5% &lt; Medio ≤ 62,5%            62,5% &lt; Alto ≤ 87,5%            87,5% &lt; Crítico ≤ 100 %</p> <p>Tabla 4.5</p>
Nivel de disponibilidad de la infraestructura actual	Es el porcentaje de tiempo medido en un período determinado, que la infraestructura mantiene su actividad óptima, entregando todos los servicios.	<p>99,99% &lt; Óptimo ≤ 99,999%            99% ≤ Alto ≤ 99,99%            98% &lt; Medio ≤ 99%            97% &lt; Bajo ≤ 98%            95% &lt; Crítico ≤ 97%</p>
Nivel de seguridad de la infraestructura actual	Es el grado o porcentaje de exposición de la infraestructura a los riesgos producidos por vulnerabilidades	<p>0% ≤ Mínimo ≤ 20%            20% ≤ Bajo ≤ 40%</p>

DEFINICIÓN DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA ACTUAL		
INDICADORES	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	VALORES REFERENCIALES
		40% < Medio ≤ 60% 60% < Alto ≤ 80% 80% < Crítico ≤ 100%
Tabla 4.9		

Tabla 1.11 *Definición de indicadores de medición de la infraestructura actual*

VARIABLES E INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA ACTUAL	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Nivel de riesgo de la infraestructura actual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos en cada uno de los elementos de la red de datos actual.</li> <li>• Probabilidad de ocurrencia del riesgo.</li> <li>• Importancia del riesgo en la infraestructura.</li> </ul>
Nivel de impacto de los riesgos en la infraestructura actual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de los riesgos</li> <li>• Identificación de las áreas de influencia de los riesgos</li> <li>• Valoración del nivel de impacto del riesgo sobre cada una de las áreas de influencia.</li> </ul>
Nivel de disponibilidad de la infraestructura actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad del Switch de Núcleo y de los Switches de Acceso.</li> <li>• Utilización de anchos de banda de los enlaces de fibra óptica del backbone actual.</li> </ul>
Nivel de seguridad de la infraestructura actual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de tráfico bloqueado y permitido</li> <li>• Nivel de severidad de ataques y eventos</li> <li>• Nivel de seguridad promedio de usuarios y servidores</li> <li>• Tipo de tráfico y aplicaciones controladas</li> </ul>

Tabla 1.12 *Variables e Indicadores de medición de la infraestructura actual*

### 1.5.8 Variables e Indicadores para el Diseño de la Nueva Infraestructura Tecnológica

Las variables e indicadores para el diseño de red convergente auto-defendible se indican en la Tabla 1.13.

VARIABLES E INDICADORES PARA EL DISEÑO DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
Topología de red	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema de conexión simple o redundante</li> <li>• Número de Switch de Núcleo</li> <li>• Número de Switches de Acceso</li> <li>• Número de Sistemas de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos</li> </ul>
Capacidades de los Switches de Núcleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquema de conexión simple o redundante</li> <li>• Arquitectura y cantidad de slots del chasis</li> <li>• Tipo de procesamiento</li> <li>• Capacidad de conmutación</li> <li>• Cantidad y tipo de controladoras</li> <li>• Cantidad y tipo de puertos de conexión con los Switches de Acceso.</li> <li>• Cantidad y tipo de puertos para conexión con los servidores.</li> </ul>

VARIABLES E INDICADORES PARA EL DISEÑO DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	
INDICADORES	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones de capa 2, 3 y 4</li> <li>• Seguridades embebidas</li> <li>• Administración de la calidad de servicio</li> </ul>
Capacidades de los Switches de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de conmutación.</li> <li>• Cantidad y tipo de puertos de conexión con los Switches de Núcleo.</li> <li>• Cantidad y tipo de puertos de usuarios requeridos proyectados</li> <li>• Funciones de capa 2, 3 y 4</li> <li>• Seguridades embebidas</li> <li>• Administración de la calidad de servicio.</li> </ul>
Capacidades de los sistemas de autenticación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de autenticación</li> <li>• Número de usuarios</li> </ul>
Capacidades de los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de usuarios y estaciones proyectados</li> <li>• Funciones de control de accesos</li> <li>• Sistema de Gestión.</li> </ul>
Tipo y capacidad del cableado estructurado vertical para backbone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad y tipo de las interfaces de enlaces entre los Switches de Núcleo y los Switches de Acceso.</li> <li>• Cantidad de enlaces requeridos</li> <li>• Distancia de cada enlace de fibra óptica desde el rack de comunicaciones del centro de cómputo hasta cada uno de los racks de pared de cada uno de los pisos.</li> <li>• Tipo de cable a utilizar.</li> <li>• Cantidad de racks de piso, para el centro cómputo.</li> <li>• Cantidad de racks de pared para cada piso</li> </ul>
Costos de la solución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de los equipos y sistemas activos</li> <li>• Costos de cableado estructurado, en caso de ser requerido.</li> <li>• Garantías técnica</li> </ul>
Retorno de la Inversión de la solución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de la solución</li> <li>• Depreciación de los equipos y sistemas.</li> <li>• Gastos de personal técnico institucional</li> <li>• Gastos en soporte y mantenimiento, luego de finalizado el período de garantía.</li> <li>• Beneficios directos</li> <li>• Beneficios indirectos</li> </ul>

Tabla 1.13 *Variables e Indicadores para el diseño de red convergente auto-defendible.*

## 1.6 ALCANCE DEL PROYECTO

- Definir la metodología para determinar de manera analítica, la necesidad de realizar el cambio de la plataforma de comunicaciones de la red local de la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, en función del análisis de riesgos, de los niveles de impacto de los riesgos, del nivel de vulnerabilidad informática y del nivel de disponibilidad de los equipos activos de la red local, de la infraestructura actual.
- Diseñar una red segura, confiable y de alto rendimiento, para la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y seguros, en función de la alternativa seleccionada, ajustada a los requerimientos actuales y futuros.

- Mejorar los niveles de seguridad para la protección continua de la red local de la oficina matriz de Quito, mediante la utilización de tecnologías que permitan la aplicación de políticas de administración y de control del tráfico multicapa, sobre cada uno de los usuarios y dispositivos activos de la red de datos.
  - Mejorar el rendimiento de las aplicaciones de misión crítica, mediante la aplicación de políticas de calidad de servicio y prioridad de tráfico, que permitan la integración de las redes de voz, video y datos.
  - Generar las posibles especificaciones técnicas requeridas para ejecutar los procesos de adquisición e implementación de la solución diseñada.
  - Incrementar la productividad y reducir costos de operación, en función de la implementación de la solución, para obtener un retorno de la inversión a corto plazo.
-

## CAPÍTULO 2

### ANÁLISIS TEÓRICO

#### 2.1 REDES CONVERGENTES, AUTO DEFENDIBLES DE ALTO RENDIMIENTO

En la actualidad las empresas buscan mejorar la satisfacción de sus clientes e incrementar la productividad de sus empleados, mediante la implementación de redes LAN seguras auto-defendibles, de alto rendimiento, confiables, altamente disponibles y tolerantes a fallas, que permitan un crecimiento ordenado, para la integración de las aplicaciones de voz, video, datos, tráfico multimedia e imágenes, accesos inalámbricos, sistemas de control inteligente, aplicaciones de misión crítica, sistemas de almacenamiento, virtualización y que estén preparadas para la instalación de nuevas aplicaciones y servicios futuros sin necesidad de realizar cambios drásticos en la infraestructura de comunicaciones.

Las infraestructuras de comunicaciones deben ser resistentes, disponibles, escalables y adaptables al crecimiento tecnológico proyectado mínimo a 10 años de utilidad de los equipos y sistemas.

##### 2.1.1 Introducción

Las redes seguras convergentes auto-defendibles de alta velocidad, soportan grandes niveles de convergencia y seguridad para permitir un tratamiento diferenciado del tráfico de voz, video, servicios y de aplicaciones de misión crítica, mediante la aplicación de políticas de control de accesos y de calidad de servicio, en cada uno de los niveles de la red de datos.

---

Como se indica en las Figuras 2.1 y 2.2, las redes convergentes permiten la unificación de las comunicaciones, para incrementar la productividad y reducir los costos de operación de la infraestructura, mediante la integración de los servicios, como son:<sup>1</sup>

- Telefonía IP
- Mensajería unificada.
- Video conferencia
- Transmisión de audio, video.
- Tráfico multimedia e imágenes.
- Accesos inalámbricos
- Aplicaciones de misión crítica
- Sistemas de almacenamiento
- Sistemas de video vigilancia y alarmas
- Sistemas de control de edificios inteligentes

La integración de la voz, el video, los sistemas de acceso, los sistemas de control y los datos en las redes IP traen muchos beneficios, pero también introducen nuevos requerimientos y necesidades de las redes LAN, como son:

- Alta disponibilidad y rendimiento de los equipos, para aplicaciones convergentes.
- Altas velocidades de transmisión.
- Soporte de calidad de servicio, para manejar los retardos del tráfico sensible.
- Seguridad embebida en los equipos de red LAN, con el fin de tener comunicaciones seguras, independientemente del medio de transmisión, sea éste cableado o inalámbrico
- Administración fácil e integrada de los servicios de voz, video y datos.

Los equipos de red LAN convergentes, cuentan con servicios de monitoreo de tráfico de la red de datos, que permiten obtener la información de las direcciones IP origen y destino, los puertos TCP origen y destino, las aplicaciones, los contadores, los cuales son colectados y luego exportados para ser analizados para propósitos de análisis de vulnerabilidades.

---

<sup>1</sup> Enterasys. (2008). Enterasys converged Networks. Recuperado en enero, 2010 disponible en <http://www.enterasys.com/company/literature/secureconvergence-wp.pdf>

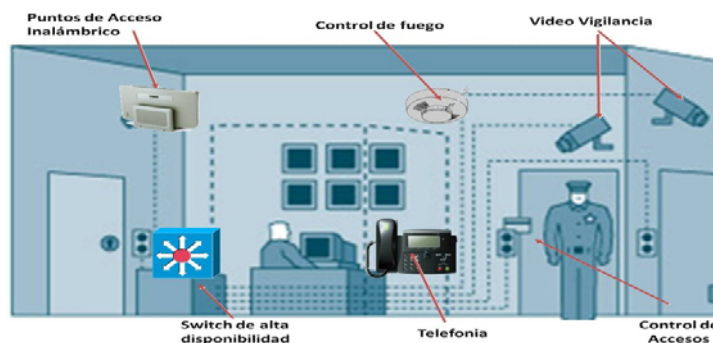


Figura 2.1 Integración de servicios y aplicaciones en Redes Convergentes.<sup>2</sup>

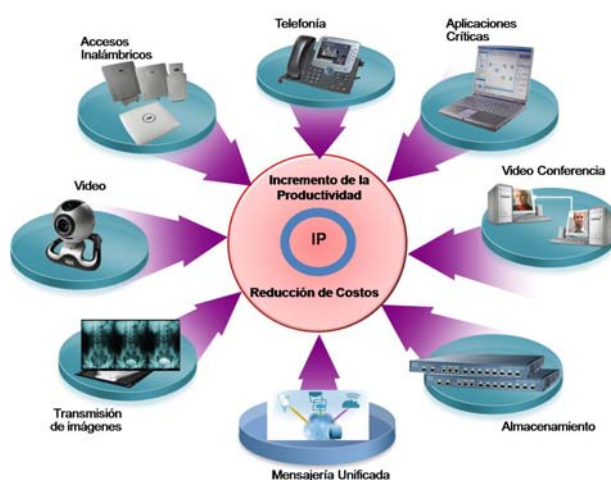


Figura 2.2 Integración de servicios y aplicaciones en Redes Convergentes.<sup>3</sup>

### 2.1.2 Arquitectura de las Redes Convergentes Auto Defendibles

Como indica la Figura 2.3, las redes seguras auto-defendibles de alta velocidad, son redes jerárquicas, en las cuales se tiene los siguientes equipos y sistemas distribuidos:<sup>4 5 6</sup>

- Switches del nivel de Núcleo
- Switches del nivel de Distribución
- Switches del nivel de Acceso.
- Sistemas de Administración y Control de Accesos a la Red en todos los niveles.

<sup>2</sup> Cisco Systems. (2008). Cisco Catalyst 2960 Series Switches. Recuperado en enero,2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/cisco\\_catalyst\\_2960\\_series\\_switches\\_tdm.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/cisco_catalyst_2960_series_switches_tdm.pdf)

<sup>3</sup> Desca-Ecuador. (2009). Cisco Systems. Soluciones de red Lan convergentes.

<sup>4</sup> Montañez, M. (2009). Multilayer campus architecture and design principles. Cisco Networkers

<sup>5</sup> Desai, N. (2009). Advance enterprise campus high availability. Cisco Networkers.

<sup>6</sup> Nortel. (2009). Medium campus technical solution. Capítulo 1-2.



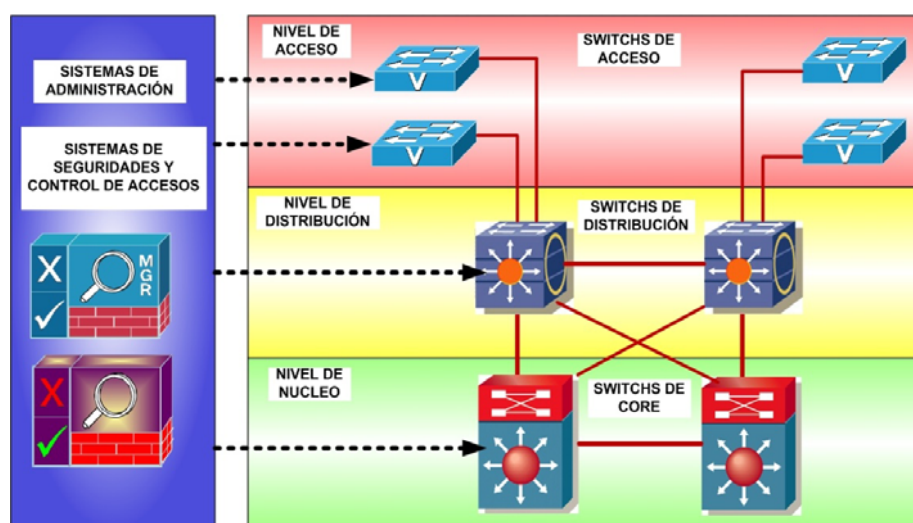


Figura 2.3 Arquitectura jerárquica de las redes convergentes

### 2.1.2.1 Switches de Nivel de Núcleo

Los Switches de Nivel de Núcleo son los equipos principales que forman el backbone de la red de datos y tienen las siguientes características:<sup>7 8</sup>

- Arquitectura modular
- Alta disponibilidad física y lógica, a través de la interconexión de Switches de Núcleo en topología activo-activo.
- Rápida convergencia, para actualización rápida de la topología, y que permite integrar las redes de voz, video y datos IP
- Alta capacidad de conmutación, en el orden de los Terabps, distribuido a través de múltiples controladoras que realizan tareas específicas, con procesamientos independientes y que se integran entre sí a través de backplanes de alta velocidad superior a la capacidad de conmutación.
- Controladora de supervisión
- Accesorios y Controladoras para remplazo o cambio en caliente
- Redundancia en procesamiento, fuentes y ventiladores.

<sup>7</sup> Cisco Systems. (2010). Cisco Catalyst 6500 and 6500-E Series Switch. 2009. Recuperado en enero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps5138/product\\_data\\_sheet09186a00800f916.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps5138/product_data_sheet09186a00800f916.pdf)

<sup>8</sup> Avaya. (2010). Ethernet Routing Switch 8600. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.avaya.com/usa/resource/assets/brochures/dn5007.pdf>

- 
- Interfaces de red de alta velocidad de 1 Gbps o 10 Gbps Ethernet o Etherchannel, multi-modo o mono-modo, dependiendo de las distancias y velocidades de transmisión requeridas.
  - Tecnología Power over Ethernet 802.3af, para suministrar la energía a los dispositivos de red especiales a través del cableado estructurado.
  - Alto nivel de enrutamiento IPv4, IPv6, OSPF
  - Servidor DHCP incluido.
  - Múltiples opciones de Switching
    - Troncalización.
    - Agregación de enlaces.
    - Configuración de múltiples VLANs estáticas y dinámicas
    - Spanning Tree
    - Mirroring
  - Administración de la calidad de servicio QoS.
    - Políticas de entrada/salida
    - Clasificación de tráfico
    - Administración de encolamiento
    - Asignación de QoS automático a estaciones de telefonía y video IP.
  - Seguridades embebidas.
    - Control de acceso en las capas 2, 3, 4 y 7.
    - Autenticación de usuario 802.1x
    - Filtrado de direcciones MAC
    - Módulos de firewall con múltiples interfaces de entrada/salida con millones de conexiones concurrentes.
    - Módulos de IPSs, para monitorear y controlar el tráfico de múltiples VLANs en forma simultánea sin impactar el rendimiento del equipo.
  - Función de virtualización, para que varios switches de núcleo interconectados entre sí, sean vistos como uno solo, como se indica en la Figura 2.4.
  - Balanceo de carga
    - Hacia los servidores físicos y virtuales
    - Hacia las conexiones de red WAN e Internet
  - Administración simple
-

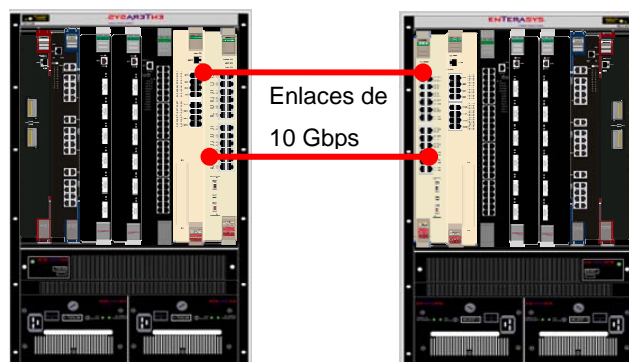


Figura. 2.4 Interconexión de Switches de Núcleo

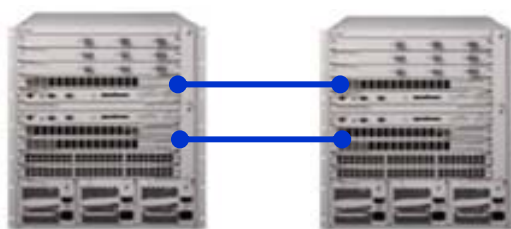
### 2.1.2.2 Switches de Nivel de Distribución

Los Switches de Nivel de Distribución son equipos de nivel intermedio que forman parte del backbone de la red de datos pero tienen características inferiores a los Switches de Núcleo diferenciándose principalmente en el tamaño, el número de controladoras soportadas, el throughput o ancho de banda administrable. Estos equipos tienen las siguientes características:<sup>9</sup>

- Arquitectura modular
- Alta disponibilidad física y lógica, a través de la interconexión de Switches de Núcleo en topología activo-activo.
- Rápida convergencia, para actualización rápida de la topología, y que permite integrar las redes de voz, video y datos IP
- Capacidad de conmutación, en el orden de los 500 Gbps, distribuido a través de limitadas controladoras que realizan tareas específicas, con procesamientos independientes y que integran entre sí a través de backplanes de alta velocidad en el orden de los Terabps.
- Accesorios y Controladoras para remplazo o cambio en caliente
- Redundancia en procesamiento, fuentes y ventiladores.
- Interfaces de red de alta velocidad de 1 Gbps o 10 Gbps Ethernet o Etherchannel, multi-modo o mono-modo, dependiendo de las distancias y velocidades de transmisión requeridas.
- Tecnología Power over Ethernet 802.3af, para suministrar la energía a los dispositivos de red especiales a través del cableado estructurado.

<sup>9</sup> Cisco Systems. (2009). Cisco Catalyst 4500 Series Switches. Recuperado en febrero, 2010, disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product\\_data\\_sheet09186a008033a3bd.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product_data_sheet09186a008033a3bd.pdf)

- Alto nivel de enrutamiento IPv4, IPv6, OSPF
- Servidor DHCP incluido.
- Múltiples opciones de Switching
  - Troncalización.
  - Agregación de enlaces.
  - Configuración de múltiples VLANs estáticas y dinámicas
  - Spanning Tree
  - Mirroring
- Administración de la calidad de servicio QoS.
- Seguridades embebidas y control de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7.
- Función de virtualización.
- Balanceo de carga
  - Hacia los servidores físicos y virtuales
  - Hacia las conexiones de red WAN e Internet
- Administración simple



*Figura 2.5* Switches de Distribución

### **2.1.2.3 Switches de Nivel de Acceso**

Los Switches de Nivel de Acceso, son equipos de menor capacidad que los Switches de Distribución y son los equipos en los cuales se conectan los usuarios y dispositivos finales y se caracterizan por tener:<sup>10 11</sup>

- Arquitectura fija.
- Conectividad:
  - Densidad de puertos baja y fija.

<sup>10</sup> Cisco Systems. (2009). Cisco Catalyst 3750-X and 3560-X Series Switches. Recuperado en febrero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/data\\_sheet\\_c78-584733.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/data_sheet_c78-584733.pdf)

<sup>11</sup> Avaya. (2010). Ethernet Routing Switch 5000 Series. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.avaya.com/usa/resource/assets/factsheet/dn5098%20-%20ers%205000%20fact%20sheet.pdf>

- Puertos Ethernet de 10/100, 10/100/1000 RJ45, con o sin PoE
- Puertos Ethernet de 1 Gbps y 10 Gbps de fibra óptica multi-modo, para enlaces con los switches de distribución o con los switches de núcleo.
- Tecnología Power over Ethernet 802.3af, integradas en las controladoras de puertos 10/100, 10/100/1000, RJ45, para suministrar la energía a los dispositivos de red especiales a través del cableado estructurado.
- Alto nivel de Enrutamiento IP
- Múltiples opciones de Switching
  - Troncalización.
  - Agregación de enlaces.
  - Configuración de múltiples VLANs estáticas y dinámicas
  - Spanning Tree
  - Reconocimiento de múltiples VLANs y usuarios por puerto
  - Reconocimiento de múltiples direcciones MAC por puerto.
  - Mirroring
- Administración de la calidad de servicio QoS.
- Seguridad embebidas y control de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7.
- Administración simple



*Figura 2.6* Switches de Acceso

### **2.1.3 Sistemas de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos**

El Sistema de Administración y de Control de Accesos a la Red (NAC), como indican las Figuras 2.7 y 2.8 se encargan de realizar las siguientes tareas:<sup>12 13</sup>

- Configurar las políticas de seguridades y de control de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7 en los switches de núcleo, de distribución y de acceso.

<sup>12</sup> Nohre, H. (2009). Deploying Cisco NAC Appliance. Cisco Networkers. Barcelona, España.

<sup>13</sup> Enterasys. (2010). Network Access Control. 2010. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.enterasys.com/company/literature/nac-wp.pdf>

- 
- Autenticar y autorizar a cada usuario y/o dispositivo antes de permitir su ingreso a la red de datos.
  - Verificar que cada usuario y/o dispositivo cumpla con las políticas de seguridad establecidas.
  - Autorizar del acceso para los usuarios y/o dispositivos que cumplen con las políticas.
  - Aislar o poner en una red de cuarentena a los usuarios y/o dispositivos que no cumplen con las políticas de seguridad.
  - Forzar la remediación de los usuarios y/o dispositivos en la red de cuarentena.
  - Si los dispositivos y/o usuarios no cumplen con las políticas, se bloquea el acceso en el puerto al cual se conectaron.
  - Descargar las políticas de bloqueo en los switches para ser ejecutados directamente en los puertos de los switches en los cuales se conectaron los usuarios y dispositivos y que no cumplieron con las políticas de seguridad establecidas.
  - Monitorear continuamente el cumplimiento de las políticas de seguridad de los usuarios y/o dispositivos
  - Verificar la ejecución de las políticas directamente en los puertos de los Switches.

Tienen la funcionalidad de configuración de múltiples ambientes de trabajo en los equipos de comunicaciones de la red de datos, separándolos mediante redes VLANs, para formar:

- Ambientes de autenticación, autorización y validación de usuarios y dispositivos
  - Ambientes de cuarentena
  - Ambientes de remediación
  - Ambientes de producción
  - Ambientes de invitados
-

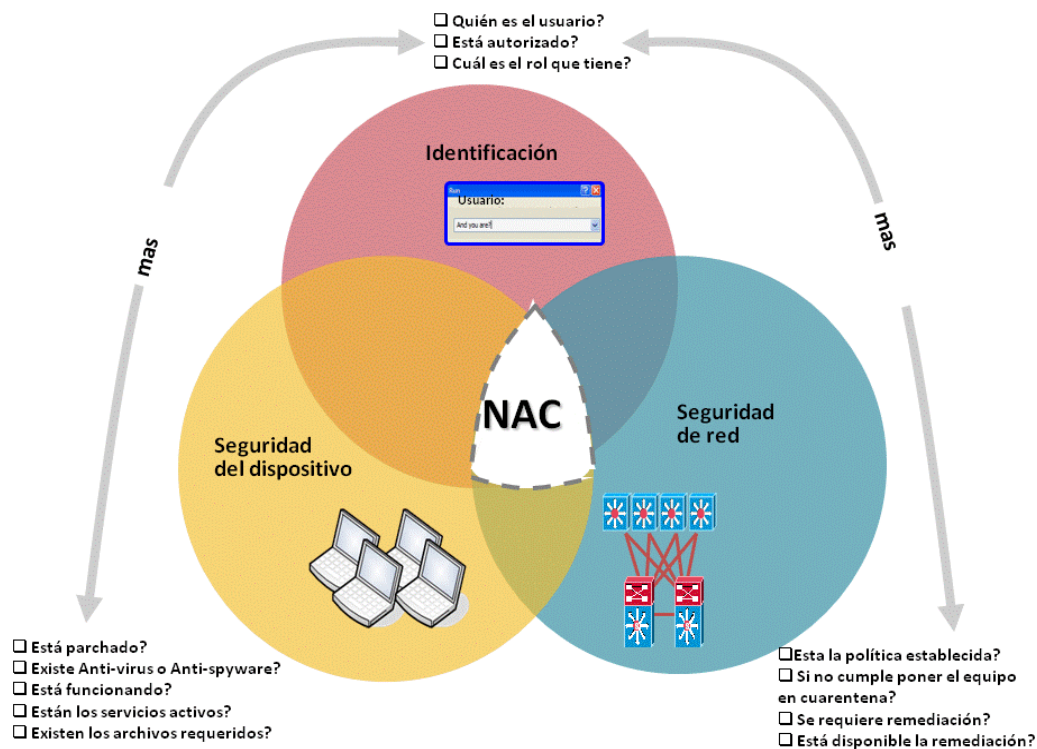


Figura 2.7 Esquema de Seguridad con Control de Accesos a la Red



Figura 2.8 Tareas del Sistema de Control de Accesos a la Red

### 2.1.3.1 Componentes del Sistema de Control de Accesos a la Red

Los componentes de los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red son:<sup>14</sup>

- **Administrador del Servidor de Control de Accesos.**

Realiza la configuración de políticas de acceso y de remediación para ser descargados sobre el Servidor de Control de Accesos a la Red.



*Figura 2.9* Administrador del Servidor de Control de Accesos

- **Servidor de Control de Accesos a la Red**

Este equipo es el encargado de ejecutar las políticas configuradas en el administrador, aplicándolas sobre los switches de núcleo, los switches de distribución, los switches de acceso, los agentes y en los dispositivos terminales de red.

Dependiendo de su capacidad de procesamiento, soportan determinada cantidad de VLANs, y una cantidad específica de usuarios por cada VLAN activa.



*Figura 2.10* Servidor de Control de Accesos

- **Agente de acceso**

Es un cliente para el acceso de equipos y/o usuarios en ambientes no administrados, el cual es descargado desde el Servidor de Acceso a la Red e instalado en el equipo cuando se conecta por primera vez a la red de datos.

<sup>14</sup> Nohre, H. (2009). Deploying Cisco NAC Appliance. Cisco Networkers. Barcelona, España.





*Figura 2.11* Agente de Acceso

▪ **Reglas de actualización.**

Son reglas que permiten las actualizaciones de sistemas operativos, parches de seguridad, aplicaciones, anti-virus, anti spyware y se ejecutan en los ambientes configurados de remediación.

El Administrador del Servidor de Control de Accesos a la Red y el Servidor de Control de Accesos a la Red, trabajan en forma integrada para permitir o denegar los accesos hacia la red de datos. Cada uno tiene sus propias funcionalidades, las cuales son utilizadas dependiendo del tipo de acceso que tiene un dispositivo que se conecta a la red.

Estos pueden identificar a los dispositivos mediante su dirección MAC o su dirección IP y realizan el filtrado mediante listas de control de accesos ACLs en las capas 2, 3, 4 y 7.

### ***2.1.3.2 Funcionamiento del Sistema de Control de Accesos a la Red***

Los Servidores de Control de Acceso a la Red, como se muestra en la Figura 2.12, pueden funcionar en los siguientes modos:<sup>15</sup>

- En línea
- Fuera de línea

<sup>15</sup> Nohre, H. (2009). Deploying Cisco NAC Appliance. Cisco Networkers. Barcelona, España.

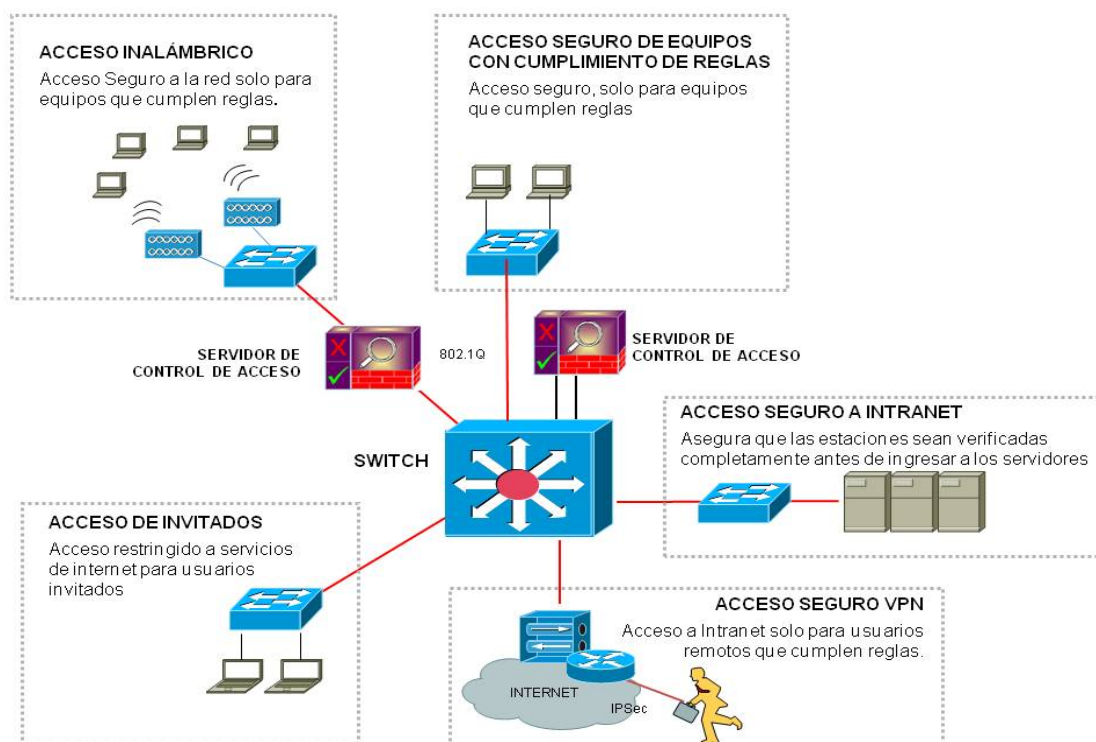


Figura 2.12 Modos de operación de los Servidores de Control de Accesos a la Red

### 2.1.3.2.1 Modo de operación en Línea del Servidor de Control de Acceso a la Red

El Servidor de Control de Accesos a la Red, funciona física y lógicamente en línea, cuando se lo conecta físicamente en el camino del tráfico de datos, en modo de puente, como se indica en la Figura 2.13.

Los IDs de las VLANs pueden ser mapeadas para la separación e interconexión de las redes, con el fin de separar los ambientes de remediación o cuarentena con los ambientes de producción.

También los IDs de las VLANs, pueden ser pasados sin ser modificados cuando se requiere mantener una sola red sin separación de los ambientes de remediación y de producción.

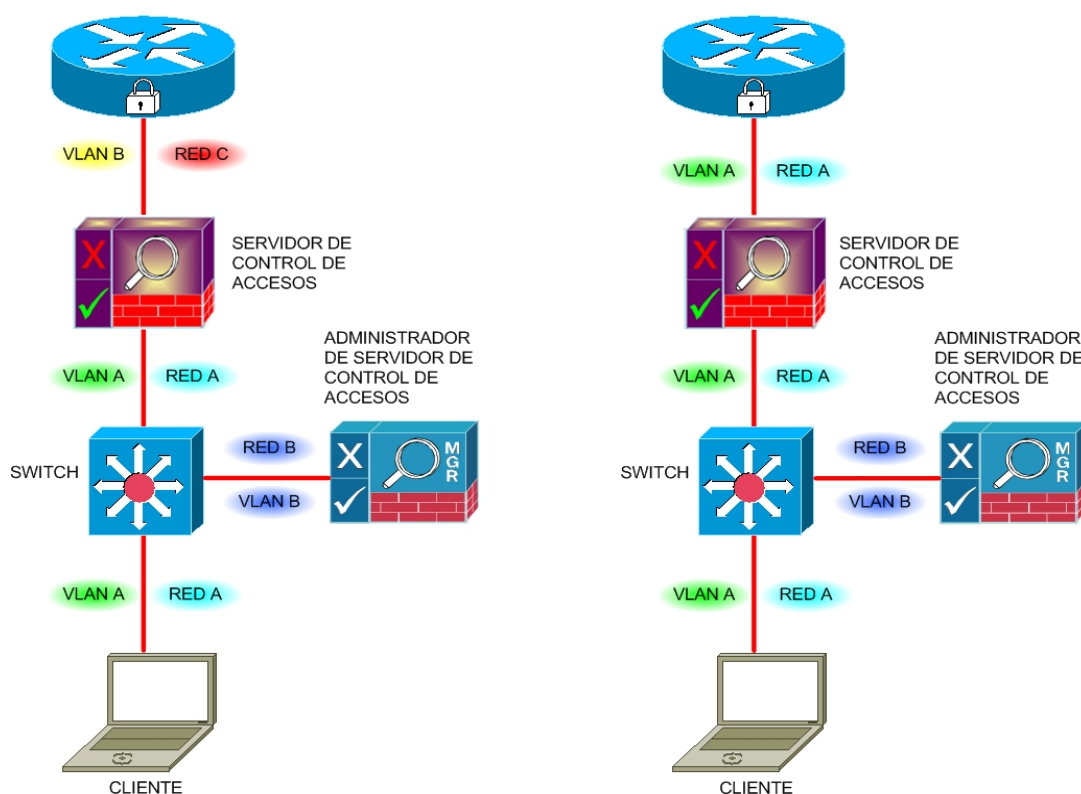


Figura 2.13 Modo de operación en línea del Servidor de Control de Acceso a la Red

#### 2.1.3.2.2 Modo de operación Fuera de Línea del Servidor de Control De Acceso a la Red.

En el modo de operación fuera de línea, el Servidor de Control de Accesos a la Red funciona en modo de enrutamiento, en donde el servidor está conectado en forma lógica en línea, pero físicamente está fuera de línea, como se indica en la Figura 2.14.

Los IDs de las VLANs son mapeadas, para interconectar las subredes de los clientes con las subredes de producción. En la Figura 2.15 se muestra la manera de mapear las VLANs con el fin de mantener separados los ambientes de operación, como por ejemplo:

- La VLAN A se mapea a la VLAN 1, para la red de acceso A
- La VLAN B se mapea a la VLAN 2, para la red de acceso B
- La VLAN C se mapea a la VLAN 3, para la red de acceso C

Del mismo modo los mapeos de las VLANs a través del Servidor de Control de Accesos, se lo realiza de tal forma de mantener separados los ambientes de remediación de los ambientes de producción.

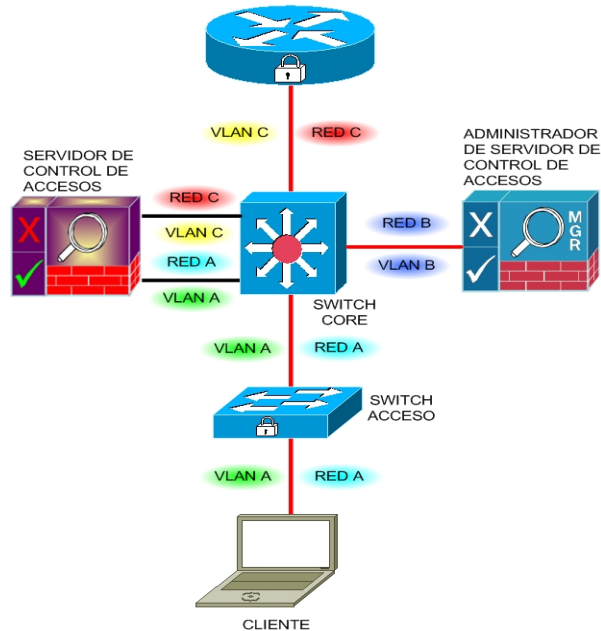


Figura 2.14 Modo de operación fuera de línea del Servidor de Control de Acceso a la Red

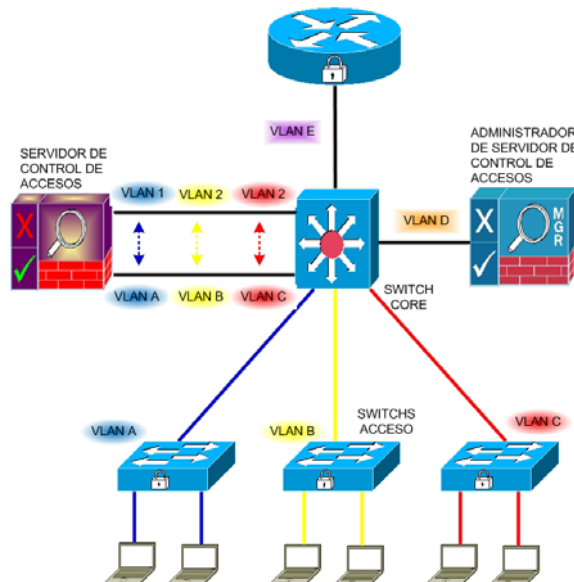


Figura 2.15 Mapeo de VLANs en modo de operación fuera de línea del Servidor de Control de Acceso a la Red

### 2.1.3.3 *Proceso de Operación del Sistema de Control de Acceso a la Red*

El proceso de operación del Sistema de Control de Accesos a la Red, mostrados en la Figuras 2.16 y 2.17, tiene la siguiente secuencia:<sup>16</sup>

**1.** El dispositivo y/o usuario se conecta a la red.

Los dispositivos pueden ser computadoras, teléfonos, cámaras, sensores para control de accesos, sensores de alarmas, impresoras, equipos inalámbricos.

La integración del Sistema de Control de Accesos con los Switches, permiten la detección automática del tipo de dispositivos que se conectan a la red de datos, lo que permite ubicar geográficamente a los dispositivos y asignarles a las diferentes VLANs configuradas, de manera automática.

Se realizará un control de accesos, basado en el tipo de dispositivo que se conecta, qué usuario lo está utilizando y la ubicación geográfica en dónde está utilizando el dispositivo.

**2.** El Switch envía la dirección MAC del dispositivo hacia el Administrador del Servidor de Control de Accesos.

**3.** El Servidor de Administración del Servidor de Control de Accesos, verifica si el dispositivo y/o usuario se encuentra en las listas del Servidor de Control de Accesos o en las listas de dispositivos certificados.

- Si el dispositivo no está en cualquiera de las dos listas, el Administrador instruye al Switch para asignar el puerto Pn a la VLAN de Autenticación.
- Los métodos utilizados para la autenticación son :
  - 802.1x
  - Dirección MAC
  - Agente o Plug-in
  - Página Web
- Para la autenticación se pueden utilizar:
  - Servidores Radius
  - LDAP

---

<sup>16</sup> Nohre, H. (2009). Deploying Cisco NAC Appliance. Cisco Networkers. Barcelona, España.

- 
- Se entrega una dirección DHCP al dispositivo, desde el Servidor de Control de Accesos usando una VLAN de Autenticación. Esta dirección tiene validez solo en los procesos de autenticación y remediación.
4. El Servidor de Control de Accesos está ubicado en la misma VLAN de Autenticación del dispositivo y activa las restricciones hacia la red.
5. Si el dispositivo es una computadora, ésta es verificada mediante la dirección MAC y las credenciales de acceso, para lo cual el dispositivo es obligado a que se descargue un Agente o plug-in para luego realizar los siguientes pasos:
- El Agente obliga al usuario a ingresar las credenciales para determinar el rol al que éste pertenece.
  - El Agente recibe el resultado de la revisión de la validez de las credenciales y del cumplimiento de los roles asignados al dispositivo.
  - Si las credenciales del usuario son válidas, se realizan diferentes tipos de búsquedas de vulnerabilidades en el equipo.
  - Si las búsquedas fallan o encuentran algún problema de vulnerabilidad en el equipo, éste es enviado a un proceso de remediación en una VLAN de remediación o de cuarentena, en donde el agente guía al dispositivo a través de varios pasos para realizar los procesos de remediación, realizando las siguientes tareas:
    - Actualización de parches de sistema operativo, de seguridades, desde un servidor de actualización.
    - Instalación/Ejecución/Actualización de anti virus y anti spyware, desde un servidor Antivirus.
    - Búsqueda y cierre de puertos abiertos.
    - Monitoreo y búsqueda de aplicaciones permitidas y no permitidas.
    - Eliminación o Bloqueo de aplicaciones no autorizadas.

Si la remediación falla, o se supera el tiempo programado para la permanencia de un dispositivo y/o usuario en el ambiente de remediación o cuarentena, el Servidor de Control de Accesos notifica al Switch para que bloquee el puerto Pn donde está conectado el dispositivo y/o usuario.

---

- Si las credenciales ingresadas no son válidas, el Servidor de Control de Accesos, notifica al Switch para que bloquee el puerto Pn, donde está tratando de conectarse el dispositivo y/o usuario.

Otra alternativa, es presentar al usuario una página web de validación, en la cual el cliente ingresa su usuario y clave, y luego se ejecuta los procesos de verificación y validación del equipo y los pasos de remediación en caso de que existan vulnerabilidades en el mismo.

Los dispositivos que no son computadoras, como sistemas telefónicos IP, sistemas de video IP, sistemas de control IP, etc., son verificados mediante la dirección IP y los identificadores que se les pre-configura a los dispositivos.

6. El Servidor de Control de Accesos informa al Servidor de Administración que el dispositivo está ya certificado.
7. El Servidor de Administración realiza las siguientes tareas en el Switch de acceso del dispositivo certificado:
  - Aplica las reglas de control de acceso, políticas de calidad de servicio, en función del perfil del usuario autorizado y certificado, en el puerto Pn en el cual se conecto.
  - Instruye al Switch para que ponga el puerto Pn en la VLAN de acceso a la red a la cual el dispositivo está autorizado a ingresar.
    - Las estaciones telefónicas autorizadas y certificadas, se asigna a la VLAN de voz.
    - Las computadoras autorizadas y certificadas, se asigna a una VLAN de datos.
  - Asigna nuevas direcciones DHCP a las estaciones, en los rangos correspondientes a las redes de producción, con el fin de mantener separados a nivel de capa de red, los ambientes de cuarentena/remediación y de producción.
8. El dispositivo es permitido para acceder a la red de producción:
  - Las estaciones telefónicas autorizadas y certificadas, acceden a la VLAN de voz.
  - Las computadoras autorizadas y certificadas, acceden a la VLAN de datos.

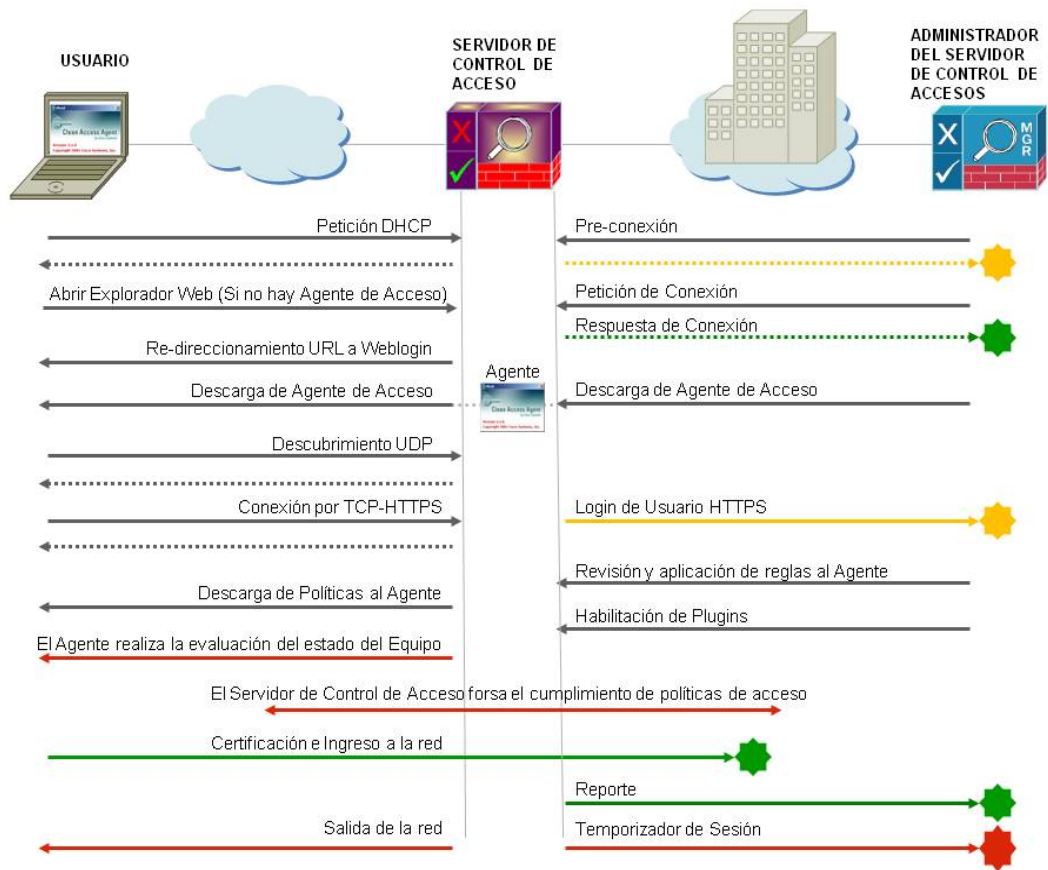


Figura 2.16 Secuencia de conexión segura del cliente hacia a la red



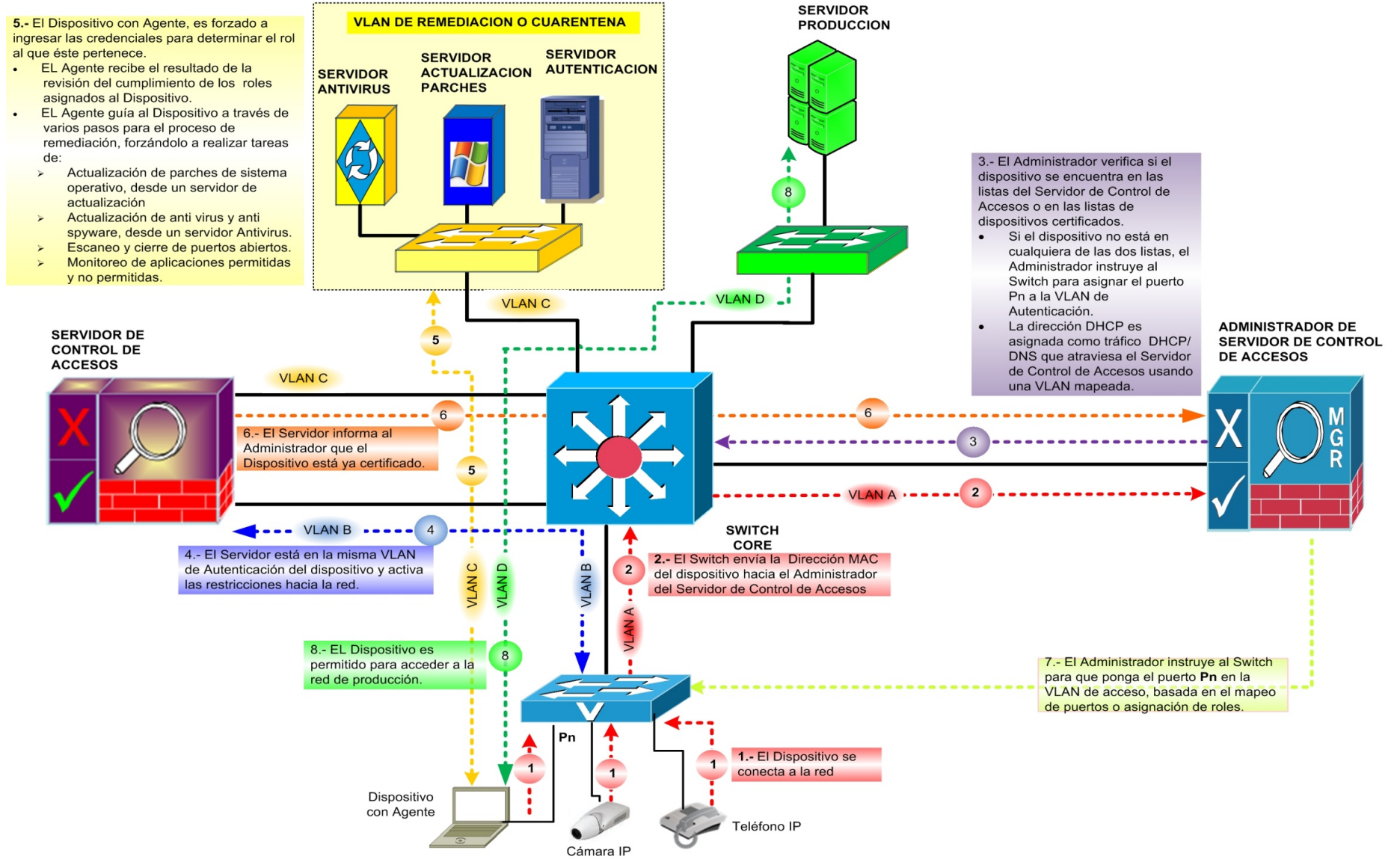


Figura 2.17 Proceso de operación del Sistema de Control de Accesos a la Red

### 2.1.3.4 Configuraciones en los Switches de Datos para el Funcionamiento con los Sistemas de Control de Acceso a la Red

En los Switches de Núcleo, de Distribución y de Acceso se deben realizar las siguientes configuraciones:

- Configuración de VLANs:
  - VLAN para Autenticación de usuarios y dispositivos.
  - VLAN para Autorización de usuarios y dispositivos.
  - VLAN de Remediación y Cuarentena de usuarios y dispositivos.
  - VLAN de Servidores y Aplicaciones de Producción.
  - VLAN de Servicios de Telefonía IP.
  - VLAN de Servicios de Video Conferencia IP.
  - VLAN de Servicios de Control de Accesos.
  - VLAN de Acceso Limitado para usuarios invitados, autorizados.
- Configuración de troncales en los puertos de interconexión entre switches, para permitir el paso del tráfico de varias VLANs a través de los enlaces establecidos entre los switches.
- Asignación de múltiples VLANs a los puertos de conexión de usuario en los switches de acceso, para permitir la conexión en forma simultánea de varios dispositivos de diferente tipo en un mismo puerto, para lo cual el dispositivo intermedio debe tener doble puerto y opciones de configuración de VLAN como es el caso de los teléfonos IP. Esta funcionalidad permite separar en VLANs independientes el tráfico de voz y de datos como indica la Figura 2.18.

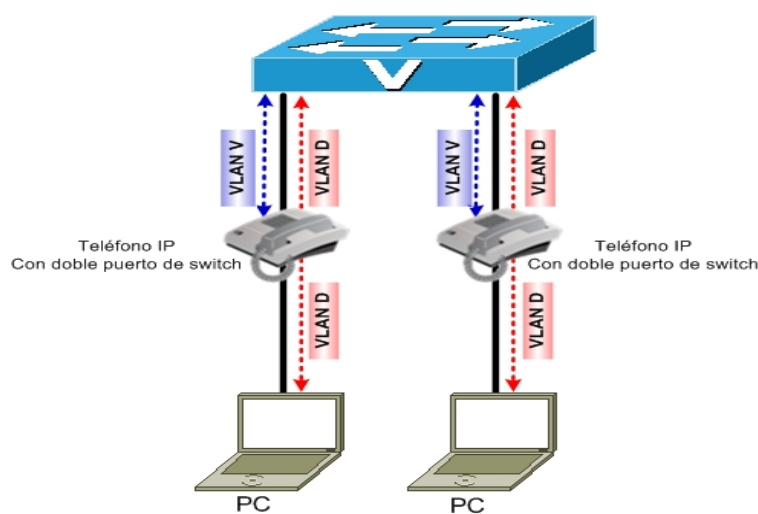


Figura 2.18 Conexión de PC a través de Teléfono IP con doble puerto.

### 2.1.4 Ventajas de las Redes Convergentes, Auto Defendibles de Alto Rendimiento

- Protección continua del negocio, mediante la implementación y la verificación de políticas y roles para que únicamente los usuarios autorizados accedan a la información en los sitios y en los momentos configurados.
- Implementación de VLANs de voz, video y datos IP, para una gestión adecuada de la red.
- Eficiencia en las tareas de detección, ubicación, autenticación, análisis, verificación y remediación de los dispositivos y usuarios que se conectan a la red de datos, para luego aplicar las políticas de acceso y de calidad de servicio más adecuadas sobre cada uno de ellos.
- Disminución del riesgo tecnológico, manteniendo el control riguroso del acceso a la información, aplicaciones y servicios de la red de datos, permitiendo reaccionar en forma proactiva ante intrusiones y ataques para minimizar los impactos ocasionados por estos.
- Incrementar la productividad, reduciendo el costo por reparación de problemas presentados en la red de datos.
- Auditoría y reportes para el análisis visible del cumplimiento de los parámetros y políticas establecidas en la red de datos.
- Alta disponibilidad y rendimiento, mediante una plataforma robusta escalable y tolerante a fallas, que permita la unificación de las comunicaciones, aplicaciones y servicios actuales y futuros.
- Retorno de la inversión a corto plazo, a través de la reducción de costos de operación e incremento del número de servicios entregados.

## 2.2 NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ENLACES DE ALTA VELOCIDAD Y CAPACIDAD PARA REDES LOCALES<sup>17</sup>

Las velocidades de las redes se incrementan constantemente en función de las necesidades. Antes existían redes con los backbones de 100 Mbps y 10 Mbps de conexión hacia las estaciones de trabajo. Luego se migraron las redes hacia backbones de 1 Gbps y con 100 Mbps para conexión de las estaciones de trabajo y 1 Gbps para los servidores.

<sup>17</sup> Systimax Solutions. (2010). Enterprise design guide. Recuperado en mayo, 2010 disponible en [http://docs.commscope.com/Public/Enterprise\\_Design\\_Guide.pdf](http://docs.commscope.com/Public/Enterprise_Design_Guide.pdf)

Actualmente, se están implementando backbones de 10 Gbps, para soportar las conexiones de las estaciones de trabajo a 1 Gbps y de los servidores a 10 Gbps.

En el futuro se instalarán backbones de 40 y 100 Gbps, para soportar la conexión de las estaciones de trabajo a 10 Gbps y de los servidores a 100 Gbps.

### 2.2.1. Soluciones de Cableado Estructurado de Fibra Óptica para Backbones de 10 Gbps

En las fibras multi-modo convencionales de 62.5 o 50  $\mu\text{m}$ , las distancias máximas que se pueden transmitir a 10 Gbps es de 32 a 82 metros respectivamente, como se indica en la Figura 2.19.

El estándar IEEE 802.3ae, ha especificado que las fibras multi-modo optimizadas para láser de 50  $\mu\text{m}$  son las adecuadas para la instalación de cableado estructurado de fibra óptica, para enlaces de 10 Gbps en el backbone, a distancias de hasta 550 metros, como indica la Figura 2.19.

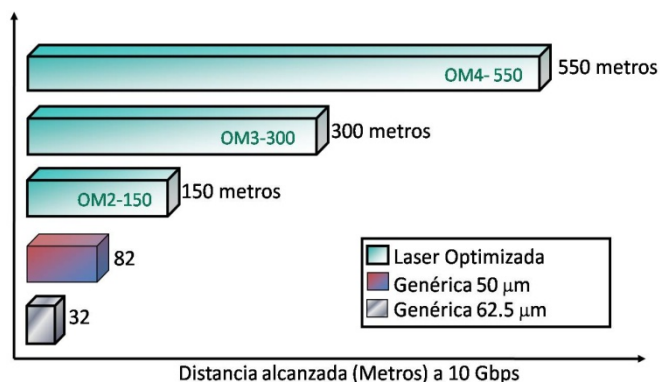


Figura 2.19 Transmisión a 10 Gbps

Las fibras optimizadas para láser soportan también las redes LAN actuales de 1 Gbps, alcanzando una distancia de 1 Kilómetro para enlaces de 1000 Base-SX, como indica la Figura 2.20.

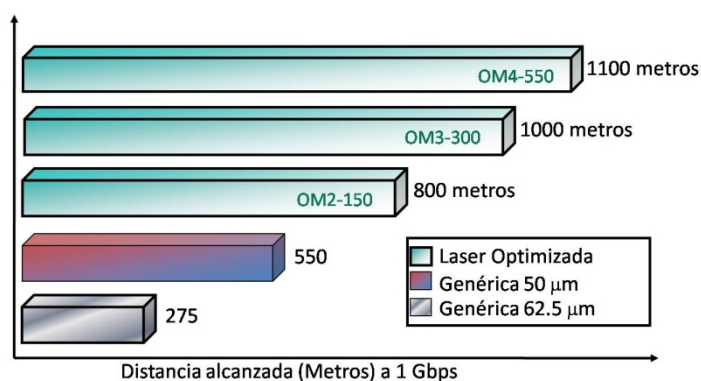


Figura. 2.20 Transmisión a 1 Gbps

### 2.2.1.1. Características de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser

Las fibras multi-modo optimizadas para láser, soportan altas velocidades de transmisión, controlando la dispersión y la atenuación provocadas por el modo de retraso diferencial, que resulta cuando los rayos de luz viajan a través de diversos trayectos o modos y llegan al receptor en diferentes tiempos.

La capacidad de transmisión de estas fibras debe ser medida con los estándares de la EIA/TIA-568B.3.

Existen tres tipos de cables de fibras ópticas optimizadas para láser:

- Fibra tipo OM4-550
  - Fibras multi-modo de 50 / 125 μm
  - Ancho de banda mínimo de láser: 4700 / 500 MHz-km a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima pérdida en el cable: 3.0 / 1.0 dB/KM a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima distancia de transmisión: 550 / 1100 metros a 10 Gbps / 1 Gbps.
  - Son utilizadas en enlaces de distancias entre 300 y 550 metros
  
- Fibra tipo OM3-300
  - Fibras multi-modo de 50 / 125 μm
  - Ancho de banda mínimo de láser: 2000 / 500 MHz-km a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima pérdida en el cable: 3.0 / 1.0 dB/Km a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima distancia de transmisión: 300 / 1000 metros a 10 Gbps / 1 Gbps.
  - Son utilizadas en enlaces de distancias entre 150 y 300 metros

- Fibra tipo OM2-150
  - Fibras multi-modo de 50 / 125  $\mu\text{m}$
  - Ancho de banda mínimo de láser: 950 / 500 MHz-km a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima pérdida en el cable: 3.0 / 1.0 dB/km a 850 / 1300 nano metros.
  - Máxima distancia de transmisión: 150 / 800 metros a 10 Gbps / 1 Gbps.
  - Son utilizadas en enlaces de distancias de hasta 150 metros

El resumen de las características de las fibras ópticas optimizadas para láser se indica en la Tabla 2.1.

CARACTERÍSTICAS	TIPO	LONGITUD DE ONDA	
		850 nm	1300 nm
Atenuación Máxima del cable	Todos	3,0 dB/km	1,0 dB/km
Ancho de Banda, OFL	OM4-550	3,500 MHz-km	500 MHz-km
	OM3-300	1,500 MHz-km	500 MHz-km
	OM2-150	700 MHz-km	500 MHz-km
Ancho de Banda, Láser	OM4-550	4,700 MHz-km	500 MHz-km
	OM3-300	2,000 MHz-km	500 MHz-km
	OM2-150	950 MHz-km	500 MHz-km
Retraso en Modo Diferencial	OM4-550	TIA-492AAAC-A	0,88 ps/m
	OM3-300	TIA-492AAAC-A	0,88 ps/m
	OM2-150	0,70 ps/m	0,88 ps/m
Distancia de Ethernet a 1 Gbps	OM4-550	1,100 m	600 m
	OM3-300	1,000 m	600 m
	OM2-150	800 m	600 m
Distancia de Ethernet a 10 Gbps	OM4-550	550 m	
	OM3-300	300 m	
	OM2-150	150 m	
Radio de curvatura máxima	Todos	3/4	3/4

Tabla 2.1 Características de las fibras optimizadas para láser.

Para reducir los errores en la red ocasionados por la mala instalación de elementos, se deben utilizar los siguientes elementos:

- Conectores y terminaciones SC, ST o LC con atenuación máxima de 0.1 dB.
- Patch Cords de fábrica.
- Módulos de empalmes y conectores prefabricados, para evitar pérdidas por alineamientos y separación de fibras.
- Bandejas modulares de fibra óptica, de alta densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de distribución de núcleo.
- Bandejas modulares de fibra óptica, de baja densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de distribución de núcleo.
- Los empalmes se los debe realizar con elementos instalados y probados en fábrica.

### ***2.2.1.2. Aplicaciones de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser***

Las fibras multi-modo optimizadas para láser soportan la luz emitida tanto por los leds como por los láseres y se los utiliza para construir los backbones de las redes empresariales y de proveedores de servicios.

En las redes Ethernet empresariales, como se indica en la Figura 2.21, son utilizadas para la interconexión de los siguientes equipos en el backbone de la red de datos:

- Entre los Switches de Núcleo
- Entre los Switches de Núcleo y los Switches de Distribución
- Entre los Switches de Distribución y los Switches de Acceso
- Entre el Switch de Núcleo y los Servidores Corporativos

Las fibras optimizadas para láser soportan enlaces de 1 Gbps o de 10 Gbps, por lo que se utiliza para la interconexión de equipos de red que funcionan a 1 Gbps o a 10 Gbps. Esta característica permite que los equipos con tecnologías de 1Gbps antiguos sigan operando en el nuevo cableado estructurado de fibra óptica optimizada para láser, y pueden ser reemplazados en forma paulatina con nuevos equipos con interfaces de 10 Gbps sin provocar interrupciones en los servicios de red.

En un enlace de fibra óptica se debe mantener el mismo tipo de fibras y el mismo tipo de conectores, con el fin de que la longitud efectiva de transmisión no se afecte por la mezcla.

---



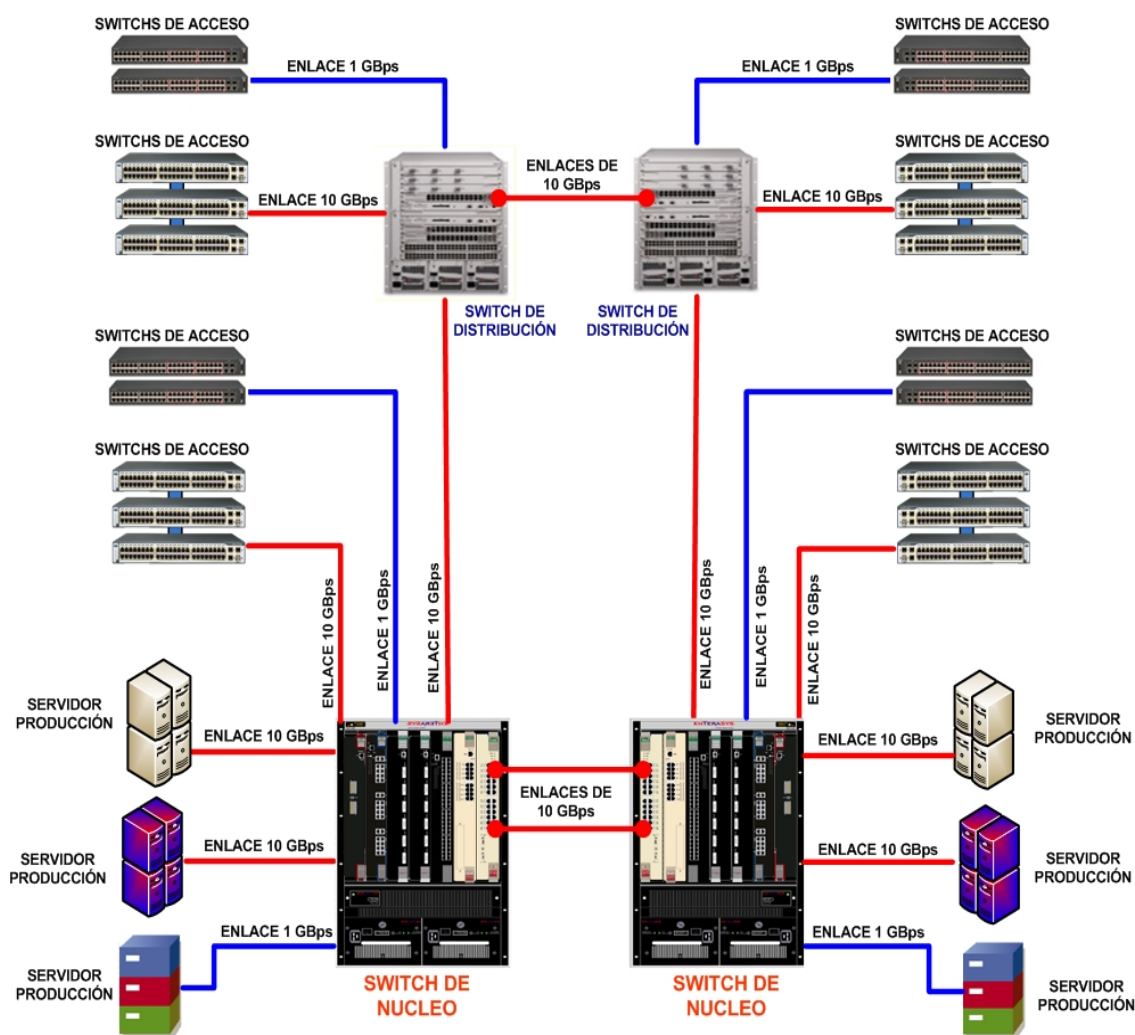


Figura 2.21 Enlaces de 10 y 1 Gbps, sobre fibras de optimizadas para láser

### 2.2.1.3. Aplicaciones Futuras de las Fibras Ópticas Optimizadas para Láser

Se está desarrollando el estándar IEEE 802.3ba para soportar transmisiones de datos a 40 y 100 Gbps Ethernet, en los data centers y los proveedores de servicios.

En el futuro, será posible realizar la transmisión en multi-modo y modo simple a 40 y 100 Gigabit Ethernet sobre la misma fibra óptica.

Un canal de 40 Gbps y 100 Gbps se consigue transmitiendo en paralelo a través de 4 y 10 pares de fibras de 10 Gbps respectivamente, para lo cual las transmisiones paralelas deben ser completamente sincronizadas en los receptores. Figura 2.22.



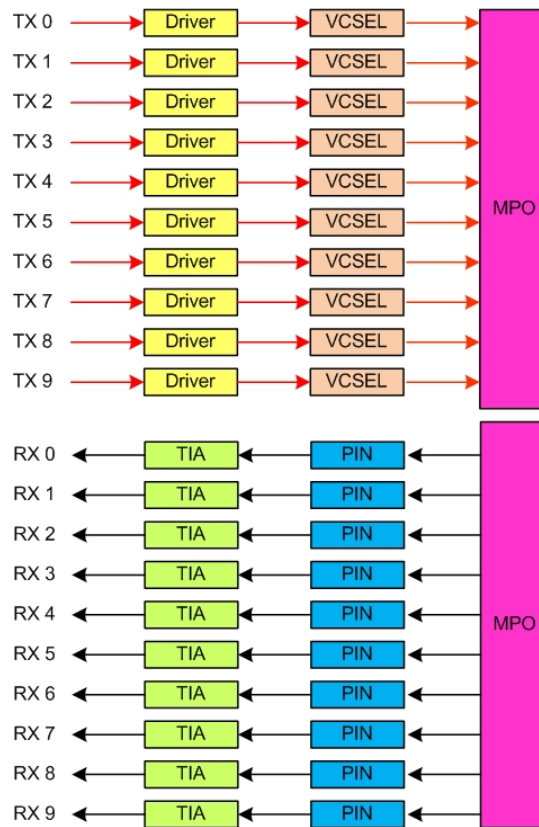


Figura 2.22 Transmisión paralela para enlaces a 100 Gbps

VCSEL Vertical Cavity Surface Emitting Lasers

MPO Terminales de fibra óptica

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE LA SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS

El análisis de la situación actual de la infraestructura tecnológica de la Superintendencia de Bancos y Seguros cubre la descripción y el análisis de la situación actual de las redes locales en cada una de las oficinas.

La infraestructura actual de comunicaciones de la institución está formada por redes locales en la oficina matriz de Quito y en las oficinas regionales de Guayaquil, Cuenca y Portoviejo, las cuales se enlazan entre sí a través de los enlaces de red WAN.

Las redes de datos LAN de cada una de las oficinas están conformadas por:

- Cableado estructurado
- Equipos activos de red LAN

#### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED LAN DE LA OFICINA MATRIZ DE QUITO

##### 3.1.1 Cableado Estructurado de la Red Lan de Quito

El cableado estructurado de la oficina matriz de Quito, está formado por el cableado estructurado de fibra óptica vertical y por el cableado UTP horizontal.

---

### ***3.1.1.1 Cableado Estructurado de Fibra Óptica Vertical***

El cableado estructurado vertical está compuesto por fibras ópticas multi-modo, de 62.5/125  $\mu\text{m}$ , distribuidas desde el armario principal de comunicaciones del centro de cómputo ubicado en el piso 3 de la torre 2, hacia cada uno de los armarios de comunicaciones de pared que se encuentran ubicados en los cuartos de comunicaciones de los pisos Subsuelo 1, Piso 3 hasta el Piso 16, de la torre 1, mediante la guía de 2 pares de fibras hacia cada uno de los pisos indicados, de las cuales un par se encuentra operativo y el otro par es para respaldo en caso de fallas de la principal.

Las fibras son guiadas inicialmente a través de una canaleta metálica de techo, desde el centro de cómputo hasta el ducto de comunicaciones vertical ubicado en el Piso 3 de la torre 1.

Existe un ducto de comunicaciones vertical que atraviesa todos los pisos, desde el Piso 16 hasta el Subsuelo 1. A través de este ducto son guiadas las fibras hacia los armarios de comunicaciones de pared ubicados en el Subsuelo 1 y en los Pisos 3 hasta el Piso 16.

Las fibras ópticas forman el backbone de 1 Gbps, mediante las conexiones desde el Switch de Núcleo Enterasys Matrix E7, hacia los Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402-S

El plano de ubicación del centro de cómputo y la ductería horizontal de distribución del cableado estructurado de fibra óptica en el Piso 3 se indica en la Figura 3.1.

La ductería vertical del cableado para la guía de las fibras ópticas se indica en la Figura 3.2.

La interconexión de fibras desde el centro de cómputo con los diferentes pisos se indica en la Figura 3.3.

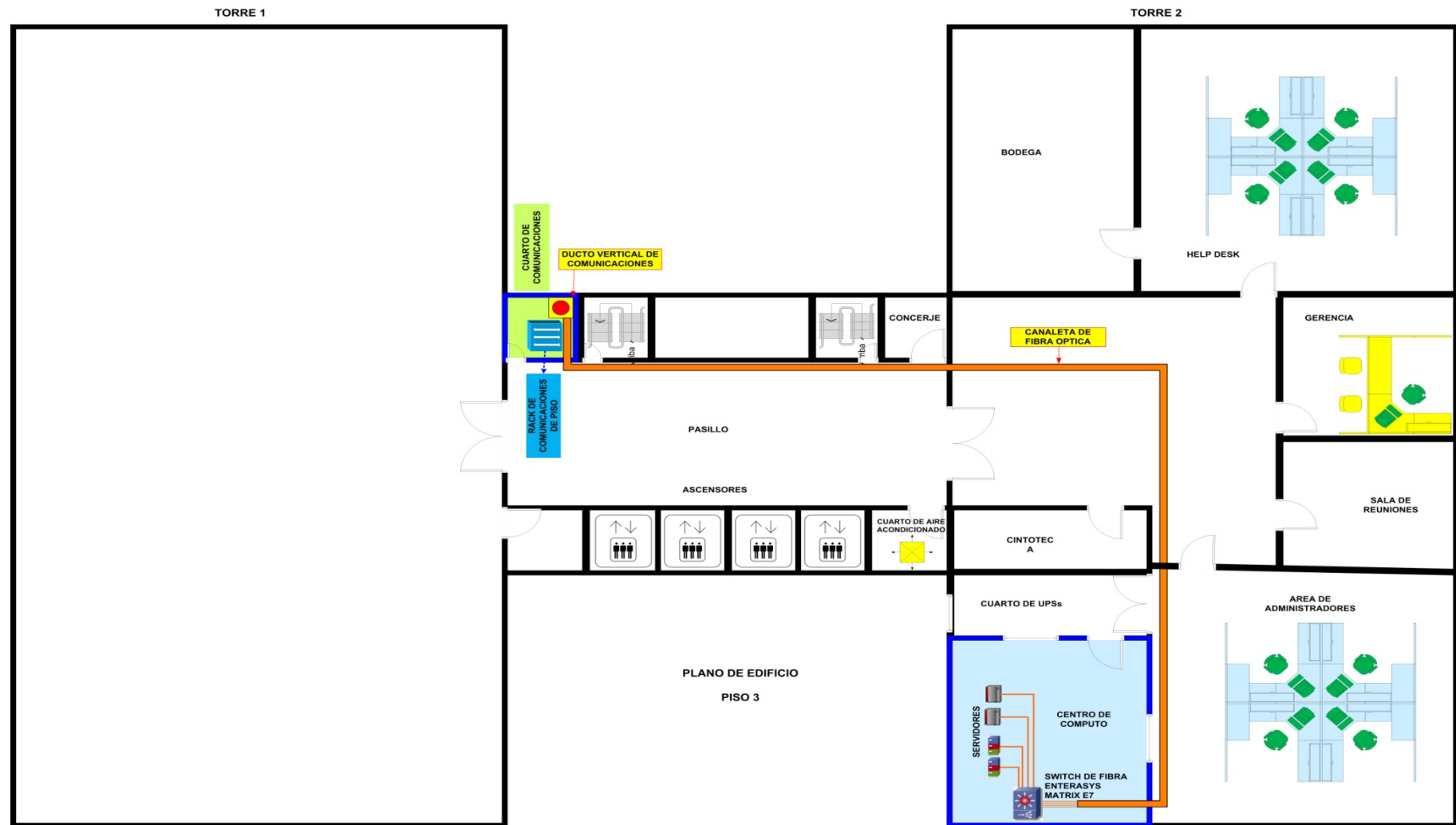


Figura 3.1 Plano físico de ubicación de centro de cómputo y distribución de cableado de fibra óptica en el Piso 3

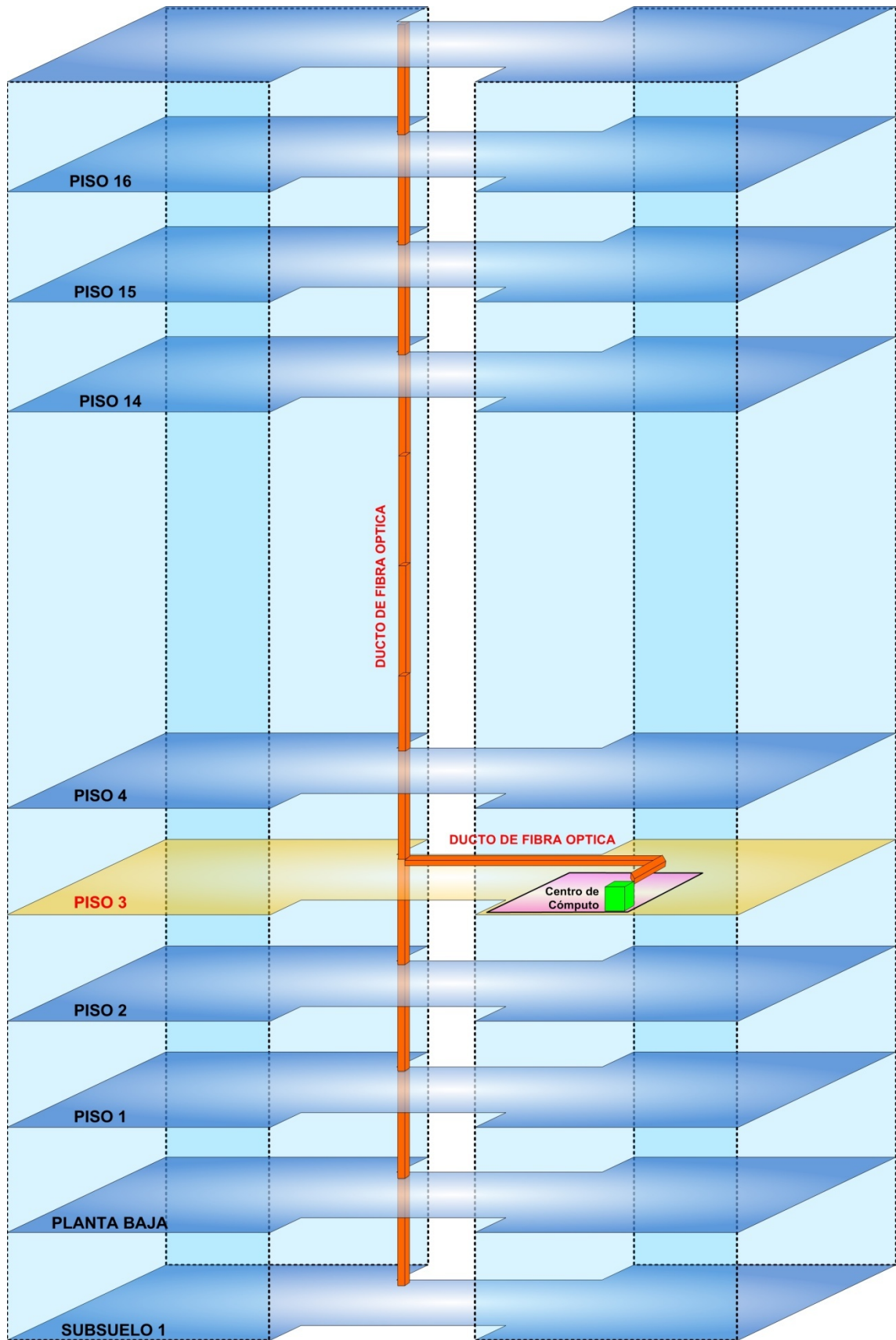


Figura 3.2 Ducto de comunicaciones de fibra óptica horizontal y vertical

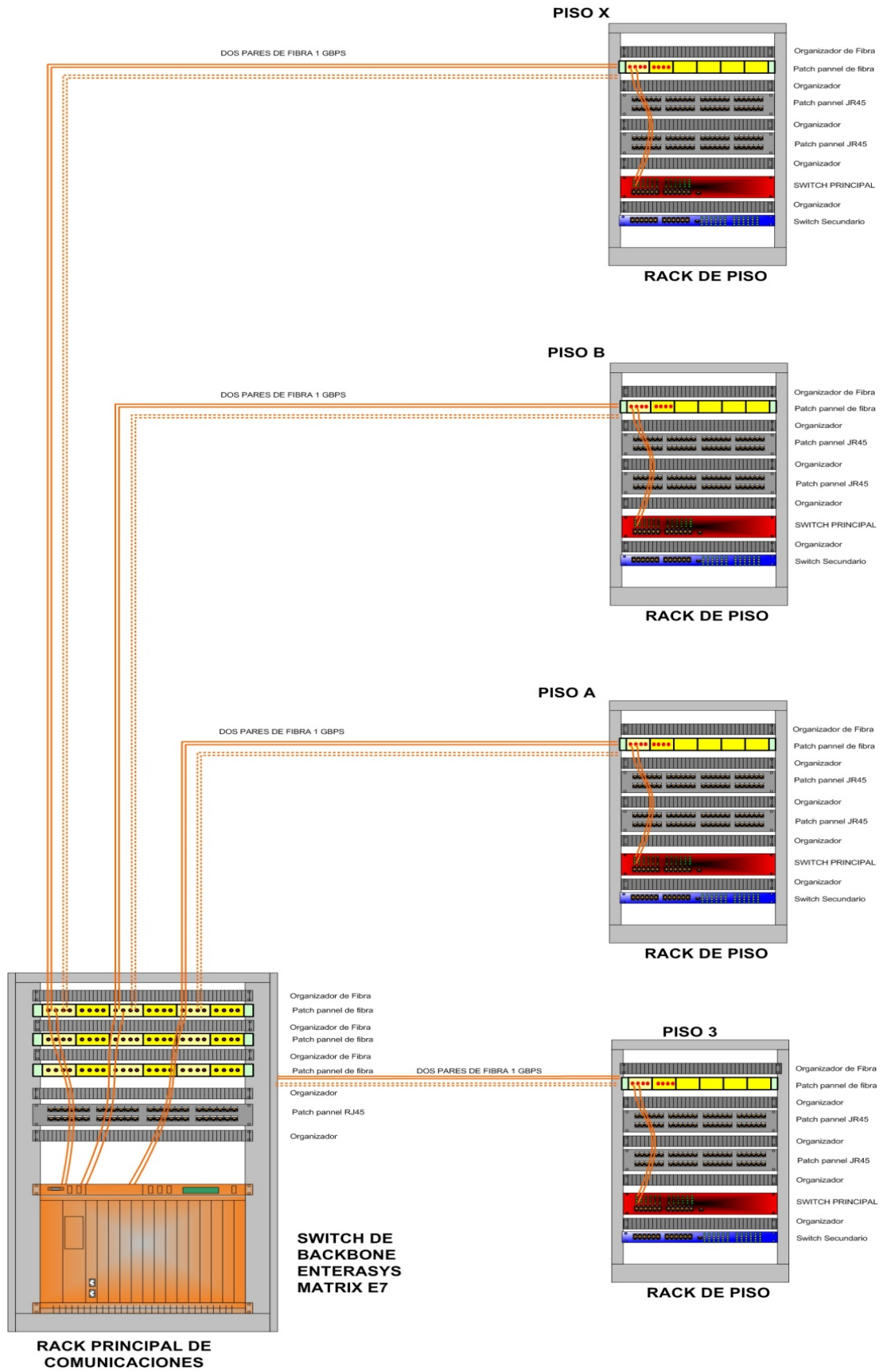


Figura 3.3 Distribución de cableado estructurado vertical de fibra óptica en Quito



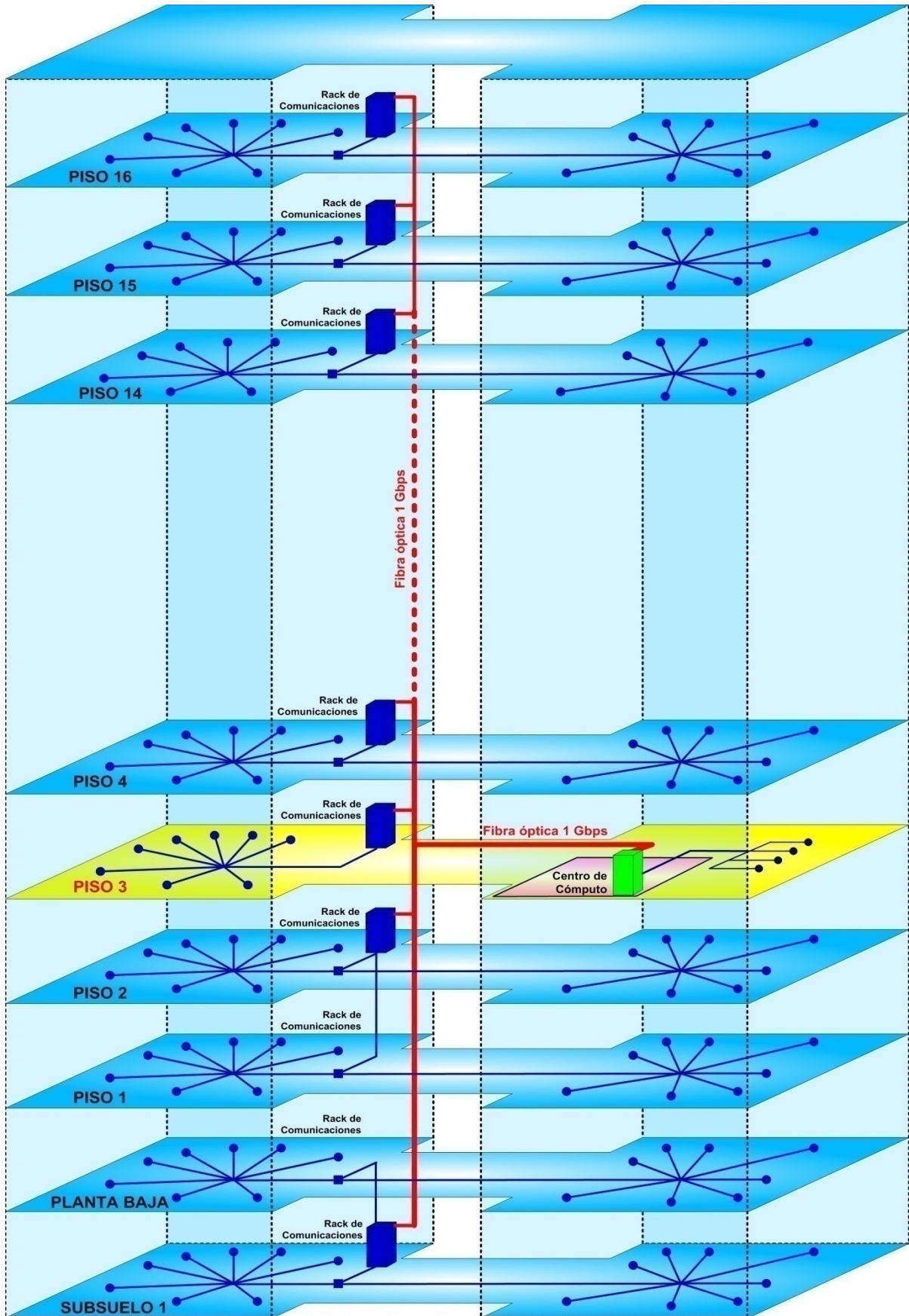


Figura 3.4 Diagrama de distribución por pisos en la oficina matriz de Quito

3.1.1.2 *Cableado Estructurado Horizontal UTP de Quito*

El cableado estructurado horizontal en cada uno de los pisos se extiende desde cada uno de los armarios de comunicaciones de pared instalados en cada uno de los cuartos de comunicaciones hacia los usuarios, mediante cable UTP categoría 5, 5E certificados. El esquema de distribución del cableado estructurado vertical de fibra óptica y horizontal UTP en cada piso, se indica en las Figuras 3.4 y 3.5.

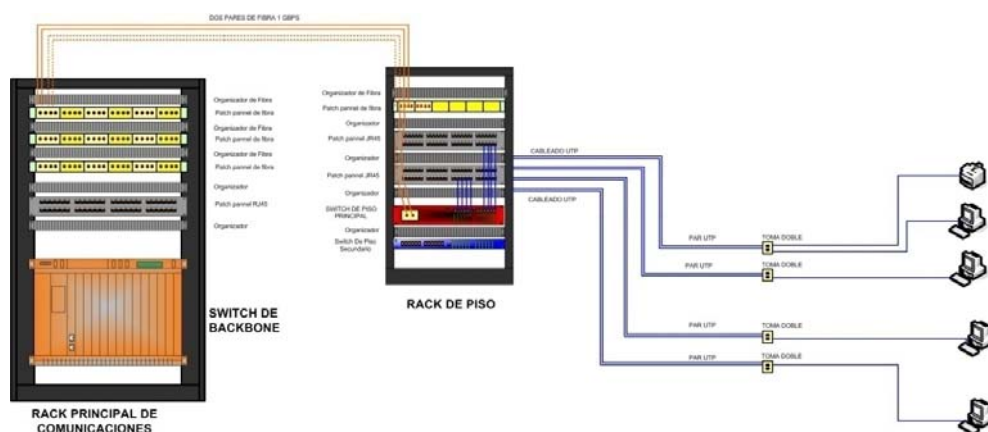


Figura 3.5 Diagrama de distribución del cableado vertical y horizontal en Quito

La cantidad de puntos de red de cableado estructurado horizontal instalados, el número de puntos de red activos y la ubicación de los switches en los armarios de comunicaciones de pared de cada piso, en la oficina matriz de Quito, se describe en la Tabla 3.1.

DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO						
PISO	NÚMERO DE SWITHS DE PISO	PUERTOS DE RED DISPONIBLES	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED INSTALADOS	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED ACTIVOS	UBICACIÓN EN EL RACK	EN
Subsuelo 2	0		2	2		
Subsuelo 1	2	48	15	8	Subsuelo 1	
Planta Baja	0		30	53		
Piso 1	0		15	2	Piso 2	
Piso 2	1	24	15	18		
Piso 3	4	96	96	91	Piso 3	
Piso 4	3	72	72	62	Piso 4	
Piso 5	3	72	72	67	Piso 5	
Piso 6	3	72	72	53	Piso 6	
Piso 7	3	72	72	62	Piso 7	
Piso 8	3	72	72	69	Piso 8	
Piso 9	3	72	72	66	Piso 9	
Piso 10	2	48	48	46	Piso 10	
Piso 11	2	48	48	52	Piso 11	
Piso 12	2	48	48	35	Piso 12	
Piso 13	3	72	72	67	Piso 13	
Piso 14	3	72	72	61	Piso 14	



DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE RED EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO						
PISO	NÚMERO DE SWITCHS DE PISO	PUERTOS DE RED DISPONIBLES	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED INSTALADOS	DE RED	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED ACTIVOS	UBICACIÓN EN EL RACK
Piso 15	4	96	96		69	Piso 15
Piso 16	2	48	48		49	Piso 16
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>1032</b>	<b>1037</b>		<b>932</b>	

Tabla 3.1 *Distribución de puntos de red en la oficina matriz de Quito*

Como muestra la Tabla 3.1, en la oficina matriz de Quito, existen aproximadamente 932 usuarios activos. El promedio de crecimiento de la cantidad de usuarios de red, es aproximadamente de 100 usuarios adicionales por año.

### 3.1.2 Equipos Activos de la Red Lan de Quito

Los equipos activos de la red de datos LAN del edificio matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, está formado por los siguientes equipos:

- 1 Switch de Núcleo Principal de Fibra Óptica, Enterasys Matrix E7.
- 3 Switches de Núcleo Secundarios 3COM 5500
- 15 Switches de Acceso Primarios, Enterasys Horizon 2402-S, con puerto de fibra.
- 22 Switches de Acceso Secundarios, Enterasys Horizon 2402-S.
- 6 Hubs Secundarios, 3COM SuperStack II
- 1 Hub Secundario, 3COM, Link Builder FMS II
- 1 Switch Cabletron Smart Stack ELS10
- 1 Hub Cabletron SEHI

Estos equipos están funcionando de manera ininterrumpida desde hace 10 años y sus características principales son:

- **1 Switch de Núcleo Principal de Fibra Óptica Enterasys Matrix E7**
  - Arquitectura modular, con 5 slots para controladoras multi-puerto
  - 1.6 Terabps de Backplane.
  - 4 controladoras con 6 puertos de fibra óptica, con interfaces tipo SC, con un total de 24 puertos de fibra óptica de 1 GBps de velocidad.
    - 18 puertos se utiliza para la interconexión con los Switches de Acceso Primarios de los pisos, a través del cableado estructurado de fibra óptica.

- 6 puertos se utiliza para conexión con los servidores del centro de cómputo
  - 48 puertos Fast Ethernet 10/100 BaseT, RJ45, para los servidores y equipos de comunicaciones.
  - Operación en capa 2 con soporte de VLANs, 802.1q
  - Soporte de opciones QoS a través de clasificación de tráfico, 802.1p
  - Administración gráfica mediante explorador
  - Administración por menú mediante telnet.
  - **3 Switches de Núcleo Secundarios 3COM 5500**
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - Los equipos operan en capa 3.
    - Están instalados en los segmentos de red conectados directamente al firewall.
  - **15 Switches Principales de Acceso de Piso, Enterasys Horizon 2402-S**
    - 1 puerto de fibra óptica SC, para la interconexión con el Switch de Núcleo Enterasys Matrix E7, a través del cableado estructurado de fibra óptica vertical.
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - 1 puerto para conexión en pila con los Switches de Acceso Secundarios.
    - Los equipos operan en capa 2.
  - **22 Switches Secundarios de Piso, Enterasys Horizon 2402-S.**
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - 1 puerto para conexión en pila con los Switches Principales de Piso.
    - Los equipos operan en capa 2.
  - **6 Hubs Secundarios, 3COM SuperStack II**
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - Se conecta en cascada con los Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402-S.
    - Los equipos operan en capa 2.
    - Se conecta a la red de datos en cascada con los Switches Enterasys Horizon 2402-S
  - **1 Switch Cabletron Smart Stack ELS10**
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - Se conecta en cascada con los Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402-S
    - Los equipos operan en capa 2.
  - **1 Hub Cabletron SEHI**
    - 24 puertos RJ45 10/100 BaseT.
    - Se conecta en cascada con los Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402-S.
-

- Los equipos operan en capa 2.
- **1 Hub Secundario, 3COM Link Buikder**
  - 12 puertos RJ45 10 BaseT.
  - Se conecta en cascada con los Switches de Acceso Enterasys Horizon 2402-S.

La distribución de los equipos de red LAN activos, en la oficina de Quito se resume en la Tabla 3.2.

PISO	EQUIPO	UBICACIÓN	CANTIDAD	CONEXIÓN
Subsuelo 1	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Subsuelo 1	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Subsuelo 1	Hub 3COM SuperStack II	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada
Piso 2	Switch Cabletron Smart Stack ELS10	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada Piso 3
Piso 3	Switch de Fibra Óptica principal Enterasys Matrix E7	Centro de cómputo.	1	
Piso 3	Switch Principal 3COM 5500	Centro de cómputo	3	
Piso 3	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 3	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	3	Stack
Piso 4	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 4	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 5	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 5	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Piso 5	Hub 3COM SuperStack II	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada
Piso 6	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 6	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 7	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 7	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Piso 7	Hub Stack Cabletron SEHI	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada
Piso 8	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 8	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 8	Hub 3COM SuperStack II	Cuarto de Comunicaciones	1	Cascada
Piso 9	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 9	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 10	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 10	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Piso 11	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 11	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Piso 11	Hub 3 COM-Link Builder FMS II	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada
Piso 12	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 12	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack
Piso 13	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 13	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 14	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 14	Hub 3COM SuperStack II	Cuarto de comunicaciones	2	Cascada
Piso 15	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 15	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	2	Stack
Piso 15	Hub 3COM SuperStack II	Cuarto de comunicaciones	1	Cascada
Piso 16	Switch Principal Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Fibra
Piso 16	Switch Secundario Enterasys Horizon 2402-S	Cuarto de comunicaciones	1	Stack

Tabla 3.2 Distribución de equipos de red LAN de la oficina matriz de Quito

El diagrama de interconexión entre el Switch de Núcleo y los Switches de Acceso, a través del cableado de fibra óptica se indica en la Figura 3.6.

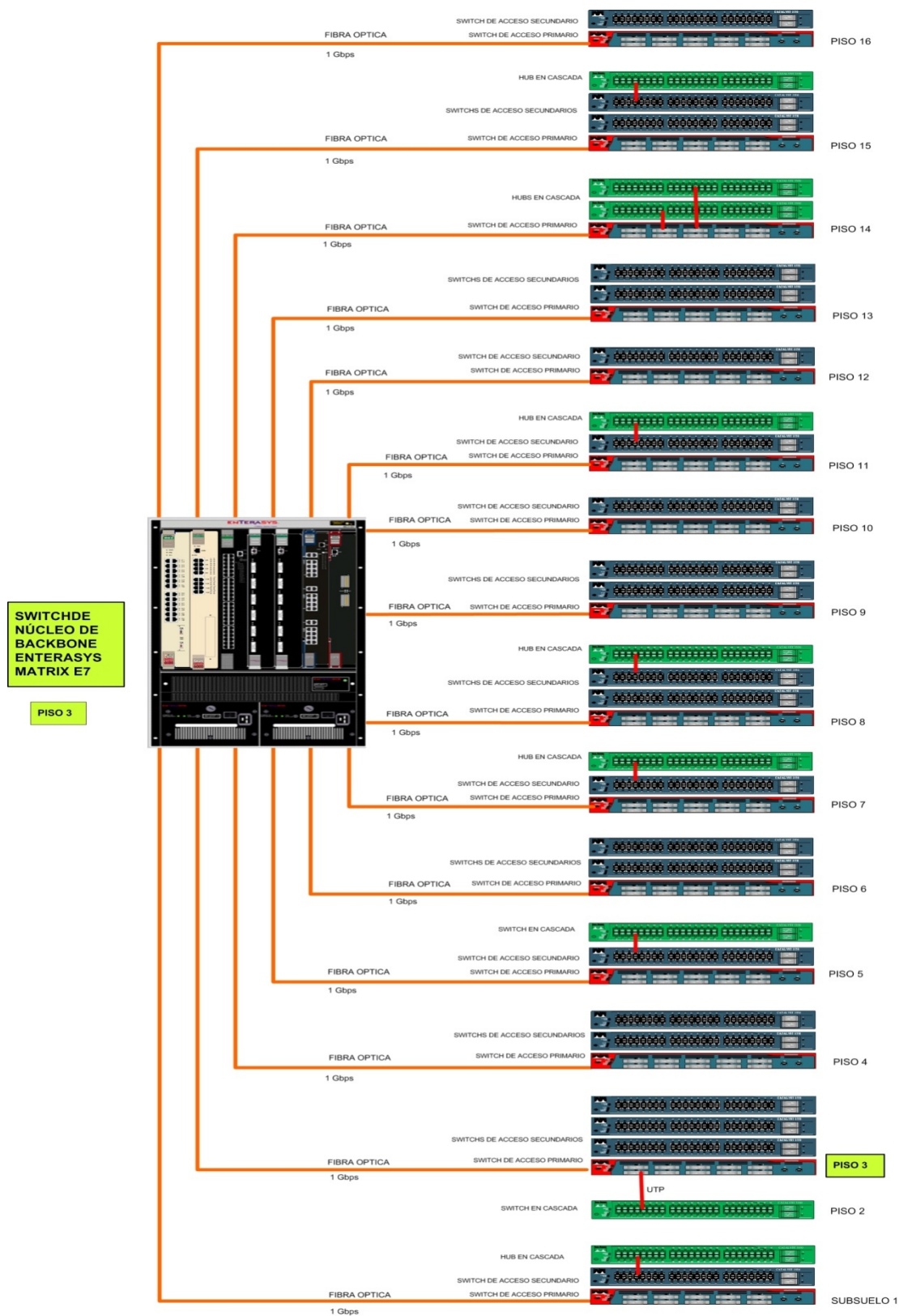


Figura 3.6 Interconexión de equipos activos de la red LAN de Quito.

Para la alimentación de energía se tienen los UPSs indicados en la Tabla 3.3.

UPSs PARA ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS ACTIVOS DE COMUNICACIONES DE LA RED LAN DE QUITO.			
UBICACION	CAPACIDAD DEL UPS	CARGA ACTUAL DEL UPS	NÚMERO DE EQUIPOS DE RED LAN ALIMENTADOS
Piso 3	30 KVA	40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Switch de Núcleo Enterasys Matrix E7</li> <li>• 3 Switches 3 COM 5500</li> <li>• Ruteadores de red WAN e Internet</li> <li>• Firewall y Sistema de Administración</li> <li>• IPS</li> <li>• Administradores de QoS</li> <li>• Servidores de Comunicaciones</li> <li>• Servidores de Correo</li> </ul>
Piso 3	20 KVA	40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arreglo de Servidores Blade HP de producción</li> <li>• Servidores Sun V800 de producción y desarrollo</li> </ul> <p>Todos los equipos se conectan en forma balanceada a los dos UPS</p>
Piso 3	10 KVA	30 %	43 Switches de Acceso de los pisos

Tabla 3.3 Alimentación de equipos activos en la oficina matriz de Quito

### 3.1.3 Limitaciones Actuales de la Red De Datos Local Lan de la Oficina Matriz de Quito

La red de datos LAN de la oficina matriz de Quito, actualmente tiene las siguientes limitaciones:

- No existe una herramienta para la administración de los equipos de la red de datos LAN.
- No permite realizar la administración y control de los accesos de los usuarios a la red de datos, a través de la integración con sistemas de autenticación de usuarios, sistemas de establecimiento de políticas de acceso, filtrado de aplicaciones y servicios.
- No permite realizar la administración y control de aplicaciones y servicios que son utilizados por cada uno de los usuarios dentro de la red de datos.
- No permite realizar tareas de administración y control directamente en los puertos de los Switches, en los cuales los usuarios se conectan, con la finalidad de evitar accesos indebidos y la vulneración de las seguridades de la red de datos. No existe ningún tipo de control de seguridades a nivel de los Switches de comunicaciones.
- Los equipos de comunicaciones de red LAN no permiten realizar administración de la calidad de servicio de la red de datos, establecer prioridades de tráfico para incrementar el rendimiento de las aplicaciones y servicios de la institución.

- Las estaciones de trabajo de los usuarios de red tienen interfaces de red de 1 Gbps. En muchas ocasiones las estaciones de trabajo generan tráfico con tramas grandes que obligan al switch de acceso a intentar sincronizarse a 1 Gbps. El switch de acceso al tener limitada la conexión a 100 Mbps en los puertos, provoca que estos puertos se bloqueen y en ocasiones se produce un sincronismo a 10 Mbps. La estación de trabajo sigue forzando la conexión a 1 Gbps sobre los puertos y llega a saturar todo el switch. Al saturarse un switch provoca que se reinicie todo la pila de switches, provocando una pérdida de servicio por un período de 5 minutos, en todo el piso en el cual están instalados. Esto se evidencia en los cálculos de disponibilidad en el capítulo 4.
- Adicionalmente no existe espacio en los armarios de comunicaciones de los pisos, para la instalación de puntos de red y equipos de comunicaciones adicionales, según los requerimientos actuales. Esto provoca muchas dificultades para realizar las tareas de mantenimiento de los switches e instalación de puntos de red adicionales. Cuando se han requerido más puntos de red en los pisos en los cuales se ha saturado el espacio en los armarios, ha sido necesario añadir nuevos armarios de pared en la parte inferior del primer armario, para poder instalar más patch pannels y equipos de comunicaciones, lo cual dificulta la instalación, la manipulación y el mantenimiento tanto del cableado estructurado como de los equipos de comunicaciones.
- No permite la instalación de los nuevos servidores de aplicaciones y bases de datos que actualmente ya vienen con interfaces de 10 Gbps.

### 3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED EXTENDIDA WAN CON LAS OFICINAS REGIONALES

La red extendida WAN con las oficinas regionales tiene las características indicadas en la Tabla 3.4.

ENLACE	TIPO	ANCHO DE BANDA	ÚLTIMA MILLA	DISPONIBILIDAD
Quito - Guayaquil	Clear Channel	2 Mbps	Fibra y cobre	99,8 %
Quito - Cuenca	Clear Channel	1 Mbps	Fibra y cobre	99,8 %
Quito - Portoviejo	Clear Channel	1 Mbps	Fibra y cobre	99,8 %

Tabla 3.4 *Enlaces WAN entre la oficina de matriz de Quito y las oficinas regionales*

Los equipos utilizados para los enlaces con las oficinas regionales, son los indicados en la Tabla 3.5.

EQUIPO	UBICACIÓN	CAPACIDADES
Ruteador Cisco 2811	Quito	Administración de QoS
Ruteador Cisco 1841	Guayaquil	Administración de QoS
Ruteador Cisco 1841	Cuenca	Administración de QoS
Ruteador Cisco 1841	Portoviejo	Administración de QoS
Cisco Works QoS Policy Manager 3.2	Quito	Administrador de QoS de los enlaces con las oficinas regionales

Tabla 3.5 *Equipos de Enlaces WAN*

Los enlaces son administrados por el sistema Cisco QoS Policy Manager, que genera políticas de prioridad de tráfico de las aplicaciones y de los servicios de mayor importancia.

Los servicios entregados a las oficinas regionales desde la oficina matriz de Quito son:

- Correo electrónico
- Aplicaciones Internas
- Servicio de Internet
- Servicio de video conferencia bajo demanda.

El diagrama esquemático de la red WAN con las oficinas regionales se indica en la Figura 3.7.

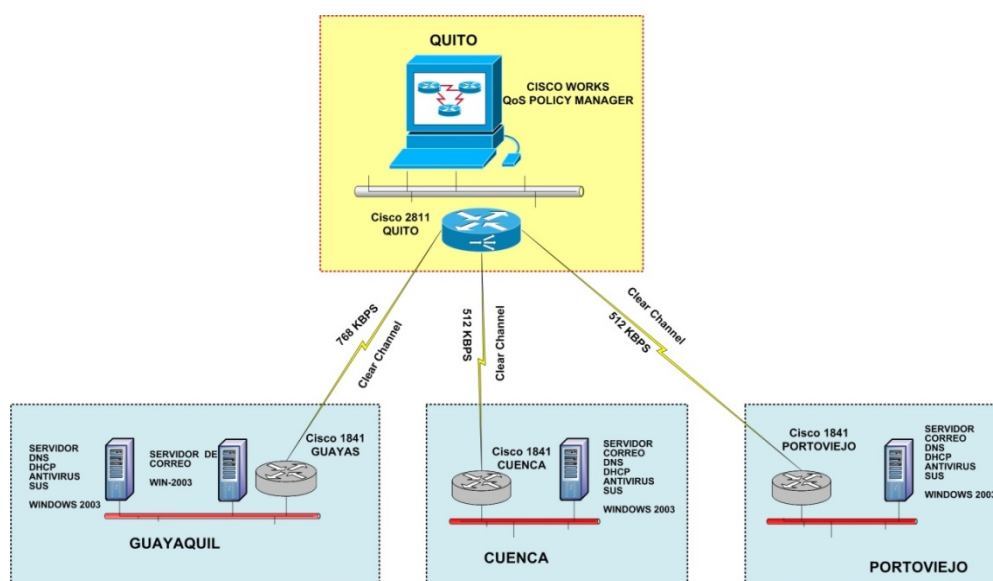


Figura 3.7 Red WAN con las oficinas regionales.



### 3.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD INFORMÁTICA

Las seguridades informáticas en la red de datos se han implementando de acuerdo a las necesidades emergentes que se han presentando en la institución, contando al momento con los siguientes sistemas de seguridad:

- Sistema de Seguridad Perimetral
- Sistema de Prevención y Detección de Intrusos
- Sistema de Filtrado de correo electrónico
- Sistema de Filtrado de Contenido Web
- Sistema Antivirus

La ubicación y conexión de los sistemas indicados se muestra en la Figura 3.11.

#### 3.3.1 Sistema de Seguridad Perimetral

El sistema de seguridad perimetral instalado en la oficina matriz de Quito tiene la funcionalidad de resguardar el perímetro de la red de la Superintendencia de Bancos y Seguros y está conformado por los siguientes equipos:

- **Firewall de red Check Point NGX R65**, instalado en un servidor Nokia IP290, que tiene las funcionalidades:
  - Control perimetral, para tres zonas independientes configuradas.
    - Zona interna.
    - Zona desmilitarizada.
    - Zona externa.
  - Análisis de paquetes basados en patrones y firmas, para el reconocimiento y el filtrado de protocolos, puertos tcp/udp, aplicaciones, servicios, direcciones IP que atraviesan el firewall.
  - Detección y bloqueo de ataques, mediante el reconocimiento de patrones y firmas de ataques.
  - Políticas de acceso Interno y Externo.
  - Traslado de direcciones de red NAT.
  - Traslado de puertos PAT.
  - Publicación de servidores y equipos especiales en internet.
  - Enrutamiento entre zonas de red.



- 
- Formación de redes VPN sitio a sitio entre firewalls.
  - Formación de redes VPN cliente a Sitio para formación de la red VPN para los auditores que realizan trabajo de campo en las instituciones financieras.
  - Integración con el sistema de filtrado de contenido web, Websense.
  - Integración con sistemas de antivirus.
  - Integración con servidores LDAP.
  - Integración con servidores de autenticación para los usuarios de la red de datos y red VPN.
  - Generación de portales de acceso seguro a los servidores de aplicaciones, mediante la adición de licencias.
  - Aplicación de políticas de calidad de servicio, para mejorar el rendimiento de acceso a los servicios, aplicaciones y servidores específicos.
  - **Servidor Smart Console**, para la administración de Firewall Check Point, que tiene las siguientes funciones:
    - Generación, verificación, consolidación y almacenamiento de las políticas generadas para el firewall.
    - Envío de las políticas generadas, hacia el Firewall para su aplicación.
    - Análisis del tráfico de datos que cruzan por el Firewall.
    - Monitoreo y reportes de utilización de los servicios y aplicaciones.
    - Descarga, almacenamiento y aplicación de las actualizaciones del Firewall y del Smart Console.
  - **Servidor de Autenticación**, que tiene las siguientes funciones:
    - Servidor IAS, instalado en un servidor Windows 2003, para la autenticación de los usuarios remotos VPN, mediante Radius estándar.
    - En el servidor IAS, se genera una conexión Radius para integrarse con el Firewall.
    - Los clientes VPN son configurados mediante las cuentas del directorio activo del servidor.
  - **Red VPN Cliente a Sitio**, que tiene las siguientes funciones:
    - Acceso seguro y encriptado de los funcionarios que realizan las tareas de auditoría del sistema financiero, hacia los servidores de correo electrónico y aplicaciones.
    - Para acceder a la red segura, el usuario primero debe autenticarse en el Servidor Radius IAS.
-

- Luego de ser autenticado, el cliente y el Firewall forman el túnel encriptado, para acceder a los servidores y aplicaciones en forma segura, en función de las listas de acceso configuradas en el firewall
- El proceso de acceso se indica en la Figura 3.8.

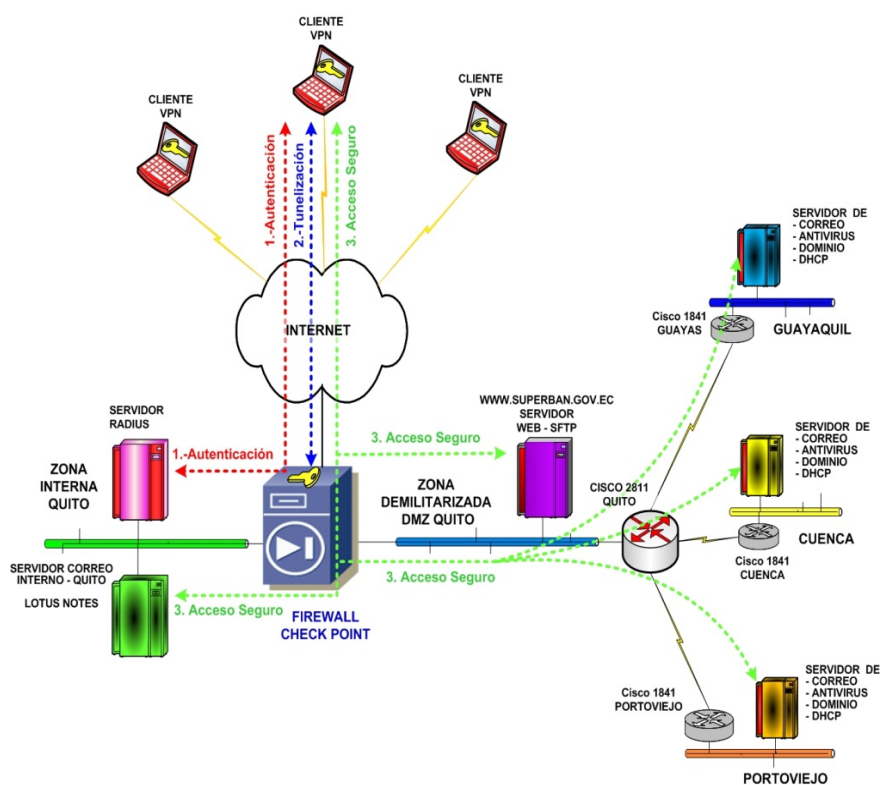


Figura 3.8 Red VPN Cliente a Sitio de la Superintendencia de Bancos y Seguros

### 3.3.2 Sistema de Detección y Prevención de Intrusos

El Sistema de Detección y Prevención de Intrusos, instalado en la oficina matriz de Quito, está integrado por un IPS Proventia-G1200 de Internet Security Systems y su sistema de administración denominado Site Protector:

El IPS tiene las siguientes funciones en la red de datos:

- Protección en tiempo real de los segmentos de la red de datos, contra posibles ataques provenientes desde adentro y desde afuera de la institución, a través de respuestas activas ante intrusiones y ataques.
- Bloqueo de aplicaciones y servicios no autorizados.
- Funcionalidades de firewall básico

- Monitoreo en tiempo real de los ataques y eventos producidos desde dentro y desde fuera de la institución.
- Diferenciación y categorización automática de los niveles de riesgo de cada una de las conexiones que atraviesan el equipo, para distinguir a los ataques y al tráfico normal.
- Emisión de alertas hacia los correos electrónicos
- Puede funcionar en los siguientes modos:
  - Protección en línea, para el bloqueo de ataques y la aplicación de filtros de acceso.
  - Simulación en línea, en el cual solo se monitorea los ataques y filtros de acceso, sin realizar ningún bloqueo ni aplicación de filtros.
- Tiene actualización de las bases de información, en línea, directamente desde el fabricante.
- Tiene la posibilidad de administrar 4 segmentos o zonas de red independientes.
- Está conectado directamente a las interfaces del firewall y a las redes internas de la institución, para una operación de bloqueo en línea, como se indica en la Figura 3.9

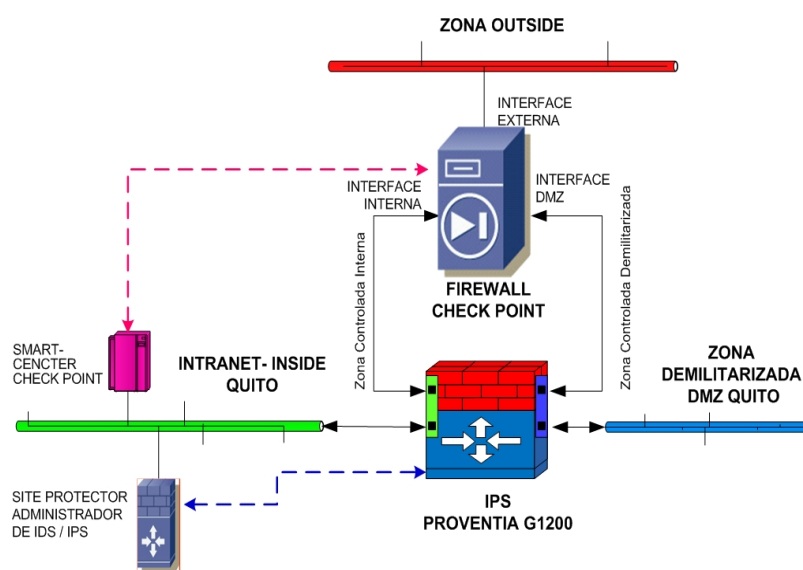


Figura 3.9 Conexión en modo de operación en línea del IPS y el Firewall.

### 3.3.3 Sistema de Filtrado de Correo Electrónico

El servidor de filtrado de correo electrónico instalado en la oficina matriz de Quito, es el Symantec BrightMail, y tiene las siguientes funciones:

- Es el servidor mostrado hacia el Internet, para la entrega y recepción del correo electrónico, en forma directa a los dominios de Internet, sin realizar relay en el proveedor.

- Se integra con el servidor de correo interno, Domino Lotus Notes, para la entrega y recepción de correo de los usuarios internos, como se indica en la Figura 3.10.
- Tiene integrado un módulo de IPS, para detección y protección contra ataques que viajan dentro del correo electrónico.
- Tiene integrado un módulo de antivirus, para revisión de virus y spywares en los correos.
- Realiza el filtrado de:
  - Los correos indeseables entrantes y salientes
  - Contenido de los correos
  - Los tipos de archivos adjuntos
- Se integra con sistemas de listas negras
- Permite generar políticas globales e individuales, para permitir o bloquear los correos dirigidos o emitidos por determinados usuarios y dominios.
- Mantiene el registro de los correos para generar reportes, seguimientos y auditorías.
- Tiene actualización de las bases de información, en línea, directamente desde el fabricante.

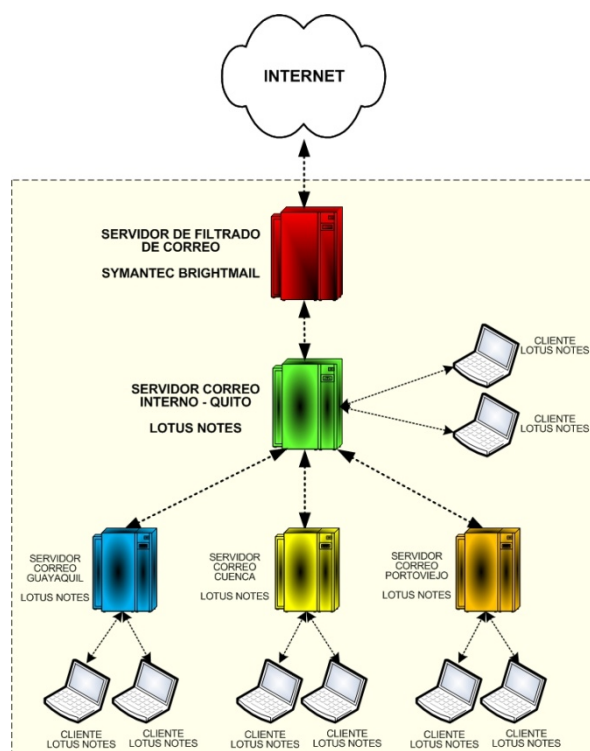


Figura 3.10 Interconexión de servidores de correo electrónico

### 3.3.4 Sistema de Filtrado de Contenido Web

El sistema de filtrado de contenido web, instalado en la oficina matriz de Quito, es el Websense Enterprise 7, el cual realiza las siguientes funciones:

- Revisión del tráfico generado por 600 conexiones simultáneas.
- Filtrado URL para cada uno de los usuarios, en base a categorías de acceso.
- Filtrado de protocolos, aplicaciones, basado en firmas y reconocimiento de cabeceras de los paquetes.
- Filtrado de Spywares, Adwares
- Monitoreo en tiempo real de accesos a Internet.
- Generación y aplicación de múltiples políticas de acceso por usuario y por horarios de utilización del servicio de internet.
- Generación de reportes detallados de cada uno de los usuarios que acceden a internet.
- Tiene agentes distribuidos en las zonas de red interna y desmilitarizada, que monitorean del tráfico de las redes, para reconocimiento de direcciones, usuarios y aplicaciones, que luego son bloqueadas o permitidas, dependiendo de la política configurada.
- El monitoreo y bloqueo del tráfico se lo realiza utilizando las características de Mirror de los Switches de Núcleo secundarios 3COM 5500, en los cuales el tráfico que entra o sale de las interfaces de salida del Switch de Núcleo principal y del Ruteador de red WAN, es direccionado hacia los agentes instalados en la red interna y en la red desmilitarizada respectivamente. Los agentes analizan el tráfico y notifican al servidor Websense, el cual aplica las reglas configuradas para el tráfico detectado.
- Para las tareas de filtrado se integra directamente con el Firewall de red.

La ubicación del Servidor Websense y de los agentes de monitoreo se indica en la Figura 3.11.

### 3.3.5 Sistemas Antivirus

El sistema antivirus es el Symantec Enterprise Edition 11.

Los servidores de antivirus están instalados de manera distribuida en los servidores de dominio de cada una de las oficinas y tienen las siguientes características:

- Controlan los clientes

- Descargan y almacenan las actualizaciones diarias de los parches de seguridad
- Distribuyen las actualizaciones a los clientes.
- Almacenan los archivos infectados de los clientes, para luego ser reparados cuando exista la remediación, caso contrario los elimina.
- Contienen un módulo básico de Control de Acceso a la Red, que genera alertas de vulnerabilidades en la red, pero no actúa de manera proactiva realizando el bloqueo de equipos ni estableciendo ambientes de remediación para los clientes.
- Tiene una consola de administración

El cliente de antivirus instalado en cada uno de los usuarios realiza las siguientes funciones:

- Protección de las estaciones de trabajo, contra ataques de virus, gusanos, caballos de Troya, Spywares y Adwares.
- Tiene un firewall basado en reglas de acceso.
- Tiene un módulo de prevención de intrusos.
- Protege los registros del sistema operativo.
- Detecta virus en el correo electrónico e internet.
- Si se configura en modo administrado, es controlado por el Sistema de Control de Accesos de Red.

### 3.4 RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS

En la Tabla 3.6 se muestra el resumen de la situación actual de la red de datos de la Superintendencia de Bancos y Seguros.

<b>RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE QUITO</b>	
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO</b>	
Cableado estructurado de fibra óptica	16 enlaces de F.O.de 1 GBps
Cableado estructurado horizontal UTP	Si
Racks de 42 U de sobre el piso	3
Racks de 20 U empotrados en pared	16
Número de puntos de red instalados	1035
Número de puntos de red activos	788
Número de usuarios de red	788
Crecimiento anual de usuarios	100 por año
Tiempo de operación	10 años
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>	
Switch de Núcleo de fibra óptica Principal	1 Switch Enterasys Matrix E7
Switches de Núcleo Fast Ethernet Secundarios	3 Switches 3 Com 5500
Switches de Distribución	No
Switches de Acceso	37 Switches Enterasys 2402S

<b>RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE DATOS DE QUITO</b>	
Hubs de Acceso	9 Hubs
VLANs	Sí en los Switches
Múltiples VLANs por puerto	Sí en los Switches
Soporte de QoS	Sí en los Switches
Control por listas de acceso	No
Autenticación 802.1x para acceso a la red.	No
Administración centralizada de Switches	No
Monitoreo de tráfico para reconocimiento de aplicaciones	No
Control de acceso de estaciones hacia la red	No
Control de aplicaciones y servicios en estaciones y red	No
Mirroring	Solo en los Switches de Núcleo Secundarios
Enrutamiento incluido	No
Servidor DHCP incluido	No
Tiempo de operación	10 años
<b>RED WAN</b>	
Enlaces WAN, Clear channel	Con las oficinas regionales
Ruteadores de red WAN	Cisco 2811
Administrador de ancho de banda de los enlaces WAN	Cisco QoS Policy Manager
Servidor de Acceso Remoto	Cisco 3745 con 1 enlace E1
Seguridad en ruteadores	Listas de acceso
<b>SEGURIDAD PERIMETRAL FIREWALL</b>	
Firewall	Check Point
Listas de acceso	Sí
NAT y PAT	Sí
Administración y control de aplicaciones	Sí
Módulos de IPS	Sí
Red VPN Cliente a Sitio	Sí
Red VPN Sitio a Sitio	Sí
Autenticación para usuarios VPN	Local y Radius
Integración con Sistemas de filtrado Web	Websense
Sistema de Administración del Firewall	Smart Center
<b>SITEMAS IDS / IPS</b>	
IPS de Red	ISS Proventia G1200
IPS de Servidor	No
Sistema de Administración de IPS	Site Protector
<b>SITEMAS DE FILTRADO DE CORREO</b>	
Filtrado de Correo	Symantec Brightmail
<b>SITEMAS ANTIVIRUS</b>	
Servidor de Antivirus	Symantec 11
NAC antivirus	Sí
Clientes Antivirus	Symantec 11
<b>SITEMAS DE FILTRADO WEB</b>	
Servidor de Filtrado Web	Websense 7
Agentes de monitoreo de tráfico	2
<b>SERVICIOS DE COMUNICACIONES</b>	
Servidor Dominio	Windows 2003
Servidor DHCP	Sí
Acceso para usuarios internos	Active Directory
Servidor de Correo Interno	Lotus Notes sobre Solaris 10
<b>SERVIDORES CORPORATIVOS</b>	
Servidores –Producción Linux Enterprise 4	2 HP-Blade con 6 Servidores Virtuales
Seguridad en los Servidores de Producción	No
Servidores –Desarrollo Linux Enterprise 4	2 HP-Blade con 6 Servidores Virtuales
Seguridades en los Servidores de Desarrollo	No
<b>ACCESO A INTERNET</b>	
Salida a Internet Principal	4 Mbps
Salida a Internet de Respaldo	4 Mbps
Salida a Internet alterna	No
Administrador de ancho de banda de Internet	Packeteer 3500
<b>SERVICIOS ADICIONALES</b>	
Servidor de telefonía IP	No
Usuarios telefónicos IP	No
Ambientes de colaboración	No
Sistema de video conferencia	Sony
<b>EQUIPOS DE RED LAN WI-FI</b>	
Controlador de Puntos de Acceso	No
Puntos de Acceso	4
Filtros de acceso mediante clave y direcciones MAC	Sí

Tabla 3.6 Resumen de situación actual de la red de la Superintendencia de Bancos

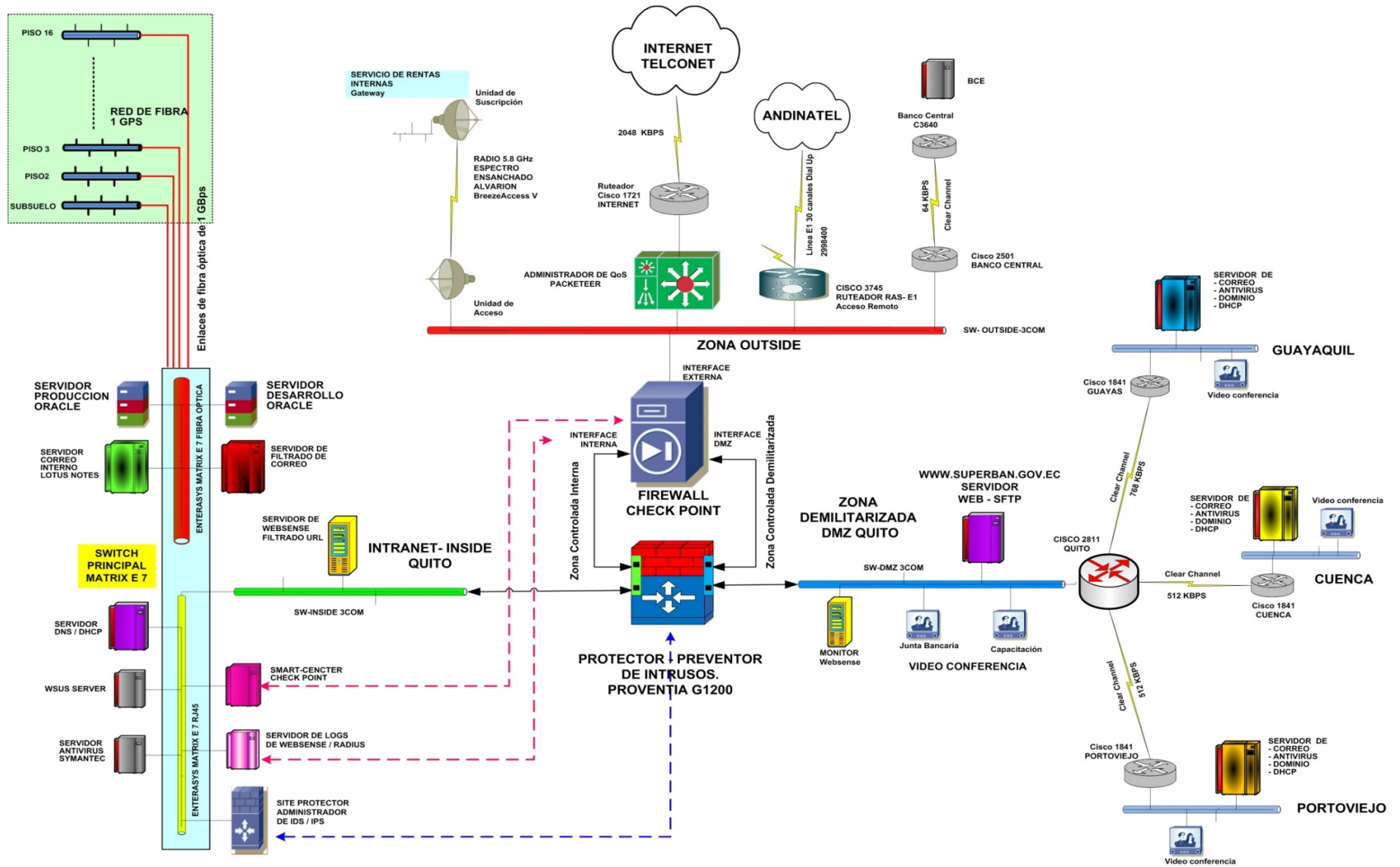


Figura 3.11 Distribución de la red de datos nacional de la Superintendencia de Bancos y Seguros



## CAPITULO 4

### ANÁLISIS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

El análisis de los riesgos de la infraestructura tecnológica actual de la oficina matriz de Quito de la Superintendencia de Bancos y Seguros cubre los siguientes aspectos:

- Análisis de los riesgos de la infraestructura actual.
- Análisis de los impactos tecnológicos de la infraestructura actual
- Análisis del nivel de seguridad de la infraestructura actual.
- Análisis del nivel de disponibilidad de la red LAN actual.

#### 4.1 ANÁLISIS DE LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Los riesgos tecnológicos son todos los elementos que afectan a la estructura, el funcionamiento, la disponibilidad, la privacidad, la integridad de la información, la calidad de los procesos y la imagen de la Superintendencia de Bancos y Seguros y se los puede clasificar en los siguientes grupos:

- Riesgos en el sistema de cableado estructurado
  - Riesgos en los equipos activos de comunicaciones de red local
  - Riesgos en los sistemas de seguridad
  - Riesgos en los servidores de comunicaciones
  - Riesgos en los servidores de correo electrónico
  - Riesgos en los servidores de producción
  - Riesgos en los servidores de desarrollo.
  - Riesgos en los usuarios internos
  - Riesgos en los usuarios externos
-

- Riesgos en los servicios de Internet
- Riesgos en los servicios de red WAN.

Para el análisis de los riesgos tecnológicos de la infraestructura se ha utilizado el marco referencial indicado en la Figura 4.1.<sup>18</sup>

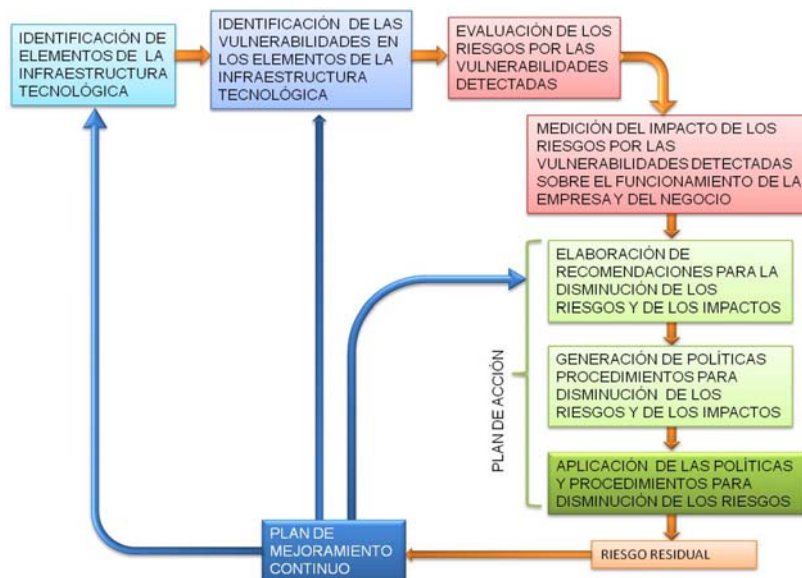


Figura 4.1 Marco Referencial del análisis de riesgos tecnológicos

El levantamiento físico de la infraestructura se realizó en el capítulo 3, referente al “Análisis de la situación actual de la infraestructura tecnológica de la Superintendencia de Bancos y Seguros”.

Las vulnerabilidades se refieren a la exposición que tiene la infraestructura a los diferentes riesgos.

La evaluación de los riesgos corresponde a la ponderación de los diferentes riesgos que pueden existir en cada uno de los elementos integrantes de la infraestructura tecnológica de la Superintendencia de Bancos y Seguros.

Los procesos para la gestión de los riesgos en tecnología se indican en la Figura 4.2, en el cual se realizan las siguientes tareas:<sup>19</sup>

- Medición de los parámetros importantes de los elementos que más influyen en el funcionamiento del negocio.
- Evaluación de los riesgos involucrados en cada uno de los elementos funcionales del negocio.

<sup>18</sup> Leyton, E. (2009). Fundamentos de análisis de riesgos. Recuperado en noviembre, 2009 disponible en [http://www.eduardoleyton.com/apuntes/01\\_Fundamentos\\_Riesgo.pdf](http://www.eduardoleyton.com/apuntes/01_Fundamentos_Riesgo.pdf), (pp 20)

<sup>19</sup> Leyton, E. Fundamentos de análisis de riesgos. Recuperado en noviembre, 2009 disponible en [http://www.eduardoleyton.com/apuntes/01\\_Fundamentos\\_Riesgo.pdf](http://www.eduardoleyton.com/apuntes/01_Fundamentos_Riesgo.pdf)

- Mejoramiento continuo de los elementos influyentes, para reducir o eliminar los riesgos que afecten al funcionamiento del negocio.



Figura 4.2 Proceso de gestión de riesgos.

El análisis de los riesgos de la infraestructura actual, se lo realizó mediante:

- La identificación de los riesgos en cada uno de los elementos de la red de datos actual.
- La valoración de la probabilidad de ocurrencia del riesgo.
- La valoración de la importancia del riesgo en la infraestructura.

El nivel de riesgo se calcula utilizando la fórmula (4.1).

$$\text{Nivel de Riesgo} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Probabilidad de ocurrencia del riesgo}(i)) * (\text{Importancia del riesgo}(i))}{n} \tag{4.1}$$

i = es el riesgo identificado

n = número total de riesgos identificados

Los niveles de riesgo de la fórmula anterior, en función de la probabilidad de ocurrencia y la importancia del riesgo se muestran en la Tabla 4.1.<sup>20</sup>

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		IMPORTANCIA DEL RIESGO		NIVEL DE RIESGO
Bajo	1	Bajo	1	Bajo 1
Medio	2	Normal	2	Bajo 2
Alto	3	Alto	3	Bajo 3
		Crítico	4	Medio 4
				Medio 5
				Medio 6
				Alto 7
				Alto 8
				Alto 9
				Crítico 10
				Crítico 11
				Crítico 12

Tabla 4.1 Cálculo del nivel de riesgo tecnológico

<sup>20</sup> Ministerio de Administraciones Públicas. Magerit V2. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Guía de Técnicas. Madrid. 2006. Páginas 5-21.

De acuerdo a la Tabla 4.1, los niveles de riesgo se los puede medir en los siguientes rangos:

- $0 \leq$  Nivel de riesgo Bajo  $\leq 3$
- $3 <$  Nivel de riesgo Medio  $\leq 6$
- $6 <$  Nivel de riesgo Alto  $\leq 9$
- $9 <$  Nivel de riesgo Crítico  $\leq 12$

En función de lo descrito se ha obtenido la matriz de riesgos indicada en la Tabla 4.2, con la identificación de los elementos que generan los riesgos tecnológicos más representativos, la probabilidad de ocurrencia del riesgo, la importancia del riesgo y el nivel de riesgo calculado en cada uno de los elementos de la infraestructura de red institucional, para lo cual se utiliza una herramienta desarrollada dentro de este trabajo en Excel 2007, que se incluye en el CD.

Los riesgos identificados, se agrupan en subgrupos, y los subgrupos de agrupan dentro de grupos.

En cada uno de los grupos y subgrupos de los riesgos identificados se calcula el riesgo promedio causado por los elementos que se incluyen dentro de ellos, utilizando las fórmulas (4.2) y (4.3) propuestas.

$$\text{Nivel de Riesgo Tecnológico de Subgrupo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de riesgo de elemento de subgrupo}_{(i)}}{\text{Total de elementos de Subgrupo}} \quad (4.2)$$

$i$  = corresponde al elemento de riesgo identificado dentro de un subgrupo

$n$  = número total de elementos de riesgo dentro de un subgrupo

$$\text{Nivel de Riesgo Tecnológico de Grupo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de riesgo de Subgrupo}_{(i)}}{\text{Total de Subgrupos}} \quad (4.3)$$

$i$  = identificación de un subgrupo

$n$  = Número total de subgrupos

El nivel de riesgo tecnológico total se calcula utilizando la fórmula (4.4):

$$\text{Nivel de Riesgo Tecnológico Total Nacional} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de riesgo de grupo}_{(i)}}{\text{Total de grupos}} \quad (4.4)$$

$i$  = Identificación de un grupo

$n$  = Número total de grupos

Las principales variables consideradas son:

- La obsolescencia tecnológica, que es la disminución de las funciones de los equipos de comunicaciones de red y accesorios de interconexión actuales, en comparación con las nuevas tecnologías existentes en el mercado.
- Fallas en hardware y accesorios, que corresponde a los daños en los equipos y accesorios producidos por deterioro de la electrónica y medios de interconexión físicos, que generan pérdida de servicios de red.
- Fallas en software, que corresponde a los daños en firmwares, sistemas operativos, bases de datos, aplicaciones.
- Crecimiento, que es la capacidad que tiene la red de datos para soportar el incremento de usuarios y servicios.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		IMPORTANCIA DEL RIESGO		NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO</b>						
<b>CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA-QUITO</b>						
Obsolescencia tecnológica del cableado	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Obsolescencia del ducto de comunicaciones vertical	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas en cableado de fibra óptica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Crecimiento	Medio	2	Alto	3	Medio	6
					<b>ALTO</b>	<b>8,5</b>
<b>CABLEADO HORIZONTAL-QUITO</b>						
Obsolescencia Tecnológica	Alto	3	Alto	3	Alto	9
Crecimiento	Alto	3	Alto	3	Alto	9
					<b>ALTO</b>	<b>9</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>8,75</b>
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>						
<b>SWITCH DE NÚCLEO PRINCIPAL DE FIBRA-QUITO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas de hardware	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas en la administración	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas por virus y ataques	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Saturación por uso de aplicaciones no autorizadas	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Crecimiento	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>CRÍTICO</b>	<b>10</b>
<b>SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO RJ45-QUITO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en la administración	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas por virus y ataques	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Saturación por uso de aplicaciones no autorizadas	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Crecimiento	Medio	2	Normal	2	Medio	4
					<b>ALTO</b>	<b>8</b>
<b>SWITCH DE ACCESO-QUITO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Alto	3	Alto	3	Alto	9
Fallas de hardware	Alto	3	Alto	3	Alto	9
Fallas de enlaces de fibra óptica	Medio	2	Alto	3	Medio	6
Fallas en la administración	Medio	2	Normal	2	Medio	4
Fallas por virus y ataques	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Saturación por uso de aplicaciones no autorizadas	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Crecimiento	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>CRÍTICO</b>	<b>9,14</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>9,05</b>
<b>SISTEMAS DE SEGURIDAD</b>						
<b>FIREWALL</b>						

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		IMPORTANCIA DEL RIESGO		NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware de los equipos de seguridad perimetral	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de políticas	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de la administración	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>IPS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas de hardware del IPS	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas de políticas	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Falla de la administración	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas de comunicaciones	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
					<b>BAJO</b>	<b>3</b>
<b>MAIL FILTER</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware del Mail Filter	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de políticas	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Falla de la administración	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas de comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>3,6</b>
<b>SISTEMA ANTIVIRUS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas del Sistema Antivirus	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en políticas	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas de comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4,8</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>3,85</b>
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>						
<b>DNS-DHCP de Quito</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de Hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas del DNS	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas del DHCP	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4,67</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>4,67</b>
<b>SERVIDORES DE CORREO ELECTRÓNICO</b>						
<b>SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO -QUITO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de software	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de las cuentas de usuarios individuales	Medio	2	Normal	2	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>5,33</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>5,33</b>
<b>SERVIDOR WEB – FTP SEGURO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware del servidor	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistemas operativos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en las bases de datos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de las aplicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>5,14</b>
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware del servidor	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistemas operativos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en las bases de datos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de las aplicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>5,14</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas de hardware del servidor	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistemas operativos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		IMPORTANCIA DEL RIESGO		NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor
Fallas en las bases de datos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de las aplicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Fallas en comunicaciones	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>5</b>
<b>USUARIOS INTERNOS</b>						
<b>USUARIOS DIRECTIVOS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Uso de aplicaciones no autorizadas	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>ALTO</b>	<b>7,5</b>
<b>USUARIOS ADMINISTRATIVOS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Uso de aplicaciones no autorizadas	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>ALTO</b>	<b>6,5</b>
<b>USUARIOS ADMINISTRADORES DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Uso de aplicaciones no autorizadas	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>MEDIO</b>	<b>5</b>
<b>USUARIOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Uso de aplicaciones no autorizadas	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>MEDIO</b>	<b>5</b>
<b>USUARIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA</b>						
Obsolescencia tecnológica	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Uso de aplicaciones no autorizadas	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>ALTO</b>	<b>6,5</b>
<b>USUARIOS OPERATIVOS</b>						
Obsolescencia tecnológica	Medio	2	Crítico	4	Alto	8
Fallas de hardware	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas de sistema operativo	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Fallas en aplicaciones de correo electrónico	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Fallas en aplicaciones institucionales	Bajo	1	Alto	3	Bajo	3
Ataques de Virus, Spywares y Adwares	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Uso de aplicaciones no autorizadas	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
Uso de dispositivos de alto riesgo de inseguridad	Alto	3	Crítico	4	Crítico	12
					<b>ALTO</b>	<b>7,25</b>
					<b>ALTO</b>	<b>6,29</b>
<b>USUARIOS EXTERNOS</b>						
<b>INSTITUCIONES FINANCIERAS CONTROLADAS</b>						
Comunicaciones de Internet la Superintendencia de Bancos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Página Web	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Aplicación SFTP	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Aplicaciones del Sistema Financiero	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA		IMPORTANCIA DEL RIESGO		NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>CIUDADANIA</b>						
Comunicaciones de la Superintendencia de Bancos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Página Web	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>USUARIOS VPN</b>						
Comunicaciones de la Superintendencia de Bancos	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Página Web	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Correo electrónico por browser	Bajo	1	Normal	2	Bajo	2
Aplicaciones del sistema financiero	Bajo	1	Normal	2	Bajo	2
					<b>BAJO</b>	<b>3</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>3,67</b>
<b>SERVICIOS</b>						
<b>INTERNET</b>						
Falla del ruteador de Internet local	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Falla de medio de acceso	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Falla de proveedor de internet local	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Falla en el proveedor de internet internacional	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>RED WAN</b>						
Falla de los ruteadores de red WAN	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Falla de los medios de acceso	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
Falla de proveedor local	Bajo	1	Crítico	4	Medio	4
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
					<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>NIVEL DE RIESGO TECNOLÓGICO TOTAL</b>					<b>MEDIO</b>	<b>5,54</b>

Tabla 4.2 Matriz de riesgos tecnológicos de la oficina matriz de Quito

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO</b>		
CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA-QUITO	ALTO	8,5
CABLEADO HORIZONTAL-QUITO	ALTO	9
		<b>ALTO</b>
		<b>8,75</b>
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>		
SWITCH DE NÚCLEO PRINCIPAL DE FIBRA-QUITO	CRÍTICO	10
SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO RJ45-QUITO	ALTO	8
SWITCH DE ACCESO-QUITO	CRÍTICO	9,14
		<b>CRÍTICO</b>
		<b>9,05</b>
<b>SISTEMAS DE SEGURIDAD</b>		
FIREWALL	MEDIO	4
IPS	BAJO	3
MAIL FILTER	MEDIO	3,6
SISTEMA ANTIVIRUS	MEDIO	4,8
		<b>MEDIO</b>
		<b>3,85</b>
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>		
DNS-DHCP de Quito	MEDIO	4,67
		<b>MEDIO</b>
		<b>4,67</b>
<b>SERVIDORES DE CORREO ELECTRÓNICO</b>		
SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO -QUITO	MEDIO	5,33
		<b>MEDIO</b>
		<b>5,33</b>
<b>SERVIDOR WEB – FTP SEGURO</b>		
		<b>MEDIO</b>
		<b>5,14</b>



IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO	NIVEL DEL RIESGO	
	Criterio	Valor
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>	<b>MEDIO</b>	<b>5,14</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>5</b>
<b>USUARIOS INTERNOS</b>		
USUARIOS DIRECTIVOS	ALTO	7,5
USUARIOS ADMINISTRATIVOS	ALTO	6,5
USUARIOS ADMINISTRADORES DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES	MEDIO	5
USUARIOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS	MEDIO	5
USUARIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA	ALTO	6,5
USUARIOS OPERATIVOS	ALTO	7,25
	<b>ALTO</b>	<b>6,29</b>
<b>USUARIOS EXTERNOS</b>		
INSTITUCIONES FINANCIERAS CONTROLADAS	MEDIO	4
CIUDADANIA	MEDIO	4
USUARIOS VPN	BAJO	3
	<b>MEDIO</b>	<b>3,67</b>
<b>SERVICIOS</b>		
INTERNET	MEDIO	4
RED WAN	MEDIO	4
	<b>MEDIO</b>	<b>4</b>
<b>NIVEL DE RIESGO TECNOLÓGICO TOTAL DE LA MATRIZ QUITO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>5,54</b>

Tabla 4.3 Resumen de riesgos tecnológicos de la red de la oficina matriz de Quito

Midiendo los riesgos tecnológicos en la red de datos de la oficina matriz de Quito, como se indica en las Tablas 4.2 y 4.3, se determina que los elementos que tienen mayores riesgos son:

1. Los equipos activos de red LAN, con un nivel de riesgo **CRITICO**, de valor **9,05 / 12**, que corresponde al **75,41 %** de riesgo.
2. El cableado estructurado, con un nivel de riesgo **ALTO** de valor **8,75 / 12**, que corresponde al **72,92 %** de riesgo.
3. Los usuarios internos, con un nivel de riesgo **ALTO** de valor **6,29 / 12**, que corresponde al **52,41 %** de riesgo.

El nivel de riesgo tecnológico total de la oficina matriz de Quito tiene un nivel **MEDIO**, con un valor de **5,54 / 12**, que corresponde al **46,17%**.

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS TECNOLÓGICOS DE LOS RIESGOS DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

El análisis de impacto de los riesgos, mide la forma cómo los riesgos tecnológicos afectan al funcionamiento de la institución y se lo calcula mediante:<sup>21 22</sup>

- La identificación de los riesgos.
- La identificación de las áreas de influencia de los riesgos.
- La valoración del nivel de impacto del riesgo sobre cada una de las áreas de influencia.

Para calcular los niveles del impacto de los riesgos se propone utilizar 4 niveles de medición como se indica en la Figura 4.3:

- Bajo o Insignificante, cuando afecta a pocos usuarios.
- Normal o de Rutina, cuando están afectadas áreas de operación de la institución con poca funcionalidad.
- Alto o Peligroso, cuando se afectan áreas de operación, con alto grado de funcionalidad.
- Crítico o Catastrófico, cuando es afectado la operación de toda la institución, incluidos el sistema financiero y la ciudadanía.

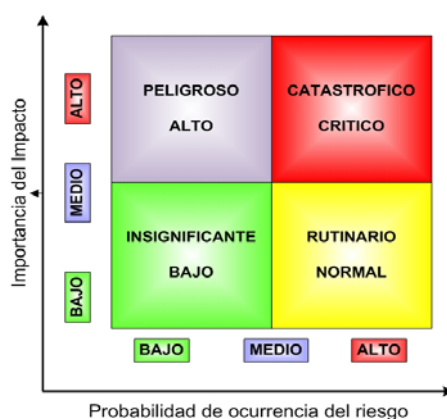


Figura 4.3 Matriz de nivel de impacto

La valoración del impacto de los riesgos, se calcula utilizando la Tabla de conversión 4.5.

<sup>21</sup> Leyton, E. (2009). Fundamentos de análisis de riesgos. (pp 21). Recuperado en noviembre, 2009 disponible en [http://www.eduardoleyton.com//apuntes/01\\_Fundamentos\\_Riesgo.pdf](http://www.eduardoleyton.com//apuntes/01_Fundamentos_Riesgo.pdf)

<sup>22</sup> Ministerio de Administraciones Públicas. (2006). Magerit V2. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Guía de Técnicas. (pp 5-21); Método. (pp 2-30). Madrid, España

NIVEL DE IMPACTO DEL RIESGO				
Bajo	1	→	0 ≤	Nivel de impacto Bajo < 1,5
Medio	2	→	1,5 ≤	Nivel de impacto Medio < 2,5
Alto	3	→	2,5 ≤	Nivel de impacto Alto < 3,5
Crítico	4	→	3,5 ≤	Nivel de impacto Crítico ≤ 4

Tabla 4.4 *Cálculo del Impacto Tecnológico*

En función de lo indicado se ha elaborado la matriz de impactos tecnológicos, valorando el impacto de los riesgos sobre cada una de las áreas afectadas, utilizando una herramienta desarrollada dentro de este trabajo, en Excel 2007, como se indica en la Tabla 4.6.

En cada uno de los elementos de riesgo identificados se calcula el nivel de impacto tecnológico promedio causado por el riesgo sobre las áreas de influencia afectadas, utilizando la fórmula (4.5) propuesta.

$$\text{Nivel de impacto tecnológico promedio de cada elemento identificado} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de impacto sobre el área afectada (i)}}{\text{Total de áreas afectadas}} \quad (4.5)$$

i = identificación del área de influencia afectada

n = Número total de áreas de influencia afectadas

Los elementos de riesgo identificados, son agrupados de acuerdo al tipo de elemento. El nivel de impacto tecnológico promedio de cada grupo de elementos de riesgo, se calcula utilizando la fórmula (4.6) propuesta.

$$\text{Nivel de impacto tecnológico promedio del grupo de elementos identificados} = \frac{\sum_{j=1}^m \text{Nivel de impacto promedio del elemento identificado (j)}}{\text{Total de elementos identificados en el grupo}} \quad (4.6)$$

j = Identificación del elemento de riesgo dentro de un grupo de elementos

m = Número total de elementos de riesgo identificados dentro de un grupo

El nivel de riesgo tecnológico total promedio en la oficina matriz de Quito se calcula utilizando la fórmula (4.7) propuesta.

$$\text{Nivel de impacto tecnológico promedio total en Quito} = \frac{\sum_{k=1}^p \text{Nivel de impacto promedio del grupo (k)}}{\text{Total de grupos identificados}} \quad (4.7)$$

k = identificación del grupo de elementos de riesgo.

p = Número total de grupos de elementos de riesgo identificados.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO A NIVEL NACIONAL	ÁREAS DE INFLUENCIA AFECTADAS	IMPACTO TECNOLÓGICO	
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO</b>			
Cableado de fibra óptica vertical-Quito	Pisos específicos de la institución	Crítico	4
	Áreas específicas de la institución	Crítico	4
	Procesos específicos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Alto	3
		<b>CRITICO</b>	<b>3,71</b>
Cableado horizontal-Quito	Usuarios directivos y administrativos	Crítico	4
	Usuarios técnicos	Alto	3
	Usuarios operativos	Alto	3
	Procesos específicos internos	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Medio	2
	Sistema financiero	Medio	2
	Ciudadanía	Medio	2
	El mundo	Bajo	1
	<b>ALTO</b>	<b>2,5</b>	
	<b>ALTO</b>	<b>3,11</b>	
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>			
Switch de Núcleo de fibra óptica-Quito	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Crítico	4
	El mundo	Crítico	4
	<b>CRITICO</b>	<b>4</b>	
Switches de Núcleo Fast Ethernet-Quito	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	4
	El mundo	Alto	4
	<b>CRITICO</b>	<b>4</b>	
Switches de Acceso-Quito	Pisos específicos	Crítico	4
	Áreas específicas	Crítico	4
	Procesos específicos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Alto	3
	<b>ALTO</b>	<b>3,43</b>	
	<b>ALTO</b>	<b>3,81</b>	
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL</b>			
Firewall <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	El sistema financiero	Crítico	4
	La ciudadanía	Crítico	4
	El mundo	Crítico	4
	<b>CRITICO</b>	<b>4</b>	
IPS <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Medio	2
	El mundo	Medio	2
	<b>ALTO</b>	<b>3</b>	
Mail Filter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
El mundo	Alto	3	
	<b>CRITICO</b>	<b>3,71</b>	
Sistemas Antivirus	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO A NIVEL NACIONAL	ÁREAS DE INFLUENCIA AFECTADAS	IMPACTO TECNOLÓGICO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> </ul>	Todas las oficinas a nivel nacional	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Medio	2
	Ciudadanía	Medio	2
	El mundo	Bajo	1
		<b>MEDIO</b>	
		<b>ALTO</b>	<b>3,29</b>
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>			
Servidores DNS-DHCP de Quito <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	El sistema financiero	Crítico	4
	La ciudadanía	Crítico	4
	El mundo	Crítico	4
	<b>CRITICO</b>		<b>4</b>
		<b>ALTO</b>	<b>4,00</b>
<b>SERVIDORES DE CORREO ELECTRÓNICO</b>			
Servidor de correo electrónico de Quito <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
El mundo	Alto	3	
	<b>CRITICO</b>		<b>3,71</b>
		<b>ALTO</b>	<b>3,71</b>
<b>SERVIDORES WEB - SFTP</b>			
Servidor WEB - Servidor FTP seguro <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Todas las oficinas a nivel nacional	Alto	3
	Aplicaciones del Sistema Financiero	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
Ciudadanía	Alto	3	
El mundo	Alto	3	
	<b>ALTO</b>		<b>3,36</b>
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>			
Servidores de Producción <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> </ul>	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
El mundo	Medio	2	
	<b>CRITICO</b>		<b>3,57</b>
<b>APLICACIONES DE PRODUCCIÓN</b>			
Aplicaciones del Sistema Financiero Controlado e información estadística pública	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
El mundo	Medio	2	
	<b>CRITICO</b>		<b>3,57</b>
Aplicaciones de recursos humanos	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Medio	2
El mundo	Bajo	1	
	<b>ALTO</b>		<b>3,14</b>
Aplicaciones de recursos financieros	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Medio	2
El mundo	Bajo	1	
	<b>ALTO</b>		<b>3,29</b>
Aplicaciones de recursos materiales y servicios	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Todas las oficinas a nivel nacional	Alto	3

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO A NIVEL NACIONAL	ÁREAS DE INFLUENCIA AFECTADAS	IMPACTO TECNOLÓGICO	
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Medio	2
	El mundo	Bajo	1
		<b>ALTO</b>	<b>2,57</b>
		<b>ALTO</b>	<b>3,14</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>			
Servidores de Desarrollo • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Alto	3
	<b>CRITICO</b>	<b>3,67</b>	
<b>APLICACIONES EN DESARROLLO</b>			
Aplicaciones del Sistema Financiero Controlado e información estadística pública	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Medio	2
	El mundo	Bajo	1
	<b>ALTO</b>	<b>3,17</b>	
Aplicaciones de recursos humanos	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Bajo	1
	El mundo	Bajo	1
	<b>ALTO</b>	<b>2,86</b>	
Aplicaciones de recursos financieros	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Bajo	1
	El mundo	Bajo	1
	<b>ALTO</b>	<b>3</b>	
Aplicaciones de recursos materiales y servicios	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Todas las oficinas a nivel nacional	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Medio	2
	Ciudadanía	Bajo	1
	El mundo	Bajo	1
	<b>MEDIO</b>	<b>2,29</b>	
	<b>ALTO</b>	<b>2,83</b>	
<b>USUARIOS INTERNOS</b>			
Usuarios Directivos • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Medio	2
	<b>CRITICO</b>	<b>3,5</b>	
Usuarios Administrativos • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Medio	2
	<b>ALTO</b>	<b>3,17</b>	
Usuarios Administradores de Sistemas y Comunicaciones • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Crítico	4
	El mundo	Alto	3
	<b>CRITICO</b>	<b>3,83</b>	
Usuarios de Desarrollo de Sistemas • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO A NIVEL NACIONAL	ÁREAS DE INFLUENCIA AFECTADAS	IMPACTO TECNOLÓGICO	
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Medio	2
		<b>CRITICO</b>	<b>3,5</b>
Usuarios Auditores del Sistema Financiero • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Medio	2
	<b>ALTO</b>	<b>2,83</b>	
Usuario Técnico de apoyo de escritorio • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Bajo	1
	El mundo	Bajo	1
	<b>MEDIO</b>	<b>2,33</b>	
Usuario Operativo • Hardware • Software	Todas las áreas operativas de la institución	Alto	3
	Todos los procesos de la institución	Alto	3
	Funciones y objetivos del negocio	Medio	2
	Sistema financiero	Medio	2
	Ciudadanía	Bajo	1
	El mundo	Bajo	1
	<b>MEDIO</b>	<b>2</b>	
		<b>ALTO</b>	<b>3,024</b>
<b>USUARIOS EXTERNOS</b>			
Usuarios del Sistema Financiero • Bancos públicos y privados • Seguros • Financieras • Cooperativas	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
	El mundo	Medio	2
	<b>CRITICO</b>	<b>3,5</b>	
<b>SERVICIOS DE ENLACES</b>			
Servicio de Internet	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Crítico	4
	Sistema financiero	Crítico	4
	Ciudadanía	Alto	3
El mundo	Medio	2	
	<b>CRITICO</b>	<b>3,57</b>	
Servicio de red WAN	Todas las áreas operativas de la institución	Crítico	4
	Todos los procesos de la institución	Crítico	4
	Todas las oficinas a nivel nacional	Crítico	4
	Funciones y objetivos del negocio	Alto	3
	Sistema financiero	Alto	3
	Ciudadanía	Medio	2
El mundo	Bajo	1	
	<b>ALTO</b>	<b>3</b>	
		<b>ALTO</b>	<b>3,29</b>
<b>IMPACTO TECNOLÓGICO PROMEDIO TOTAL</b>		<b>ALTO</b>	<b>3,41</b>

Tabla 4.5 *Matriz de impactos tecnológicos de la red institucional*

El resumen de los niveles de impacto tecnológico en la oficina matriz de Quito se muestra en la Tabla 4.6.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO EN QUITO	IMPACTO TECNOLÓGICO	
	Criterio	Valor
<b>CABLEADO ESTRUCTURADO</b>		
Cableado de fibra óptica vertical-Quito	CRITICO	3,71
Cableado horizontal-Quito	ALTO	2,50
	<b>ALTO</b>	<b>3,11</b>
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>		
Switch de Núcleo de fibra óptica-Quito	CRITICO	4,00
Switches de Núcleo Fast Ethernet-Quito	CRITICO	4,00
Switches de Acceso-Quito	ALTO	3,43
	<b>CRITICO</b>	<b>3,81</b>
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL</b>		
Firewall	CRITICO	4,00
IPS	ALTO	3,00
Mail Filter	CRITICO	3,71
Sistemas Antivirus	MEDIO	2,43
	<b>ALTO</b>	<b>3,29</b>
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>		
Servidores DNS-DHCP de Quito	<b>CRITICO</b>	<b>4,00</b>
<b>SERVIDORES DE CORREO ELECTRONICO</b>		
Servidor de correo electrónico de Quito	<b>CRITICO</b>	<b>3,71</b>
<b>SERVIDORES WEB - SFTP</b>		
Servidor WEB - Servidor FTP seguro	<b>ALTO</b>	<b>3,38</b>
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>		
Servidores de Producción	<b>CRITICO</b>	<b>3,57</b>
<b>APLICACIONES DE PRODUCCIÓN</b>		
Aplicaciones del Sistema Financiero Controlado e información estadística pública	CRITICO	3,57
Aplicaciones de recursos humanos	ALTO	3,14
Aplicaciones de recursos financieros	ALTO	3,29
Aplicaciones de recursos materiales y servicios	ALTO	2,57
	<b>ALTO</b>	<b>3,14</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>		
Servidores de Desarrollo	<b>CRITICO</b>	<b>3,67</b>
<b>APLICACIONES EN DESARROLLO</b>		
Aplicaciones del Sistema Financiero Controlado e información estadística pública	ALTO	3,17
Aplicaciones de recursos humanos	ALTO	2,86
Aplicaciones de recursos financieros	ALTO	3,00
Aplicaciones de recursos materiales y servicios	MEDIO	2,29
	<b>ALTO</b>	<b>2,83</b>
<b>USUARIOS INTERNOS</b>		
Usuarios Directivos	CRITICO	3,50
Usuarios Administrativos	ALTO	3,17
Usuarios Administradores de Sistemas y Comunicaciones	CRITICO	3,83
Usuarios de Desarrollo de Sistemas	CRITICO	3,50
Usuarios Auditores del Sistema Financiero	ALTO	2,83
Usuario Técnico de apoyo de escritorio	MEDIO	2,33
Usuario Operativo	MEDIO	2,00
	<b>ALTO</b>	<b>3,02</b>
<b>USUARIOS EXTERNOS</b>		
Usuarios del Sistema Financiero	<b>CRITICO</b>	<b>3,50</b>
<b>SERVICIOS DE ENLACES</b>		
Servicio de Internet	CRITICO	3,57
Servicio de red WAN	ALTO	3,00
	<b>ALTO</b>	<b>3,29</b>
<b>IMPACTO TECNOLÓGICO TOTAL</b>	<b>ALTO</b>	<b>3,41</b>

Tabla 4.6 Resumen de impactos tecnológicos de la red de la oficina matriz de Quito

Midiendo el nivel de impacto tecnológico de los riesgos en la red de datos de la oficina matriz de Quito, como muestra la Tabla 4.6, se determina que los elementos que tienen mayores riesgos son:

1. Los servidores de comunicaciones con un nivel de impacto **CRITICO** con un valor de 4 /4, correspondiente al **100%**



2. Los equipos activos de red LAN, con un nivel de impacto **ALTO** con un valor de **3,71 / 4**, correspondiente al **92,75%**

De acuerdo a los resultados mostrados en las Tablas 4.5 y 4.6, se establece que el nivel de impacto promedio de los riesgos tecnológicos en la oficina matriz de Quito, es **ALTO**, con un valor de **3,41 / 4**, que corresponde al **85 %** de impacto.

### 4.3 ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD INFORMÁTICA DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Para el análisis del nivel de seguridad de la infraestructura, se realiza:

- El cálculo del nivel de riesgo por vulnerabilidades detectadas.
- El cálculo del nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad.
- El cálculo del nivel de riesgo real por inseguridades en función del nivel de riesgo por vulnerabilidades detectadas y el nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad.

#### 4.3.1 Nivel de Riesgo por Vulnerabilidades Detectadas

Los niveles de riesgo por vulnerabilidades informáticas detectadas se miden en base a los niveles de vulnerabilidad detectados en cada uno de los equipos y a la importancia de estos equipos dentro de la red de datos, utilizando las fórmulas (4.8) y (4.9) y la Tabla 4.7.<sup>23 24 25</sup>

$$\text{Nivel de riesgo acumulado por vulnerabilidades} = \sum_{i=1}^n \text{Nivel de vulnerabilidad}_{(i)} * \text{Importancia}_{(i)} \quad (4.8)$$

$$\text{Nivel de riesgo por vulnerabilidad detectadas} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de vulnerabilidad}_{(i)} * \text{Importancia}_{(i)}}{\sum_{i=1}^n \text{Importancia}_{(i)}} \quad (4.9)$$

i = Elemento de riesgo identificado.

n = Número total de elementos de riesgo identificados.

<sup>23</sup> Alberts, C. (2002). Managing Information Security Risks. Boston. Addison Wesley.

<sup>24</sup> Evaluación de riesgos. (2009). Niveles de riesgo. Recuperado en diciembre, 2009 disponible en <http://www.segu-info.com.ar/politicas/nivelesriesgo.htm>

<sup>25</sup> Cole, E. (2009). Network Security Bible. Second Edition. Information System Security Principles. (cap 4). (pp 35-71). Indianapolis. Wiley Publishing.

NIVEL DE VULNERABILIDAD DETECTADA		x	IMPORTANCIA DEL EQUIPO		=	NIVEL DE RIESGO ACUMULADO POR VULNERABILIDAD	
CRITERIO	NIVEL		CRITERIO	NIVEL		CRITERIO	NIVEL
Mínimo -	1		Bajo	1		Mínimo -	4
Mínimo +	2		Normal	2		Mínimo +	8
Bajo -	3		Alto	3		Bajo -	12
Bajo +	4		Crítico	4		Bajo +	16
Medio -	5					Medio -	20
Medio	6					Medio +	24
Alto -	7					Alto -	28
Alto +	8					Alto +	32
Crítico -	9					Crítico -	36
Crítico +	10					Crítico +	40

Tabla 4.7 Cálculo del nivel de riesgo acumulado por Inseguridad

El análisis del nivel de vulnerabilidad de la red, se lo realizó mediante el cálculo de los niveles de vulnerabilidad detectados en los siguientes equipos:

- Servidores
- Estaciones de trabajo
- Equipos de comunicaciones
- Sistemas de seguridad informática

Las evidencias de las vulnerabilidades detectadas en la red de la oficina matriz de Quito, se incluyen en el CD de información del proyecto.

#### 4.3.1.1 Nivel de Vulnerabilidad Promedio de Servidores

El nivel de vulnerabilidad promedio de los servidores de comunicaciones, servidores de correo electrónico, servidor web, servidores de producción y desarrollo, se obtiene en forma individual mediante el analizador de vulnerabilidades GFI-LanGuard 9.5, GFI Report Center, como muestra en las Figuras. 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y cuyos resultados se resumen en la Tabla 4.8.

El nivel promedio de vulnerabilidad de los servidores es del **80% (8/10)**.

SERVIDORES	NIVEL DE RIESGO	
	Criterio	Valor Medido
Servidor de Producción 1	Alto +	8
Servidor de Producción 2	Alto +	8
Servidor de Producción 3	Alto +	8
Servidor de Producción 4	Alto +	8
Servidor Web	Alto +	8
Servidor de Desarrollo 1	Alto +	8
Servidor de Desarrollo 2	Alto +	8
Servidor de Comunicaciones	Alto +	8
Servidor de Correo electrónico	Alto +	8

Tabla 4.8 Nivel de riesgo de los servidores.

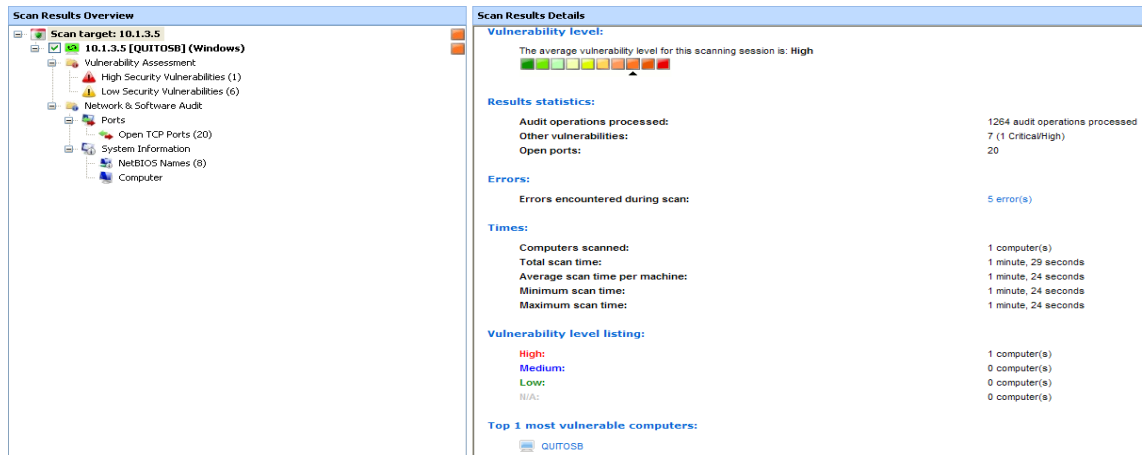


Figura 4.4 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Comunicaciones

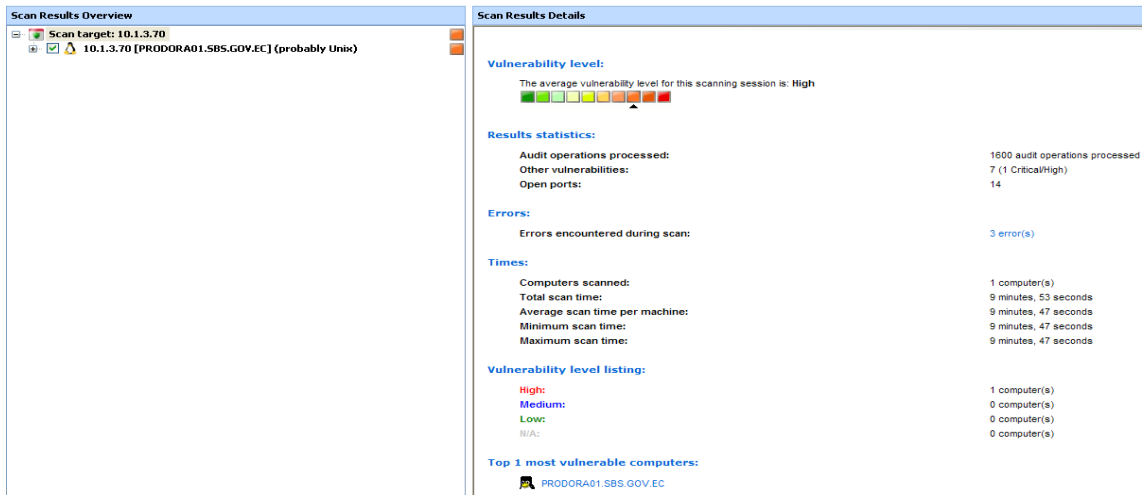


Figura 4.5 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Producción 1

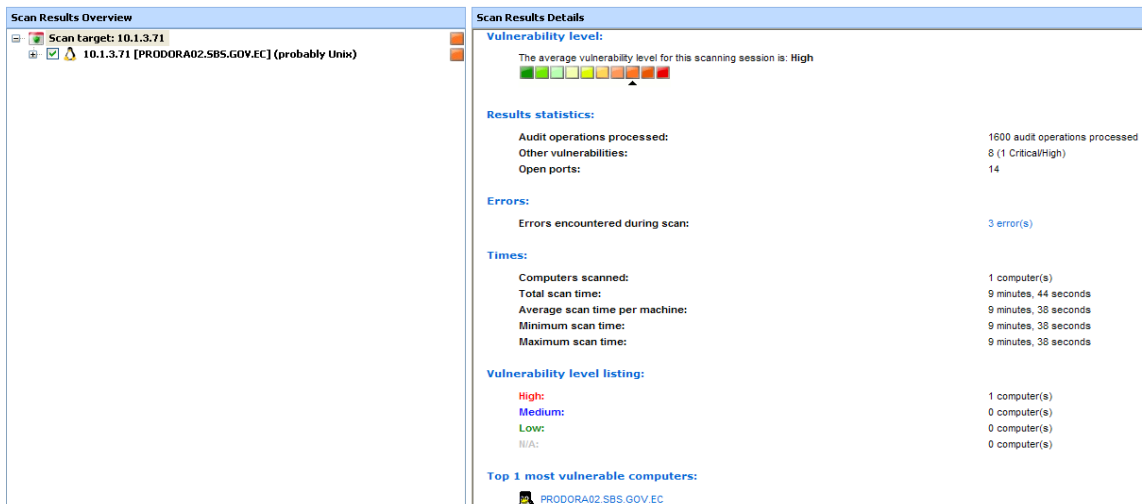


Figura 4.6 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Producción 2

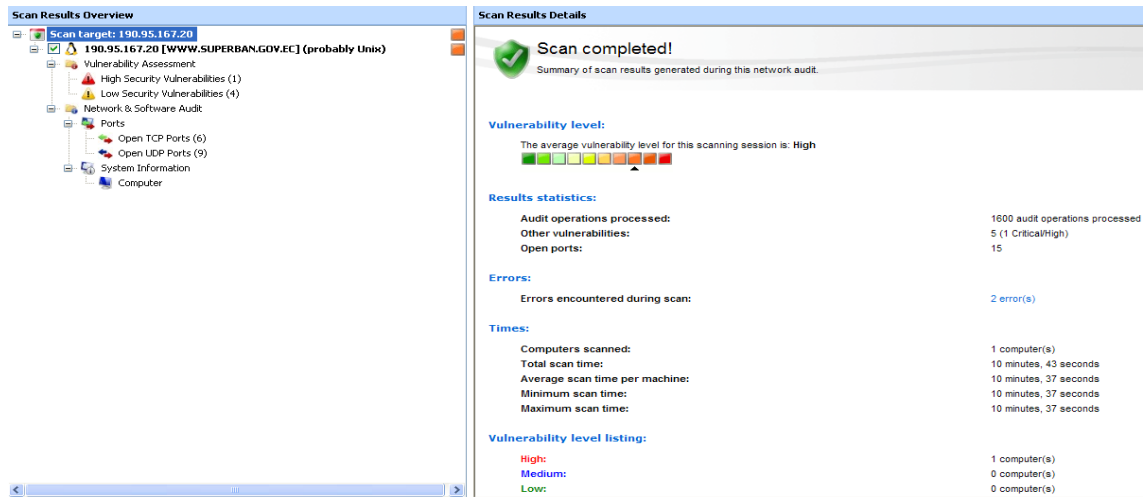


Figura 4.7 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Web

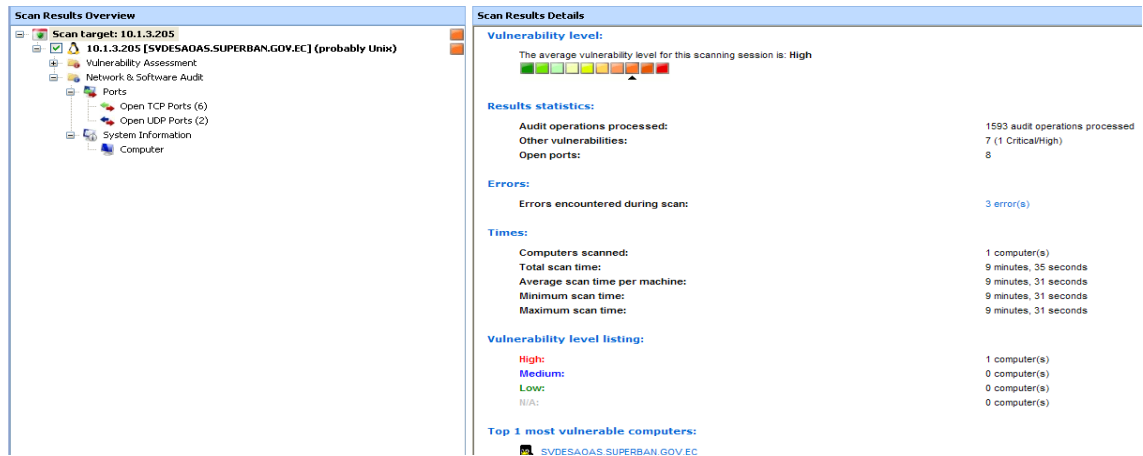


Figura 4.8 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Desarrollo 1

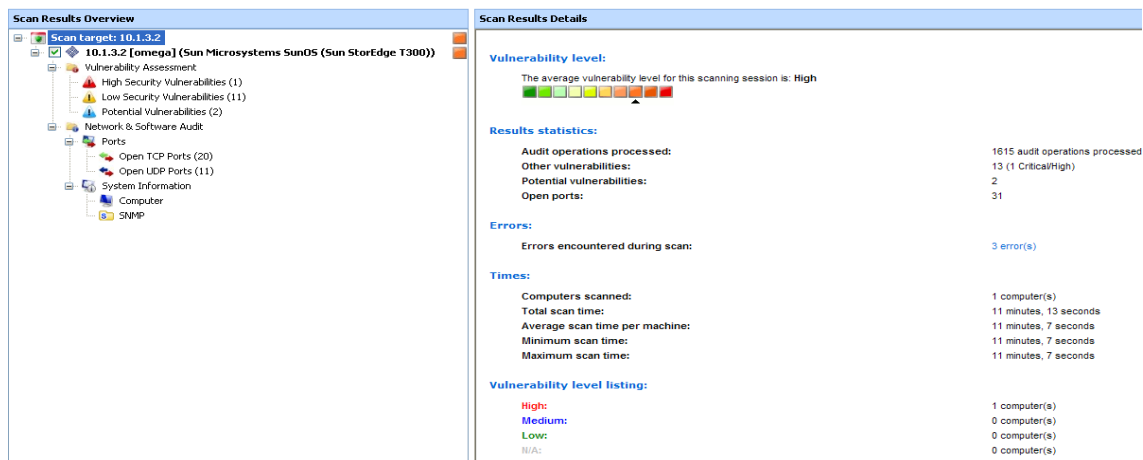


Figura 4.9 Reporte de vulnerabilidades en Servidor de Correo Electrónico 1

Las acciones correctivas tomadas para mejorar las seguridades en los Servidores son:

- Levantamiento de firewall de servidor
- Cierre de puertos innecesarios a nivel de servidor
- Eliminación de aplicaciones innecesarias en el servidor
- Eliminación de usuarios que generen accesos indebidos
- Instalación de parches de sistemas operativos
- Implementación de políticas adicionales de seguridad a nivel de Firewall de frontera e IPSs, para que los usuarios accedan únicamente a los servicios y aplicaciones permitidos en el servidor.

#### 4.3.1.2 Nivel de Vulnerabilidad Promedio de las Estaciones de Trabajo

El nivel de vulnerabilidad promedio de los usuarios se obtuvo, analizando las vulnerabilidades en cada uno de los segmentos de red internos, mediante el analizador de vulnerabilidades GFI-LanGuard 9.5, GFI Report Center, como muestran los reportes de las Figuras 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 y cuyos resultados se resumen en la Tabla 4.9.

El nivel vulnerabilidad promedio de los usuarios y estaciones de trabajo es del **80% (8/10)**.

USUARIOS INTERNOS	NIVEL DE RIESGO	
	Criterio	Valor Medido
Subred 10.1.0.0/24	Alto +	8
Subred 10.1.1.0/24	Alto +	8
Subred 10.1.2.0/24	Alto +	8
Subred 10.1.4.0/24	Alto +	8
Subred 10.1.5.0/24	Alto +	8

Tabla 4.9 Nivel de riesgo de los usuarios internos.

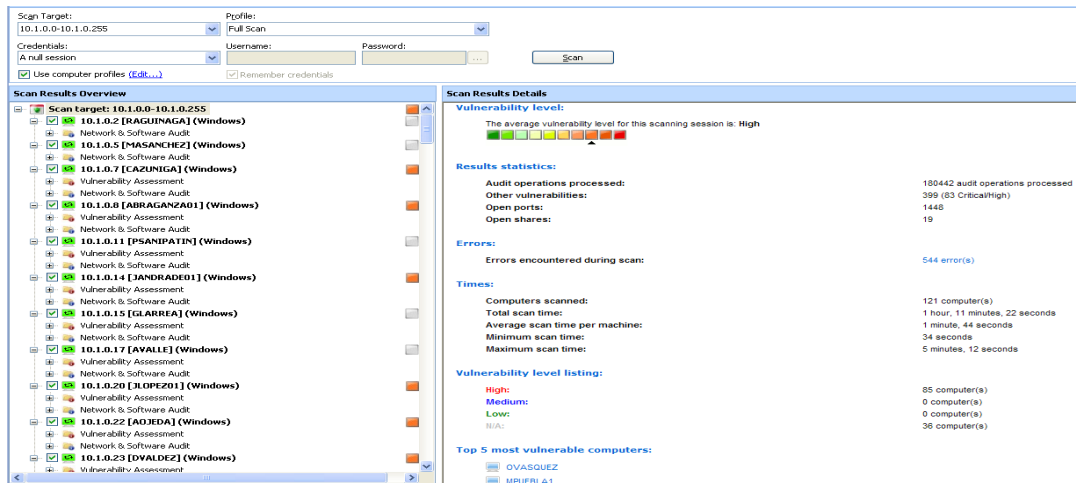


Figura 4.10 Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.0.0/24

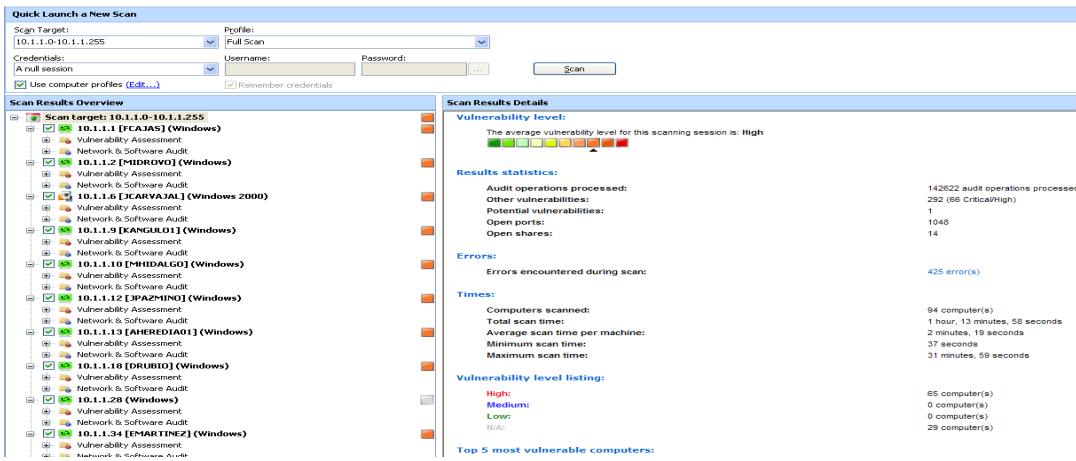


Figura 4.11 Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.1.0/24

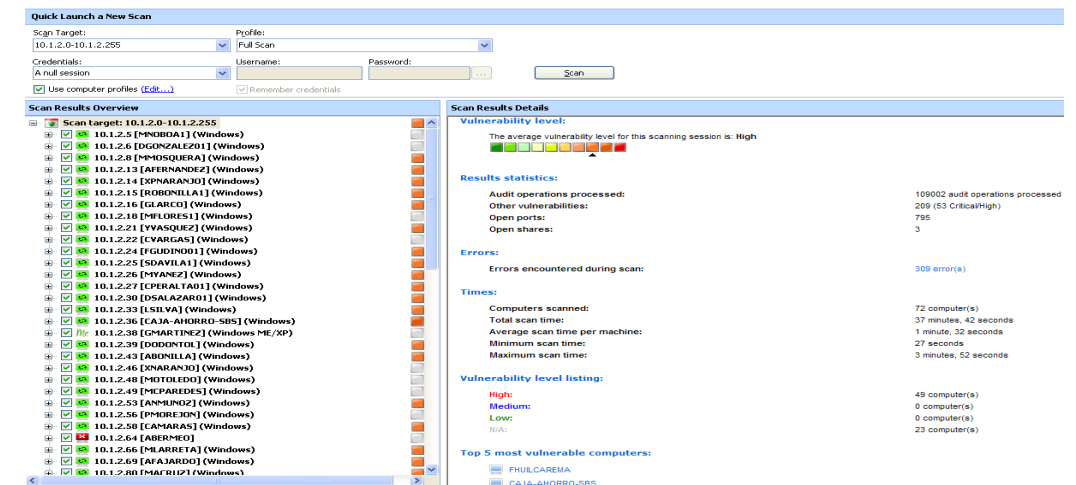


Figura 4.12 Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.2.0/24

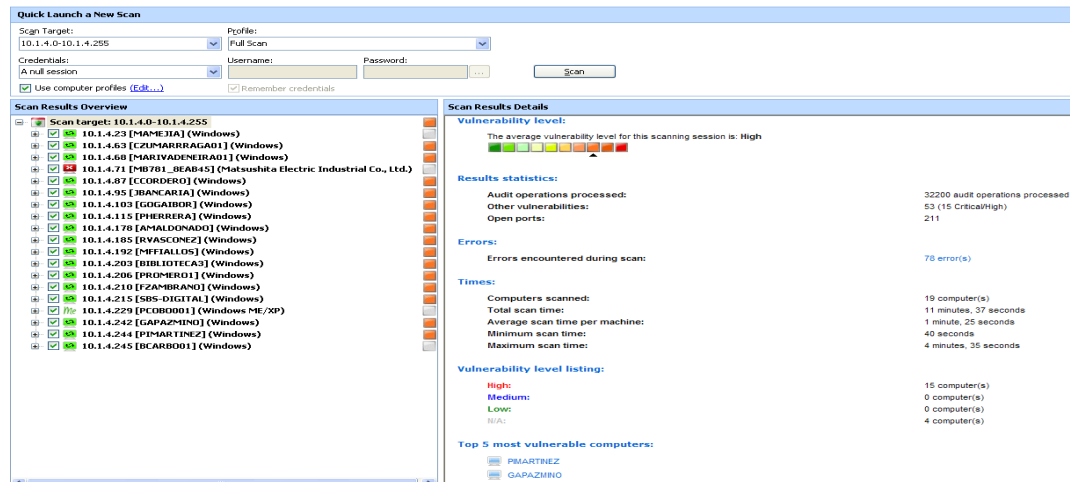


Figura 4.13 Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.4.0/24

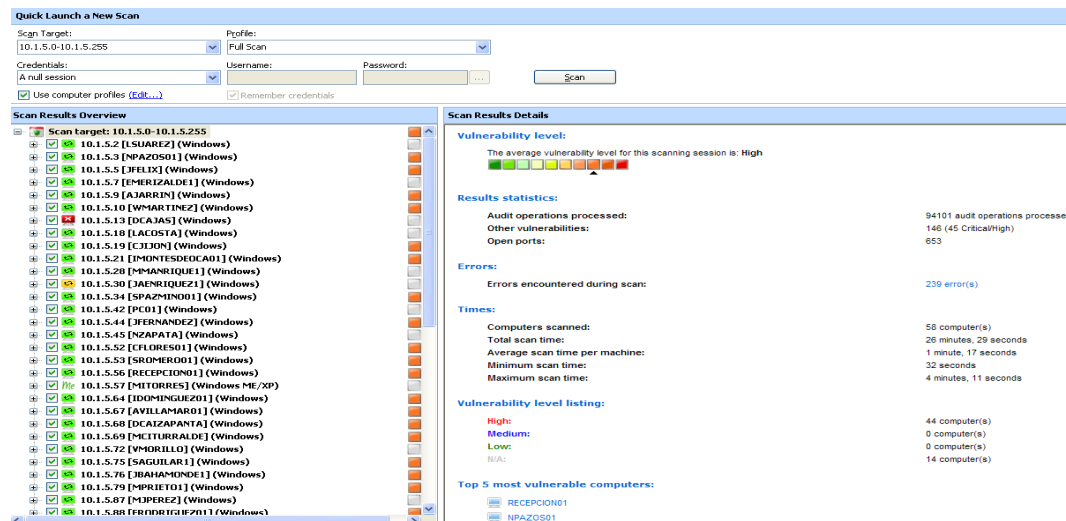


Figura 4.14 Reporte de vulnerabilidades del segmento 10.1.5.0/24

Las acciones correctivas tomadas para mejorar las seguridades en las estaciones de trabajo son:

- Levantamiento de firewall de estación
- Instalación de Antivirus y Antispyware, con actualización diaria de sus bases de conocimiento.
- Instalación de parches de sistemas operativos
- Implementación de políticas adicionales de seguridad a nivel de Firewall de frontera e IPSs, para que los usuarios accedan únicamente a los servicios y aplicaciones permitidos.

### 4.3.1.3 Nivel de Vulnerabilidad de los Equipos de Comunicaciones

El cálculo del nivel de vulnerabilidad de cada uno de los equipos de comunicaciones, se realiza utilizando los reportes de Nessus 4 y considerando los niveles de riesgo de las vulnerabilidades descrito en la Tabla 4.10.

Para cada uno de los equipos de comunicaciones analizados, se obtiene los reportes con la cantidad de vulnerabilidades de cada nivel como indican los ejemplos de las Figuras 4.15, 4.16 y 4.17.

NIVEL DE RIESGO DE LAS VULNERABILIDADES	
Criterio	Valor
Mínimo -	1
Mínimo +	2
Bajo -	3
Bajo +	4
Medio -	5
Medio +	6
Alto -	7
Alto +	8
Crítico -	9
Crítico +	10

Tabla 4.10 Nivel de Riesgo de las Vulnerabilidades

Host	Total	High	Medium	Low	Open Port
10.1.3.10	55	0	1	35	19

Figura 4.15 Reporte de vulnerabilidades detectadas en el Firewall Check Point

Host	Total	High	Medium	Low	Open Port
proventia-sbs.superban.gov.ec	33	0	4	23	6

Figura 4.16 Reporte de vulnerabilidades detectadas en el IPS Proventia G1200



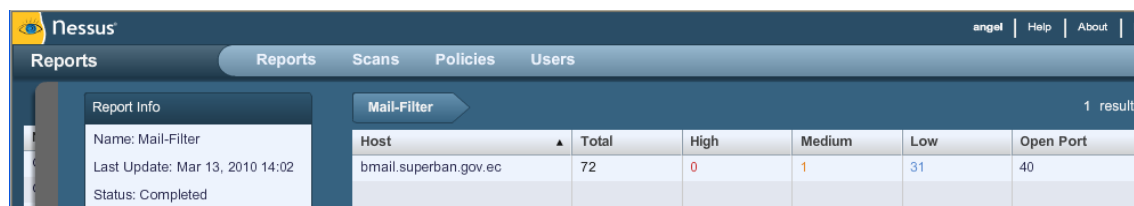


Figura 4.17 Reporte de vulnerabilidades detectadas en el Mail Filter

El nivel de vulnerabilidad de cada equipo de comunicaciones se obtiene mediante las fórmulas (4.10) y (4.11).

$$\text{Nivel de Vulnerabilidad} = \frac{\sum_{i=1}^{10} [\text{Número de vulnerabilidades}(i) * \text{Nivel de riesgo de la vulnerabilidad}(i)]}{\sum_{i=1}^{10} \text{Número de vulnerabilidades}(i)} \quad (4.10)$$

i = Identificador del nivel de la vulnerabilidad, indicado en la Tabla 4.10

$$\text{Nivel de Vulnerabilidad} = \frac{\text{Riesgo Acumulado Total}}{\text{Cantidad total de vulnerabilidades}} \quad (4.11)$$

Estos cálculos se indican en la Tabla 4.11.

EQUIPOS	NÚMERO DE VULNERABILIDADES	NIVEL DE RIESGO DE LA VULNERABILIDAD		RIESGO ACUMULADO	NIVEL DE VULNERABILIDAD Riesgo Acumulado Total Total de Vulnerabilidades	
		Criterio	Valor		Criterio	Valor
<b>FIREWALL</b>						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	35	. Bajo -	3	105		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
	1	. Medio +	6	6		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		
		. Crítico +	10	0		
	36			111,00	BAJO +	3,08
<b>IPS</b>						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	23	. Bajo -	3	69		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
	4	. Medio +	6	24		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		
		. Crítico +	10	0		
	27			93,00	BAJO +	3,44
<b>MAIL FILTER</b>						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	31	. Bajo -	3	93		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
	1	. Medio +	6	6		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		

EQUIPOS	NÚMERO DE VULNERABILIDADES	NIVEL DE RIESGO DE LA VULNERABILIDAD		RIESGO ACUMULADO	NIVEL DE VULNERABILIDAD Riesgo Acumulado Total Total de Vulnerabilidades	
		Criterio	Valor		Criterio	Valor
		. Crítico +	10	0		
	32			99,00	BAJO +	3,09
<b>SWITCH DE NUCLEO</b>						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	12	. Bajo -	3	36		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
	1	. Medio +	6	6		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		
		. Crítico +	10	0		
	13			42,00	BAJO +	3,23
<b>SWITCHES DE ACCESO</b>						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	9	. Bajo -	3	27		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
		. Medio +	6	0		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		
		. Crítico +	10	0		
	9			27,00	BAJO -	3,00

Tabla 4.11 Nivel de vulnerabilidad de equipos de comunicaciones mediante Nessus 4

#### 4.3.1.4 Resumen del Nivel de Vulnerabilidades Detectadas

La información obtenida se procesó para generar una matriz de riesgos, la cual se utiliza para calcular el nivel de riesgo por vulnerabilidades detectadas en la red de datos, en una herramienta desarrollada dentro de este trabajo, en Microsoft Office 2007.

El resumen de los cálculos de los niveles de vulnerabilidad calculados mediante las herramientas anteriores se indica en la Tabla 4.12.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	HERRAMIENTA UTILIZADA	NIVEL DE VULNERABILIDAD PARCIAL		IMPORTANCIA DEL EQUIPO		NIVEL DE RIESGO ACUMULADO POR VULNERABILIDAD	
		CRITERIO	VALOR	CRITERIO	VALOR	CRITERIO	VALOR
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>							
• 1 Switch de Núcleo de fibra óptica-Quito	Nessus 4	. Bajo -	3	Crítico	4	Bajo -	12
• 3 Switches de Núcleo RJ45	Nessus 4	. Bajo -	3	Crítico	4	Bajo -	12
• 37 Switches de Acceso-Quito	Nessus 4	. Bajo -	3	Alto	3	Bajo -	9
		BAJO -	3			BAJO -	11
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD INFORMÁTICA</b>							
• Firewall	Nessus 4	. Bajo -	3	Crítico	4	Bajo -	12
• IPS	Nessus 4	. Bajo -	3	Alto	3	Bajo -	9
• Mail Filter	Nessus 4	. Bajo -	3	Alto	3	Bajo -	9
		BAJO -	3			BAJO -	10
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>							
• Servidor de Dominio	GFILanguard 9	. Alto +	8	Crítico	4	Alto +	32
• Servidor de Filtrado Web	GFILanguard 9	. Alto +	8	Alto	3	Mínimo +	24
• Servidor de monitoreo de servicios	GFILanguard 9	. Alto +	8	Alto	3	Mínimo +	24
		ALTO +	8,00			ALTO -	26,67

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	HERRAMIENTA UTILIZADA	NIVEL DE VULNERABILIDAD PARCIAL		IMPORTANCIA DEL EQUIPO		NIVEL DE RIESGO ACUMULADO POR VULNERABILIDAD	
		CRITERIO	VALOR	CRITERIO	VALOR	CRITERIO	VALOR
<b>SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO</b>							
• Servidor de Correo 1	GFILanguard 9	. Alto +	8	Crítico	4	Alto +	32
		<b>ALTO +</b>	<b>8</b>			<b>ALTO +</b>	<b>32</b>
<b>SERVIDOR WEB</b>							
• Servidor Web 1	GFILanguard 9	. Crítico -	9	Crítico	4	Crítico -	36
		<b>CRÍTICO -</b>	<b>9</b>			<b>CRÍTICO -</b>	<b>36</b>
<b>SERVIDOR S FTP</b>							
• Servidor FTP Seguro 1	GFILanguard 9	. Alto +	8	Crítico	4	Alto +	32
		<b>ALTO +</b>	<b>8</b>			<b>ALTO +</b>	<b>32</b>
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>							
• Servidor Producción 1	GFILanguard 9	. Alto +	8	Crítico	4	Alto +	32
• Servidor Producción 2	GFILanguard 9	. Alto +	8	Crítico	4	Alto +	32
• Servidor Producción 3	GFILanguard 9	. Crítico -	9	Crítico	4	Crítico -	36
• Servidor Producción 4	GFILanguard 9	. Alto +	8	Alto	3	Mínimo +	24
		<b>CRÍTICO -</b>	<b>8,25</b>			<b>ALTO +</b>	<b>31</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>							
• Servidor Desarrollo 1	GFILanguard 9	. Alto +	8	Alto	3	Mínimo +	24
• Servidor Desarrollo 2	GFILanguard 9	. Alto +	8	Alto	3	Mínimo +	24
		<b>ALTO +</b>	<b>8</b>			<b>MÍNIMO +</b>	<b>24</b>
<b>USUARIOS INTERNOS</b>							
• Subred 10.1.0.0/24	GFILanguard 9	. Alto +	8	Normal	2	Bajo +	16
• Subred 10.1.1.0/24	GFILanguard 9	. Alto +	8	Normal	2	Bajo +	16
• Subred 10.1.2.0/24	GFILanguard 9	. Alto +	8	Normal	2	Bajo +	16
• Subred 10.1.4.0/24	GFILanguard 9	. Alto +	8	Normal	2	Bajo +	16
• Subred 10.1.5.0/24	GFILanguard 9	. Alto +	8	Normal	2	Bajo +	16
		<b>ALTO +</b>	<b>8</b>			<b>BAJO +</b>	<b>16,00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>74</b>	<b>495,00</b>	

<b>TOTAL DE RIESGO ACUMULADO POR VULNERABILIDADES DETECTADAS</b>	495,00
<b>TOTAL DE IMPORTANCIA DE EQUIPOS</b>	74
<b>NIVEL DE RIESGO POR VULNERABILIDADES DETECTADAS SOBRE 10</b>	<b>6,69 ALTO -</b>
<b>NIVEL DE RIESGO POR VULNERABILIDAD DETECTADAS 100 %</b>	<b>66,9% ALTO -</b>

Tabla 4.12 Resumen de niveles de vulnerabilidad detectados en la red de datos

De acuerdo a la Tabla 4.12, el nivel de riesgo por las vulnerabilidades detectadas en la infraestructura actual es (6,69 / 10), correspondiente al 66,9 % de vulnerabilidad.

### 4.3.2 Nivel de Protección Proporcionado por los Equipos de Seguridad

El nivel de protección entregado por los equipos de seguridad informática, se calcula en base a los niveles de protección que proporcionan cada uno de ellos y a su respectiva importancia o influencia en la red de datos, utilizando las fórmulas (4.12) y (4.13) y la Tabla 4.13.<sup>26 27</sup>

$$\text{Nivel de Protección Acumulada} = \sum_{i=1}^n \text{Nivel de Protección}_{(i)} * \text{Importancia}_{(i)} \quad (4.12)$$

$$\text{Nivel de Protección} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de Protección}_{(i)} * \text{Importancia}_{(i)}}{\sum_{i=1}^n \text{Importancia}_{(i)}} \quad (4.13)$$

<sup>26</sup> Alberts, Christopher. Managing Information Security Risks. Boston. Addison Wesley.2002

<sup>27</sup> Evaluación de riesgos. (2009). Niveles de riesgo. Recuperado en diciembre, 2009 disponible en <http://www.segu-info.com.ar/politicas/nivelesriesgo.htm>

i = Identificación del equipo de protección.

n = Número total de elementos de protección.

Nivel de Protección = Nivel de protección entregado por el equipo

Importancia = Nivel de importancia que tiene el equipo dentro de la red de datos

NIVEL DE PROTECCIÓN PROPORCIONADA		x	IMPORTANCIA DEL EQUIPO		=	NIVEL DE PROTECCIÓN ACUMULADA	
CRITERIO	NIVEL		CRITERIO	NIVEL		CRITERIO	NIVEL
Mínimo -	1		Bajo	1		Mínimo -	4
Mínimo +	2		Normal	2		Mínimo +	8
Bajo -	3		Alto	3		Bajo -	12
Bajo +	4		Crítico	4		Bajo +	16
Medio -	5					Medio -	20
Medio +	6					Medio +	24
Alto -	7					Alto -	28
Alto +	8					Alto +	32
Excelente -	9					Excelente -	36
Excelente +	10					Excelente +	40

Tabla 4.13 Cálculo del Nivel de Protección Acumulada por equipos de seguridad

Los equipos y sistemas de seguridad informática que se analizan para el cálculo del nivel de protección son:

- Sistema de Seguridad Perimetral Firewall
- Sistema de Prevención de Intrusos
- Sistema de Filtrado de Correo Electrónico
- Sistema de Filtrado Web
- Sistema Antivirus empresarial

#### 4.3.2.1 Nivel de Protección Entregado por el Firewall Check Point

Para calcular el nivel de protección entregado por el Firewall Check Point, se utiliza los reportes generados en el Eventia Reporter del sistema de administración del firewall, denominado Smart Center. La plantilla utilizada es el Firewall-1 Activity Report, midiendo en un período de 15 días la cantidad de paquetes aceptados, los rechazados y los caídos, como indican las Tablas 4.14 y 4.15.

Firewall-1 Activity by Module					
Index	Module	Concurrent Connections (Average)	Packets		
			Accepted (Thousands)	Rejected	Dropped (Thousands)
1	SPSBS	520,27	271,32	2.462	373,90

Tabla 4.14 Actividad de red del Firewall Check Point en un período de 15 días

FireWall-1 Activity by Date				
Date	Concurrent Connections (Average)	Packets		
		Accepted [Thousands]	Rejected	Dropped [Thousands]
19-May-10	836	8.97	59	39.38
20-May-10	651	7.10	121	32.32
21-May-10	603	21.26	88	28.90
22-May-10	137	11.87	3	41.71
23-May-10	138	42.09	1	45.16
24-May-10	135	30.63	0	47.39
25-May-10	796	0.20	239	8.00
26-May-10	747	27.91	195	4.00
27-May-10	652	21.32	72	3.23
28-May-10	662	24.71	157	35.66
29-May-10	199	3.08	1	15.89
30-May-10	200	30.13	3	22.35
31-May-10	767	0.79	134	10.60
01-Jun-10	765	41.26	1,389	39.30
<b>Total (14)</b>	<b>7,288</b>	<b>271.32</b>	<b>2,462</b>	<b>373.90</b>
<b>Average</b>	<b>520.6</b>	<b>19.38</b>	<b>175.9</b>	<b>26.71</b>

Tabla 4.15 Actividad de red del Firewall Check Point en un período de 15 días

El nivel de protección o seguridad entregado por el Firewall Check Point, se calcula en función del número de paquetes permitidos, número de paquetes bloqueados o tumbados y el número de paquetes rechazados, de acuerdo a las fórmulas (4.14) y (4.15), cuyos resultados se indican en la Tabla 4.16:

$$\text{Nivel de Protección} = \frac{\text{Total de paquetes tumbados} + \text{Total de paquetes rechazados}}{\text{Total del paquetes procesados}} * 100\% \quad (4.14)$$

$$\text{Total de paquetes procesados} = \left( \text{Total de paquetes aceptados} \right) + \left( \text{Total de paquetes tumbados o bloqueados} \right) + \left( \text{Total de paquetes rechazados} \right) \quad (4.15)$$

TIPO DE PAQUETES PROCESADOS EN 15 DIAS	CANTIDAD DE PAQUETES PROCESADOS
PAQUETES ACEPTADOS	271.320,00
PAQUETES RECHAZADOS	2.462,00
PAQUETES TUMBADOS	373.890,00
<b>TOTAL DE PAQUETES PROCESADOS</b>	<b>647.672,00</b>
<b>NIVEL DE PROTECCIÓN DEL FIREWALL</b>	<b>58,11%</b>

Tabla 4.16 Cálculo del nivel de protección entregado por el Firewall Check Point

De acuerdo a la Tabla 4.16, el nivel de protección entregado por el firewall es del **58,11%** que corresponde a **(5,8 / 10)**, cuyo valor es utilizado para calcular el nivel de protección proporcionado por los equipos de seguridad, en el numeral 4.3.2.6.

#### 4.3.2.2 Nivel de Protección Entregado por el IPS Proventia G1200

Para calcular el nivel de protección entregado por el IPS Proventia G1200, se utilizó el reporte de intrusiones en un mes de operación. Este reporte se generó en el sistema de administración del IPS denominado Site Protector, cuyos resultados se indican en la Figura 4.18 y en la Tabla 4.17.

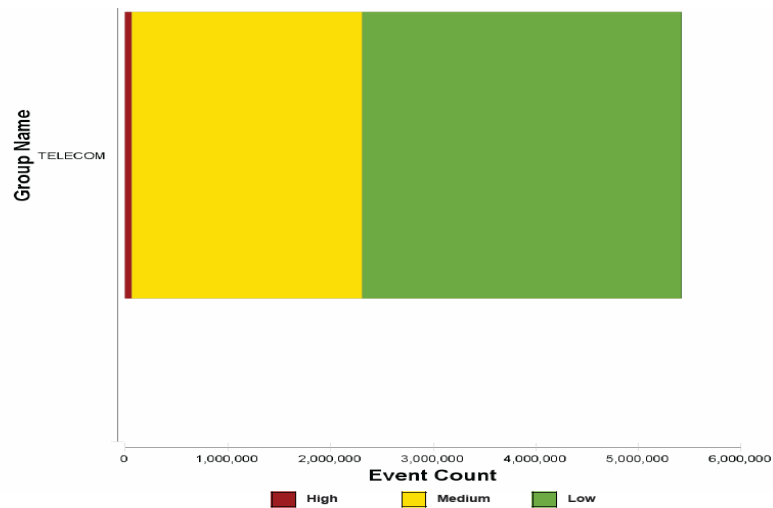


Figura 4.18 Reporte mensual de intrusiones del IPS Proventia G1200

Del reporte generado se obtuvieron las siguientes intrusiones que fueron controladas por el IPS, en un mes:

- 3.106.183 intrusiones de nivel bajo
- 2.249.568 intrusiones de nivel medio
- 67.518 intrusiones de nivel alto.

El nivel de seguridad entregado por el IPS se obtiene mediante las fórmulas (4.16) y (4.17):

$$\text{Nivel de Seguridad} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \text{Número de vulnerabilidades controladas}(i) * \text{Nivel de riesgo de la vulnerabilidad}(i)}{\sum_{i=1}^{10} \text{Número de vulnerabilidades controladas}(i)} \quad (4.16)$$

i = Identificador del nivel de vulnerabilidad

$$\text{Nivel de Seguridad} = \frac{\text{Riesgo controlado acumulado total}}{\text{Cantidad total de vulnerabilidades controladas}} \quad (4.17)$$

EQUIPOS DE PROTECCIÓN	NÚMERO DE VULNERABILIDADES CONTROLADAS	NIVEL DE RIESGO DE LA VULNERABILIDAD		RIESGO CONTROLADO ACUMULADO	NIVEL DE PROTECCIÓN	
		Criterio	Valor		Total de Riesgo Controlado Acumulado	Total de Vulnerabilidades
IPS PROVENTIA G1200						
		. Mínimo -	1	0		
		. Mínimo +	2	0		
	3.106.183	. Bajo -	3	9318549		
		. Bajo +	4	0		
		. Medio -	5	0		
	2.249.568	. Medio +	6	13497408		
		. Alto -	7	0		
		. Alto +	8	0		
		. Crítico -	9	0		
	67.518	. Crítico +	10	675180		
TOTAL	5.423.269			23.491.137.00	MEDIO -	4,33

Tabla 4.17 Cálculo del nivel de protección entregado por el IPS Proventia G1200

De acuerdo a la Tabla 4.17, el nivel de seguridad brindado por el IPS es del **(4,33 / 10)** que corresponde al **43,3 %**, cuyo valor es utilizado para calcular el nivel de protección proporcionado por los equipos de seguridad, en el numeral 4.3.2.6.

#### 4.3.2.3 Nivel de Protección Entregado por el Mail Filter

El nivel de protección entregado por servidor de filtrado de correo electrónico Symantec BrihtMail, se calcula en función de los mensajes permitidos y bloqueados obtenidos de los reportes del tráfico de correo entrante y saliente en un período de un mes, como se indica en la Figura 4.19 y en la Tabla 4.18, para lo cual se utiliza las fórmulas (4.18), (4.19) y (4.20).

$$\text{Nivel de Seguridad} = \frac{\text{Total de mensajes bloqueados}}{\text{Total del mensajes procesados}} * 100\% \quad (4.18)$$

$$\text{Total de mensajes procesados} = \left( \text{Total de mensajes permitidos} \right) + \left( \text{Total de mensajes bloqueados} \right) \quad (4.19)$$

$$\text{Total de mensajes bloqueados} = \left( \text{mensajes de amenazas simples} \right) + \left( \text{mensajes de amenaza múltiples} \right) \quad (4.20)$$

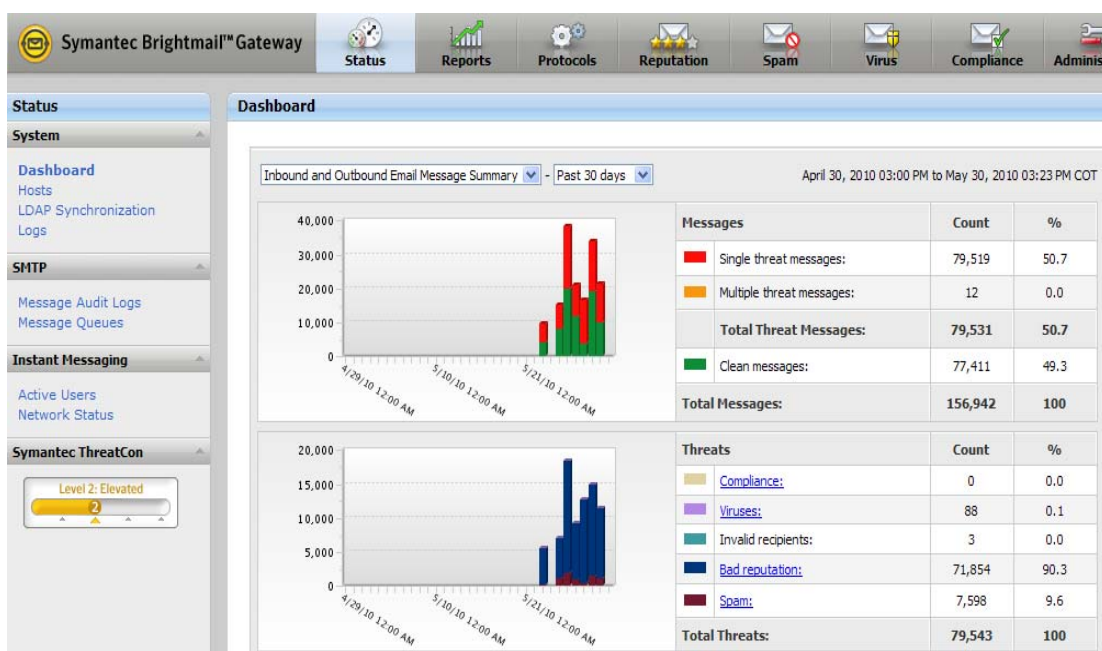


Figura 4.19 Reporte mensual de filtrado de correo Symantec BrightMail

TIPO DE MENSAJES	NÚMERO DE MENSAJES
<b>MENSAJES DE AMENAZA BLOQUEADOS</b>	
Mensajes de amenaza Individual	79.519,00
Mensajes de amenaza Múltiple	12,00
<b>TOTAL DE MENSAJES BLOQUEADOS MENSUAL</b>	<b>79.531,00</b>
<b>MENSAJES PERMITIDOS</b>	
Mensajes aceptados limpios	77.411,00
<b>TOTAL DE CONEXIONES BLOQUEADAS MENSUAL</b>	<b>77.411,00</b>
<b>TOTAL DE MENSAJES CONTROLADOS MENSUAL</b>	<b>156.942,00</b>
<b>NIVEL DE PROTECCIÓN MENSUAL</b>	<b>50,68%</b>

Tabla. 4.18 Cálculo del nivel de protección de Symantec BrightMail

De acuerdo a la Figura 4.19 y a la Tabla 4.18, el nivel de protección entregado por el servidor de filtrado de correo electrónico Symantec BrightMail es del **50,68 %** correspondiente a **(5 / 10)**, cuyo valor es utilizado para calcular el nivel de protección proporcionado por los equipos de seguridad, en el numeral 4.3.2.6.



4.3.2.4 Nivel de Protección Entregado por Websense

El nivel de seguridad entregado por Websense se calcula en función del número de conexiones o hits hacia Internet permitidas y bloqueadas, de acuerdo a las fórmulas (4.21) y (4.22).

$$\text{Nivel de bloqueo mensual} = \frac{\text{Total de conexiones bloqueadas mensual}}{\text{Total del conexiones mensual}} * 100\% \tag{4.21}$$

$$\text{Total de conexiones mensuales} = (\text{Total de conexiones permitidas mensuales}) + (\text{Total de conexiones bloqueadas mensuales}) \tag{4.22}$$

El número de hits o conexiones mensuales hacia internet se obtienen de los reportes de Websense, los cuales se describen en la Figura 4.20 y en la Tabla 4.19.



Figura. 4.20 Reporte de conexiones o hits mensuales hacia Internet

TIPO DE TRÁFICO CONTROLADO	NÚMERO DE HITS O INTENTOS DE CONEXIÓN MENSUAL
<b>CONEXIONES PERMITIDAS MENSUAL</b>	
Categorías permitidas	3.965.867,00
Permitido bajo suscripción	1.447.837,00
Categoría permitida, URLs personalizados	926.600,00
Protocolos permitidos	369.148,00
Nunca Bloqueado	347.031,00
Tipo de archivos permitidos	57.347,00
Protocolos permitidos no comprados	11.212,00
<b>TOTAL DE CONEXIONES PERMITIDAS MENSUAL</b>	<b>7.125.042,00</b>
<b>CONEXIONES BLOQUEADAS MENSUAL</b>	
Categorías bloqueadas	422.929,00
Categoría bloqueada, URLs personalizados	800.095,00
Protocolos bloqueados	553.050,00
Tipo de archivos bloqueados	6.673,00
Siempre bloqueados	1.910,00
<b>TOTAL DE CONEXIONES BLOQUEADAS MENSUAL</b>	<b>1.784.657,00</b>

TIPO DE TRÁFICO CONTROLADO	NÚMERO DE HITS O INTENTOS DE CONEXIÓN MENSUAL
TOTAL DE CONEXIONES CONTROLADAS MENSUAL	8.909.699,00
NIVEL DE BLOQUEO O PROTECCIÓN MENSUAL	20,03%

Tabla 4.19 *Cálculo del nivel de protección entregado por Websense*

De acuerdo con la Tabla 4.19, el nivel de bloqueo o de protección entregado por Websense es del **20 %** de seguridad, que corresponde a **(2 / 10)**, cuyo valor es utilizado para calcular el nivel de protección proporcionado por los equipos de seguridad, en el numeral 4.3.2.6.

#### 4.3.2.5 *Nivel de Protección Entregado por el Sistema Antivirus*

El nivel de protección entregado por el Sistema Antivirus Corporativo Symantec Endpoint Protection 11, se calcula en función de las acciones de detección de infecciones ejecutadas en cada una de las estaciones de trabajo, en un período de un mes, como se indica en la Figura 4.21 y en la Tabla 4.20, para lo cual se utiliza las fórmulas (4.23) y (4.24).

$$\text{Nivel de protección} = \frac{\text{Infecciones detectadas controladas}}{\text{Total de Infecciones}} * 100\% \quad (4.23)$$

$$\text{Total de Infecciones} = \left( \text{Infecciones detectadas eliminadas} \right) + \left( \text{Infecciones detectadas no eliminadas} \right) \quad (4.24)$$

Symantec Endpoint Protection		
Detection Action Summary		
03 May 2010 00:00 AM to 03 June 2010 11:59 PM		
Action	Viruses	Security Risks
Cleaned	142	0
Suspicious	0	0
Blocked	465	1
Quarantined	9623	3
Deleted	8442	75
Manually repaired / Repair in progress	343	19
Logged Commercial or Forced detections	0	0
Newly Infected	185	2
Still Infected	505	8

Figura 4.21 Reporte mensual de amenazas

TIPO DE INFECCIONES	NÚMERO INFECCIONES MENSUALES
<b>INFECCIONES DETECTADAS ELIMINADAS MENSUAL</b>	
Infecciones limpiadas	142
Infecciones sospechosas	0
Infecciones bloqueadas	465
Infecciones borradas o eliminadas	8442
Infecciones reparadas manualmente	343
<b>TOTAL DE AMENAZAS CONTROLADAS MENSUAL</b>	<b>9392</b>
<b>INFECCIONES DETECTADAS NO ELIMINADAS MENSUAL</b>	
Infecciones reinidentes	185
Infecciones enviadas a cuarentena	9623
Infecciones permanentes no reparadas	505
<b>TOTAL DE AMENAZAS NO CONTROLADAS MENSUAL</b>	<b>10313</b>
<b>TOTAL DE AMENAZAS MENSUAL</b>	<b>19705</b>
<b>NIVEL DE PROTECCIÓN MENSUAL</b>	<b>47,66%</b>

Tabla 4.20 Cálculo del nivel de protección del sistema antivirus

De acuerdo con la Tabla 4.20, el nivel de protección entregado por Symantec Endpoint Protection 11 es del **47,66 %** de seguridad, que corresponde a **(4,7 / 10)**, cuyo valor es utilizado para calcular el nivel de protección proporcionado por los equipos de seguridad, en el numeral 4.3.2.6.

#### 4.3.2.6 Resumen del Nivel de Protección Entregado por los Equipos de Seguridad

Los niveles de protección individual de los sistemas de seguridad, calculados en los numerales 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.3, 4.3.2.4, 4.3.2.5, se procesó para determinar el nivel de protección proporcionado por los equipos y sistemas de seguridad, en una herramienta desarrollada por el maestrante en Microsoft Office 2007.

El resumen de los niveles de protección entregada por los equipos calculados mediante las herramientas anteriores se indica en la Tabla 4.21

EQUIPO	NIVEL DE PROTECCIÓN PROPORCIONADO		IMPORTANCIA EN LA RED DE DATOS		NIVEL DE PROTECCIÓN ACUMULADO
	100%	10%	Criterio	Valor	
FIREWALL CHECK POINT	58,11%	5,80	Crítico	4	23,2
IPS PROVENTIA G1200	43,30%	4,33	Alto	3	12,99
FILTRADO DE CORREO SYMANTEC BRIGHTMAIL	50,68%	5,07	Normal	2	10,136
FILTRADO WEB WEBSense	20,03%	2,00	Normal	2	4,006
ANTIVIRUS SYMANTEC	47,66%	4,76	Bajo	1	4,76
<b>TOTAL</b>				<b>12</b>	<b>55,092</b>
<b>TOTAL DE PROTECCIÓN ACUMULADA</b>					55,09
<b>TOTAL DE IMPORTANCIA EN LA RED DE DATOS</b>					12
<b>NIVEL DE PROTECCIÓN O SEGURIDAD ENTREGADA POR LOS EQUIPOS SOBRE 10</b>					4,59 <b>MEDIO -</b>
<b>NIVEL DE PROTECCIÓN O SEGURIDAD ENTREGADA POR LOS EQUIPOS 100 %</b>					45,91% <b>MEDIO -</b>

Tabla 4.21 Resumen de los niveles de protección entregados por los equipos y sistemas de seguridad

De acuerdo a la Tabla 4.21, el nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad instalados en la red de datos actualmente es de **(4,59 / 10)** correspondiente al **45,91 %** de protección.

### 4.3.3 Nivel de Riesgo Real de la Seguridad Informática

El nivel de riesgo real de la seguridad informática de la red de datos se calcula en función del nivel de riesgo por vulnerabilidades detectadas calculado en el numeral 4.3.1, el nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad calculado en el numeral 4.3.2.6 y el riesgo residual, mediante la fórmula (4.25) propuesta y la Tabla 4.22.

$$\text{Nivel de riesgo real de la seguridad informática} = \left[ \left( \text{Nivel de riesgo por las vulnerabilidades detectadas} \right) - \left( \text{Nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad} \right) * \left( \text{Nivel de riesgo por las vulnerabilidades detectadas} \right) \right] + \left( \text{Riesgo Residual} \right) \quad (4.25)$$

El riesgo residual, es aquel que no se ha analizado y que no ha sido controlado por los equipos de seguridad, el cual se asume por experiencia como del 5 %, el cual está determinado por:

- Falta de actualizaciones en sistemas operativos y antivirus
- Utilización de dispositivos externos de almacenamiento no autorizados
- Bypass temporal de las interfaces del IPS
- Accesos totales temporales de estaciones y servidores a través del IPS y del Firewall, que se configura por motivos de accesos de emergencia.
- Accesos a páginas web no autorizadas que no está filtrado por Websense.
- Correos electrónicos que no logran ser bloqueados por el equipo de filtrado de correo, que no cuenta con las bases de conocimiento para su análisis.

TIPO DE NIVELES	VALOR
NIVEL DE PROTECCIÓN 100 %	45,91%
NIVEL DE RIESGO POR VULNERABILIDADES DETECTADAS	66,89%
RIESGO RESIDUAL	5%
<b>NIVEL DE RIESGO REAL DE LA SEGURIDAD INFORMÁTICA</b>	<b>41%</b>

Tabla 4.22 *Riesgo real de la seguridad informática*

De acuerdo a la Tabla 4.22, el nivel de riesgo real de la seguridad informática en la infraestructura actual corresponde al **41 %** de vulnerabilidad.

#### 4.4 ANÁLISIS DEL NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Para calcular el nivel de disponibilidad total de la red de datos, se deben medir primero los niveles de disponibilidad individual de cada subsistema que integra la red (equipos y servicios), en función del tiempo que permanece fuera de servicio y del tiempo total normalizado que es considerado como tiempo óptimo de funcionamiento del subsistema, como se indica en la fórmula (4.26).

$$\text{Nivel de Disponibilidad del Subsistema}_{(i)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo total óptimo normalizado de operación}} \right) \right] * 100\% \quad (4.26)^{28}$$

i = es la identificación del subsistema, como son equipos activos de red LAN, sistemas de seguridad informática, servidores, usuarios.

##### 4.4.1 Nivel de Disponibilidad de los Equipos Activos de Red Lan

El nivel de disponibilidad de los equipos activos de la red actual, se lo realizó mediante los datos históricos almacenados en el sistema de monitoreo WhatsUp Gold 12, descritos en la Figura 4.22 y resumida en la Tabla 4.23, midiendo en horarios laborables lo siguiente:

- La disponibilidad de las controladoras del Switch de núcleo, en función de las fallas.
- La disponibilidad de los enlaces entre del Switch de núcleo y los Switches de Acceso en función de las fallas de conexión.

EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN	HERRAMIENTA UTILIZADA	NIVEL DE DISPONIBILIDAD PARCIAL
1 Switch de Núcleo de fibra óptica	WhatsUp Gold 12	98,69%
3 Switches de Núcleo RJ45	WhatsUp Gold 12	100,00%
Switch Subsuelo 1	WhatsUp Gold 12	98,69%
Switch Piso 03	WhatsUp Gold 12	99,84%
Switch Piso 04	WhatsUp Gold 12	98,63%
Switch Piso 05	WhatsUp Gold 12	98,63%
Switch Piso 06	WhatsUp Gold 12	98,66%
Switch Piso 07	WhatsUp Gold 12	98,67%
Switch Piso 08	WhatsUp Gold 12	98,64%
Switch Piso 09	WhatsUp Gold 12	98,66%
Switch Piso 10	WhatsUp Gold 12	98,63%
Switch Piso 11	WhatsUp Gold 12	98,61%
Switch Piso 12	WhatsUp Gold 12	98,64%
Switch Piso 13	WhatsUp Gold 12	98,67%
Switch Piso 14	WhatsUp Gold 12	98,64%
Switch Piso 15	WhatsUp Gold 12	98,58%
Switch Piso 16	WhatsUp Gold 12	98,63%

Tabla 4.23 Nivel de disponibilidad de los equipos activos de red LAN

<sup>28</sup> Schmidt, K. (2006). High availability and disaster recovery. (p 24). Frankfurt. Springer.

The screenshot shows a web-based monitoring interface for 'Active Monitor Availability'. The report covers the period from Friday, January 01, 2010, 08:30:00 to Monday, May 31, 2010, 17:00:00. The data is presented in a table with columns for Device, Monitor, Up, Maintenance, Unknown, Down, and Availability. Each row represents a specific device, and the 'Availability' column shows a green bar indicating the percentage of uptime.

Device	Monitor	Up	Maintenance	Unknown	Down	Availability
MATRIX-E7-FO-03	Ping	98.699%	0.000%	0.000%	1.301%	98.699%
MATRIX-E7-FO-05	Ping	98.699%	0.000%	0.000%	1.301%	98.699%
MATRIX-E7-FO-01	Ping	98.699%	0.000%	0.000%	1.301%	98.699%
MATRIX-E7-FO-02	Ping	98.699%	0.000%	0.000%	1.301%	98.699%
SW-PISO-S1	Ping	98.689%	0.000%	0.000%	1.311%	98.689%
SW-PISO-07	Ping	98.674%	0.000%	0.000%	1.326%	98.674%
SW-PISO-13	Ping	98.670%	0.000%	0.000%	1.330%	98.670%
SW-PISO-09	Ping	98.664%	0.000%	0.000%	1.336%	98.664%
SW-PISO-06	Ping	98.656%	0.000%	0.000%	1.344%	98.656%
SW-PISO-12	Ping	98.644%	0.000%	0.000%	1.356%	98.644%
SW-PISO-08	Ping	98.641%	0.000%	0.000%	1.359%	98.641%
SW-PISO-14	Ping	98.638%	0.000%	0.000%	1.362%	98.638%
SW-PISO-04	Ping	98.633%	0.000%	0.000%	1.367%	98.633%
SW-PISO-10	Ping	98.633%	0.000%	0.000%	1.367%	98.633%
SW-PISO-16	Ping	98.632%	0.000%	0.000%	1.368%	98.632%
SW-PISO-05	Ping	98.630%	0.000%	0.000%	1.370%	98.630%
SW-PISO-11	Ping	98.614%	0.000%	0.000%	1.386%	98.614%
SW-PISO-15	Ping	98.583%	0.000%	0.000%	1.417%	98.583%
SW-PISO-03	Ping	97.839%	0.000%	0.000%	2.161%	97.839%

Figura 4.22 Resumen de disponibilidad desde el 1 Enero 2010 al 31 de Mayo del 2010, en horarios laborables de 8:30 am hasta 17:00 pm.

#### 4.4.2 Nivel De Disponibilidad de los Subsistemas Adicionales de la Red De Datos

Para el resto de equipos y servicios se realizó un cálculo estimado, considerando los promedios de tiempo utilizados para solucionar los problemas o casos diarios de fallas reportados, utilizando las fórmulas (4.27), (4.28), (4.29) y (4.30), cuyo resumen se indica en la Tabla 4.24:

$$\text{Disponibilidad de un caso o una falla reportada (i)} = \left[ 1 - \left( \frac{\text{Tiempo promedio de solución de un caso o falla reportada (i)}}{\text{Tiempo total óptimo normalizado de operación}} \right) \right] * 100\% \quad (4.27)$$

$$\text{Desempeño del equipo o servicio (i)} = \frac{\text{Número total de usuarios} - \text{Número de casos o fallas reportados diarios(i)}}{\text{Número total de usuarios}} * 100\% \quad (4.28)$$

$$\text{Disponibilidad parcial del componente o servicio (i)} = \left( \text{Disponibilidad de un caso o una falla reportada (i)} \right) * \left( \text{Desempeño del componente o servicio (i)} \right) * 100\% \quad (4.29)$$

$$\left( \text{Número total de usuarios} \right) = \left( \text{Número total de usuarios con problemas (i)} \right) + \left( \text{Número total de usuarios sin problemas(i)} \right) \quad (4.30)$$

i = Identificación del equipo o servicio que tiene o reporta las fallas.

PARÁMETROS DE CÁLCULO		VALOR				
Horas laborables		8				
Minutos laborables		480				
Número total de usuarios		800				

EQUIPO O SERVICIO	FUENTE	NÚMERO DE CASOS DIARIOS REPORTADOS	TIEMPO PROMEDIO DE SOLUCIÓN DE UN CASO (MINUTOS)	DISPONIBILIDAD POR CADA CASO REPORTADO	DESEMPEÑO DEL COMPONENTE O SERVICIO	DISPONIBILIDAD PARCIAL DEL COMPONENTE O SERVICIO
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD INFORMÁTICA</b>						
Firewall	Estimado	5	5	98,9583%	99,3750%	98,3398%
IPS	Estimado	6	5	98,9583%	99,2500%	98,2161%
Mail Filter	Estimado	10	5	98,9583%	98,7500%	97,7214%
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>						
Servidor de Dominio	Estimado	10	5	98,9583%	98,7500%	97,7214%
Servidor de Filtrado Web	Estimado	10	5	98,9583%	98,7500%	97,7214%
Servidor de monitoreo de servicios	Estimado	2	5	98,9583%	99,7500%	98,7109%
<b>SERVIDOR DE CORREO ELECTRONICO</b>						
Servidor de Correo 1	Estimado	25	5	98,9583%	96,8750%	95,8659%
<b>SERVIDOR WEB</b>						
Servidor Web 1	Estimado	1	10	97,9167%	99,8750%	97,7943%
<b>SERVIDOR S FTP</b>						
Servidor FTP Seguro 1	Estimado	5	5	98,9583%	99,3750%	98,3398%
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>						
Servidor Producción 1	Estimado	10	10	97,9167%	98,7500%	96,6927%
Servidor Producción 2	Estimado	10	10	97,9167%	98,7500%	96,6927%
Servidor Producción 3	Estimado	5	5	98,9583%	99,3750%	98,3398%
Servidor Producción 4	Estimado	5	5	98,9583%	99,3750%	98,3398%
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>						
Servidor Desarrollo 1	Estimado	10	10	97,9167%	98,7500%	96,6927%
Servidor Desarrollo 2	Estimado	10	10	97,9167%	98,7500%	96,6927%
<b>USUARIOS INTERNOS</b>						
Usuarios Directivos	Estimado	2	30	93,7500%	99,7500%	93,5156%
Usuarios Administrativos	Estimado	5	30	93,7500%	99,3750%	93,1641%
Usuarios Administradores de Sistemas	Estimado	1	10	97,9167%	99,8750%	97,7943%
Usuarios Administradores de Comunicaciones	Estimado	1	10	97,9167%	99,8750%	97,7943%
Usuarios de Desarrollo de Sistemas	Estimado	2	10	97,9167%	99,7500%	97,6719%
Usuarios Auditores del Sistema Financiero	Estimado	20	30	93,7500%	97,5000%	91,4063%
Usuario Técnico de apoyo de escritorio	Estimado	25	30	93,7500%	96,8750%	90,8203%
Usuario Operativo	Estimado	10	10	97,9167%	98,7500%	96,6927%

Tabla 4.24 Cálculo de la disponibilidad estimada.

#### 4.4.3 Nivel de Disponibilidad Total de la Red

Los componentes y servicios que conforman la red de datos son agrupados de acuerdo a su clase. El nivel de disponibilidad de cada grupo de componentes o servicios se calcula en base a los niveles de disponibilidad parcial de cada componente o servicios y sus respectivos niveles de importancia, utilizando las fórmulas (4.31) y (4.32) propuestas y la Tabla 4.25. Los resultados se indican en las Tablas 4.26 y 4.27.

Los niveles de disponibilidad parcial son obtenidos de las Tablas 4.4.1 y 4.4.2, calculados en los numerales 4.4.1 y 4.4.2 respectivamente.

$$\text{Nivel de disponibilidad acumulada del componente o servicio (i)} = \left( \text{Nivel de disponibilidad parcial del componente o servicio}_{(i)} \right) * \left( \text{Nivel de importancia}_{(i)} \right) \quad (4.31)$$

$$\text{Nivel de disponibilidad del grupo de componentes o servicios} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \text{Nivel de disponibilidad parcial del componente o servicio del grupo}_{(i)} \right) * \left( \text{Nivel de importancia}_{(i)} \right)}{\sum_{i=1}^n \text{Nivel de Importancia del grupo}_{(i)}} \quad (4.32)$$

i = es la identificación del equipo o servicio que tiene o reporta las fallas.

n = es la cantidad total de equipos o servicios dentro de un mismo grupo.

NIVEL DE IMPORTANCIA	
CRITERIO	NIVEL
Mínimo -	1
Mínimo +	2
Bajo -	3
Bajo +	4
Medio -	5
Medio +	6
Alto -	7
Alto +	8
Crítico -	9
Crítico +	10

Tabla 4.25 Nivel de importancia

EQUIPOS Y SERVICIOS DE QUITO	HERRAMIENTA UTILIZADA	NIVEL DE DISPONIBILIDAD PARCIAL DEL EQUIPO O SERVICIO	IMPORTANCIA DEL EQUIPO DEL EQUIPO O SERVICIO EN LA RED DE DATOS		NIVEL DE DISPONIBILIDAD ACUMULADA
			CRITERIO	VALOR	
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>					
1 Switch de Núcleo de fibra óptica	WhatsUp Gold 12	98,69%	Crítico +	10	9,87
3 Switches de Núcleo RJ45	WhatsUp Gold 12	100,00%	Crítico +	10	10,00
Switch Subsuelo 1	WhatsUp Gold 12	98,69%	Alto +	8	7,90
Switch Piso 03	WhatsUp Gold 12	99,84%	Crítico -	9	8,99
Switch Piso 04	WhatsUp Gold 12	98,63%	Medio -	5	4,93
Switch Piso 05	WhatsUp Gold 12	98,63%	Medio -	5	4,93
Switch Piso 06	WhatsUp Gold 12	98,66%	Medio -	5	4,93
Switch Piso 07	WhatsUp Gold 12	98,67%	Medio -	5	4,93
Switch Piso 08	WhatsUp Gold 12	98,64%	Alto -	7	6,90
Switch Piso 09	WhatsUp Gold 12	98,66%	Medio -	5	4,93
Switch Piso 10	WhatsUp Gold 12	98,63%	Alto +	8	7,89
Switch Piso 11	WhatsUp Gold 12	98,61%	Alto -	7	6,90
Switch Piso 12	WhatsUp Gold 12	98,64%	Medio +	6	5,92
Switch Piso 13	WhatsUp Gold 12	98,67%	Alto -	7	6,91
Switch Piso 14	WhatsUp Gold 12	98,64%	Medio +	6	5,92
Switch Piso 15	WhatsUp Gold 12	98,58%	Alto -	7	6,90
Switch Piso 16	WhatsUp Gold 12	98,63%	Alto +	8	7,89
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>118</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>98,85%</b>
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD INFORMÁTICA</b>					
Firewall	Cálculo Estimado	98,34%	Crítico +	10	9,83
IPS	Cálculo Estimado	98,22%	Alto +	8	7,86
Mail Filter	Cálculo Estimado	97,72%	Alto +	8	7,82
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>26</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>98,11%</b>
<b>SERVIDORES DE COMUNICACIONES</b>					
Servidor de Dominio	Cálculo Estimado	97,72%	Crítico -	9	8,79
Servidor de Filtrado Web	Cálculo Estimado	97,72%	Alto +	8	7,82
Servidor de monitoreo de servicios	Cálculo Estimado	98,71%	Alto +	8	7,90
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>25</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>98,04%</b>
<b>SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO</b>					
Servidor de Correo 1	Cálculo Estimado	95,87%	Crítico -	9	8,63
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>9</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>95,87%</b>
<b>SERVIDOR WEB</b>					
Servidor Web 1	Cálculo Estimado	97,79%	Crítico +	10	9,78
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>10</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>97,79%</b>
<b>SERVIDOR S FTP</b>					
Servidor FTP Seguro 1	Cálculo Estimado	98,34%	Crítico +	10	9,83
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>10</b>
				<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>	<b>98,34%</b>
<b>SERVIDORES DE PRODUCCIÓN</b>					



EQUIPOS Y SERVICIOS DE QUITO	HERRAMIENTA UTILIZADA	NIVEL DE DISPONIBILIDAD PARCIAL DEL EQUIPO O SERVICIO	IMPORTANCIA DEL EQUIPO DEL EQUIPO O SERVICIO EN LA RED DE DATOS		NIVEL DE DISPONIBILIDAD ACUMULADA
			CRITERO	VALOR	
Servidor Producción 1	Cálculo Estimado	96,69%	Crítico +	10	9,67
Servidor Producción 2	Cálculo Estimado	96,69%	Crítico +	10	9,67
Servidor Producción 3	Cálculo Estimado	98,34%	Alto +	8	7,87
Servidor Producción 4	Cálculo Estimado	98,34%	Alto +	8	7,87
<b>SUBTOTAL</b>				<b>36</b>	<b>35,07</b>
<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>					<b>97,42%</b>
<b>SERVIDORES DE DESARROLLO</b>					
Servidor Desarrollo 1	Cálculo Estimado	96,69%	Alto +	8	7,74
Servidor Desarrollo 2	Cálculo Estimado	96,69%	Alto +	8	7,74
<b>SUBTOTAL</b>				<b>16</b>	<b>15,47</b>
<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>					<b>96,69%</b>
<b>USUARIOS INTERNOS</b>					
Usuarios Directivos	Cálculo Estimado	93,52%	Crítico -	9	8,42
Usuarios Administrativos	Cálculo Estimado	93,16%	Alto +	8	7,45
Usuarios Administradores de Sistemas	Cálculo Estimado	97,79%	Crítico +	10	9,78
Usuarios Administradores de Comunicaciones	Cálculo Estimado	97,79%	Crítico +	10	9,78
Usuarios de Desarrollo de Sistemas	Cálculo Estimado	97,67%	Alto +	8	7,81
Usuarios Auditores del Sistema Financiero	Cálculo Estimado	91,41%	Medio +	6	5,48
Usuario Técnico de apoyo de escritorio	Cálculo Estimado	90,82%	Alto +	8	7,27
Usuario Operativo	Cálculo Estimado	96,69%	Medio -	5	4,83
<b>SUBTOTAL</b>				<b>64</b>	<b>60,83</b>
<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>					<b>95,04%</b>
<b>SERVICIOS CORPORATIVOS</b>					
Servicio de Internet	SLA del proveedor	99,80%	Crítico +	10	9,98
Servicio de red WAN	SLA del proveedor	99,80%	Crítico +	10	9,98
<b>SUBTOTAL</b>				<b>20</b>	<b>19,96</b>
<b>NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO</b>					<b>99,80%</b>

Tabla 4.26 Nivel de disponibilidad de los componentes y servicios de la red de datos

EQUIPOS Y SERVICIOS DE QUITO	NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE GRUPO DE COMPONENTES
<b>EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN</b>	<b>98,85%</b>
<b>GRUPOS DE COMPONENTES Y SERVICIOS RESTANTES</b>	
SISTEMA DE SEGURIDAD INFORMÁTICA	98,11%
SERVIDORES DE COMUNICACIONES	98,04%
SERVIDOR DE CORREO ELECTRONICO	95,87%
SERVIDOR WEB	97,79%
SERVIDOR S FTP	98,34%
SERVIDORES DE PRODUCCIÓN	97,42%
SERVIDORES DE DESARROLLO	96,69%
USUARIOS INTERNOS	95,04%
SERVICIOS CORPORATIVOS	99,80%

Tabla 4.27 Resumen del nivel de disponibilidad de los componentes y servicios de la red

La disponibilidad general de la red de datos es influenciada directamente por los Switches de red. Si se produce una falla en los equipos de red, también hay pérdida de disponibilidad de los otros servicios, por lo tanto la disponibilidad general de la red de datos se debe calcular utilizando la fórmula serial de disponibilidad (4.33) y la fórmula (4.34) conjuntamente con los valores obtenidos de la Tabla 4.27. Los resultados se indican en la Tabla 4.28.

$$\text{Disponibilidad general de la red} = \left( \text{Nivel de disponibilidad de los equipos de red Lan} \right) * \left( \text{Disponibilidad promedio de los grupos de componentes o servicios de red restantes} \right) \quad (4.33)$$

$$\text{Disponibilidad promedio de los grupos de componentes o servicios de red restantes} = \frac{\sum \text{Nivel de disponibilidad de los grupos de componentes o servicios de red restantes}}{\text{Total de grupos de componentes o servicios de red restantes}} \quad (4.34)$$

EQUIPOS Y SERVICIOS	DISPONIBILIDAD
EQUIPOS ACTIVOS DE RED LAN	98,85%
DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE LOS GRUPOS DE COMPONENTES Y SERVICIOS RESTANTES	97,46%
TOTAL DE LOS GRUPOS DE COMPONENTES Y SERVICIOS RESTANTES	9
<b>DISPONIBILIDAD GENERAL DE LA RED</b>	<b>96,34%</b>

Tabla 4.28 Nivel de disponibilidad general de la red de datos

De acuerdo a la Tabla 4.28, el nivel de disponibilidad general de la red es del **96,34 %** y de los equipos activos de red local es del **98, 85 %**.

Actualmente, para una red empresarial del tamaño y funcionalidad de la Superintendencia de Bancos, la disponibilidad general es de mínimo **99,90 %** (tres nueves) y de los equipos activos de red LAN es de mínimo **99,99%** (cuatro nueves).

#### 4.5 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SWITCH DE NÚCLEO ACTUAL ENTERASYS MATRIX E7

Para el cálculo del porcentaje promedio de utilización de los recursos del Switch de Núcleo, se utilizan los porcentajes de utilización de los recursos de cada una de las controladoras de red del equipo, como indican las Figuras 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27.

De acuerdo a la Tabla 4.29, el porcentaje promedio de saturación del Switch de Núcleo es del 69,8%. La controladora de puertos RJ45 se encuentra saturada con picos del 100%.

La saturación del Switch de Núcleo se debe a que este requiere realizar cada vez mayor procesamiento para conmutar la creciente cantidad de paquetes.

Si se efectuara procesos de clasificación de tráfico, la saturación del equipo subiría más debido al proceso de análisis de cabeceras que debe realizar para clasificar tráfico de voz, video y datos, con lo todas las controladoras alcanzaría los niveles críticos se saturación.

Una saturación aceptable para un Switch de Núcleo, con todas las funciones de análisis y clasificación de tráfico habilitadas debería ser de máximo un 30%, con el fin de que permita seguir incrementando el tráfico y procesamiento del mismo.

PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS DEL SWITCH DE NÚCLEO	
CONTROLADORAS DE PUERTOS	PORCENTAJE DE SATURACIÓN
CONTROLADORA 1, DE PUERTOS DE FIBRA ÓPTICA	68 %
CONTROLADORA 2, DE PUERTOS DE FIBRA ÓPTICA	63 %
CONTROLADORA 3, DE PUERTOS DE FIBRA ÓPTICA	60 %
CONTROLADORA 4, DE PUERTOS DE FIBRA ÓPTICA	58 %
CONTROLADORA 5, DE PUERTOS RJ45	100 %
<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN PROMEDIO DE LOS RECURSOS DEL SWITCH DE NÚCLEO</b>	<b>69,8 %</b>

Tabla 4.29 Porcentaje de utilización de los recursos del Switch de Núcleo.

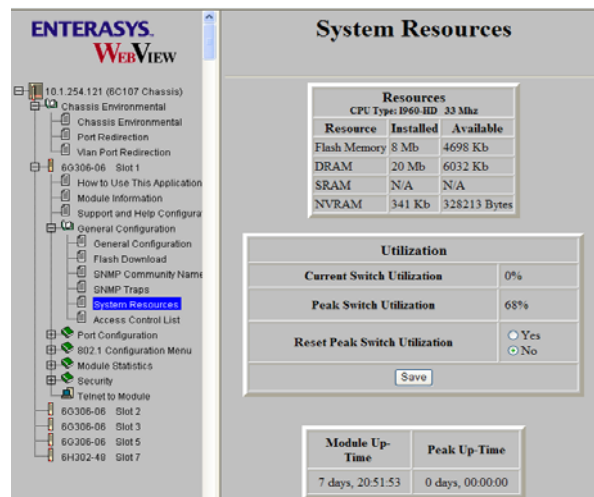


Figura 4.23 Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 1 del Switch de Núcleo

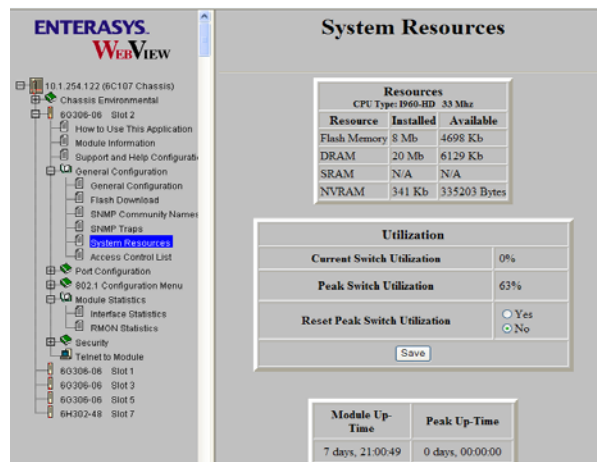


Figura 4.24 Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 2 del Switch de Núcleo

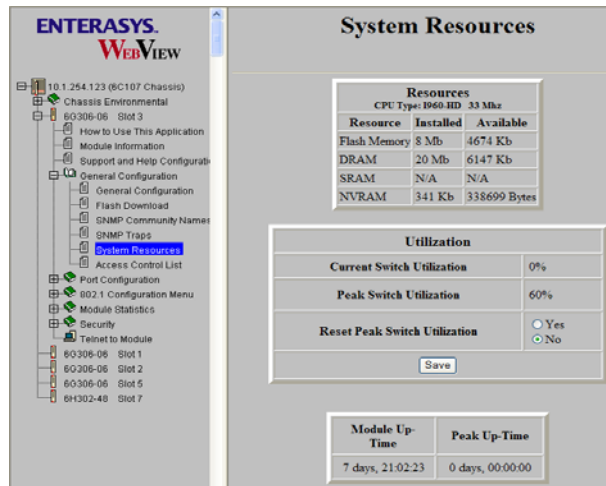


Figura 4.25 Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 3 del Switch de Núcleo

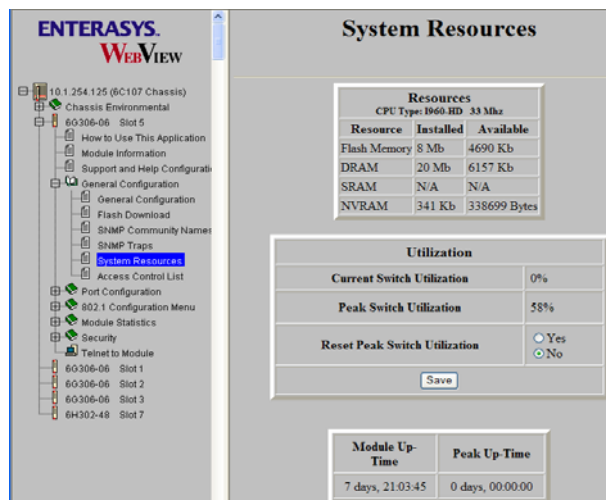


Figura 4.26 Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 4 del Switch de Núcleo

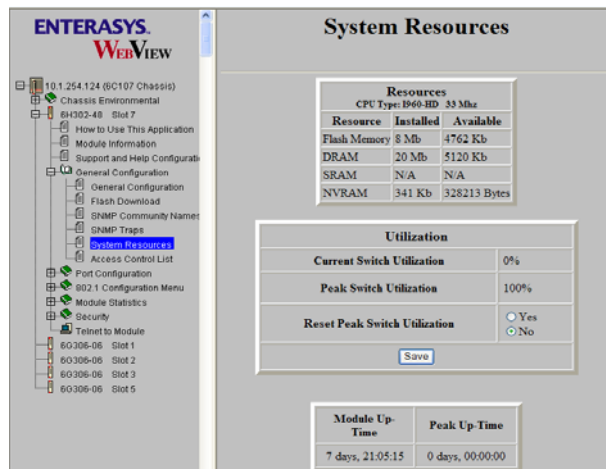


Figura 4.27 Porcentaje de utilización de la controladora de puertos de fibra óptica 5 del Switch de Núcleo

#### 4.6 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRÁFICO ACTUAL Y FUTURO POR CADA USUARIO

Para calcular la demanda de tráfico actual y futuro por cada usuario de red, se ha realizado un análisis estimado de las diferentes aplicaciones y servicios que puede usar un usuario, como se indica en la Tabla 4.30.

Del análisis se determina que el ancho de banda instantáneo pico requerido por usuario actualmente es de 38,66 Mbps y en el futuro alcanzaría cerca de los 100 Mbps. Esto significa que la interface del Switch de Acceso debe ser superior a 100 Mbps para evitar saturación y encolamiento en los puertos de red. Por tal motivo los puertos de red de los Switches de Acceso deben ser de 1 Gbps, lo cual también permitirá estandarizar con los puertos de red de las estaciones de trabajo actuales y futuras.

REQUERIMIENTO DE ANCHO DE BANDA ACTUAL POR USUARIO	CAPACIDAD REQUERIDA
Navegación	0,20 Mbps
Actualizaciones en línea de sistemas operativos	0,20 Mbps
Actualizaciones en línea de sistemas de seguridad	0,20 Mbps
Acceso a aplicación 1	2,00 Mbps
Acceso a aplicación 2	2,00 Mbps
Acceso a aplicación 3	2,00 Mbps
Acceso al servidor de correo electrónico	1,00 Mbps
Acceso a los buzones de voz desde el computador	1,00 Mbps
Transferencia de archivos de datos entre funcionarios	25,00 Mbps
Descarga de videos institucionales	5,00 Mbps
Telefonía IP	0,06 Mbps
<b>SUBTOTAL ACTUAL PICO POR USUARIO</b>	<b>38,66 Mbps</b>
REQUERIMIENTO DE ANCHO DE BANDA FUTURO POR USUARIO	CAPACIDAD REQUERIDA
Ambientes de colaboración, presentaciones, video, mensajería, audio	5,00 Mbps
Video llamadas	1,00 Mbps
Aplicaciones futuras adicionales	50,00 Mbps
<b>SUBTOTAL ADICIONAL PICO FUTURO POR USUARIO</b>	<b>56,00 Mbps</b>
<b>TOTAL DE ANCHO DE BANDA PICO FUTURO REQUERIDO POR USUARIO</b>	<b>94,66 Mbps</b>

Tabla 4.30 *Estimación de la demanda de tráfico actual y futuro por usuario*

#### 4.7 DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE CAMBIO DE PLATAFORMA DE RED LOCAL

Los resultados obtenidos en los análisis de los riesgos de la infraestructura actual, los niveles de disponibilidad, los niveles de vulnerabilidad actual y el nivel de saturación del Switch de Núcleo actual, se utilizan para determinar la necesidad o no del cambio de la plataforma de comunicaciones de la red local.

Para el caso de los equipos de comunicaciones de red LAN el resumen de resultados son los indicados en la Tabla 4.31 y en la figura 4.28.

	NIVEL DE RIESGO TECNOLÓGICO	NIVEL DE IMPACTO	NIVEL DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE DISPONIBILIDAD	NIVEL DE SATURACIÓN DEL SWITCH DE NÚCLEO
NIVEL DE REFERENCIA CRÍTICO	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	90 %
NIVEL ACTUAL	42,17%	92,75%	41,00%	98,85%	70 %
NIVEL DE REFERENCIA ÓPTIMO	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	25 %

Tabla 4.31 Resumen comparativo de los niveles de riesgo, impacto, vulnerabilidad y disponibilidad de la red actual

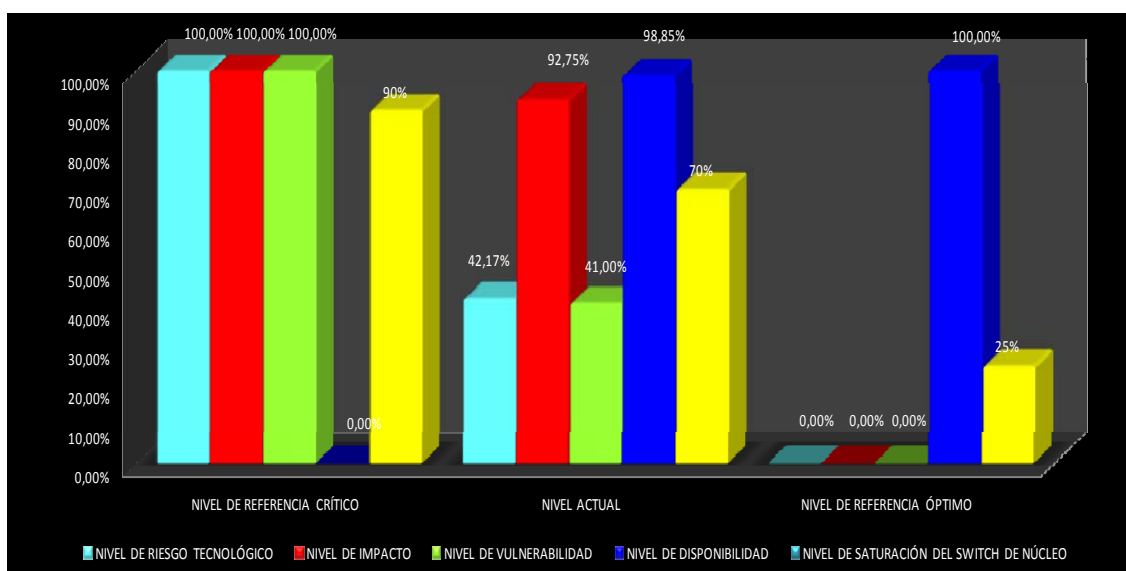


Figura 4.28 Resumen comparativo de los niveles de riesgo, impacto, vulnerabilidad y disponibilidad de la red actual

De los análisis anteriores se determina en forma matemática que se deben realizar mejoras sustanciales en la red de datos de la oficina matriz de Quito, a través de los siguientes mecanismos:

- Implementando una red local altamente disponible con un nivel mínimo del 99,99 % de disponibilidad, que se consigue instalando equipos robustos con las siguientes características:
  - Alta capacidad de conmutación
  - Conexión en arquitectura redundante, en modo de operación activo-activo para los Switches de Núcleo.
- Implementando una red de datos con esquemas de seguridad avanzados que permitan:
  - Controlar el acceso de los usuarios y dispositivos a la red de datos, controlándolos directamente en el puerto del Switch en los cuales se conectan.
  - Controlar el tipo de tráfico que utilizan los usuarios y dispositivos, mediante el análisis de protocolos y aplicaciones en las capas 2, 3, 4 y 7, directamente en el puerto donde se conecta el usuario.
  - Crear ambientes de remediación y cuarentena para aislar a los usuarios y dispositivos que no cumplan con las políticas de seguridad establecidas en la institución.
  - Crear ambientes de usuarios y dispositivos invitados.
  - Crear ambientes de actualización de parches para los servidores.
  - Crear zonas de protección para los servidores.

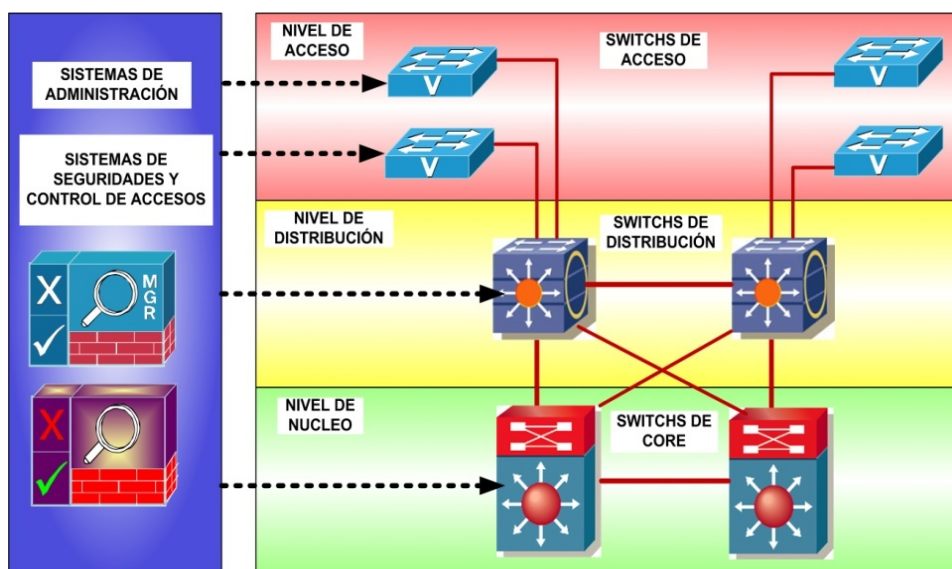
Las características de la nueva red, indicadas en los párrafos anteriores, se analizan y calculan en el capítulo 5.

---

## CAPITULO 5

**DISEÑO DE LA RED LOCAL SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO**

Para el diseño de la red de datos se utiliza el modelo jerárquico descrito en la Figura 5.1.



*Figura 5.1* Modelo Jerárquico de diseño

Para el caso de la Superintendencia de Bancos y Seguros, el modelo jerárquico contempla:<sup>29</sup>  
30 31

- Switches de Núcleo
- Switches de Acceso
- Sistema de gestión de los Switches

<sup>29</sup> Montañez, M. (2009). Multilayer campus architecture and design principles. Cisco Networkers.

<sup>30</sup> Desai, N. (2009). Advance enterprise campus high availability. Cisco Networkers.

<sup>31</sup> Nortel. (2009). Medium campus technical solution. (cap 1-2).



- Sistema de Administración y Control de Accesos a la red de datos.

## 5.1 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO

Para el diseño de la Red Local Segura Convergente, Auto-Defendible de Alto Rendimiento, se analizaron cuatro alternativas técnicas y económicas, basados en las características de los switches de Núcleo.

- Manteniendo el backbone de fibra óptica de 1 Gbps actual y considerando que los puertos de enlaces para el backbone de todos los switches son de 1Gbps de fibra óptica. Con este criterio se analizan las siguientes alternativas técnicas:
  - **Alternativa Uno.** Instalación de un solo Switch de Núcleo nuevo, con backbone a 1 Gbps.
  - **Alternativa Dos.** Instalación de dos Switches de Núcleo nuevos, con backbone a 1 Gbps, conectados en topología redundante.

Manteniendo el backbone de fibra óptica a 1 Gbps actual, se analizan también los siguientes requerimientos:

- Los Switches de Acceso de los pisos.
- El sistema de Gestión de los Switches
- Los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la red de datos (NAC), en topología redundante, en operación activo-activo.
- Sistema de autenticación
- Las garantías técnicas provenientes de fábrica, mínimo de tres años, para todos los equipos y sistemas, incluyendo el o los Switches de Núcleo.
- Los racks de comunicaciones de pared nuevos, de cada uno de los pisos.
- Los racks de comunicaciones de piso para el centro de cómputo.
- La readecuación del cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones.
- Instalación y puesta en marcha
- Capacitación.

- 
- Instalando un nuevo backbone de fibra óptica de mayor capacidad que el actual y considerando que los puertos de enlaces para el backbone de todos los switches deben ser también de mayor capacidad. Con este criterio se analizarán las siguientes alternativas técnicas:
    - **Alternativa Tres.** Instalación de un solo Switch de Núcleo nuevo, con backbone a 10 Gbps.
    - **Alternativa Cuatro.** Instalación de dos Switches de Núcleo nuevos, con backbone a 10 Gbps, conectados en topología redundante.

Con un nuevo backbone de fibra óptica de mayor capacidad que el actual, se analizan también los siguientes requerimientos:

- Los Switches de Acceso de los pisos.
- El sistema de Gestión de los Switches
- Los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la red de datos (NAC), en topología redundante, en operación activo-activo.
- Sistema de autenticación.
- Las garantías técnicas provenientes de fábrica, mínimo de tres años, para todos los equipos y sistemas, incluyendo el o los Switches de Núcleo.
- El cableado estructurado de fibra óptica vertical nuevo, de mayor capacidad.
- Los racks de comunicaciones de pared nuevos, de piso.
- Los racks de comunicaciones de piso para el centro de cómputo.
- La readecuación del cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones.
- Instalación
- Capacitación

Todos los cálculos se realizaron utilizando herramientas desarrolladas dentro de este trabajo, en Microsoft Excel 2007.

---

### 5.1.1 Fórmulas de Cálculo de los Switches de Núcleo para las Alternativas Uno y Tres

Para las alternativas técnicas uno y tres, en las que se considera la instalación de un solo Switch de Núcleo, ya sea con el backbone a 1 Gbps o a 10 Gbps, se utiliza la siguiente metodología del cálculo de capacidades de los Switches de Núcleo:

La cantidad y tipo de puertos de red del Switch de Núcleo, para las alternativas uno y tres, se calculan en base a las fórmulas (5.1), (5.2) y (5.3).

$$\text{Número de puertos de fibra óptica de 10 Gbps requeridos} = \left( \text{Número de puertos de fibra de 10 Gbps para enlaces con los Switches de Acceso} \right) + \left( \text{Número de puertos de fibra de 10 Gbps para los servidores} \right) + \left( \text{Número de puertos de fibra de 10 Gbps de respaldo} \right) \quad (5.1)$$

$$\text{Número de puertos de fibra óptica de 1 Gbps requeridos} = \left( \text{Número de puertos de fibra de 1 Gbps para enlaces con los Switches de Acceso} \right) + \left( \text{Número de puertos de fibra de 1 Gbps para los servidores} \right) + \left( \text{Número de puertos de fibra de 1 Gbps de respaldo} \right) \quad (5.2)$$

$$\text{Número de puertos de 1 Gbps RJ45 requeridos} = \left( \text{Número de puertos de 1 Gbps RJ45 para los servidores} \right) \quad (5.3)$$

La cantidad de puertos de fibra de 1 Gbps y de 10 Gbps, para respaldo ante fallas, se lo estima de acuerdo a la experiencia de requerimientos presentados, que está entre un 5% a un 10%.

Para el caso de la alternativa uno, en la fórmula (5.1) se tiene que:

$$\left( \text{Número de puertos de fibra de 10 Gbps para enlaces con los Switches de Acceso} \right) = 0, \text{ instalación de un solo Switch de Núcleo, con backbone a 1 Gbps.}$$

Para el caso de la alternativa tres, en la fórmula (5.2) se tiene que:

$$\left( \text{Número de puertos de fibra de 1 Gbps para enlaces con los Switches de Acceso} \right) = 0, \text{ instalación de un solo Switch de Núcleo, con backbone a 10 Gbps}$$

La capacidad de conmutación del Switch de Núcleo, para las alternativas uno y tres, se calcula utilizando las fórmulas (5.4), (5.5), (5.6), (5.7) y (5.8), considerando los siguientes puntos:

- Que se va a utilizar toda la capacidad de los puertos para transmisión en full dúplex
- Las controladoras adicionales del Switch de Núcleo tienen una capacidad de 80 Gbps (Cisco).
- Crecimiento futuro.

$$\text{Capacidad de conmutación para los puertos de fibra a 10 Gbps en full duplex} = 2 * \left( \frac{\text{Número de puertos de fibra óptica de 10 Gbps requeridos}}{10 \text{ Gbps}} \right) * (10 \text{ Gbps}) \quad (5.4)$$

$$\text{Capacidad de conmutación para los puertos de fibra a 1 Gbps en full duplex} = 2 * \left( \frac{\text{Número de puertos de fibra óptica de 1 Gbps requeridos}}{1 \text{ Gbps}} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.5)$$

$$\text{Capacidad de conmutación para los puertos RJ45 a 1 Gbps en full duplex} = 2 * \left( \frac{\text{Número de puertos RJ45 de 1 Gbps requeridos}}{1 \text{ Gbps}} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.6)$$

$$\text{Capacidad total de conmutación para los puertos de red} = \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los puertos de fibra a 10 Gbps en full duplex}}{10 \text{ Gbps}} \right) + \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los puertos de fibra a 1 Gbps en full duplex}}{1 \text{ Gbps}} \right) + \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los puertos RJ45 a 1 Gbps en full duplex}}{1 \text{ Gbps}} \right) \quad (5.7)$$

$$\text{Capacidad total de conmutación del Switch de Núcleo} = \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los puertos de red}}{\text{de red}} \right) + \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para la controladora de supervisión}}{\text{de supervisión}} \right) + \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para las funciones especiales}}{\text{especiales}} \right) + \left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los slots vacíos de crecimiento}}{\text{de crecimiento}} \right) \quad (5.8)$$

$$\left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para la controladora de supervisión}}{\text{de supervisión}} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

$$\left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para las funciones especiales}}{\text{especiales}} \right) = 80 \text{ Gbps}, \text{ como por ejemplo Firewall, IPS.}$$

$$\left( \frac{\text{Capacidad de conmutación para los slots vacíos de crecimiento}}{\text{de crecimiento}} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

La cantidad y tipo de controladoras de puertos para el Switch de Núcleo, de la alternativa uno y tres, se calculan utilizando las fórmulas (5.9), (5.10) y (5.11).

$$\text{Número de controladoras de puertos de fibra de 10 Gbps} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\text{Número de puertos de fibra óptica de 10 Gbps requeridos}}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.9)$$

$$\text{Número de controladoras de puertos de fibra de 1 Gbps} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\text{Número de puertos de fibra óptica de 1 Gbps requeridos}}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.10)$$

$$\text{Número de controladoras de puertos RJ45 de 1 Gbps} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\text{Número de puertos RJ45 de 1 Gbps requeridos}}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.11)$$

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots del chasis requerido para el Switch de Núcleo, de las alternativas uno y tres, se realiza utilizando las fórmulas (5.12), (5.13) y (5.14).

$$\begin{aligned} \text{Número de slots ocupados} = & \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{de fibra óptica de 10 Gbps} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{de fibra óptica de 1 Gbps} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{RJ45 de 1 Gbps} \end{array} \right) + \\ & \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots para} \\ \text{las controladoras de} \\ \text{funciones especiales} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (5.12)$$

$$\text{Número de slots vacíos para crecimiento futuro} = \text{Entero superior de} \left[ \left( \frac{\% \text{ de crecimiento futuro}}{1 - \% \text{ de crecimiento futuro}} \right) * \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots} \\ \text{ocupados} \end{array} \right) \right] \quad (5.13)$$

$$\text{Número total de slots del Switch de Núcleo} = \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots} \\ \text{ocupados} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de slots vacíos} \\ \text{para crecimiento futuro} \end{array} \right) \quad (5.14)$$

% de crecimiento futuro = 25%

### 5.1.2 Fórmulas de Cálculo de los Switches de Núcleo para las Alternativas Dos y Cuatro

Para las alternativas dos y cuatro, en las que se considera la instalación de dos Switches de Núcleo en topología redundante, en modo de conexión activo-activo, ya sea con el backbone a 1 Gbps o a 10 Gbps, se utiliza la siguiente metodología del cálculo de capacidades de los Switches de Núcleo:

La cantidad y tipo de puertos de red para cada uno de los dos Switches de Núcleo, para la alternativa dos y cuatro, se calculan utilizando las fórmulas (5.15), (5.16) y (5.17). Los puertos se distribuyen de forma balanceada para los dos Switches de Núcleo.

$$\begin{aligned} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{óptica de 10 Gbps requeridos} \\ \text{para cada Switch de Núcleo} = & \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 10 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra de 10 Gbps} \\ \text{para los servidores} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 10 Gbps para interconexión} \\ \text{entre Switches de Núcleo} \end{array} \right) + \\ & \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra de 10 Gbps} \\ \text{de respaldo} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (5.15)$$

$$\begin{aligned} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{óptica de 1 Gbps requeridos} \\ \text{para cada Switch de Núcleo} = & \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 1 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra de 1 Gbps} \\ \text{para los servidores} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra de 1 Gbps} \\ \text{de respaldo} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (5.16)$$

$$\begin{aligned} \text{Número de puertos RJ45} \\ \text{de 1 Gbps requeridos para} \\ \text{cada Switch de Núcleo} = & \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos RJ45 de} \\ \text{de 1 Gbps para los servidores} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (5.17)$$

La cantidad de puertos de fibra de 1 Gbps y de 10 Gbps, para respaldo ante fallas, se lo estima de acuerdo a la experiencia de requerimientos presentados, que está entre un 5% a un 10%.

Para el caso de la alternativa dos, en la fórmula (5.15) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 10 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0, \text{ instalación de dos Switches de Núcleo, con backbone a 1 Gbps}$$

Para el caso de la alternativa cuatro, en la fórmula (5.16) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 1 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0, \text{ instalación de dos Switches de Núcleo, con backbone a 10 Gbps}$$

La capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo, para las alternativas dos y cuatro, se calcula utilizando las fórmulas (5.18), (5.19), (5.20), (5.21), (5.22), considerando los siguientes puntos:

- Que se va a utilizar toda la capacidad de los puertos para transmisión en full dúplex
- Las controladoras adicionales de cada Switch de Núcleo tienen una capacidad 80 Gbps (Cisco).

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{10 Gbps en full duplex} \end{array} = 2 * \left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra óptica de} \\ \text{10 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (10 \text{ Gbps}) \quad (5.18)$$

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} = 2 * \left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra óptica de} \\ \text{1 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.19)$$

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos RJ45 a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} = 2 * \left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos RJ45} \\ \text{de 1 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.20)$$

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad total de} \\ \text{conmutación para los} \\ \text{puertos de red para} \\ \text{cada Switch de Núcleo} \end{array} = \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{10 Gbps en full duplex} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos RJ45 a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} \right) \quad (5.21)$$

$$\begin{array}{l} \text{Capacidad total de} \\ \text{conmutación de cada} \\ \text{Switch de Núcleo} \end{array} = \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación} \\ \text{para los puertos} \\ \text{de red} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{las funciones} \\ \text{especiales} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{los slots vacíos} \\ \text{de crecimiento} \end{array} \right) \quad (5.22)$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{las funciones} \\ \text{especiales} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps}, \text{ como por ejemplo Firewall, IPS.}$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{los slots vacíos} \\ \text{de crecimiento} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

La cantidad y tipo de controladoras de puertos para cada uno de los Switches de Núcleo, de las alternativas dos y cuatro, se calculan utilizando las fórmulas (5.23), (5.24) y (5.25).

$$\text{Número de controladoras de puertos de fibra de 10 Gbps para cada Switch de Núcleo} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \text{Número de puertos de fibra óptica de 10 Gbps requeridos para cada Switch de Núcleo} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.23)$$

$$\text{Número de controladoras de puertos de fibra de 1 Gbps para cada Switch de Núcleo} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \text{Número de puertos de fibra óptica de 1 Gbps requeridos para cada Switch de Núcleo} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.24)$$

$$\text{Número de controladoras de puertos RJ45 de 1 Gbps para cada Switch de Núcleo} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \text{Número de puertos RJ45 de 1 Gbps requeridos para cada Switch de Núcleo} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.25)$$

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots para cada uno los chasis requeridos para cada uno de los Switch de Núcleo, de las alternativas dos y cuatro, se realiza utilizando las fórmulas (5.26), (5.27) y (5.28).

$$\text{Número de slots ocupados en cada Switch de Núcleo} = \left( \text{Número de slots para la controladora de supervisión} \right) + \left( \text{Número de slots para las controladoras de puertos de fibra óptica de 10 Gbps} \right) + \left( \text{Número de slots para las controladoras de puertos de fibra óptica de 1 Gbps} \right) + \left( \text{Número de slots para las controladoras de puertos RJ45 de 1 Gbps} \right) + \left( \text{Número de slots para las controladoras de funciones especiales} \right) \quad (5.26)$$

$$\text{Número de slots vacíos para crecimiento futuro en cada Switch de Núcleo} = \text{Entero superior de} \left[ \left( \frac{\% \text{ de crecimiento futuro}}{1 - \% \text{ de crecimiento futuro}} \right) * \left( \text{Número de slots ocupados en cada Switch de Núcleo} \right) \right] \quad (5.27)$$

$$\text{Número total de slots de cada Switch de Núcleo} = \left( \text{Número de slots ocupados en cada Switch de Núcleo} \right) + \left( \text{Número de slots vacíos para crecimiento futuro en cada Switch de Núcleo} \right) \quad (5.28)$$

% de crecimiento futuro = 20%

### 5.1.3 Alternativa Uno, Instalación de Un Solo Switch de Núcleo Nuevo, con el Backbone a 1 Gbps

Esta alternativa se indica en la Figura 5.2 y tiene las siguientes características:

- Mantener el Backbone de fibra óptica actual a 1 Gbps
- **Un** Switch de Núcleo.
- **Dos** sistemas de administración y control de acceso a la red de datos en esquema redundante.
- **Un** Sistema de autenticación de dispositivos de red.

- **Treinta y cinco** switches de acceso, cuya cantidad y capacidad se calculan en el numeral 5.2.1.1.
- **Un** sistema de gestión de los Switches.

La cantidad y tipo de puertos de red del Switch de Núcleo, de la alternativa uno, se calculan en base a las fórmulas (5.1), (5.2) y (5.3), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.1

Para el caso de la alternativa uno, en la fórmula (5.1) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 10 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0$$

La capacidad de conmutación del Switch de Núcleo, de la alternativa uno, se calcula con las fórmulas (5.4), (5.5), (5.6), (5.7) y (5.8). Los resultados se indican en la Tabla 5.2.

La cantidad y tipo de controladoras de puertos para el Switch de Núcleo, de la alternativa uno, se calculan utilizando las fórmulas (5.9), (5.10) y (5.11), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.2.

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots del chasis requerido para el Switch de Núcleo, de la alternativa uno, se realiza utilizando las fórmulas (5.12), (5.13) y (5.14), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.2.

PISOS	RACKS DE PARED	RACKS DE PISO	SWITCHES DE ACCESO	SWITCH DE NÚCLEO CON BACKBONE A 1 GBPS			
				PUERTOS A 1 GB BACK BONE	PUERTOS A 10 GB SERVIDORES	PUERTOS A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 A 1 GBPS
PISO 16	1		2	1			
PISO 15	1		2	1			
PISO 14	1		2	1			
PISO 13	1		2	1			
PISO 12	1		2	1			
PISO 11	1		2	1			
PISO 10	1		2	1			
PISO 9	1		2	1			
PISO 8	1		2	1			
PISO 7	1		2	1			
PISO 6	1		2	1			
PISO 5	1		2	1			
PISO 4	1		2	1			
PISO 3	1	1	2	1	10	10	48
PISO 2	1		1	1			
PISO 1							
PISO PB	1		2	1			
PISO SI	1		2	1			
RESPALDO			2	5	6	6	
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>48</b>

Tabla 5.1 *Cálculo de la cantidad y tipo de puertos del Switch de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps*



CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS					
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS		CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	16	Puertos de fibra de 10 Gbps	320	16	1
PUERTOS DE 1 GBPS FO	38	Puertos de fibra de 1 Gbps	76	24	2
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	48	Puertos RJ45 de 1 Gbps	96	48	1
SUPERVISORA	1	80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2	80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	25%	3	80 Gbps	240	3
<b>TOTAL DE CAPACIDAD MÍNIMA DE CONMUTACIÓN GBPS</b>			<b>972</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>10</b>

Tabla 5.2 *Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo, para funcionar con el backbone de 1 Gbps*

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 5.1 y 5.2, para la alternativa uno, se requiere **un (1) Switch de Núcleo** con las siguientes características:

- Chasis modular.
  - Mínimo de 10 slots.
- Capacidad de conmutación mínima de 1000 Gbps, calculada en la Tabla 5.2
- 16 puertos de fibra óptica de 10 Gbps, para conexión de los nuevos servidores de aplicaciones y de base de datos.
- 22 puertos de enlace Ethernet de 1Gbps de fibra óptica, para conexión con los switches de acceso de acceso.
- 16 puertos de enlace Ethernet de 1Gbps de fibra óptica, para conexión con los servidores del centro de cómputo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 5.19 del numeral 5.2.1.1 correspondiente al dimensionamiento de los switches de acceso y la Tabla 5.1 de la alternativa uno, se requieren **treinta y cinco (35) Switches de Acceso**, con las siguientes características:

- 2 puertos de enlace al backbone de 1 Gbps de fibra óptica.
- 48 puertos de acceso de Fast Ethernet de 100 Mbps, RJ45, con Power over Ethernet.
- Operación en capa 2, 3 y 4.
- Conexiones balanceadas a los switches de núcleo.

Los costos estimados de la alternativa-uno se indican en la Tabla 5.3 y son calculados en el anexo B.1.

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA UNO-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo	1	150.200	150.200
Switches de Acceso Principales de Piso	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	8.000	136.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación y Remediación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	1	1.250	2.500
Readequación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	61.400	184.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>842.625</b>

Tabla 5.3 Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps.

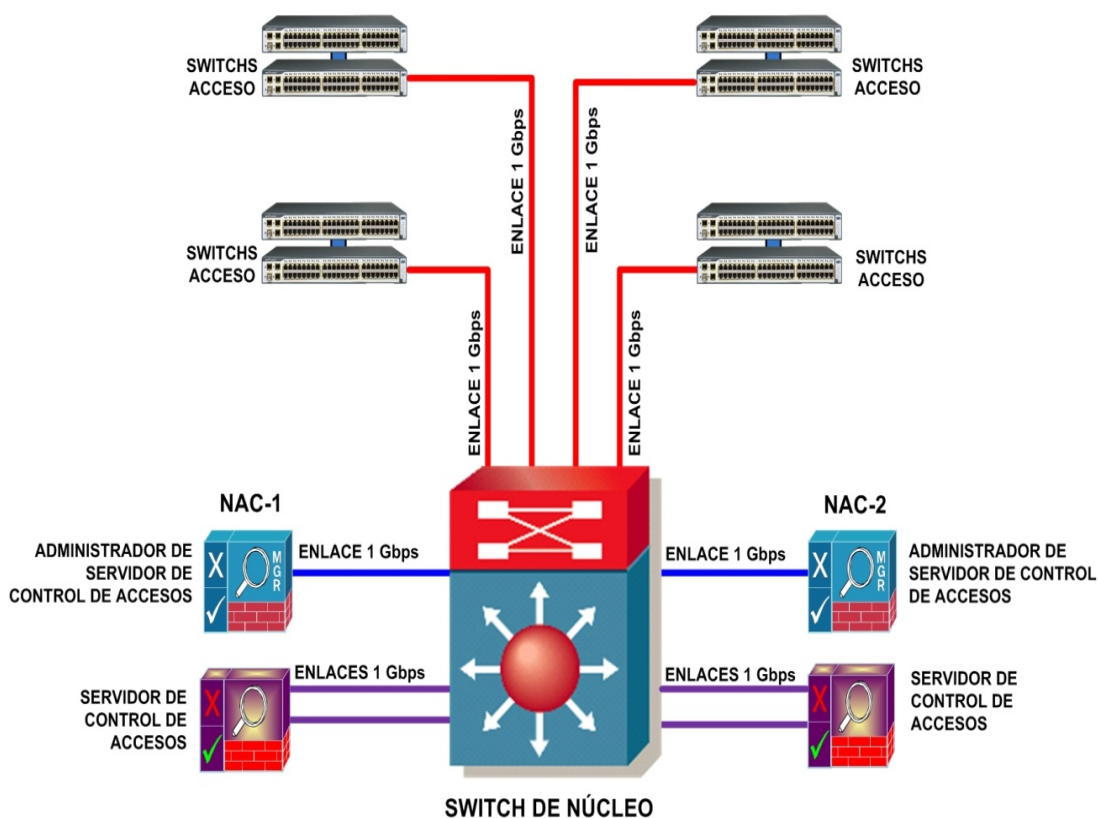


Figura 5.2 Alternativa uno- Un solo Switch de Núcleo con el Backbone a 1 Gbps

### **5.1.3.1 Ventajas**

- La alternativa uno es más barata que las otras tres alternativas.

### **5.1.3.2 Desventajas**

- Si se produce fallas graves en el Switch de Núcleo, la red de datos sale fuera de servicio.
  - No se puede realizar balanceo de enlaces hacia los Switches de Acceso.
  - Existe alto riesgo de obsolescencia tecnológica, en vista de que las interfaces de fibra óptica de 1 Gbps tanto de los Switches de Núcleo como de los Switches de Acceso, pueden salir fuera de soporte y del mercado en corto plazo por el avance de la tecnología y por la reducción de costos de los equipos de fibra óptica, por lo que sería un riesgo tecnológico que podría afectar al funcionamiento de toda la infraestructura.
  - Para el caso de los Switches de Acceso, las interfaces de 100 Mbps pueden resultar obsoletas en poco tiempo, en vista de que actualmente los dispositivos que se conectan a la red de datos como las estaciones de trabajo, teléfonos IP, dispositivos de video vigilancia, equipos video conferencia, dispositivos de control y automatización, equipos de red inalámbricos, etc., se están fabricando cada vez más con interfaces Ethernet de 1 Gbps.
  - Es importante indicar que actualmente cuando se conectan equipos con interfaces de 10/100/1000 Mbps a un hub o a un switch antiguo con puertos de 10 Mbps, se presentan problemas de interconexión y bloqueo de los equipos de red a nivel de grupo de switches.
  - Con el tiempo existe la posibilidad de utilizar aplicaciones multimedios que utilizan anchos de banda grandes con lo cual existiría el mismo riesgo de saturación de los Switches de Acceso con puertos de 100 Mbps.
  - Peligro de obsolescencia del cableado de fibra óptica actual de 1 Gbps, para que dure 10 años adicionales.
-

#### 5.1.4 Alternativa Dos, Instalación de Dos Switches de Núcleo Nuevos, con Backbone a 1 Gbps, Conectados en Topología Redundante

Esta alternativa se muestra en la Figura 5.3 y tiene las siguientes características:

- Mantener el Backbone de fibra óptica actual a 1 Gbps.
- **Dos** switches de núcleo en esquema redundante en modo de operación activo-activo, cuyas capacidades se calculan en las Tablas 5.4, 5.5 y 5.6.
- **Dos** sistemas de administración y control de accesos a la red de datos en esquema redundante.
- **Un** Sistema de autenticación de dispositivos de red.
- **Treinta y cinco** switches de acceso, cuya cantidad y capacidad se calculan en el numeral 5.2.1.1.
- **Un** sistema de gestión de los Switches.

La cantidad y tipo de puertos de red para cada uno de los dos Switches de Núcleo, de la alternativa dos, se calculan con las fórmulas (5.15), (5.16) y (5.17). Los puertos se distribuyen de forma balanceada para los dos Switches de Núcleo. Los resultados se indican en la Tabla 5.4.

Para el caso de la alternativa dos, en la fórmula (5.15) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 10 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0$$

La capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo, de la alternativa dos, se calcula utilizando las fórmulas (5.18), (5.19), (5.20), (5.21), (5.22). Los resultados se indican en las Tablas 5.5 y 5.6.

La cantidad y tipo de controladoras de puertos para cada uno de los Switches de Núcleo, de la alternativa dos, se calculan utilizando las fórmulas (5.23), (5.24) y (5.25), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.5 y 5.6.

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots para cada uno los chasis requeridos para cada uno de los Switch de Núcleo, de la alternativa dos, se realiza utilizando las fórmulas (5.26), (5.27) y (5.28), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.5 y 5.6.

PISOS	RACKS DE PARED	RACKS DE PISO	SWITCHES DE ACCESO	SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 1 GBPS				SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 1 GBPS			
				PUERTOS FO. A 1 GBPS BACK BONE	PUERTOS FO. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS FO. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS	PUERTOS FO. A 1 GBPS BACK BONE	PUERTOS FO. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS FO. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS
PISO 16	1		2	1							
PISO 15	1		2	1							
PISO 14	1		2	1							
PISO 13	1		2	1							
PISO 12	1		2	1							
PISO 11	1		2	1							
PISO 10	1		2	1							
PISO 9	1		2	1							
PISO 8	1		2					1			
PISO 7	1		2					1			
PISO 6	1		2					1			
PISO 5	1		2					1			
PISO 4	1		2					1			
PISO 3	1	2	2		5	5	24	1	5	5	24
PISO 2	1		1					1			
PISO 1											
PISO PB	1		2					1			
PISO S1	1		2					1			
INTECONEXION ENTRE SWITCHES					4				4		
RESPALDO			2	3	3	3		3	3	3	
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

Tabla 5.4 Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 1 GBPS				
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS	CAPACIDAD DE CONMUTACION SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	12 Puertos de fibra de 10 Gbps	240	16	1
PUERTOS DE 1 GBPS FO	19 Puertos de fibra de 1 Gbps	38	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24 Puertos RJ45 de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1 80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2 80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	25% 2 80 Gbps	160		2
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>		<b>726</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>8</b>

Tabla 5.5 Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 1 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 1 GBPS				
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS	CAPACIDAD DE CONMUTACION SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	12 Puertos de fibra de 10 Gbps	240	16	1
PUERTOS DE 1 GBPS FO	20 Puertos de fibra de 1 Gbps	40	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24 Puertos de fibra de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1 80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2 80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	25% 2 80 Gbps	160		2
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>		<b>728</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>8</b>

Tabla 5.6 Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 1 Gbps

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 5.4, 5.5 y 5.6, para la alternativa dos, se requieren **dos (2) Switches de Núcleo**, en esquema redundante, en modo de operación activo-activo. Cada uno de los equipos debe tener las siguientes características:

- Chasis modular.
  - Mínimo de 8 slots
- Capacidad de conmutación mínima de 750 Gbps, calculadas en las Tablas 5.5 y 5.6.
- 8 puertos de fibra óptica de 10 Gbps, para conexión de los nuevos servidores de aplicaciones y de base de datos.
- 4 puertos de fibra óptica de 10 Gbps, para interconexión entre los dos Switches de Núcleo.
- 12 Puertos de enlace Ethernet de 1Gbps de fibra óptica, para conexión con los switches de acceso.
- 8 Puertos de enlace Ethernet de 1Gbps de fibra óptica, para conexión con los servidores del centro de cómputo.
- 24 Puertos Ethernet de 1 Gbps RJ45 para conexión con los servidores.
- Operación en capa 2, 3 y 4
- Tarjeta Supervisora
- Operación de los Switches de Núcleo en modo activo-activo

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 5.19 del numeral 5.2.1.1 correspondiente al dimensionamiento de los switches de acceso y la Tabla 5.4 de la alternativa dos, se requieren **treinta y cinco (35) Switches de Acceso**, con las siguientes características:

- 2 puertos de enlace al backbone de 1 Gbps de fibra óptica.
- 48 puertos de acceso de Fast Ethernet de 100 Mbps, RJ45, con Power over Ethernet.
- Operación en capa 2, 3 y 4.
- Conexiones balanceadas hacia los switches de núcleo

Los costos estimados de la alternativa-dos se indican en la Tabla 5.7 y son determinados en el anexo B.2.

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA DOS-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario	1	117.300	117.300
Switch de Núcleo Secundario	1	117.300	117.300
Switches de Acceso Principales de Piso	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	8.000	136.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación y Remediación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	2	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	68.400	205.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>949.275</b>

Tabla 5.7 Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps.

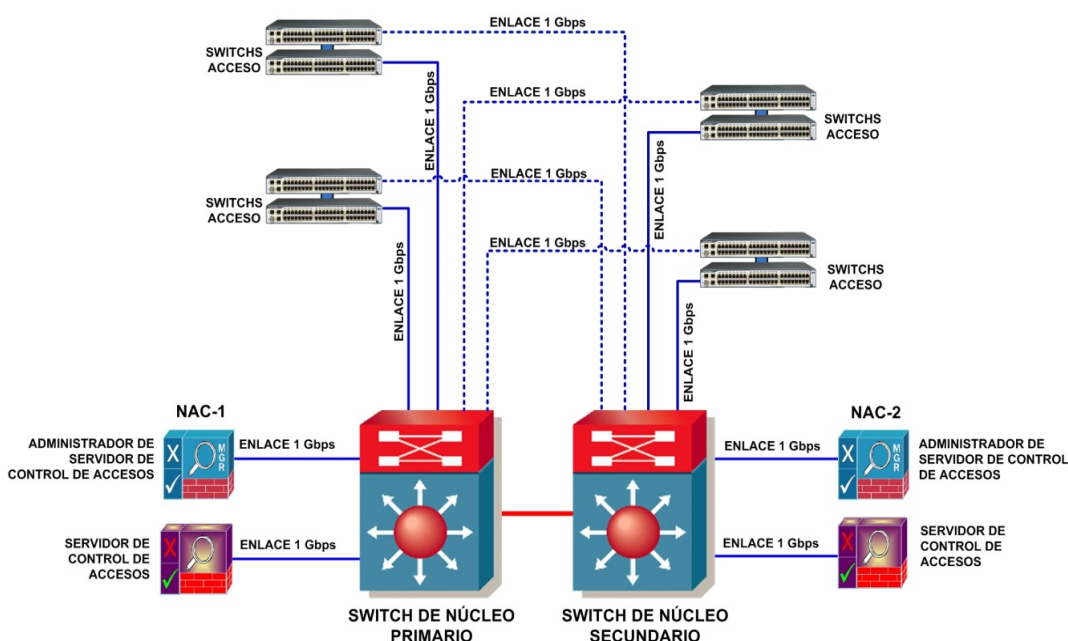


Figura 5.3 Alternativa dos- Dos Switches de Núcleo con el Backbone a 1 Gbps

### 5.1.4.1 Ventajas

- La alternativa dos es más barata que las alternativas tres y cuatro.
- Permite realizar el balanceo de enlaces hacia los Switches de Acceso
- Si se produce fallas en uno de los Switches de Núcleo, el otro Switch asume todo el proceso de conmutación y de red en forma automática sin interrupción del servicio.

#### 5.1.4.2 Desventajas

- Es más cara que la alternativa uno.
  - Igual que en la alternativa uno, existe alto riesgo de obsolescencia tecnológica, en vista de que las interfaces de fibra óptica de 1 Gbps tanto de los Switches de Núcleo como de los Switches de Acceso, pueden salir fuera de soporte y del mercado en corto plazo por el avance de la tecnología y por la reducción de costos de los equipos de fibra óptica, por lo que sería un riesgo tecnológico que podría afectar al funcionamiento de toda la infraestructura.
  - Igual que en la alternativa uno, para el caso de los Switches de Acceso, las interfaces de 100 Mbps pueden resultar obsoletas en poco tiempo, en vista de que actualmente los dispositivos que se conectan a la red de datos como las estaciones de trabajo, teléfonos IP, dispositivos de video vigilancia, equipos video conferencia, dispositivos de control y automatización, equipos de red inalámbricos, etc., se están fabricando cada vez más con interfaces Ethernet de 1 Gbps.
  - Es importante indicar que actualmente cuando se conectan equipos con interfaces de 100 Mbps o de 1 Gbps a un hub o a un switch antiguo con puertos de 10 Mbps, se presentan problemas de interconexión y bloqueo de los equipos.
  - Con el tiempo existe la posibilidad de utilizar aplicaciones multimedios que utilizan anchos de banda grandes con lo cual existiría el mismo riesgo de saturación de los Switches de Acceso con puertos de 100 Mbps.
  - Peligro de obsolescencia del cableado de fibra óptica actual de 1 Gbps, para que dure 10 años adicionales con la nueva plataforma.
-



### 5.1.5 Alternativa Tres, Instalación de Un Solo Switch de Núcleo Nuevo, con Backbone a 10 Gbps

Esta alternativa se indica en la Figura 5.4 y tiene las siguientes características:

- **Backbone** a 10 Gbps.
  - Se requiere la instalación de un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica para el funcionamiento del backbone a 10 Gbps.
- **Un solo** switch de núcleo, cuyas capacidades se calculan en las Tablas 5.8 y 5.9.
- **Dos** sistemas de administración y control de accesos a la red de datos en esquema redundante.
- **Un** Sistema de autenticación de dispositivos de red.
- **Treinta y cinco** switches de acceso, cuya cantidad y capacidad se calculan en el numeral 5.2.1.1.
- **Un** Sistema de gestión de los switches.

La cantidad y tipo de puertos de red del Switch de Núcleo, de la alternativa tres, se calculan en base a las fórmulas (5.1), (5.2) y (5.3), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.8.

Para el caso de la alternativa tres, en la fórmula (5.2) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 1 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0$$

La capacidad de conmutación del Switch de Núcleo, de la alternativa tres, se calcula utilizando las fórmulas (5.4), (5.5), (5.6), (5.7) y (5.8), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.9.

La cantidad y tipo de controladoras de puertos, para el Switch de Núcleo, de la alternativa tres, se calculan utilizando las fórmulas (5.9), (5.10), y (5.11), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.9.

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots requeridos para el chasis del Switch de Núcleo, de la alternativa tres, se realiza utilizando las fórmulas (5.12), (5.13) y (5.14), cuyos resultados se indican en la Tabla 5.9.

PISOS	RACKS DE PARED	RACKS DE PISO	SWITCHES DE ACCESO	SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
				PUERTOS F.O. A 10 GBPS BACK BONE	PUERTOS F.O. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS F.O. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS
PISO 16	1		2	1			
PISO 15	1		2	1			
PISO 14	1		2	1			
PISO 13	1		2	1			
PISO 12	1		2	1			
PISO 11	1		2	1			
PISO 10	1		2	1			
PISO 9	1		2	1			
PISO 8	1		2	1			
PISO 7	1		2	1			
PISO 6	1		2	1			
PISO 5	1		2	1			
PISO 4	1		2	1			
PISO 3	1	1	2	1	10	10	48
PISO 2	1		1	1			
PISO 1							
PISO PB	1		2	1			
PISO S1	1		2	1			
RESPALDO			2	5	6	6	
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>48</b>

Tabla 5.8 Cálculo de la cantidad y tipo de puertos del Switch de Núcleo para funcionar con el backbone de 10 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS					
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS		CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	38	Puertos de fibra de 10 Gbps	760	16	3
PUERTOS DE 1 GBPS FO	16	Puertos de fibra de 1 Gbps	32	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	48	Puertos de fibra de 1 Gbps	96	48	1
SUPERVISORA	1	80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2	80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	25%	3	80 Gbps	240	3
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>			<b>1368</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>11</b>

Tabla 5.9 Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo, para funcionar con el backbone de 10 Gbps

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 5.8 y 5.9, para la alternativa tres, se requiere de **un (1) Switch de Núcleo** con las siguientes características:

- Chasis modular.
  - Mínimo 11 slots.
- Capacidad de conmutación mínima de 1.4 Terabps, calculada en la Tabla 5.9.
- Tarjeta Supervisora.
- 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps, para conexión de los nuevos servidores de aplicaciones y de base de datos.

- 22 puertos de enlace Ethernet de 10 Gbps de fibra óptica, para conexión con los switches de acceso.
- 8 Puertos Ethernet de 10 Gbps de fibra óptica para respaldos.
- 16 puertos Ethernet de 1 Gbps de fibra óptica para conexión con los servidores.
- 24 puertos Ethernet de 1 Gbps RJ45 para conexión con los servidores.
- Operación en capa 2, 3 y 4

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 5.19 del numeral 5.2.1.1, correspondiente al dimensionamiento de los switches de acceso y la Tabla 5.8 de la alternativa tres, se requieren **treinta y cinco (35) Switches de Acceso**, con las siguientes características:

- 2 Puertos de enlace al backbone de 10 Gbps de fibra óptica.
- 48 puertos de acceso de 1 Gbps, RJ45, con Power over Ethernet.
- Operación en capa 2, 3 y 4
- Conexiones balanceadas hacia el switch de núcleo

Los costos estimados de la alternativa-tres se indican en la Tabla 5.10 y son calculados en el anexo B.3.

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA TRES-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo	1	228.100	228.100
Switches de Acceso Principales de Piso	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	12.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	1	1.250	1.250
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	87.400	262.200
SopORTE técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
		<b>TOTAL</b>	<b>1.167.393</b>

Tabla 5.10 *Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps.*

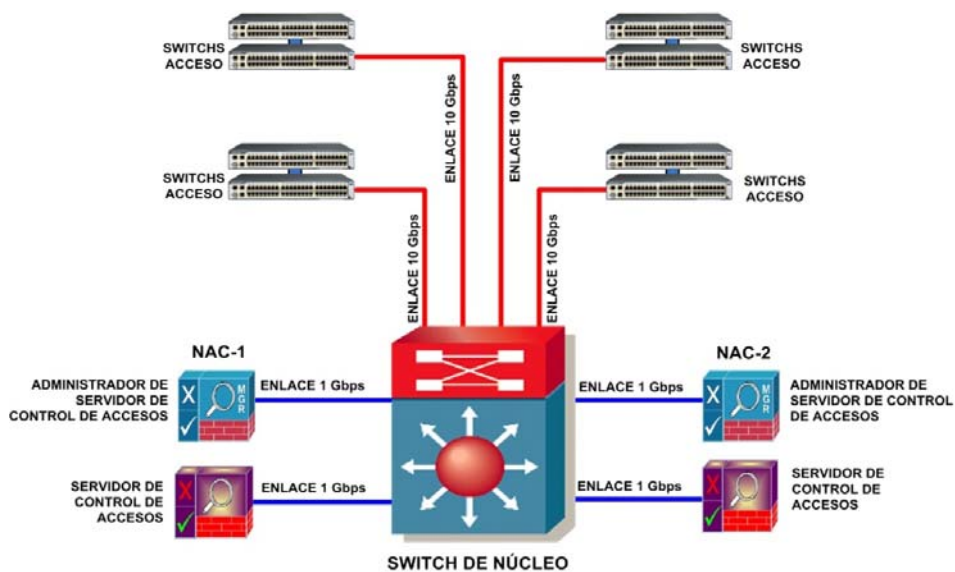


Figura 5.4 Alternativa tres- Un solo Switch de Núcleo con el Backbone a 10 Gbps

#### 5.1.5.1 Ventajas

- La alternativa tres es más barata que la alternativa cuatro.
- Existe menos riesgo de obsolescencia tecnológica de las interfaces de fibra óptica de 10 Gbps por el tiempo de vida útil del equipo. Por tanto tiene un mayor período de utilidad que las alternativas uno y dos.
- Se tiene una mayor capacidad en el Backbone, que permite la transmisión de cualquier tipo de tráfico y de aplicaciones a altísimas velocidades.
- Se tiene mayor velocidad de conexión en los usuarios finales, lo cual permite utilizar cualquier tipo de servicio sin saturación de la red de datos, como por ejemplo utilizar aplicaciones multimedia que requieren de anchos de banda grandes.

#### 5.1.5.2 Desventajas

- Es más cara que la alternativa uno y dos.
- Si se cae todo el Switch de Núcleo, colapsa la red de datos

### 5.1.6 Alternativa Cuatro, Instalación de Dos Switches de Núcleo Nuevos, con Backbone a 10 Gbps, Conectados en Topología Redundante

Esta alternativa se indica en la Figura 5.5 y tiene las siguientes características:

- Backbone a 10 Gbps.
  - Se requiere la instalación de un de un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica para el funcionamiento del backbone a 10 Gbps.
- **Dos** Switches de Núcleo en esquema redundante activo-activo, cuyas capacidades se calculan en las Tablas 5.11, 5.12 y 5.13.
- **Dos** sistemas de administración y control de accesos a la red de datos en esquema redundante.
- Sistema de autenticación de dispositivos de red.
- **Treinta y cinco** Switches de Acceso, cuya cantidad y capacidad se calculan en el numeral 5.2.1.1
- **Un** Sistema de gestión de los switches

La cantidad y tipo de puertos de red para cada uno de los dos Switches de Núcleo, de la alternativa cuatro, se calculan utilizando las fórmulas (5.15), (5.16) y (5.17). Los puertos se distribuyen de forma balanceada para los dos Switches de Núcleo. Los resultados se indican en la Tabla 5.11.

Para el caso de la alternativa cuatro, en la fórmula (5.16) se tiene que:

$$\left( \begin{array}{l} \text{Número de puertos de fibra} \\ \text{de 1 Gbps para enlaces} \\ \text{con los Switches de Acceso} \end{array} \right) = 0$$

La capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo, de la alternativa cuatro, se calcula utilizando las fórmulas (5.18), (5.19), (5.20), (5.21), (5.22), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.12 y 5.13.

La cantidad y tipo de controladoras de puertos de red, para cada uno de los Switches de Núcleo, de la alternativa cuatro, se calculan utilizando las fórmulas (5.23), (5.24) y (5.25), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.12 y 5.13.

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots para cada uno los chasis requeridos para cada uno de los Switch de Núcleo, de la alternativa cuatro, se realiza utilizando las fórmulas (5.26), (5.27) y (5.28), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.12 y 5.13.

PISOS	RACKS DE PARED	RACKS DE PISO	SWITCHES DE ACCESO	SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS				SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS				
				PUERTOS F.O. A 10 BPS BACKBONE	PUERTOS F.O. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS F.O. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS	PUERTOS F.O. A 10 GBPS BACKBONE	PUERTOS F.O. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS F.O. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS	
PISO 16	1		2	1								
PISO 15	1		2	1								
PISO 14	1		2	1								
PISO 13	1		2	1								
PISO 12	1		2	1								
PISO 11	1		2	1								
PISO 10	1		2	1								
PISO 9	1		2	1								
PISO 8	1		2					1				
PISO 7	1		2					1				
PISO 6	1		2					1				
PISO 5	1		2					1				
PISO 4	1		2					1				
PISO 3	1	2	2		5	5	24	1	5	5	24	
PISO 2	1		1					1				
PISO 1												
PISO PB	1		2					1				
PISO S1	1		2					1				
INTECONEXION ENTRE SWITCHES				4				4				
RESPALDO			2	3	3	3		3	3	3		
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	

Tabla 5.11 Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 1 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS					
REQUISITO		NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS	CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	23	Puertos de fibra de 10 Gbps	460	16	2
PUERTOS DE 1 GBPS FO	8	Puertos de fibra de 1 Gbps	16	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24	Puertos RJ45 de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1	80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2	80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	20%	2	160		2
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>			<b>924</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>9</b>

Tabla 5.12 Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS					
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS		CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	24	Puertos de fibra de 10 Gbps	480	16	2
PUERTOS DE 1 GBPS FO	8	Puertos de fibra de 1 Gbps	16	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24	Puertos de fibra de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1	80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2	80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	20%	2	160		2
TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS			944	TOTAL DE SLOTS	9

Tabla 5.13 *Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps*

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 5.11, 5.12 y 5.13, para la alternativa cuatro, se requieren **dos (2) Switches de Núcleo**, en esquema redundante, en modo de operación activo-activo. Cada uno de los equipos debe tener las siguientes características:

- Chasis modular.
  - Mínimo 9 slots.
- Capacidad de conmutación mínima de 950 Gbps, calculada en las Tablas 5.12 y 5.13.
- 8 puertos de fibra óptica de 10 Gbps para conexión de los nuevos servidores de aplicaciones y de base de datos.
- 16 puertos de enlace Ethernet de 10 Gbps de fibra óptica, para conexión con los switches de Acceso.
- 8 puertos Ethernet de 1 Gbps de fibra óptica para conexión con los servidores.
- 24 puertos Ethernet de 1 Gbps RJ45 para conexión con los servidores.
- Operación en capa 2, 3 y 4.
- Tarjeta supervisora para operación.
- Operación de los dos Switches en modo activo-activo.

Los resultados de la Tabla 5.19 del numeral 5.2.1.1 correspondiente al dimensionamiento de los switches de acceso y la Tabla 5.11 de la alternativa cuatro, indican que se requieren **treinta y cinco (35) Switches de Acceso**, con las siguientes características:

- 2 Puertos de enlace al backbone de 10 Gbps de fibra óptica.
- 48 puertos de acceso de 1 Gbps, RJ45, con Power over Ethernet.

- Operación en capa 2, 3 y 4.
- Conexiones balanceadas hacia los switches de núcleo.

Los costos estimados de la alternativa-tres se indican en la Tabla 5.14 y son determinados en el anexo B.4.

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA CUATRO-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario	1	160.700	160.700
Switch de Núcleo Secundario	1	160.700	160.700
Switches de Acceso Principales de Piso	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	12.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	2	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	96.400	289.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.288.943</b>

Tabla 5.14 Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps.

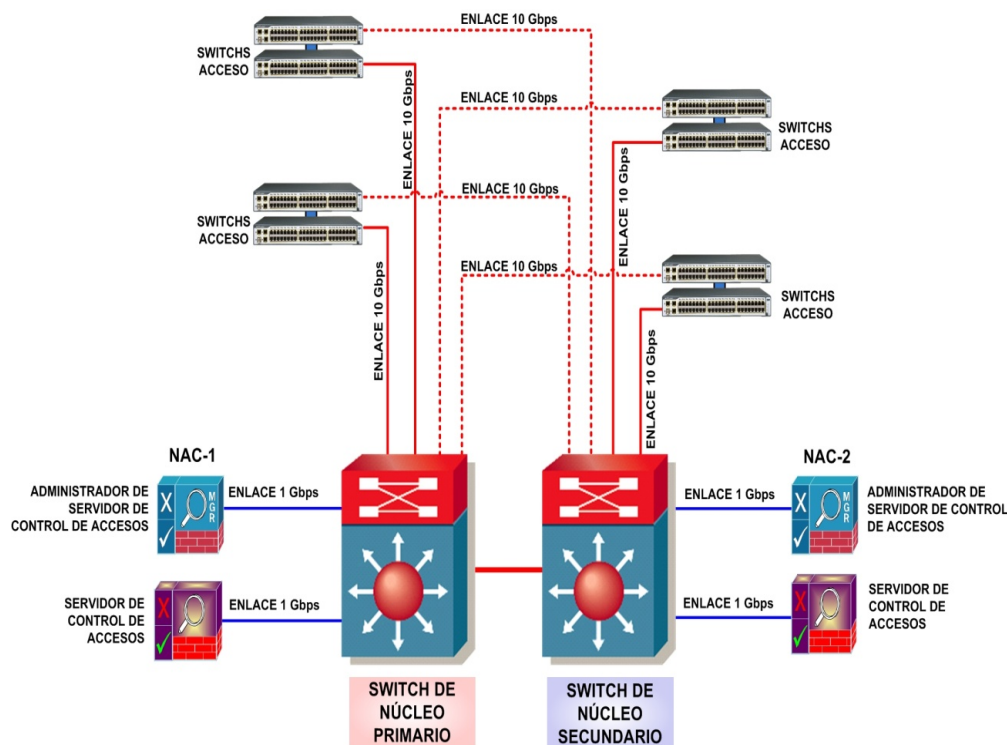


Figura 5.5 Alternativa Cuatro - Dos Switches de Núcleo con el Backbone a 10 Gbps



### **5.1.6.1 Ventajas**

- El nivel de disponibilidad y de contingencias ante posibles fallas de los Switches de Núcleo son superiores a las alternativa uno, dos y tres, en vista de que funcionan en esquema activo-activo y las velocidades de recuperación son bastante rápidas.
- Tiene una mayor capacidad de crecimiento en cada uno de los Switches de Núcleo, con la posibilidad de añadir más funcionalidades como por ejemplo funcionalidades de Firewall e IPS.
- Igual que en la alternativa tres, existe menos riesgo de obsolescencia tecnológica de las interfaces de fibra óptica de 10 Gbps por el tiempo de vida útil del equipo. Por tanto tiene un mayor período de utilidad que las alternativas uno y dos.
- Igual que en la alternativa tres, se tiene una mayor capacidad en el Backbone, que permite la transmisión de cualquier tipo de tráfico y de aplicaciones a altísimas velocidades.
- Igual que en la alternativa tres, se tiene mayor velocidad de conexión en los usuarios finales, lo cual permite utilizar cualquier tipo de servicio sin saturación de la red de datos, como por ejemplo, utilizar aplicaciones multimedia que requieren conexiones de ancho de banda superiores.

### **5.1.6.2 Desventajas**

- Se requiere realizar una mayor inversión en los dos Switches de Núcleo y el costo es superior a las alternativas uno, dos y tres

## **5.1.7 Resumen Comparativo de las Alternativas Técnicas**

En las Tablas 5.15 y 5.16, se indica el resumen comparativo de las cuatro alternativas técnicas para el diseño de la red convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros.

---

TABLA COMPARATIVA DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS				
REQUERIMIENTO	ALTERNATIVA UNO	ALTERNATIVA DOS	ALTERNATIVA TRES	ALTERNATIVA CUATRO
Switches de Núcleo de Fibra Óptica	1 solo equipo	2 equipos en modo activo-activo	1 solo equipo	2 equipos en modo activo-activo
Número de Slots mínimos en cada Switch de Núcleo	10 slots	8 slots	11 slots	9 slots
Capacidad de conmutación de los Switches de Núcleo	1000 Gbps	750 Gbps cada uno	1.4 Terabps	950 Gbps cada uno
Interfases de backbone de los Switches de Núcleo	1 Gbps	1 Gbps	10 Gbps	10 Gbps
Capa de operación de los Switches de Núcleo	2, 3 y 4	2, 3 y 4	2, 3 y 4	2, 3 y 4
Análisis y control de tráfico de los Switches de Núcleo	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7
Switches de Acceso Principales de Piso	18 equipos	18 equipos	18 equipos	18 equipos
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17 equipos	17 equipos	17 equipos	17 equipos
Capa de operación de los Switches de Acceso	2, 3 y 4	2, 3 y 4	2, 3 y 4	2, 3 y 4
Análisis y control de tráfico de los Switches de Acceso	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7
Velocidad de enlaces de Backbone	1 Gbps	1 Gbps	10 Gbps	10 Gbps
Velocidad de conexión de usuarios finales en los Switches de Acceso	100 Mbps	100 Mbps	1 Gbps	1 Gbps
Power over Ethernet	Si incluye	Si incluye	Si incluye	Si incluye
Sistema de administración de switches	Un sistema	Un sistema	Un sistema	Un sistema
Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos	2 Sistemas NAC	2 Sistemas NAC	2 Sistemas NAC	2 Sistemas NAC
Sistemas de Autenticación	2	2	1	2
Garantía técnica de los equipos	3 años	3 años	3 años	3 años
Instalación de cableado estructurado vertical de fibra óptica	No requiere	No requiere	Instalación nueva para operación a 10 Gbps	Instalación nueva para operación a 10 Gbps
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	Instalación de 17 racks	Instalación de 17 racks	Instalación de 17 racks	Instalación de 17 racks
Racks de comunicaciones de piso	Instalación de 1 rack	Instalación de 2 racks	Instalación de 1 rack	Instalación de 2 racks
Readecuación de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	Re-ponchando y re-certificación	Re-ponchando y re-certificación	Re-ponchando y re-certificación	Re-ponchando y re-certificación
Instalación y Capacitación.	Si	Si	Si	Si
Disponibilidad	Alta	Muy Alta	Alta	Excelente
Obsolescencia tecnológica	Media	Media	Baja	Baja
Riesgos por obsolescencia tecnológica del Switch de Núcleo	Media	Media	Baja	Baja
Riesgos por obsolescencia tecnológica de los Switches de Acceso	Media	Media	Baja	Baja
Riesgos por falta de repuestos y mantenimiento	Media	Media	Baja	Baja
Efecto de los daños, en la infraestructura de datos	Baja	Baja	Baja	Muy Baja
Costos de implementación	Inferior a las otras alternativas <b>\$ 842.625</b>	Inferior a las alternativas tres y cuatro, pero superior a la alternativa uno <b>\$ 949.275</b>	Inferior a la alternativa cuatro, pero superior a las alternativas uno y dos <b>\$ 1.167.393</b>	Superior a las otras alternativas. <b>\$ 1.288.943</b>
Resumen de solución	<b>Buena</b>	<b>Buena</b>	<b>Muy Buena</b>	<b>Excelente</b>

Tabla 5.15 Resumen comparativo de las alternativas técnicas

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DE ALTERNATIVAS					
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	ALTERNATIVA UNO	ALTERNATIVA DOS	ALTERNATIVA TRES	ALTERNATIVA CUATRO
Switch de Núcleo Primario	1	150.200	117.300	228.100	160.700
Switch de Núcleo Secundario	1	NO	117.300	NO	160.700
Switches de Acceso Principales de Piso	18	144.000	144.000	216.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	136.000	136.000	204.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	NO	NO	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	21.250	21.250	21.250	21.250
Racks de comunicaciones de piso para el centro de cómputo	1 o 2	1.250	2.500	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	184.200	205.200	262.200	289.200
Soporte técnico	3 años	60.000	60.000	60.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000	5.000	5.000
<b>TOTAL DE ALTERNATIVAS (USD) SIN IVA</b>		<b>842.625</b>	<b>949.275</b>	<b>1.167.393</b>	<b>1.288.943</b>

Tabla 5.16 Resumen comparativo de costos de las alternativas técnicas.

### 5.1.8 Selección de la Alternativa para el Diseño

De los análisis anteriores se concluye que la alternativa técnica más adecuada para el diseño de la red segura convergente de alta velocidad para la institución, es la **alternativa cuatro**, por los siguientes motivos:

- Se tienen dos Switches de Núcleo en topología redundante, en modo de operación activo-activo, para contar con una solución altamente disponible, tolerante a fallas y de alto desempeño, superior a las otras alternativas.
- La red de la oficina matriz de Quito de la Superintendencia de Bancos y Seguros, al ser una red de tamaño empresarial, con posibilidad de crecimiento a 1500 usuarios en poco tiempo, requiere de una topología redundante en sus elementos más críticos, como son los Switches de Núcleo y los Sistemas de Administración y de Control de Acceso a la Red.

- La alternativa cuatro presenta riesgos muy bajos por obsolescencia tecnológica, comparado con las alternativas uno y dos.
- La diferencia de precio entre la alternativa cuatro y la alternativa tres, es de 120.300 dólares, correspondiente al 10 % adicional y que no representa una gran diferencia en la inversión, considerando que con la alternativa seleccionada se tendría una red de mejores características en cuanto a disponibilidad, confiabilidad y con un rendimiento más alto y mucho más adaptable a las funciones y tecnologías futuras.
- Se tiene un cableado estructurado de fibra óptica vertical de mayor capacidad, que permite transmitir cualquier clase de tráfico a través de la red de datos a velocidades superiores a 10 Gbps.

La alternativa seleccionada tiene las características indicadas en la Tabla 5.17.

<b>ALTERNATIVA SELECCIONADA PARA LA RED DE DATOS DE LA OFICINA MATRIZ QUITO</b>	
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>ALTERNATIVA CUATRO</b>
Switches de Núcleo de Fibra Óptica	2 equipos en modo activo-activo
Número de Slots mínimos en cada Switch de Núcleo	9 slots
Capacidad de conmutación de cada Switch de Núcleo	950 Gbps cada uno
Interfaces de backbone de los Switches de Núcleo	10 Gbps
Capa de operación del Switch de Núcleo	2, 3 y 4
Análisis y control de tráfico de los Switches de Núcleo	Capa 2, 3, 4 y 7
Switches de Acceso Principales de Piso	18 equipos
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17 equipos
Capa de operación de los Switches de Acceso	2, 3 y 4
Análisis y control de tráfico de los Switches de Acceso	Capa 2, 3, 4 y 7
Velocidad de enlaces de Backbone	10 Gbps
Velocidad de conexión de usuarios finales en los Switches de Acceso	1 Gbps
Power over Ethernet	Si incluye
Sistema de administración de switches	Un sistema
Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos	2 Sistemas NAC
Sistemas de Autenticación	2
Garantía técnica de los equipos	3 años
Instalación de cableado estructurado vertical de fibra óptica	Instalación nueva para operación a 10 Gbps
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	Instalación de 17 racks
Racks de comunicaciones de piso para centro de cómputo	Instalación de 2 racks
Readequación de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	Re-ponchando y re-certificación
Instalación y Capacitación.	Sí
Disponibilidad	Excelente
Obsolescencia tecnológica	Baja
Riesgos por obsolescencia tecnológica del Switch de Núcleo	Baja
Riesgos por obsolescencia tecnológica de los Switches de Acceso	Baja
Riesgos por falta de repuestos y mantenimiento	Baja
Efecto de los daños, en la infraestructura de datos	Muy Baja
Costos.	Superior a las otras alternativas. <b>\$ 1.288.943</b>
Resumen de solución	Excelente

Tabla 5.17 *Alternativa técnica seleccionada para el diseño*

---

## 5.2 DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO, PARA LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

En función de la alternativa seleccionada, el diseño de la nueva red convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, para la oficina matriz de Quito, contempla lo siguiente:

- Definición de la arquitectura de la nueva red, en función de la cantidad y distribución de equipos requeridos.
- Cálculo de la cantidad, la capacidad y el establecimiento de las funcionalidades de los Switches de Núcleo.
- Cálculo de la cantidad, la capacidad y el establecimiento de las funcionalidades de los Switches de Acceso.
- Dimensionamiento y establecimiento de las funcionalidades de los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos.
- Dimensionamiento y establecimiento de las funcionalidades de los sistemas de autenticación
- Distribución e interconexión de los equipos de comunicaciones
- Determinación del tipo y la capacidad del cableado estructurado vertical de fibra óptica, en caso de ser requerido, y que está en función de las capacidades de enlaces de backbone, determinados en los dimensionamientos de los Switch de Núcleo y de Acceso.

Los cálculos se realizaron en orden ascendente, empezando por el número de usuarios y dispositivos finales, considerando un crecimiento y que definen la cantidad y la capacidad de los Switches de Acceso en cada piso, así como también el tipo de puertos de enlaces de backbone. Luego en función de los Switches de acceso se calculan las capacidades de los Switches de núcleo, así como también la necesidad o no de la instalación de un nuevo backbone.

Los cálculos se realizaron utilizando herramientas desarrolladas por el maestrante, en Microsoft Excel 2007.

---

---

### 5.2.1 Dimensionamiento de los Switches de Acceso

Para el dimensionamiento de los Switches de Acceso se consideran los siguientes parámetros:

- Cantidad de usuarios proyectados.
- Velocidad y tipo de puertos de acceso.
- Velocidad y tipo de puertos para conexión al backbone.
- Capacidad de conmutación.

#### 5.2.1.1 Cantidad de Usuarios Proyectados

El número de Switches de Acceso y el número de puertos de red Ethernet requeridos en cada uno de los switches, se determina en función de la cantidad de usuarios activos distribuidos en cada uno de los pisos y de la cantidad de usuarios proyectados por piso.

La cantidad de “Usuarios Proyectados por Piso” y “Usuarios Proyectados por Rack”, indicados en la Tabla 5.18, depende de la capacidad para acomodar físicamente a los usuarios de red en cada piso, considerando los siguientes aspectos:

- En el rack del Subsuelo 1, se considera 65 los usuarios proyectados, por mantener el cableado horizontal actual.
  - En la Planta Baja, se considera 65 usuarios proyectados.
  - En el rack del Piso 3, se mantiene como tope máximo 95 usuarios proyectados.
  - Para el resto de pisos, se establece como tope máximo 80 usuarios de red por piso.
  - La columna de “Usuarios Proyectados por Rack”, incluye el crecimiento del número de usuarios, como se indica en los párrafos anteriores.
  - Si se requiere conectar más usuarios, se debe considerar la alternativa de implementación de red una inalámbrica institucional.
-

CANTIDAD DE USUARIOS PROYECTADOS Y UBICACIÓN DE RACKS						
PISO	USUARIOS ACTIVOS POR PISO	USUARIOS ACTIVOS POR RACK	UBICACIÓN ACTUAL DE RACKS	USUARIOS PROYECTADOS POR PISO	USUARIOS PROYECTADOS POR RACK	UBICACIÓN DE RACKS NUEVOS
Subsuelo 2	2	63	Subsuelo 1	5	65	Subsuelo 1
Subsuelo 1	8			15		
Planta Baja	53			65		
Piso 1	2	20	Piso 2	20	40	Piso 2
Piso 2	18			20		
Piso 3	91	91	Piso 3	95	95	Piso 3
Piso 4	62	62	Piso 4	80	80	Piso 4
Piso 5	67	67	Piso 5	80	80	Piso 5
Piso 6	53	53	Piso 6	80	80	Piso 6
Piso 7	62	62	Piso 7	80	80	Piso 7
Piso 8	69	69	Piso 8	80	80	Piso 8
Piso 9	66	66	Piso 9	80	80	Piso 9
Piso 10	46	46	Piso 10	80	80	Piso 10
Piso 11	52	52	Piso 11	80	80	Piso 11
Piso 12	35	35	Piso 12	80	80	Piso 12
Piso 13	67	67	Piso 13	80	80	Piso 13
Piso 14	61	61	Piso 14	80	80	Piso 14
Piso 15	69	69	Piso 15	80	80	Piso 15
Piso 16	49	49	Piso 16	80	80	Piso 16
<b>TOTAL</b>	<b>932</b>	<b>932</b>		<b>1260</b>	<b>1305</b>	

Tabla 5.18 *Cálculo de los usuarios proyectados por rack*

Las cantidades obtenidas para los “Usuarios Proyectados por Rack”, en la Tabla 5.18, son utilizadas en la Tabla 5.19, para calcular el número total de puertos y de Switches requeridos en cada uno de los racks de piso.

En la Tabla 5.19, se debe sumar aproximadamente un 10 % de puertos adicionales a los “Usuarios Proyectados por Rack”, en la columna “Holgura Adicional en Puertos”, por motivos de contingencia ante posibles fallas del resto de puertos de los Switches de Acceso

Con el número total de puertos de red requeridos por rack, se calcula el número de switches de acceso requeridos por cada uno de los racks utilizando las fórmulas (5.29), (5.30) y (5.31).

$$\text{Número de Switches de Acceso por rack} = \text{Entero superior} \left[ \frac{\text{Total de puertos de red por rack}}{\text{Número de puertos de usuario final por Switch}} \right] \quad (5.29)$$

$$\text{Número de Switches de Acceso por rack} = \text{Entero superior} \left[ \frac{\text{Total de puertos de red por rack}}{48 \text{ puertos de usuario final por Switch}} \right] \quad (5.30)$$

$$\text{Número de Switches de Acceso} = \text{Número de Switches de Acceso por Rack} + \text{Número de Switches de Acceso de Respaldo} \quad (5.31)$$

$$\text{Número de Switches de Acceso de Respaldo} = 2 \text{ switches por motivos de contingencias}$$

Para calcular el número de Switches de Acceso, se ha considerado conveniente utilizar switches de 48 puertos, por los siguientes motivos:

- El manejo del espacio dentro de los racks de comunicaciones es más adecuado, comparado con la utilización de switches de 24 puertos, que requieren de más unidades de rack para instalar.
- Tiene mayor disponibilidad ante fallas, comparado con la utilización de un solo switch de 96 puertos por piso. Si se produce un daño en un switch de 96 puertos, se queda sin servicio todo un piso.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE SWITCHES DE ACCESO				
UBICACIÓN DE RACKS NUEVOS	USUARIOS PROYECTADOS POR RACK	HOLGURA ADICIONAL EN PUERTOS DE RED POR RACK	TOTAL DE PUERTOS DE RED POR RACK	NÚMERO DE SWITCHES DE 48 PUERTOS POR RACK
Subsuelo 1	65	2	67	2
Planta Baja	65	6	71	2
Piso 2	40	4	44	1
Piso 3	95	0	95	2
Piso 4	80	8	88	2
Piso 5	80	8	88	2
Piso 6	80	8	88	2
Piso 7	80	8	88	2
Piso 8	80	8	88	2
Piso 9	80	8	88	2
Piso 10	80	8	88	2
Piso 11	80	8	88	2
Piso 12	80	8	88	2
Piso 13	80	8	88	2
Piso 14	80	8	88	2
Piso 15	80	8	88	2
Piso 16	80	8	88	2
Equipos de respaldo				2 de respaldo
<b>TOTAL</b>	<b>1305</b>	<b>116</b>	<b>1421</b>	<b>35</b>

Tabla 5.19 Cálculo de la cantidad de Switches de Acceso

Del análisis realizado en la Tabla 5.19, se determina que se requieren **35 Switches de Acceso de 48 puertos** divididos de la siguiente forma:

- **18** Switches de Acceso Principales.
- **17** Switches de Acceso Secundarios.



### 5.2.1.2 *Velocidad y Tipo de Puertos de Distribución para los Usuarios de los Switches de Acceso*

Se requiere que los Switches de Acceso nuevos tengan puertos de 1 Gbps para el usuario final, por los siguientes motivos:

- La estaciones de trabajo de los usuarios activos actuales y los dispositivos de red como teléfonos IP, sensores IP, equipos de video vigilancia, son fabricados actualmente con puertos de 1 Gbps tienen interfaces de red de 1 Giga Ethernet
- Implementación de servicios multimedia con audio, video y datos.
- Se requiere mayores anchos de banda para procesos de administración y control de tráfico multicapa.

Se requiere que los Switches tengan la funcionalidad de Power over Ethernet, para la distribución de energía hacia los dispositivos que lo requieran a través del cableado estructurado, como por ejemplo los dispositivos telefónicos IP.

La capacidad de la fuente de alimentación del Switch de Acceso debe ser de mínimo 740 vatios y se calcula mediante fórmula (5.32)<sup>32</sup>

$$\text{Capacidad de la fuente de alimentación del Switch de Acceso} = (15,4 \text{ vatios}) * (48 \text{ puertos}) = 739,2 \text{ Watios} \quad (5.32)$$

Consumo de terminal PoE 802.3af clase 3 = 15,4 vatios

Se realizaron las pruebas de verificación del funcionamiento del cableado estructurado horizontal actual para la transmisión entre usuarios finales a 1 Gbps, como se indica en el Anexo A, cuyos resultados determinan que el cableado estructurado horizontal categoría 5 y 5E, funcionan en forma adecuada a 1 Gbps.

---

<sup>32</sup> Nortel. (2009). Medium Campus Technical Solution Guide. Enterprise Networking Solutions. (pp 57)

### 5.2.1.3 Velocidad y Tipo de Puertos de Enlace para Conexión al Backbone

Para el cálculo de la velocidad del puerto de enlace al backbone (up-link), se utilizó dos métodos:

- Método de la fórmula de distribución de Poisson
- Método de las mejores prácticas de diseño de Cisco

#### 5.2.1.3.1 Método de la fórmula de distribución de Poisson.

Utilizando la fórmula de distribución de Poisson, se calcula la probabilidad de los arribos al puerto de up-link, en función de la fórmula (5.33)<sup>33</sup>

$$\text{Probabilidad de arribos}(r) = P(r) = \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^r}{r!} \quad (5.33)$$

$P(r)$  es la probabilidad de los arribos al puerto de up-link.

$r$  es el número de arribos al puerto de up-link.

$\lambda$  es la velocidad promedio de arribos al puerto de up-link.

El resultado de la fórmula (5.33), se utiliza para calcular la velocidad del enlace de up-link del Switch de Acceso, mediante la fórmula (5.34) propuesta:

$$\text{Velocidad de puerto de up-link} \geq (\text{Número de puertos del Switch de Acceso}) * (\text{velocidad de los puertos en half duplex}) * P(r) \quad (5.34)$$

Para el caso de un switch de 48 puertos, el número de arribos simultáneos  $r$  es 48, la velocidad promedio de arribo es 48 arribos por unidad de tiempo y la probabilidad de arribo al puerto de up-link utilizando la fórmula (5.33) será:

$$P(48) = \frac{e^{-48}(48)^{48}}{48!} = 0,05748$$

La velocidad del puerto de up-link utilizando la fórmula (5.34) será:

$$\text{Velocidad de puerto de up-link} \geq (48 \text{ puertos}) * (1 \text{ Gbps}) * (0,05748) = 2,759 \text{ Gbps}$$

De los resultados anteriores, se determina que la velocidad del puerto de up-link, utilizando la fórmula de Poisson debe ser mayor a 2,759 Gbps.

<sup>33</sup> Held,G. (2001). Data communications Networking Devices. (pp 826-828). New York. Wiley & Sons.

### 5.2.1.3.2 Método de las mejores prácticas de diseño de Cisco.

De acuerdo a las mejores prácticas de diseño de Cisco, para los Switches de Acceso se considera los niveles de sobresuscripción de los equipos. La sobresuscripción es la cantidad de puertos de usuario final que funcionando a velocidades wire-rate pueden transmitir de manera simultánea a través de un enlace de backbone o up-link.<sup>34</sup>

Los niveles de sobresuscripción para los Switches de Acceso, considerados en los diseños de Cisco son:

- De 1:1 a 20:1, para las redes con un nivel de tráfico bajo.
- De 10:1 a 20:1, para redes con un nivel de tráfico medio-bajo, que utilizan la mayor parte del tiempo aplicaciones típicas.
- De 4:1 a 12:1, para las redes empresariales, con un nivel de tráfico medio-alto, que utilizan aplicaciones típicas todo el tiempo y también aplicaciones especiales temporales que requieren de alto ancho de banda.
- De 5:1 a 10:1, para las redes empresariales que manejan tráfico de servidores virtuales.
- De 1:1 a 4:1, para las redes de data centers, con nivel de tráfico alto, que utilizan aplicaciones especiales todo el tiempo que requieren de un alto ancho de banda.

La red de la Superintendencia de Bancos y Seguros, corresponde una red con un nivel de tráfico medio-alto, cuya relación de sobresuscripción debe estar en el rango de 10:1 a 20:1. Por lo tanto se debe cumplir la relación indicada en la fórmula (5.35):

$$10 \leq \frac{\text{Número total de puertos de usuario del Switch de Acceso} \times \text{Velocidad de los puertos}}{\text{Velocidad del puerto up-link de enlace para conexión al Backbone}} \leq 20 \quad (5.35)$$

Mientras más baja es la relación de sobre suscripción, mejor es el desempeño y la capacidad de crecimiento de los switches.

Para un Switch de Acceso de 48 puertos Ethernet de 1 Gbps, full dúplex, considerando que todos sus puertos transmiten a su máxima velocidad, en forma simultánea<sup>35</sup>, aplicando la fórmula (5.35) se requiere transmitir a través del puerto up-link de enlace al backbone un total de 96 Gbps.

<sup>34</sup> Cisco. (2010). Architecture brief. Architecture Brief: Using Cisco Catalyst 6500 and Cisco Nexus 7000 Series Switching Technology in Data Center Networks. (pp 4). Recuperado enero, 2010 disponible en [https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps9402/ps9512/White\\_Paper\\_C17-449427.pdf](https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps9402/ps9512/White_Paper_C17-449427.pdf)

<sup>35</sup> Chao, J. (2007). High Performance Switches and Routers. (cap 5). (pp 176-206). New Jersey. Wiley & Sons. 2007.

$$10 \leq \frac{48 \text{ puertos} * 2 \text{ Gbps}}{\text{Velocidad del puerto up-link de enlace para conexión al Backbone}} \leq 20$$

$$10 \leq \frac{96 \text{ Gbps}}{\text{Velocidad del puerto up-link de enlace para conexión al Backbone}} \leq 20$$

Por lo tanto la velocidad del puerto de up-link debe ser:

$$\frac{96 \text{ Gbps}}{20} \leq \text{Velocidad del puerto up - link de enlace para conexión al backbone} \leq \frac{96 \text{ Gbps}}{10}$$

$$4.8 \text{ Gbps} \leq \text{Velocidad del puerto up - link de enlace para conexión al backbone} \leq 9,6 \text{ Gbps}$$

Para tener un mejor desempeño y capacidad de crecimiento del switch se deben utilizar puertos de enlace Ethernet de 10 Gbps de fibra óptica, para la conexión al backbone, con lo cual la relación de suscripción es:

$$\text{Relación de sobresuscripción del Switch de Acceso} = \frac{96 \text{ Gbps}}{10 \text{ Gbps}} = 9,6$$

De los resultados obtenidos utilizando los métodos de Poisson y de Cisco, se concluye que tanto el Switch de Acceso Principal como el Switch de Acceso Secundario deben tener mínimo dos interfaces Ethernet de 10 Gbps, cada uno:

- Una interface para la conexión al backbone de 10 Gbps
- Una interface para la conexión entre switches en el mismo piso, para formar cascada o anillo local de 10 Gbps.

#### 5.2.1.4 Capacidad de Conmutación de los Switches de Acceso

La capacidad de conmutación requerida para los Switches de Acceso, se calcula considerando la transmisión simultánea full dúplex de todos sus puertos<sup>36</sup>, utilizando la fórmula (5.36) y cuyos resultados se indican en la Tabla 5.20, dando un resultado de **136 Gbps** de capacidad de conmutación.

$$\text{Capacidad de conmutación del Switch de Acceso} = \left( \text{Número de puertos de usuario final} \right) * 2 * \left( \text{Velocidad del puerto de usuario final} \right) + \left( \text{Número de puertos de up-link} \right) * 2 * \left( \text{Velocidad del puerto de up-link} \right) \quad (5.36)$$

$$\left( \text{Velocidad del puerto de usuario final} \right) = 1 \text{ Gbps, para conexión con las estaciones de trabajo}$$

<sup>36</sup> Chao, J. (2007). High Performance Switchs and Routers. (cap 5). (pp 179). New Jersey. Wiley & Sons.

$\left( \begin{array}{l} \text{Velocidad} \\ \text{del puerto de} \\ \text{usuario final} \end{array} \right) = 10 \text{ Gbps, para conexión con el Switch de Núcleo}$

CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN DEL SWITCH DE ACCESO		
TIPO DE PUERTOS	NÚMERO DE PUERTOS	CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN EN GBPS
Puertos de 1 Gbps	48	96
Puertos de 10 Gbps	2	40
CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN		136

Tabla 5.20 *Capacidad de conmutación de un Switch de Acceso*

### 5.2.1.5 Características Principales de los Switches de Acceso

Los 35 Switches de Acceso deben tener las siguientes características principales:

- Capacidad mínima de conmutación de **150 Gbps**, aproximadamente un 10% adicional al valor calculado en la Tabla 5.20.
- Mínimo 2 puertos Ethernet, de fibra óptica, de 10 Gbps de velocidad, para enlace con los Switches de Núcleo y para enlace entre switches de acceso en un mismo piso.
- Mínimo 48 puertos Ethernet, RJ45, de 1 Gbps, autosensing, con Power over Ethernet.
- Administración y control del tráfico en las capas 2, 3 y 4, con reconocimiento y filtrado de protocolos, direcciones IP, direcciones MAC y aplicaciones sobre cada una de las interfaces de red del equipo.
- Administración y control de los accesos, mediante esquemas de autenticación 802.1x.
- Múltiples opciones de Switching.
  - Troncalización
  - Agregación de enlaces.
  - Configuración de múltiples VLANs estáticas y dinámicas
  - Spanning Tree
  - Reconocimiento de múltiples VLANs y usuarios por puerto
  - Reconocimiento de múltiples direcciones MAC por puerto.
  - Mirroring
- Enrutamiento
- Administración de la calidad de servicio
- Fuente de alimentación de energía de mínimo 740 vatios para puertos con PoE.

## 5.2.2 Dimensionamiento de los Switches de Núcleo

Para dimensionar los Switches de Núcleo se consideran los siguientes parámetros:

- Tipo de topología o esquema de conexión
- Tipo de procesamiento
- Cantidad y tipo de puertos
- Cantidad y tipo de controladoras
- Capacidad de conmutación

### 5.2.2.1 Tipo de Topología o Esquema de Conexión de los Switches de Núcleo

Debido a la cantidad de usuarios existentes y proyectados en la red de datos, es necesario instalar dos Switches de Núcleo conectados en topología redundante en modo operación activo-activo.

Se debe balancear la carga en cada uno de los switches de núcleo, para lo que se debe distribuir en cantidades similares el número de controladoras y el número de puertos de red requeridos, en cada uno de ellos.

### 5.2.2.2 Tipo de Procesamiento de los Switches de Núcleo

Cada una de las controladoras de los Switches de Núcleo debe tener procesamiento distribuido e independiente, para tener un mayor rendimiento.

Cada controladora realiza funciones y procesos específicos y se integran con las funciones procesos específicos realizados por las otras controladoras, a través de los backplanes y buses de alta velocidad en los cuales están conectados.

El procesamiento distribuido, permite integrar en el mismo chasis las funcionalidades de red, de Firewall, de IPS, de Supervisión, para conexión en topología redundante, sin deteriorar el rendimiento del equipo.

---



PISOS	RACKS DE PARED	RACKS DE PISO	SWITCHES DE ACCESO	SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS				SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS				
				PUERTOS F.O. A 10 GBPS BACKBONE	PUERTOS F.O. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS F.O. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS	PUERTOS F.O. A 10 GBPS BACKBONE	PUERTOS F.O. A 10 GBPS SERVIDORES	PUERTOS F.O. A 1 GBPS	PUERTOS RJ45 1 GBPS	
PISO 16	1		2									
PISO 15	1		2	1								
PISO 14	1		2	1								
PISO 13	1		2	1								
PISO 12	1		2	1								
PISO 11	1		2	1								
PISO 10	1		2	1								
PISO 9	1		2	1								
PISO 8	1		2						1			
PISO 7	1		2						1			
PISO 6	1		2						1			
PISO 5	1		2						1			
PISO 4	1		2						1			
PISO 3	1	2	2		5	5	24		1	5	5	24
PISO 2	1	2	1						1			
PISO 1												
PISO PB	1		2						1			
PISO S1	1		2						1			
INTECONEXION ENTRE SWITCHES				4					4			
RESPALDO			2	3	3	3	3		3	3	3	
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

Tabla 5.21 Cálculo de la cantidad y tipo de puertos de los Switches de Núcleo para funcionar con el backbone de 10 Gbps

#### 5.2.2.4 Capacidad de Conmutación de los Switches de Núcleo

Para calcular la capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo, se debe considerar:

- La cantidad de puertos de fibra óptica, multi-modo a 10 Gbps
- La cantidad de puertos de fibra óptica, multi-modo a 1 Gbps
- La cantidad de puertos RJ45, de 1 Gbps.
- La cantidad de slots de funciones adicionales, como por ejemplo la instalación de módulos de Firewall o IPS.
- El porcentaje de slots vacíos para crecimiento

La capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo, para la alternativa seleccionada, se calcula utilizando las fórmulas (5.39), (5.40), (5.41), (5.42), (5.43), y cuyos resultados se indican en las Tablas 5.22 y 5.23 para el Switch de Núcleo Primario y Secundario respectivamente, considerando los siguientes puntos:

- Que se va a utilizar toda la capacidad de los puertos para transmisión en full dúplex



- Las controladoras adicionales de cada Switch de Núcleo tienen una capacidad 80 Gbps (Cisco).

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{10 Gbps en full duplex} \end{aligned} = 2 * \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra óptica de} \\ \text{10 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (10 \text{ Gbps}) \quad (5.39)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{aligned} = 2 * \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos} \\ \text{de fibra óptica de} \\ \text{1 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.40)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos RJ45 a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{aligned} = 2 * \left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos RJ45} \\ \text{de 1 Gbps requeridos} \end{array} \right) * (1 \text{ Gbps}) \quad (5.41)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad total de} \\ \text{conmutación para los} \\ \text{puertos de red para} \\ \text{cada Switch de Núcleo} \end{aligned} = \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{10 Gbps en full duplex} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos de fibra a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de conmutación} \\ \text{para los puertos RJ45 a} \\ \text{1 Gbps en full duplex} \end{array} \right) \quad (5.42)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad total de} \\ \text{conmutación de cada} \\ \text{Switch de Núcleo} \end{aligned} = \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación} \\ \text{para los puertos} \\ \text{de red} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{las funciones} \\ \text{especiales} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{los slots vacíos} \\ \text{de crecimiento} \end{array} \right) \quad (5.43)$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{las funciones} \\ \text{especiales} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps, como por ejemplo Firewall, IPS.}$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{Capacidad de} \\ \text{conmutación para} \\ \text{los slots vacíos} \\ \text{de crecimiento} \end{array} \right) = 80 \text{ Gbps}$$

### 5.2.2.5 Cantidad y Tipo de Controladoras de Puertos de Red para cada Switch de Núcleo

La cantidad y tipo de controladoras de puertos de red, para cada uno de los Switches de Núcleo, de la alternativa seleccionada, se calculan utilizando las fórmulas (5.44), (5.45) y (5.46), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.22 y 5.23 del Switch de Núcleo Primario y Secundario respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{Número de controladoras} \\ \text{de puertos de fibra de 10 Gbps} \\ \text{para cada Switch de Núcleo} \end{aligned} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos de fibra óptica de 10 Gbps} \\ \text{requeridos para cada Switch de Núcleo} \end{array} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.44)$$

$$\begin{aligned} \text{Número de controladoras} \\ \text{de puertos de fibra de 1 Gbps} \\ \text{para cada Switch de Núcleo} \end{aligned} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos de fibra óptica de 1 Gbps} \\ \text{requeridos para cada Switch de Núcleo} \end{array} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.45)$$

$$\begin{aligned} \text{Número de controladoras} \\ \text{de puertos RJ45 de 1 Gbps} \\ \text{para cada Switch de Núcleo} \end{aligned} = \text{Entero superior de} \left[ \frac{\left( \begin{array}{c} \text{Número de puertos RJ45 de 1 Gbps} \\ \text{requeridos para cada Switch de Núcleo} \end{array} \right)}{\text{Número de puertos soportados por cada controladora}} \right] \quad (5.46)$$

### 5.2.2.6 Número de Slots para los Chasis de cada Switch de Núcleo

Considerando que cada controladora utiliza un slot, el cálculo del número de slots para cada uno los chasis requeridos para cada uno de los Switch de Núcleo, de la alternativa seleccionada, se realiza utilizando las fórmulas (5.47), (5.48) y (5.49), cuyos resultados se indican en las Tablas 5.22 y 5.23 para el Switch de Núcleo Primario y Secundario respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{Número de slots} &= \\ \text{ocupados en cada} &= \\ \text{Switch de Núcleo} &= \\ &= \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots para} \\ \text{la controladora} \\ \text{de supervisión} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{de fibra óptica de 10 Gbps} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{de fibra óptica de 1 Gbps} \end{array} \right) + \\ &+ \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots para las} \\ \text{controladoras de puertos} \\ \text{RJ45 de 1 Gbps} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots para} \\ \text{las controladoras de} \\ \text{funciones especiales} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (5.47)$$

$$\begin{aligned} \text{Número de slots vacíos} &= \text{Entero superior de} \left[ \left( \frac{\% \text{ de crecimiento futuro}}{1 - \% \text{ de crecimiento futuro}} \right) * \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots ocupados} \\ \text{en cada Switch de Núcleo} \end{array} \right) \right] \\ \text{para crecimiento futuro} & \\ \text{en cada Switch de Núcleo} & \end{aligned} \quad (5.48)$$

% de crecimiento futuro = 20%

El porcentaje de crecimiento futuro se considera del 20% en cada Switch de Núcleo.

$$\begin{aligned} \text{Número total de slots} &= \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots ocupados} \\ \text{en cada Switch de Núcleo} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{l} \text{Número de slots vacíos para crecimiento} \\ \text{futuro en cada Switch de Núcleo} \end{array} \right) \\ \text{de cada Switch de Núcleo} & \end{aligned} \quad (5.49)$$

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS				
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS	CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	23 Puertos de fibra de 10 Gbps	460	16	2
PUERTOS DE 1 GBPS FO	8 Puertos de fibra de 1 Gbps	16	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24 Puertos de fibra de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1 80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2 80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	20% 2 80 Gbps	160		2
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>		<b>924</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>9</b>

Tabla 5.22 Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Primario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps

CAPACIDAD DEL SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON EL BACKBONE A 10 GBPS					
REQUISITO	NÚMERO DE PUERTOS Y CONTROLADORAS		CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN SIMÉTRICA GBPS	NÚMERO DE PUERTOS POR CONTROLADORA	NÚMERO DE SLOTS DEL CHASIS
PUERTOS DE 10 Gbps FO	24	Puertos de fibra de 10 Gbps	480	16	2
PUERTOS DE 1 GBPS FO	8	Puertos de fibra de 1 Gbps	16	24	1
PUERTOS RJ 45 1 Gbps	24	Puertos de fibra de 1 Gbps	48	48	1
SUPERVISORA	1	80 Gbps	80		1
RESERVADOS PARA FUNCIONES ADICIONALES	2	80 Gbps	160		2
% DE SLOTS VACIOS PARA CRECIMIENTO	20%	2	80 Gbps		2
<b>TOTAL DE CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN GBPS</b>			<b>944</b>	<b>TOTAL DE SLOTS</b>	<b>9</b>

Tabla 5.23 *Cálculo de la capacidad del Switch de Núcleo Secundario, para funcionar con el backbone de 10 Gbps*

De los resultados obtenidos en las Tablas 5.22 y 5.23, se deduce que se requiere dos Switches de Núcleo con las capacidades indicadas en la Tabla 5.24, en donde se ha redondeado la capacidad de conmutación de cada uno de los Switches de Núcleo a **950 Gbps**.

REQUISITO	SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO	SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO
Tipo de arquitectura	Modular	Modular
Número de slots, mínimo	9	9
Capacidad de conmutación mínima	950 Gbps	950 Gbps
Supervisora	1	1
Número de Puertos de F.O a 10 Gbps, multi-modo	24	24
Número de Puertos de F.O a 1Gbps, multi-modo	8	8
Número de Puertos RJ45, de 1 Gbps	24	24
Modo de operación	Activo-activo	Activo-activo

Tabla 5.24 *Capacidades de los Switches de Núcleo*

### 5.2.2.7 Características Principales de los Dos Switches de Núcleo.

Cada uno de los Switches de Núcleo en el esquema redundante activo-activo planteado, deben tener las características indicadas en la Tabla 5.25.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO		
REQUERIMIENTO	SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO	SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO
Arquitectura	Modular	Modular
Procesamiento distribuido	Independiente por controladora	Independiente por controladora
Redundancia en Procesamiento	Incluida	Incluida
Redundancia de fuentes de alimentación	Mínimo 2 fuentes de poder	Mínimo 2 fuentes de poder
Redundancia en ventiladores	Mínimo 2 ventiladores	Mínimo 2 ventiladores
Tecnología Hot-swap	Controladoras y accesorios	Controladoras y accesorios
Capacidad de conmutación	Mínimo 950 Gbps	Mínimo 950 Gbps
Velocidad del Backplane	En el orden de 1 Terabps	En el orden de 1 Terabps
Número de slots de expansión	Mínimo 9	Mínimo 9
Puertos Ethernet de fibra óptica, multi-modo, de 10 Gbps	Mínimo 24	Mínimo 24
Puertos Ethernet de fibra óptica, multi-modo, de 1 Gbps	Mínimo 8	Mínimo 8
Puertos Ethernet, RJ45, de 1 Gbps, sin PoE	Mínimo 24	Mínimo 24
Tarjeta Supervisora	Mínimo 1	Mínimo 1
Alto nivel de Enrutamiento IP	IPv4, Ipv6, OSPF	Ipv4, Ipv6, OSPF
Manejo de listas de acceso ACLs	Incluido	Incluido
Servidor DHCP	Incluido	Incluido
Opciones de Switching	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troncalización</li> <li>• Agregación de enlaces.</li> <li>• VLANs estáticas y dinámicas</li> <li>• Spanning Tree</li> <li>• Mirroring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Troncalización</li> <li>• Agregación de enlaces.</li> <li>• VLANs estáticas y dinámicas</li> <li>• Spanning Tree</li> <li>• Mirroring</li> </ul>
Administración de la calidad de servicio QoS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y clasificación de tráfico en capa 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Prioridad de tráfico</li> <li>• Administración de encolamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y clasificación de tráfico en capa 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Prioridad de tráfico</li> <li>• Administración de encolamiento</li> </ul>
Seguridades embebidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de acceso en las capas 2, 3 y 4</li> <li>• Autenticación 802.1x</li> <li>• Filtrado de direcciones MAC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de acceso en las capas 2, 3 y 4</li> <li>• Autenticación 802.1x</li> <li>• Filtrado de direcciones MAC</li> </ul>
Análisis y control de tráfico	Capa 2, 3, 4 y7	Capa 2, 3, 4 y7
Funciones de Seguridad opcional adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de firewall</li> <li>• Módulo de IPSs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de firewall</li> <li>• Módulo de IPSs</li> </ul>
Virtualización de Switches	Los dos Switches se ven como un solo Switch.	Los dos Switches se ven como un solo Switch.
Interconexión con servidores virtuales	Incluido	Incluido
Balanceo de carga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo hacia servidores físicos y virtuales.</li> <li>• Balanceo de enlaces de red WAN y de Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo hacia servidores físicos y virtuales.</li> <li>• Balanceo de enlaces de red WAN y de Internet.</li> </ul>
Administración	Gráfica	Gráfica

Tabla 5.25 Características de los Switches de Núcleo.

### 5.2.3 Distribución e Interconexión de los Switches

La instalación de los equipos contempla dos etapas.

### 5.2.3.1 Distribución e Interconexión de los Equipos en la Primera Etapa

La distribución e interconexión de los switches de núcleo y los switches de acceso en la primera etapa se indican en la Tabla 5.26 y en la Figura 5.6, y se realiza de la siguiente forma:

- Los Switches de Acceso Secundarios se conectan en cascada o en pila con los Switches de Acceso Primarios
- Los Switches de Acceso Primarios se conectan en forma balanceada a los Switches de Núcleo.

DISTRIBUCIÓN E INTERCONEXIÓN DE LOS SWITCHES EN LA PRIMERA ETAPA			
UBICACIÓN DEL SWITCH	CANTIDAD	EQUIPO	TIPO DE ENLACE
Subsuelo 1	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Planta Baja	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 02	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
Piso 03	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 03	1	Switch de Núcleo Primario	Conexión de fibra con los Switches de Acceso Principales
			Conexión con el Sistema NAC primario
	1	Switch de Núcleo Secundario	Conexión de fibra con los Switches de Acceso Principales
			Conexión con el Sistema NAC secundario
Piso 04	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 05	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 06	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 07	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 08	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 09	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 10	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 11	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 12	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 13	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 14	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 15	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada
Piso 16	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión en pila o en cascada

Tabla 5.26 Distribución e interconexión de los switches en la primera etapa

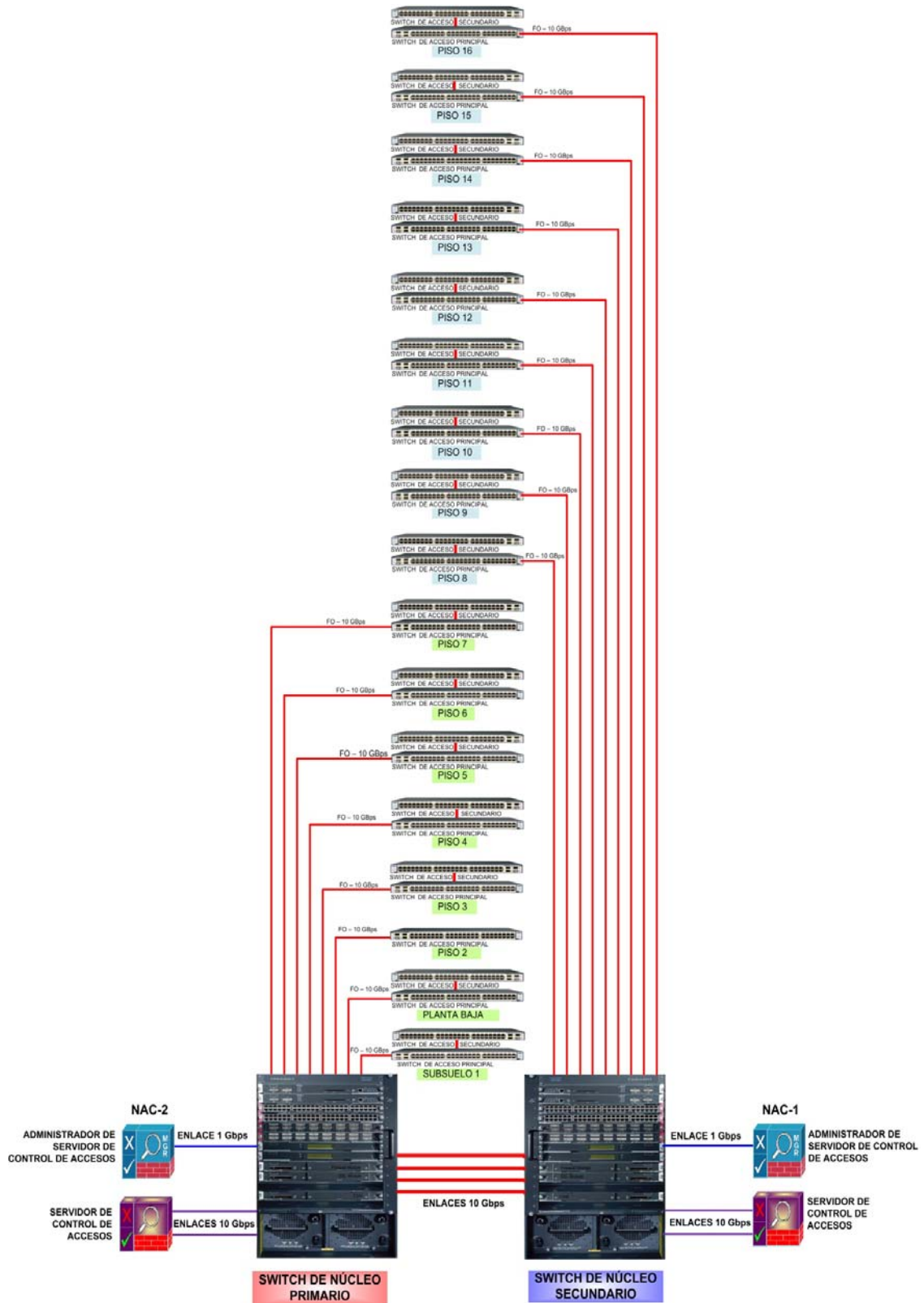


Figura 5.6 Distribución e Interconexión de Equipos en la primera etapa

### 5.2.3.2 Distribución e Interconexión de los Equipos en la Segunda Etapa

La distribución e interconexión de los switches de núcleo y los switches de acceso en la segunda etapa se indican en la Tabla 5.27 y en las Figuras 5.7 y 5.8, y se realiza de la siguiente forma:

- Los Switches de Acceso Primarios se conectan con el Switch de Núcleo Primario
- Los Switches de Acceso Secundarios se conectan con el Switch de Núcleo Secundario

DISTRIBUCIÓN E INTERCONEXIÓN DE LOS SWITCHES EN LA SEGUNDA ETAPA			
UBICACIÓN	CANTIDAD	EQUIPO	TIPO DE ENLACE
Subsuelo 1	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Planta Baja	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 02	1	Switch Principal de Piso	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
Piso 03	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 03	1	Switch de Núcleo Primario	Conexión de fibra con los Switches de Acceso Principales
			Conexión con el Sistema NAC primario
	1	Switch de Núcleo Secundario	Conexión de fibra con los Switches de Acceso Secundarios
			Conexión con el Sistema NAC secundario
Piso 04	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 05	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 06	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 07	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 08	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 09	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 10	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 11	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 12	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 13	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 14	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 15	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario
Piso 16	1	Switch de Acceso Principal	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Primario
	1	Switch de Acceso Secundario	Conexión de Fibra con el Switch de Núcleo Secundario

Tabla 5.27 Distribución e interconexión de los switches en la segunda etapa



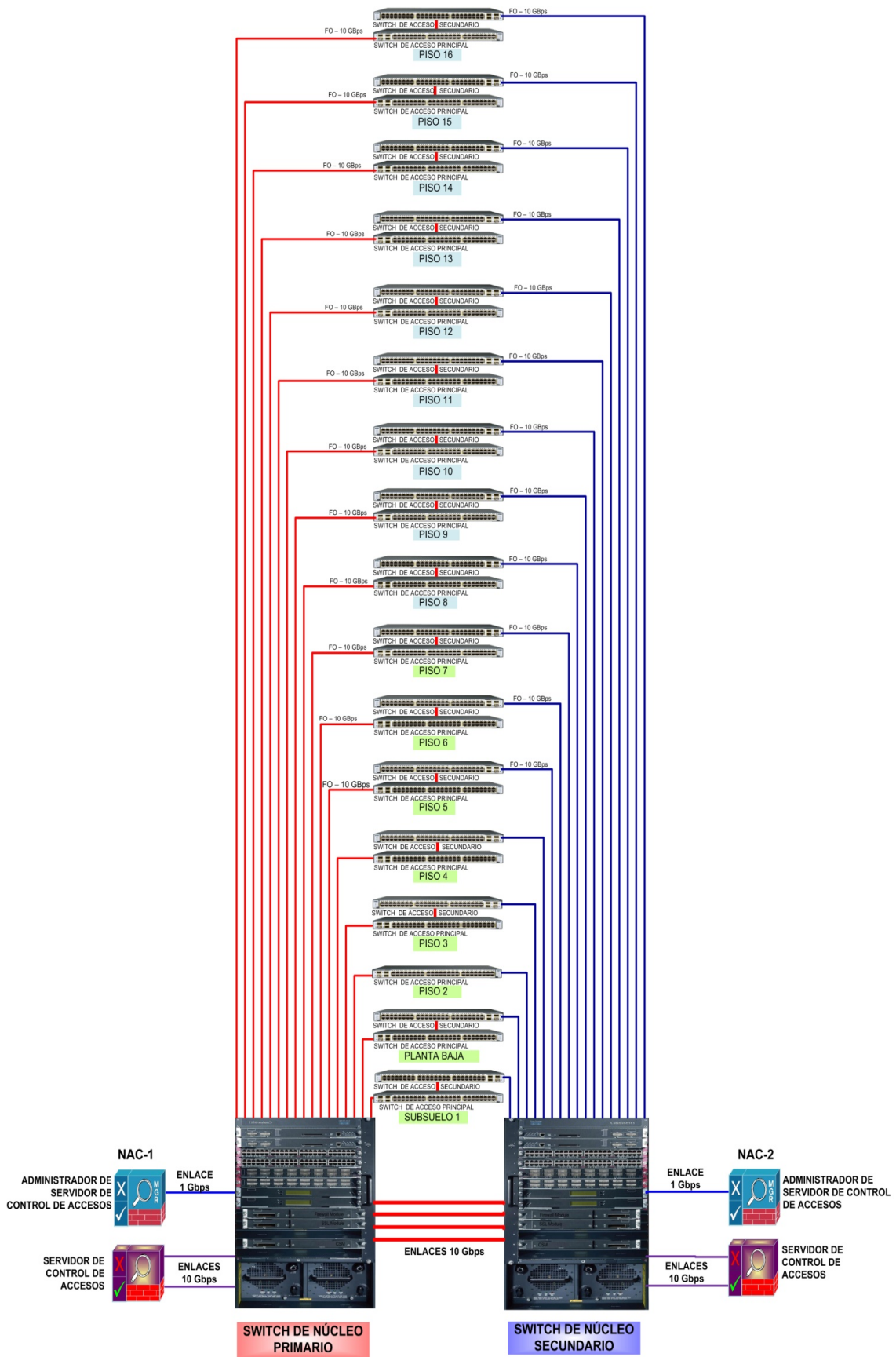


Figura 5.7 Distribución e Interconexión de Equipos en la segunda etapa



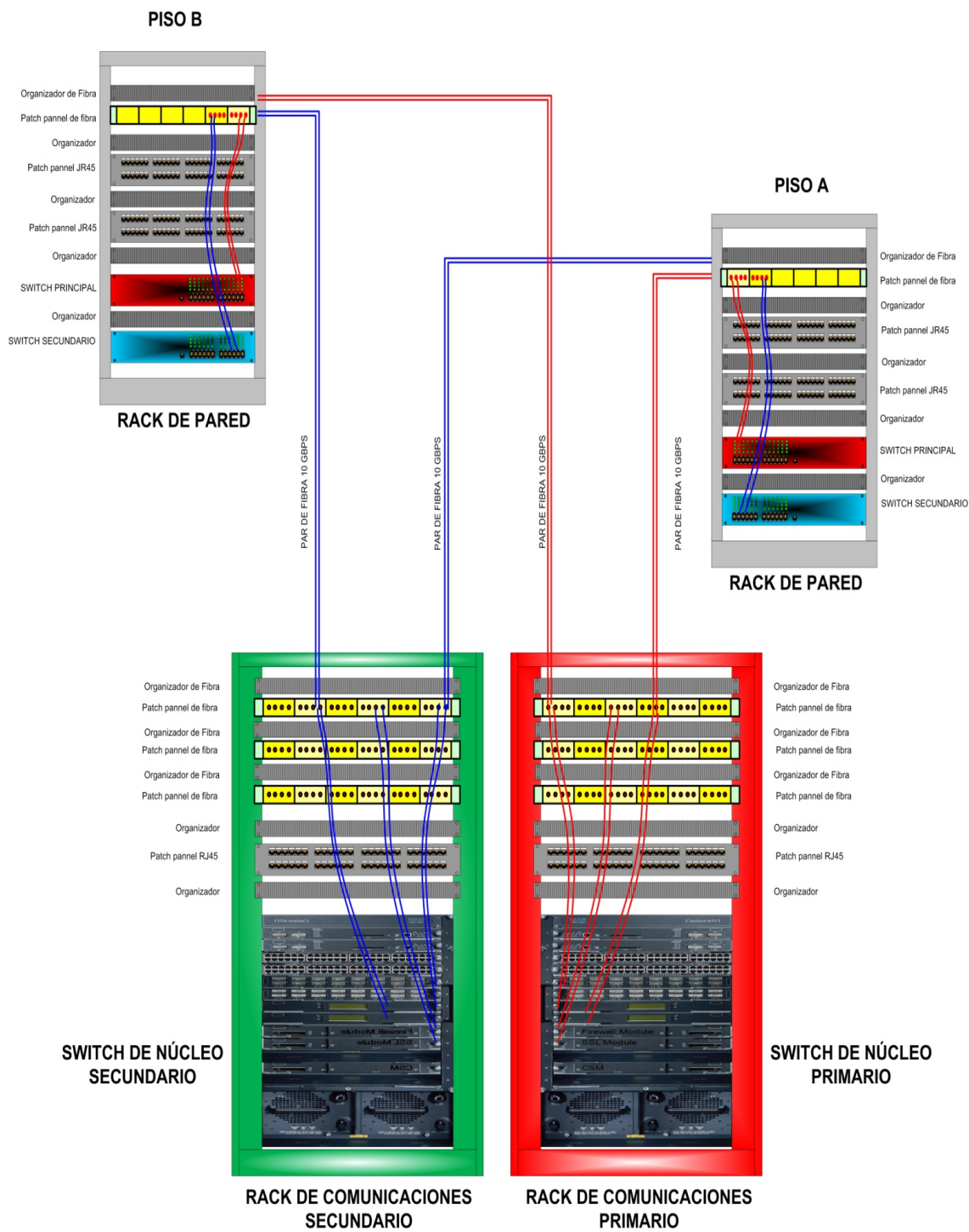


Figura 5.8 Distribución de equipos en los racks de comunicaciones en la segunda etapa

#### 5.2.4 Dimensionamiento de los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos

Debido al tamaño de la red de datos, es conveniente utilizar dos Sistemas de Administración y Control de Acceso a la Red de Datos NAC, en topología redundante y balanceada en configuración activo-activo, por motivos de disponibilidad de la infraestructura.

La razón por la cual se utiliza dos Sistemas NAC es porque si se pierde el servicio NAC, se bloquea el acceso a la red de datos a todos los usuarios y dispositivos de red, hasta que se recupere nuevamente el servicio o en su defecto hasta realizar las configuraciones en los Switches para quitar todas las políticas establecidas.

Los sistemas NAC, como se indica en la Tabla 5.28, se dimensionan en función de:

- La cantidad de usuarios proyectados y descritos en la Tabla 5.19 del numeral 5.2.1.1, en el cual se determinó que la cantidad de usuarios proyectados es de 1305.
- La cantidad de estaciones telefónicas IP, que se proyecta tener aproximadamente 800 estaciones telefónicas IP en la oficina matriz de Quito.
- La cantidad de dispositivos IP adicionales, como sistemas de video vigilancia.

USUARIOS DE LOS SISTEMAS NAC	CANTIDAD
Usuarios proyectados de red	1.305
Teléfonos IP proyectados	800
Dispositivos IP adicionales	395
<b>TOTAL USUARIOS DE SERVIDOR NAC</b>	<b>2.500</b>

Tabla 5.28 *Cantidad de usuarios NAC*

De acuerdo a la Tabla 5.28, el número de usuarios simultáneos que deben soportar cada uno de los Sistemas NAC debe ser de 2.500 usuarios.

Cada uno de los Sistema NAC, debe estar conformado por:

- Sistema de Administración del Servidor de Control de Accesos a la Red de Datos
- Servidor de Control de Accesos a la Red de Datos (NAC), para mínimo 2.500 usuarios conectados y controlados simultáneamente.

Cada uno de los Sistemas NAC debe ir conectados a cada uno de los Switches de Núcleo de forma balanceada como se indica en las Figuras 5.6 y 5.7.

El resumen de requerimientos de los Servidores de Control de Acceso a la Red de Datos NAC y de los Sistemas de Administración de los Servidores NAC, se describe en las Tablas 5.29 y 5.30, respectivamente.

<b>SERVIDORES DE CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS</b>		
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>SERVIDOR NAC PRIMARIO</b>	<b>SERVIDOR NAC SECUNDARIO</b>
Cantidad de usuarios conectados y controlados simultáneamente.	2.500	2.500
Modo de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En línea</li> <li>• Fuera de línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En línea</li> <li>• Fuera de línea</li> </ul>
Topología de conexión	Redundante activo-activo	Redundante activo-activo
Administración de alta disponibilidad y tolerancia a fallas	Administración de Fail-over	Administración de Fail-over
Balaceo de carga	Distribución de usuarios	Distribución de usuarios
Puertos de red	Mínimo 2 puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps.	Mínimo 2 puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps.
Fuentes de poder	Mínimo 2 fuentes redundantes	Mínimo 2 fuentes redundantes
Distribución y aplicación de políticas en los ambientes de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de producción</li> <li>• Ambientes de remediación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de producción</li> <li>• Ambientes de remediación</li> </ul>
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autenticación de dispositivos</li> <li>• Verificación de cumplimiento de políticas de los dispositivos.</li> <li>• Autorización de accesos a los dispositivos que cumplen las políticas.</li> <li>• Aislar los dispositivos que no cumplen las políticas, en una red de cuarentena o remediación.</li> <li>• Remediación de los dispositivos ubicados en la red de cuarentena</li> <li>• Bloqueo de usuarios que no cumplen políticas</li> <li>• Monitoreo continuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autenticación de dispositivos</li> <li>• Verificación de cumplimiento de políticas de los dispositivos.</li> <li>• Autorización de accesos a los dispositivos que cumplen las políticas.</li> <li>• Aislar los dispositivos que no cumplen las políticas, en una red de cuarentena o remediación.</li> <li>• Remediación de los dispositivos ubicados en la red de cuarentena</li> <li>• Bloqueo de usuarios que no cumplen políticas</li> <li>• Monitoreo continuo.</li> </ul>

Tabla 5.29 *Requerimientos de los Servidores NAC*

<b>SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVIDORES DE CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS</b>		
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>ADMINISTRADOR DE NAC PRIMARIO</b>	<b>ADMINISTRADOR DE NAC SECUNDARIO</b>
Cantidad de servidores NAC administrables	Mínimo 2	Mínimo 2
Administración de alta disponibilidad y tolerancia a fallas	Administración de Fail-over	Administración de Fail-over
Puertos de red	Mínimo 1 puerto Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps.	Mínimo 1 puerto Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps.
Fuentes de poder	Mínimo 2 fuentes redundantes	Mínimo 2 fuentes redundantes
Generación de políticas y de ambientes de operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de producción</li> <li>• Ambientes de remediación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de producción</li> <li>• Ambientes de remediación</li> </ul>

Tabla 5.30 *Requerimientos de los Sistemas de Administración de los Servidores NAC*

---

### **5.2.5 Determinación de la Necesidad de Instalación de Un Nuevo Cableado Estructurado Vertical de Fibra Óptica**

En los dimensionamientos de los Switches de Acceso y de los Switches de Núcleo, realizados en los numerales 5.2.1 y 5.2.2, se determinó que los puertos de enlaces requeridos para la conexión al backbone debían ser de 10 Gbps tanto para los Switches de Núcleo como para los Switches de Acceso.

El cableado estructurado vertical de fibra óptica actual de 62.5/125  $\mu\text{m}$ , alcanza una distancia máxima de 32 metros para transmisión a velocidades de 10 Gbps, como se indicó en el numeral 2.2.1 del capítulo 2 correspondiente al análisis teórico.

Por lo tanto se requiere realizar la instalación de un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica para soportar enlaces superiores a 10 Gbps, cuyo diseño se indica en el numeral 5.2.6.

### **5.2.6 Diseño del Cableado Estructurado Vertical de Fibra Óptica de 10 Gbps, para la Red Segura Convergente, Auto-Defendible, de Alto Rendimiento para la Oficina Matriz de Quito**

Para la instalación de un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica que soporte enlaces superiores a 10 Gbps, se realizaron:

- El dimensionamiento del ducto horizontal y vertical para el tendido de la fibra óptica
- El dimensionamiento del cableado estructurado de fibra óptica
- El dimensionamiento de los racks de comunicaciones
- El dimensionamiento de la readecuación del cableado estructurado UTP horizontal, en los racks de comunicaciones nuevos

Estos ítems son calculados y valorados, utilizando herramientas desarrolladas dentro del proyecto, en Microsoft Excel 2007.

---

### 5.2.6.1 Dimensionamiento del Ducto para el Tendido de las Fibras Ópticas

Se debe construir un nuevo ducto para la guía de las fibras ópticas, el cual está formando por un tramo horizontal y un tramo vertical.

#### 5.2.6.1.1 Tramo horizontal del ducto de fibra.

El tramo horizontal, está formado por bandejas metálicas prefabricadas de 20 cm de ancho x 10 cm de espesor, empotradas sobre el techo, que van desde el rack principal de comunicaciones ubicado en el centro de cómputo hasta el ducto vertical ubicado en el cuarto de comunicaciones del Piso 3 de la torre 1 del edificio, como se indica en la Figura 5.10.

La longitud total para el tendido de bandejas, se calcula en función de la Tabla 5.31.

LONGITUD PARA EL TENDIDO DE BANDEJAS HORIZONTALES DEL DUCTO DE FIBRA ÓPTICA	
SEGMENTO DE DUCTO DE FIBRA ÓPTICA	LONGITUD (metros)
Segmento horizontal desde los racks del centro de cómputo del piso 3 de la torre 2, hasta el ducto vertical del Piso 3 en la torre 1.	40
<b>LONGITUD TOTAL PARA TENDIDO DE BANDEJAS HORIZONTALES</b>	<b>40</b>

Tabla 5.31 Longitud de las bandejas horizontales para guía de las fibras ópticas

#### 5.2.6.1.2 Tramo vertical del ducto de fibra.

El tramo vertical del ducto tiene las siguientes características:

- El ducto debe estar ubicado en los cuartos de comunicaciones de la torre 1, desde el Subsuelo 1 hasta el Piso 16, como indica la Figura 5.11.
- Se debe abrir un ducto de 25x15 cm a través de las losas de cada uno de los pisos.
- Se debe instalar escalerillas metálicas prefabricadas, de 20 cm de ancho x 10 cm de espesor, empotradas en la pared, a través de los ductos abiertos desde el Subsuelo 1 hasta el piso 16. Las escalerillas debe ir cubiertas con tapas metálicas panorámicas desmontables, para tareas de mantenimiento.

- En cada piso, las fibras se distribuyen desde el ducto vertical hacia los racks de pared de los pisos, a través de tuberías metálicas EMT, como se indica en la Figura 5.9.
- Las fibras ópticas deben ser sujetadas en la escalerilla metálica y en las bandejas.

La longitud total de escalerillas metálicas requeridas para el tramo vertical del ducto de fibra óptica, se calcula en función de la Tabla 5.32, considerando que la altura entre losas de los pisos es de 3 metros.

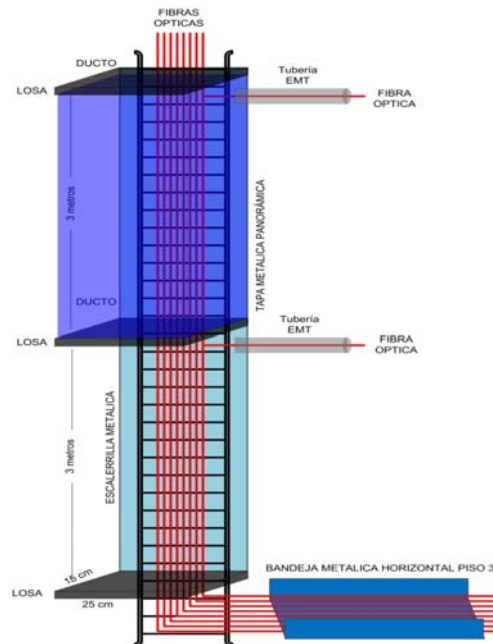
<b>LONGITUD DE LAS ESCALERRILLAS VERTICALES DEL DUCTO DE FIBRA ÓPTICA</b>			
<b>SEGMENTO DE DUCTO DE FIBRA ÓPTICA</b>	<b>PISO</b>	<b>ALTURA DEL PISO (metros)</b>	<b>LONGITUD DE ESCALERILLA (metros)</b>
Segmento Vertical desde el Piso 4 al Piso 16	Piso 16	3	39
	Piso 15	3	
	Piso 14	3	
	Piso 13	3	
	Piso 12	3	
	Piso 11	3	
	Piso 10	3	
	Piso 09	3	
	Piso 08	3	
	Piso 07	3	
	Piso 06	3	
Segmento Vertical desde el Piso 3 al Subsuelo 1	Piso 05	3	15
	Piso 04	3	
	Piso 03	3	
	Piso 02	3	
	Piso 01	3	
	Planta Baja	3	
	Subsuelo 1	3	
<b>LONGITUD TOTAL DE ESCALERRILLAS METÁLICAS VERTICALES</b>			<b>54</b>

Tabla 5.32 *Longitud de las escalerrilas metálicas para guía vertical de las fibras ópticas*

La longitud total de la tubería metálica EMT, para distribuir la fibra óptica hacia cada uno de los racks de comunicaciones, se determina mediante la Tabla 5.33.

<b>LONGITUD DE TUBERÍA EMT PARA DISTRIBUCIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA HACIA LOS RACKS</b>			
<b>RACKS DE PISO</b>	<b>CANTIDAD DE RACKS</b>	<b>TENDIDO HORIZONTAL HASTA EL RACK (metros)</b>	<b>LONGITUD (metros)</b>
Racks de pared de los cuartos de comunicaciones	17	2	34
Racks de piso del centro de cómputo	2	2	4
<b>LONGITUD TOTAL DE LA TUBERÍA EMT</b>			<b>38</b>

Tabla 5.33 *Longitud de tubería metálica EMT de distribución horizontal hacia los racks*



*Figura 5.9* Ducto de cableado estructurado de fibra con escalerilla vertical y bandeja horizontal

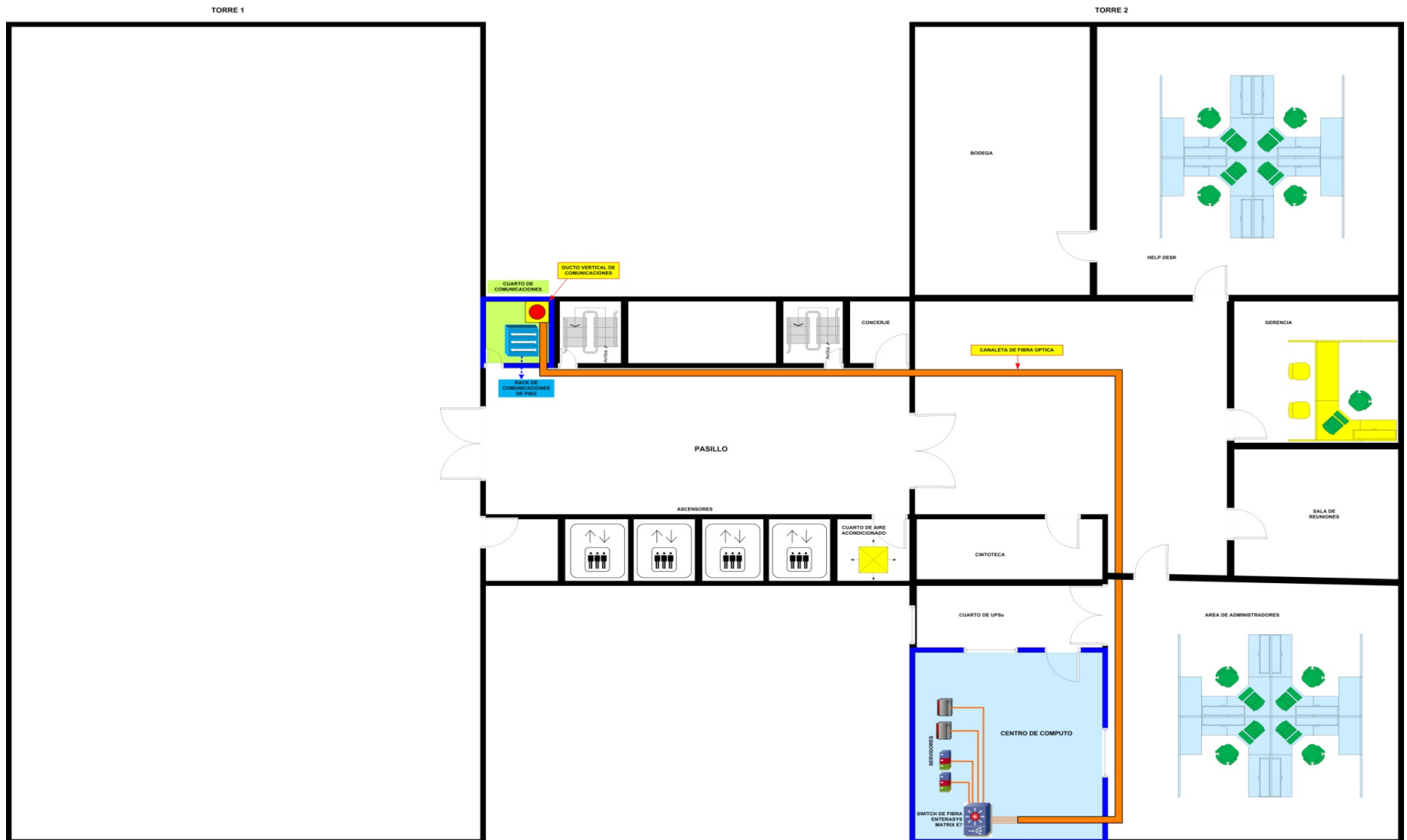


Figura 5.10 Tendido de la bandeja horizontal empotrada en el techo, para el ducto de fibra óptica



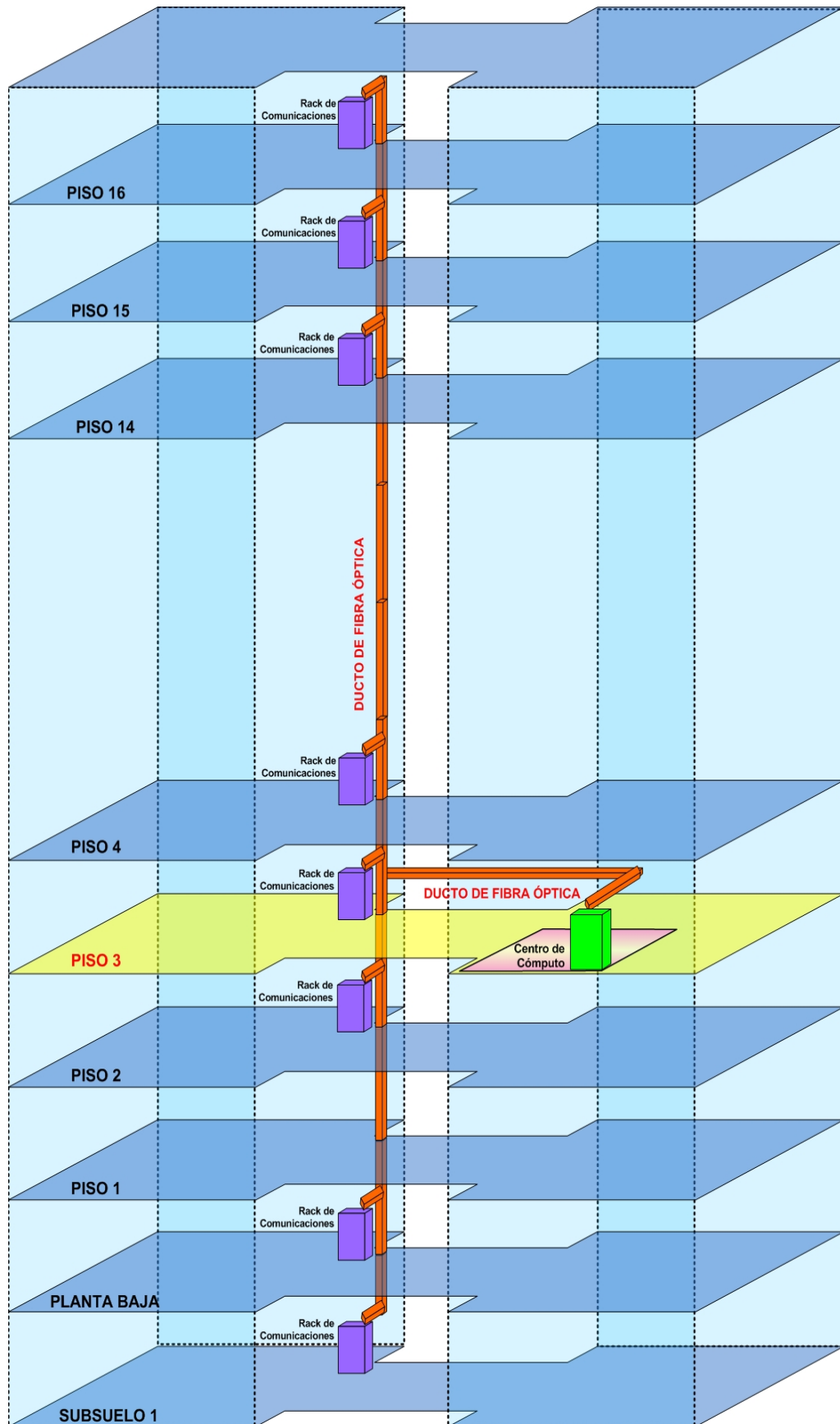


Figura 5.11 Ducto vertical para el cableado estructurado de fibra óptica

### 5.2.6.2 Dimensionamiento del Cableado Estructurado de Fibra Óptica

#### 5.2.6.2.1 Características de las fibras ópticas y accesorios.

Para el diseño del cableado estructurado vertical, se debe seleccionar fibras multi-modo optimizadas para laser, OM3 u OM4, tipo RISER, que soporten enlaces superiores a 10 Gbps a distancias entre 300 y 550 metros, con las siguientes características adicionales:<sup>37</sup>

- Cable enchaquetado.
- Mínimo 6 hilos de fibra por cable (3 pares)
- Fibras multi-modo de 50 / 125 micras (OM4)
- Ancho de banda mínimo de láser: 4700 / 500 MHz-km a 850 / 1300 nano metros.
- Máxima pérdida en el cable: 3.0 / 1.0 dB/KM a 850 / 1300 nano metros.
- Máxima distancia de transmisión: 550 / 1100 metros a 10 Gbps / 1 Gbps.
- Deben cumplir o superar las normas TIA-492AAAC-A / IEC-60793-2-10ed2

Se deben utilizar los siguientes elementos de conexión y soporte:

- Conectores y terminaciones SC, ST o LC con atenuación máxima de 0.1 dB.
- Se debe realizar la fusión termoeléctrica de los conectores y terminales.
- Patch Cords de fábrica.
- Módulos de empalmes y conectores prefabricados, para evitar pérdidas por alineamientos y separación de fibras.
- Bandejas modulares de fibra óptica, de alta densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de distribución del centro de cómputo.
- Bandejas modulares de fibra óptica, de baja densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de pared de cada uno de los pisos.
- Los empalmes se los debe realizar con elementos instalados y probados en fábrica.
- Deben cumplir o superar las normas TIA-492AAAC-A / IEC-60793-2-10ed2

<sup>37</sup> Systimax Solutions. (2010). Enterprise design guide. Recuperado en mayo, 2010 disponible en [http://docs.commscope.com/Public/Enterprise\\_Design\\_Guide.pdf](http://docs.commscope.com/Public/Enterprise_Design_Guide.pdf)

La medición y certificación de cada uno de los hilos de fibra óptica, se lo debe realizar con:

- OTDR, para medir las atenuaciones en los hilos de fibra en forma bidireccional, pérdidas por inserción, atenuaciones en los conectores, las longitudes de las fibras.
- POWER METER, para comprobar el rendimiento de la fuente y el enlace, midiendo la potencia óptica en las diferentes longitudes de onda de operación.
- FIBER INSPECTOR, para medir y visualizar en forma microscópica el estado de los extremos de los hilos de fibra.

#### ***5.2.6.2.2 Distribución del cableado de fibra óptica.***

El tendido de las fibras ópticas, se lo debe realizar desde el rack de comunicaciones principal ubicado en el centro de cómputo del piso 3 de la torre 2, hacia cada uno de los racks de comunicaciones de pared ubicados en cada uno de los pisos, a través del ducto de comunicaciones y sujetos en las bandejas horizontales y en las escalerillas verticales descritas en el numeral 5.2.6.1, como se indica en las Figuras 5.9 y 5.12.

Hasta cada uno de los pisos se deben guiar cables enchaquetados con 3 pares de hilos de fibra cada uno, para ser utilizados del siguiente modo:

- El primer par de hilos, se utilizará para el enlace a 10 Gbps, entre el Switch de Núcleo Primario y el Switch de Acceso Principal del respectivo piso.
- El segundo par de hilos, se utilizará para el enlace a 10 Gbps, entre el Switch de Núcleo Secundario y el Switch de Acceso Secundario del respectivo piso.
- El tercer par de hilos, se utilizará como respaldo de los dos pares de hilos anteriores.

La interconexión de los switches a través del cableado de fibra óptica se muestra en la Figura 5.13.

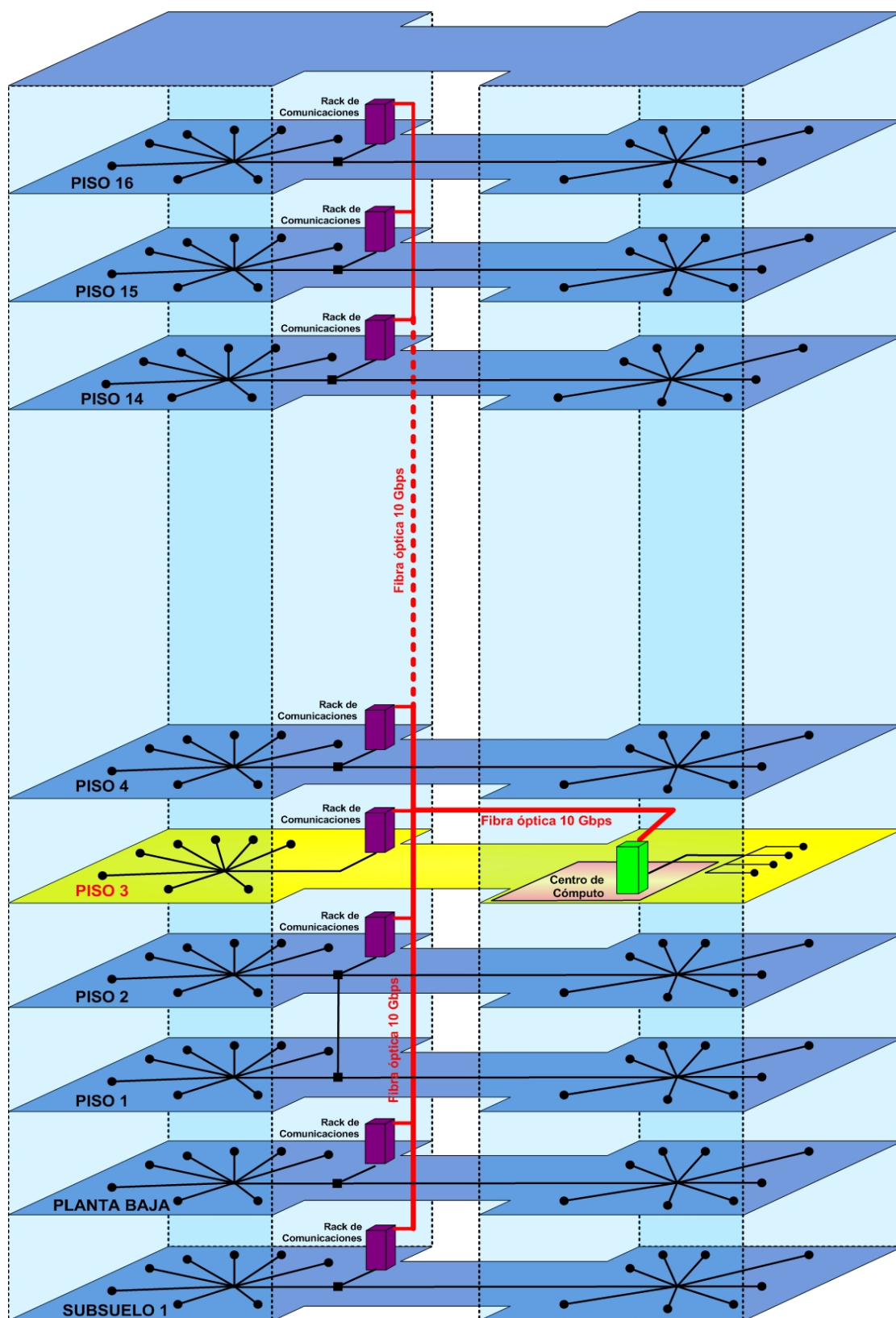


Figura 5.12 Distribución de cableado estructurado vertical

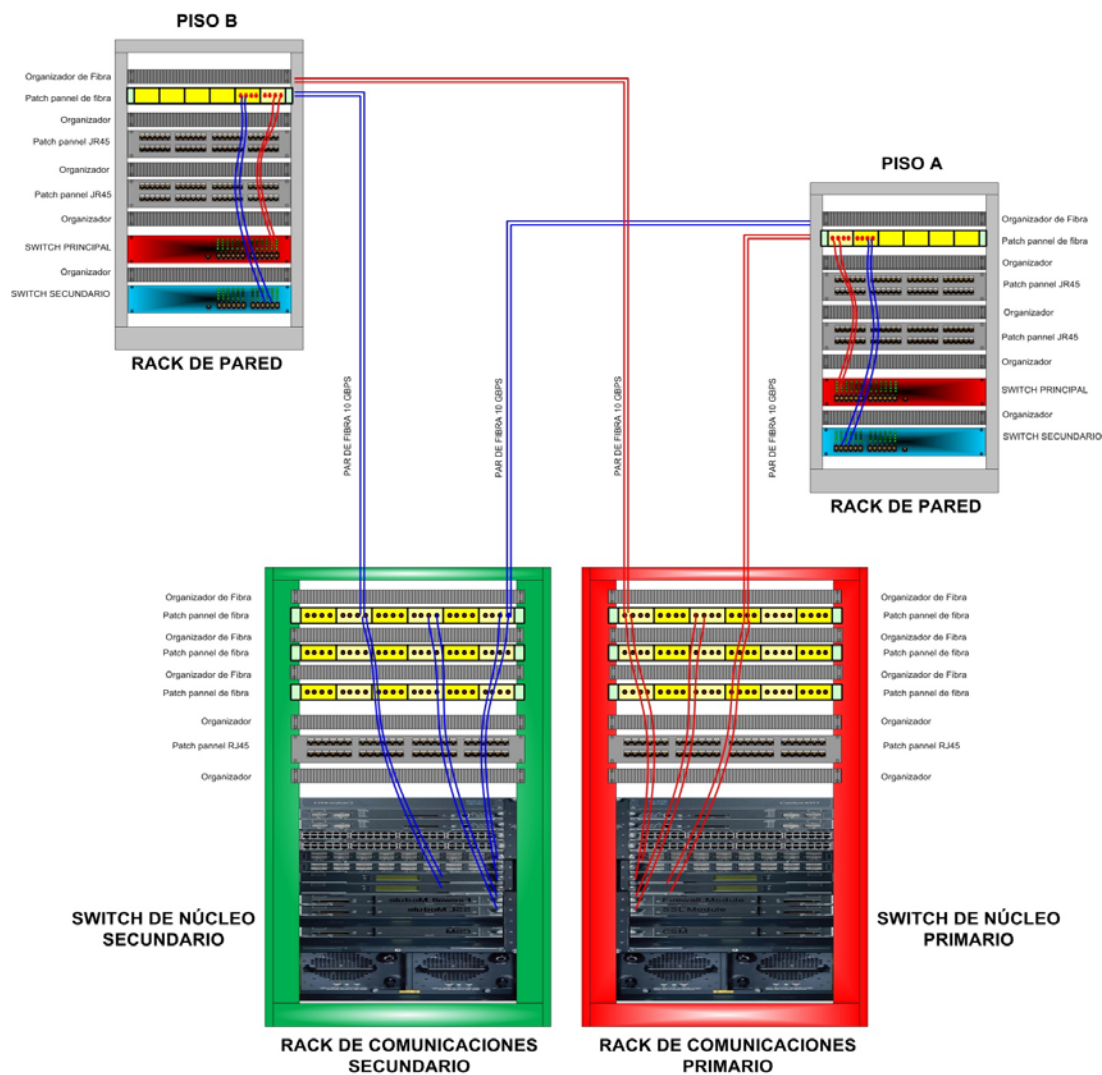


Figura 5.13 Interconexión de equipos a través del cableado vertical de fibra óptica

### 5.2.6.2.3 Cálculo del cableado estructurado de fibra óptica.

La longitud de los cables de fibra óptica requeridos para cada uno de los pisos, se indica en la Tabla 5.34 y se calcula sumando las siguientes distancias:

- El tramo horizontal desde el rack de comunicaciones primario y secundario del centro de cómputo hasta el ducto vertical del cuarto de comunicaciones del Piso 3, obtenido en la Tabla 5.31 de la longitud de las bandejas horizontales para guía de la fibras ópticas.
- El tramo vertical desde el Piso 3 hasta cada uno de los pisos, considerando que cada piso tiene 3 metros altura entre loza y loza.
- El tramo de distribución horizontal desde el ducto vertical hasta el respectivo rack de comunicaciones.

LONGITUDES DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA CADA PISO.				
UBICACIÓN DEL RACK DE PISO	TENDIDO HORIZONTAL EN EL PISO 3 (metros)	TENDIDO VERTICAL A CADA PISO DESDE EL PISO 3 (metros)	TENDIDO HORIZONTAL AL RACK DE CADA PISO (metros)	LONGITUD TOTAL HASTA CADA PISO (metros)
SUBSUELO 1	40	12	6	58
PLANTA BAJA	40	9	6	55
PISO 01	No	6	No	No
PISO 02	40	3	6	49
PISO 03	40	0	6	46
PISO 04	40	3	6	49
PISO 05	40	6	6	52
PISO 06	40	9	6	55
PISO 07	40	12	6	58
PISO 08	40	15	6	61
PISO 09	40	18	6	64
PISO 10	40	21	6	67
PISO 11	40	24	6	70
PISO 12	40	27	6	73
PISO 13	40	30	6	76
PISO 14	40	33	6	79
PISO 15	40	36	6	82
PISO 16	40	39	6	85
LONGITUD TOTAL DE LA FIBRA ÓPTICA				1079

Tabla 5.34 Longitudes de los cables de fibra óptica para cada piso

La cantidad de racks de piso, patch pannels de fibra óptica, módulos de puertos de fibra, terminales de fibra óptica y bandejas de distribución de fibras se indican en la Tabla 5.35.

CÁLCULO DE ACCESORIOS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA								
UBICACIÓN DE RACKS	RACKS		PATCH PANNELS DE FIBRA ÓPTICA		MÓDULOS DE 4 PUERTOS DE FIBRA ÓPTICA	TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	BANDEJAS DE DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICA	
	RACKS DE PISO	RACKS DE PARED	DE 12 PUERTOS	DE 24 PUERTOS			DE 12 HILOS	DE 24 HILOS
SUBSUELO 1		1	1		2	6	1	
PLANTA BAJA		1	1		2	6	1	
PISO 02		1	1		2	6	1	
PISO 03		1	1		2	6	1	
PISO 03-CENTRO DE CÓMPUTO	1			3	16	48		3
PISO 03-CENTRO DE CÓMPUTO	1			3	16	48		3
PISO 04		1	1		2	6	1	
PISO 05		1	1		2	6	1	
PISO 06		1	1		2	6	1	
PISO 07		1	1		2	6	1	
PISO 08		1	1		2	6	1	
PISO 09		1	1		2	6	1	
PISO 10		1	1		2	6	1	
PISO 11		1	1		2	6	1	
PISO 12		1	1		2	6	1	
PISO 13		1	1		2	6	1	
PISO 14		1	1		2	6	1	
PISO 15		1	1		2	6	1	
PISO 16		1	1		2	6	1	
TOTAL	2	17	17	6	66	198	17	6

Tabla 5.35 Dimensionamiento de accesorios para cableado de fibra óptica

La cantidad de cables de patch de fibra óptica requeridos para la conexión de los switches de núcleo y los switches de acceso al cableado estructurado de fibra óptica se indica en la Tabla 5.36.

CANTIDAD DE PATCH CORDS DE FIBRA ÓPTICA			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD DE CONEXIONES	CABLES DE RESPALDO	TOTAL
Patch cords de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	35	9	44
Patch cords de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	35	9	44
Patch cords de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	10	5	15
Patch cords de fibra óptica de 15 metros, SL-SC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	9	9	18

Tabla 5.36 Cantidad de Patch cords de fibra óptica.

### 5.2.6.3 Dimensionamiento de la Re-adequación del Cableado Estructurado UTP Horizontal en los Racks de Comunicaciones Nuevos

Se requiere realizar la readequación de **1035** puntos de cableado estructurado como se indica en la Tabla 5.37, para lo cual se requiere realizar las siguientes tareas:

- El traslado del cableado estructurado, desde los racks de pared antiguos hacia los nuevos racks instalados sobre el piso, en cada uno de los cuartos de comunicaciones.
- Si es necesario se debe realizar el re-ponchado de los cables en los patch pannels del nuevo rack.
- Los patch pannels que se dañen en el traslado, deberán ser remplazados por nuevos.
- Todos los puntos de red deben quedar nuevamente certificados.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE RED EN LA OFICINA MATRIZ DE QUITO			
UBICACIÓN EN EL RACK	PISOS ALIMENTADOS	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED INSTALADOS	CANTIDAD DE PUNTOS DE RED ACTIVOS
Subsuelo 1	Subsuelo 2	2	2
	Subsuelo 1	15	8
	Planta Baja	30	53
Piso 2	Piso 1	15	2
	Piso 2	15	18
Piso 3	Piso 3	96	91
Piso 4	Piso 4	72	62
Piso 5	Piso 5	72	67
Piso 6	Piso 6	72	53
Piso 7	Piso 7	72	62
Piso 8	Piso 8	72	69
Piso 9	Piso 9	72	66
Piso 10	Piso 10	48	46
Piso 11	Piso 11	48	52
Piso 12	Piso 12	48	35
Piso 13	Piso 13	72	67
Piso 14	Piso 14	72	61
Piso 15	Piso 15	96	69
Piso 16	Piso 16	48	49
<b>TOTAL</b>		<b>1035</b>	<b>932</b>

Tabla 5.37 Puntos de red a ser readequados en la oficina matriz de Quito



#### 5.2.6.4 Dimensionamiento de los Racks de Comunicaciones para los Pisos

De acuerdo a la Tabla 5.38, se requieren **19 racks** de comunicaciones:

- 17 racks de comunicaciones de pared para cada uno de los pisos, con las siguientes características:
  - 30 unidades de rack
  - Puertas frontales perforadas y desmontables.
- 2 racks de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo, para instalación de los Switches de Núcleo, con las siguientes características:
  - 42 unidades de rack
  - Puertas frontales y posteriores desmontables y perforadas
  - Puertas laterales desmontables y sin perforaciones

REQUERIMIENTOS RACKS DE COMUNICACIONES	
REQUERIMIENTO	CANTIDAD
Racks cerrados de pared	17
Racks cerrados de piso	2

Tabla 5.38 Racks de comunicaciones

#### 5.2.6.5 Resumen de Requerimientos para el Cableado Estructurado de Fibra Óptica

El resumen de requerimientos para el cableado estructurado de fibra óptica se indica en la Tabla 5.39.

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS PARA EL CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA DE 10 GBPS	
REQUERIMIENTO	CANTIDAD
Racks cerrados de pared, de 30 UR, tipo armario, con puertas frontales desmontables y perforadas, para los cuartos de comunicaciones de cada uno de los pisos.	17
Racks cerrados de piso, de 42 UR, tipo armario, con puertas frontales y posteriores desmontables y perforadas, puertas laterales desmontables y sin perforaciones.	2
Patch pannels de fibra óptica de 24 puertos (incluido bandeja de fusión)	6
Patch pannels de fibra óptica de 12 puertos (incluido bandeja de fusión)	17
Módulos de 4 puertos de fibra óptica	66
Terminales de fibra óptica	198
Fusión termoeléctrica de conector más protector térmico	198
Fibra óptica optimizada para laser, OM3 u OM4, RISER, multi-modo, de 6 hilos, 50/125 um, (metros).	1079
Instalación de fibra óptica (metros)	1079
Medición y certificación de hilos de fibra óptica, con OTDR, POWER METER y FIBER INSPECTOR	102
Escalerilla metálica prefabricada, para tendido vertical de las de fibras ópticas, de 20 cm de ancho x 10 cm de alto, con tapa panorámica, pintura electrostática, ( metros)	54
Bandeja metálica prefabricada, para tendido horizontal de las de fibras ópticas bajo el techo, de 20 cm de ancho x 15 cm de alto, con tapa bisagrada, pintura electrostática. (metros).	40
Tuberías y accesorios EMT para conexión del ducto vertical, con los racks de comunicaciones. (metros)	38
Soportes de sujeción de los racks de pared y del cableado horizontal	17
Instalación de escalerillas del ducto vertical (metros)	54



RESUMEN DE REQUERIMIENTOS PARA EL CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA DE 10 GBPS	
REQUERIMIENTO	CANTIDAD
Instalación de bandejas metálicas horizontales (metros)	40
Instalación de tubería EMT y accesorios adicionales (19 racks)	19
Apertura de boquetes de 25x15 cm, en las losas de los pisos y mampostería.	16
Patch cords de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44
Patch cords de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44
Patch cords de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	18
Patch cords de fibra óptica de 15 metros, SL-SC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	18
Readeacuación del cableado estructurado horizontal (puntos de red)	1035

Tabla 5.39 *Requerimientos para el cableado estructurado de fibra óptica*

### 5.2.6.6 Costos Referenciales de la Instalación del Nuevo Cableado Estructurado de Fibra Óptica

Los montos referenciales para los items requeridos para el cableado estructurado vertical se indica en las Tablas 5.40, 5.41 y 5.42, cuyos valores son utilizados para los cálculos de los anexos B de los costos de las alternativas de implementación.

MONTO REFERENCIAL DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA DE 10 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Patch pannels de fibra óptica de 24 puertos (incluido bandeja de fusión)	6	900	5400
Patch pannels de fibra óptica de 12 puertos (incluido bandeja de fusión)	17	250	4250
Módulos de 4 puertos de fibra óptica	66	30	1980
Terminales de fibra óptica	198	10	1980
Fusión termoeléctrica de conector más protector térmico	198	10	1980
Fibra óptica optimizada para laser, OM3 u OM4, RISER, multi-modo, de 6 hilos, 50/125 um, (metros).	1079	5	5395
Instalación de fibra óptica (metros)	1079	1	1079
Medición y certificación de hilos de fibra óptica, con OTDR, POWER METER y FIBER INSPECTOR	102	15	1530
Escalerilla metálica prefabricada de 20 cm de ancho x 10 cm de alto, con tapa panorámica, pintura electrostática, para ducto vertical de comunicaciones, para tendido de las de fibras ( metros)	54	25	1350
Bandeja metálica para tendido horizontal de las de fibras, bajo el techo, de 20 cm de ancho x 15 cm de alto, pintura electrostática. (metros).	40	25	1000
Tuberías y accesorios EMT para conexión del ducto vertical, con los racks de comunicaciones. (19 racks)	19	30	570
Soportes de sujeción de los racks y de cableado horizontal	19	50	950
Instalación de escalerillas del ducto vertical (metros)	54	6	324
Instalación de bandejas metálicas horizontal (metros)	40	7	280
Apertura de boquetes de 25x 15 cm, en las losas de los pisos y mampostería.	16	50	800
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>28.868</b>

Tabla 5.40 *Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps*

MONTO REFERENCIAL DE LOS RACKS DE COMUNICACIONES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Racks cerrados de piso, 42 UR	2	1250	2.500
Racks cerrados de pared, 30 UR	17	1250	21.250
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>23.750</b>

Tabla 5.41 *Costo de los racks de comunicaciones*

MONTO REFERENCIAL DE LA READECUACIÓN DEL CABLEADO HORIZONTAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD PUNTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Traslado, reponchado y re-certificado de puntos de red, dentro del rack de comunicaciones	1035	5	5175
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.175</b>

Tabla 5.42 *Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal*

### 5.3 ELABORACIÓN DE LAS POSIBLES ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SOLUCIÓN

Las posibles especificaciones técnicas de la red la red local segura convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito, se detallan en las Tablas 5.43 a la 5.52.

ÍTEM 1	GENERALIDADES
1.1	<p>La red de datos de la oficina matriz de Quito debe estar constituida por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>2 (Dos)</b> Switches de Núcleo, en topología redundante, en modo de operación activo-activo.</li> <li>• <b>37 (Treinta y siete)</b> Switches de Acceso</li> <li>• <b>1 (Uno)</b> Sistema de Gestión de los switches de red</li> <li>• <b>2 (Dos)</b> Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos, NAC, en modo de operación distribuida y activo-activo</li> <li>• <b>1 (Un)</b> Sistema de Autenticación</li> <li>• Cableado estructurado de fibra óptica para operación a velocidades superiores a 10 GBps.</li> <li>• <b>2 (Dos)</b> Racks de Comunicaciones para instalación de los Switches de Núcleo y el nuevo cableado de fibra óptica</li> <li>• <b>17 (Diecisiete)</b> Racks de pared, para instalación en cada uno de los pisos.</li> <li>• Readecuación del cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones</li> </ul>
1.2	<p>Los switches de núcleo, switches de acceso, el sistema de gestión de los switches y los sistemas de administración y control de accesos a la red de datos, deben ser de la misma marca, para garantizar el 100 % de funcionalidades.</p>

Tabla 5.43. *Generalidades de las posibles especificaciones técnicas*

ÍTEM 2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO
2.1	Cantidad: <b>2 (dos)</b> Switches de Núcleo
2.2	Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software para el total funcionamiento de todas las características solicitadas para los dos Switches de Núcleo en topología redundante, en modo de operación activo-activo.
2.3	Deben incluir la descripción de: Marca: Modelo: Año de fabricación:
2.4	Deben tener arquitectura modular
2.5	Deben tener cada Switch, mínimo 9 slots para controladoras de entrada/salida Mínimo el 25% de slots en cada Switch deben estar vacíos para crecimiento.
2.6	Deben tener un back-plane que soporte una velocidad superior a 1.2 Terabps
2.7	Deben tener una capacidad de conmutación de mínimo <b>950 Gbps</b>
2.8	Deben incluir las siguientes opciones de memoria para cada Switch de Núcleo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 1 GB de memoria DRAM para el procesador de rutas</li> <li>• Mínimo 1 GB de memoria DRAM para el procesador de conmutación</li> <li>• Mínimo 1 GB de memoria flash para el procesador de conmutación</li> <li>• Mínimo 64 MB de boot flash para el procesador de rutas.</li> </ul>
2.9	Deben incluir mínimo, 1 GB de memoria de almacenamiento removable tipo flash compacta, en cada Switch de Núcleo.
2.10	Las controladoras y accesorios deben tener tecnología Hot-swap

ÍTEM 2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO
2.11	Cada una de las controladoras deben tener procesamiento distribuido e independiente
2.12	Deben incluir redundancia en procesamiento de rutas, en cada uno de los Switches de Núcleo
2.13	Deben tecnología Non Stop Forwarding con Stateful Switchover, en cada uno de los Switchs de Núcleo
2.14	Deben tener un MTBF ( <b>Mean time between failures</b> ) de al menos 17 años para la configuración del sistema
2.15	Deben incluir en cada Switch, las controladoras Switch Fabric suficientes para cubrir el doble de la capacidad de puertos solicitados actualmente.
2.16	Deben incluir en cada Switch, mínimo una controladora de supervisión
2.17	Deben incluir en cada Switch, el número de controladoras de puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps, suficientes para soportar el número de puertos indicados en el numeral 2.18 y en función del numeral 2.5. Se debe especificar el número de controladoras y sus características.
2.18	Deben incluir en cada Switch, mínimo <b>24 (veinticuatro)</b> puertos Ethernet de fibra óptica, de 10 Gbps, multi-modo, full dúplex. <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo de puertos incluidos, deben soportar mínimo 500 metros de transmisión, y debe funcionar sobre el cableado estructurado de fibra óptica descrito en el ítem 7, para enlazarse con los Switches de Acceso descritos en el ítem 3.</li> <li>• El tipo de puertos incluidos, debe permitir conectarse directamente con las interfaces de red de 10 Gbps de los Servidores del centro cómputo, sin añadir interfaces adicionales intermedias, para lo cual se debe realizar una verificación previa de los requerimientos en sitio.</li> </ul>
2.19	Deben incluir en cada Switch, el número de controladoras de puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps, suficientes para soportar el número de puertos indicados en el numeral 2.20. Se debe especificar el número de controladoras y sus características.
2.20	Deben incluir en cada Switch, mínimo <b>8 (ocho)</b> puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps, multi-modo, full dúplex. <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo de puerto incluido, debe permitir conectarse directamente con las interfaces de red de 1 Gbps de los Servidores del centro cómputo, sin añadir interfaces adicionales intermedias, para lo cual se debe realizar una verificación previa de los requerimientos en sitio</li> </ul>
2.21	Deben incluir en cada Switch, el número de controladoras de puertos Ethernet RJ45 de 100/1000 Mbps, suficientes para soportar el número de puertos indicados en el numeral 2.22. Se debe especificar el número de controladoras y sus características.
2.22	Deben incluir en cada Switch, mínimo <b>24 (veinte y cuatro)</b> puertos Ethernet RJ45 100/1000 Mbps auto-detectables
2.23	Cada Switch, debe manejar mínimo 96.000 direcciones MAC
2.24	Cada Switch debe manejar tramas jumbo de mínimo 9216 bytes por trama.
2.25	Cada Switch debe tener funciones de conmutación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Troncalización</li> <li>• Agregación de enlaces</li> <li>• VLANs estáticas y dinámicas</li> <li>• Spanning Tree.</li> <li>• Mirroring</li> <li>• Bridging</li> </ul>
2.26	Deben incluir en cada Switch alto nivel de enrutamiento IPv4, IPv6 en hardware:
2.27	Deben incluir en cada Switch, funciones de Multicast:
2.28	Deben incluir en cada Switch el manejo de listas de acceso ACLs en capa 2, 3, 4 y 7.
2.29	Deben incluir en cada Switch, seguridades embebidas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de acceso en las capas 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Autenticación 802.1x</li> <li>• Filtrado de direcciones MAC</li> <li>• Soporte para IPSec y L2TP</li> <li>• Traslación de direcciones NAT</li> <li>• Las políticas de seguridad deben ser aplicadas directamente en los puertos de red</li> </ul>
2.30	Deben incluir en cada Switch, la administración de la calidad de servicio QoS mínimo a través de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y clasificación de tráfico</li> <li>• Prioridad de tráfico</li> <li>• Administración de encolamiento</li> <li>• Generación y asignación de políticas de QoS en capa 2, 3 y 4</li> <li>• Asignación de QoS automático a estaciones de telefonía y video IP.</li> </ul>
2.31	Deben incluir en cada Switch, la administración y control del tráfico, sobre cada una de las interfaces de red, a través del reconocimiento en cada una de las interfaces de red, de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos de red.</li> <li>• Direcciones IP y MAC.</li> <li>• Puertos TCP/UDP.</li> </ul>

ÍTEM 2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones y servicios.</li> </ul>
2.32	<p>Deben incluir en cada Switch, las funciones de balanceo de carga para mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanceo de carga hacia servidores físicos y virtuales.</li> <li>• Balanceo de carga hacia los enlaces de red WAN y de Internet.</li> </ul>
2.33	Deben incluir en cada Switch las funciones de virtualización para la interconexión y funcionamiento de los dos equipos en modo de operación activo-activo y actúen como un solo Switch de Núcleo.
2.34	Deben incluir en cada Switch, un servidor DHCP.
2.35	<p>Cada Switch, debe soportar la adición de funciones de seguridad a través de la instalación de mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un módulo de Firewall</li> <li>• Un módulo de IPS</li> <li>• Un módulo de control de redes inalámbricas</li> </ul>
2.36	<p>La administración de cada Switch debe ser a través de mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Browser</li> <li>• Sistema de Gestión de los Switches, descrito en el ítem 4</li> <li>• CLI, SNMP, MIB</li> </ul>
2.37	Deben integrarse con los dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de Datos NAC, para la aplicación de las políticas de seguridad establecidas para cada uno de los dispositivos de la red de datos.
2.38	Cada Switch debe incluir redundancia en fuentes de alimentación, con mínimo <b>2 (dos)</b> fuentes de poder. Una sola fuente debe soportar el equipo a full carga considerando también los slots que están libres.
2.39	Cada Switch debe incluir redundancia en ventiladores, con mínimo <b>2 (dos)</b> ventiladores.
2.40	<p>Cada Switch debe incluir todos los accesorios de conexión entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps de los Switch del Núcleo con los terminales de fibra óptica del nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica instalados en los racks de comunicaciones del centro de cómputo.</li> <li>• Los puertos de fibra óptica de las controladora de supervisión de los dos Switches de Núcleo</li> <li>• Los puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps de los Switches de Núcleo, con los servidores del centro de cómputo, a una distancia mínima de 15 metros.</li> <li>• Los puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps de los Switches del Núcleo, con los servidores del centro de cómputo, a una distancia mínima de 15 metros.</li> </ul>

Tabla 5.44. Posibles especificaciones de los Switches de Núcleo

ÍTEM 3	ESPECIFICACIONES DE LOS SWITCHES DE ACCESO
3.1	Cantidad: <b>35 (treinta y cinco)</b> Switches de Acceso
3.2	Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software para el total funcionamiento de todas las características solicitadas para todos los 35 (treinta y cinco) Switches de Acceso.
3.3	<p>Debe incluir la descripción de:</p> <p>Marca:</p> <p>Modelo:</p> <p>Año de fabricación:</p>
3.4	Deben tener un MTBF ( <b>Mean time between failures</b> ) de al menos 17 años.
3.5	<p>Cada Switch debe tener mínimo 2 puertos Ethernet, de fibra óptica, de 10 Gbps wire speed, multi-modo, full dúplex, para enlace con los Switches de Núcleo y para enlaces entre switches de acceso en un mismo piso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tipo de puertos incluidos, deben soportar mínimo 500 metros de transmisión, y debe funcionar sobre el cableado estructurado de fibra óptica descrito en el ítem 7, para enlazarse con los Switches de Núcleo descritos en el ítem 2.</li> </ul>
3.6	Cada Switch debe incluir mínimo 48 puertos Ethernet, RJ45, de 1 Gbps, autosensing, con Power over Ethernet, 802.3af clase 3.
3.7	En cada Switc, cada puerto RJ45, debe detectar y ajustar la transmisión sobre cables planos o cruzados.
3.8	Deben ser de tecnología switching fabric no bloqueante
3.9	Cada Switch debe tener una capacidad de conmutación mínima de <b>150 Gbps</b>
3.10	Debe incluir todos los requerimientos en hardware y software para formar pilas de switches como unidades lógicas desde mínimo 2 equipos hasta 9 equipos, con un total de mínimo de 432 puertos de 1 Gbps activos en la pila formada.

ÍTEM 3	ESPECIFICACIONES DE LOS SWITCHES DE ACCESO
	<p>El bus de la pila debe tener mínimo 64 Gbps de throughput.</p> <p>La pila formada por los Switches de Acceso, debe ser vista como un solo Switch a través de una sola dirección IP.</p> <p>El control de la pila, debe ser administrada por cualquiera de los switches integrantes de la pila. Si el Switch Administrador de la pila falla, el control es asumido por cualquiera de los Switches de Acceso de la pila.</p> <p>Si cualquiera de los switches de la pila fallan, el resto de equipos miembros de la pila deben seguir operando con normalidad.</p> <p>Si se reemplaza un switch de acceso en la pila, por otro de las mismas características, el Switch Administrador debe reconocer al nuevo switch y descargar automáticamente en él, las configuraciones que estaban en el equipo retirado, sin intervención del usuario.</p> <p>Cuando el Switch de Acceso Administrador de la pila recibe una nueva versión de software, se debe ejecutar en forma automática el proceso de actualización en todos los demás switches miembros de la pila.</p>
3.11	Deben operar en mínimo en las capas 2, 3 y 4
3.12	Deben manejar tramas jumbo de mínimo 9216 bytes por trama.
3.13	Administración y control del tráfico, con reconocimiento y filtrado de protocolos, direcciones IP, direcciones MAC y aplicaciones sobre cada una de las interfaces de red del equipo.
3.14	Administración y control de los accesos, mediante esquemas de autenticación 802.1x.
3.15	<p>Cada Switch debe tener funciones de conmutación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Troncalización</li> <li>• Agregación de enlaces</li> <li>• VLANs estáticas y dinámicas</li> <li>• Spanning Tree.</li> <li>• Mirroring</li> <li>• Bridging</li> </ul>
3.16	En cada Switch se debe incluir en cada Switch alto nivel de enrutamiento IPv4, IPv6 en hardware:
3.17	En cada Switch se deben incluir funciones de Multicast:
3.18	<p>En cada Switch se deben incluir la administración de la calidad de servicio QoS mínimo a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento y clasificación de tráfico en las capas 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Prioridad de tráfico en las capas 2, 3, 4, 7</li> <li>• Administración de encolamiento</li> <li>• Generación y asignación de políticas de QoS en capa 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Asignación de QoS automático a estaciones de telefonía y video IP.</li> </ul>
3.19	En cada Switch se debe incluir la configuración de listas de acceso ACLs, en capa 2, 3, 4 y 7, para ser aplicada por puerto individual.
3.20	<p>En cada Switch se deben incluir mínimo las siguientes seguridades embebidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de acceso en las capas 2, 3, 4 y 7</li> <li>• Autenticación 802.1x</li> <li>• Asignado dinámico de VLAN a los usuarios y dispositivos autorizados o no autorizados que se conectan a los puertos.</li> <li>• Incluir la función de permitir a los teléfonos IP acceder a una VLAN de voz, independientemente del estado de autorización configurado en el puerto.</li> <li>• Identificar a los usuarios y dispositivos, y la aplicar las respectivas políticas de acceso configuradas para estos, en cualquier puerto donde se conecte el usuario.</li> <li>• Incluir la función de permitir el ingreso a una VLAN de invitados a los usuarios y dispositivos que no tienen 802.1x.</li> <li>• Autenticación Web</li> <li>• Autenticación MAC</li> <li>• De incluir la función de bypass de autenticación MAC, para los usuarios y dispositivos que no tienen 802.1x.</li> <li>• Autenticación multidominio, para que varios usuarios y dispositivos se puedan autenticar en el mismo puerto del switch.</li> <li>• Autenticación Radius y Tacacs.</li> <li>• Autenticación multicast</li> <li>• Filtrado de direcciones MAC</li> <li>• DHCP Snooping</li> </ul>

ÍTEM 3	ESPECIFICACIONES DE LOS SWITCHES DE ACCESO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IP source guard</li> <li>• Inspección dinámica ARP</li> <li>• IGMP snooping</li> <li>• Notificación sobre los usuarios que son removidos y añadidos a la red.</li> <li>• Debe incluir la configuración de listas de control de acceso ACLs, para ser aplicadas por puerto individual, basados en ALCs definidos en:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capa 2 (direcciones MAC y VLANs)</li> <li>○ Capa3 (ipv4 e ipv6)</li> <li>○ Capa 4 (puertos TCP/UDP)</li> <li>○ Capa 7 (aplicaciones).</li> </ul> </li> <li>• Debe soportar varias VPNs con direcciones IP superpuestas</li> <li>• Control de tráfico broadcast, multicast y unicast por puerto.</li> </ul>
3.21	<p>En cada Switch se debe realizar la administración y control del tráfico, sobre cada una de las interfaces de red, a través del reconocimiento en cada una de las interfaces de red, de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos de red.</li> <li>• Direcciones IP y MAC.</li> <li>• Puertos TCP/UDP.</li> <li>• Aplicaciones y servicios.</li> </ul>
3.22	En cada Switch se debe incluir DHCP relay.
3.23	<p>La administración de cada Switch debe ser a través de mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Browser</li> <li>• Sistema de Gestión de los Switches, descrito en el ítem 4</li> <li>• CLI, SNMP versión 1, SNMP versión 2, SNMP versión 3, MIB</li> <li>• RMON para históricos, estadísticas, alarmas y eventos.</li> </ul>
3.24	Cada Switch debe integrarse con los dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de Datos NAC, para la aplicación de las políticas de seguridad establecidas para cada uno de los dispositivos de la red de datos.
3.25	En cada Switch, las políticas de seguridad deben ser aplicadas directamente en los puertos de red.
3.26	<p>Cada Switch de Acceso debe incluir la fuente o las fuentes de alimentación suficiente para alimentar al Switch y para entregar mínimo la energía requerida en forma simultánea a todos los 48 puertos de red PoE, de acuerdo a lo especificado en el numeral 3.13.</p> <p>La fuente o las fuentes de poder, deben ajustarse de forma automática entre un voltaje de entrada de 100 a 130 voltios.</p> <p>La fuente de poder deberá ser redundante y deben estar incluidas dentro del mismo chasis.</p>

Tabla 5.45 Posibles especificaciones técnicas de los Switches de Acceso

ÍTEM 4	SISTEMA DE GESTION DE LOS SWITCHES
4.1	Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software para el total funcionamiento del Sistema de Gestión de los Switches.
4.2	Debe administrar a todos los equipos de red ofertados, con un crecimiento de al menos de 50 equipos activos.
4.3	Debe mostrar en forma gráfica la conexión de dispositivos y los cambios de topología presentados.
4.4	Debe realizar en cada uno de los Switches, la configuración de cada uno de los parámetros descritos en los ítems 2 y 3.
4.5	<p>Debe realizar el monitoreo gráfico en tiempo real, el análisis y la generación de reportes para cada uno de los Switches, con la información de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de CPU</li> <li>• Utilización de memoria</li> <li>• Estado de actividad de los puertos</li> <li>• Ancho de banda de los puertos</li> <li>• Rendimiento del equipo</li> <li>• Errores de equipo</li> </ul>
4.6	Debe tener la visualización gráfica de la topología, con la distribución física de los Switches, con indicadores del estado de actividad de los mismos.

ÍTEM	SISTEMA DE GESTION DE LOS SWITCHES
4	
4.7	<p>Debe tener la visualización gráfica de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La topología, con la distribución física de los Switches, con indicadores del estado de actividad de los mismos.</li> <li>• La distribución y el estado de las VLANs generadas en la red de datos.</li> </ul>
4.8	Debe realizar la correlación y análisis de eventos en tiempo real.
4.9	Debe incluir la integración con LDAP y directorio activo
4.10	<p>Debe integrarse con sistemas de autenticación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LDAP</li> <li>• Directorio Activo</li> <li>• Radius</li> <li>• Tacacs</li> <li>• 802.1x</li> <li>• MAC</li> <li>• Autenticación de redes inalámbricas</li> </ul>
4.11	<p>Descubrimiento de la red Presentación de la topología Observación de las estaciones finales Administración de vlans Análisis de fallas en tiempo real Inventario de hardware y software de los equipos Monitoreo y reportes de la disponibilidad de la red Administración, análisis y reportes del tráfico de los dispositivos, enlaces y puertos.</p>

Tabla 5.46 Posibles especificaciones técnicas del Sistema de Gestión de los Switches

ÍTEM	SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y DE CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS
5	
5.1	Cantidad: <b>2 (dos)</b> Sistemas de de Administración y Control de Accesos a la red de datos.
5.2	Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software para el total funcionamiento de los dos Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos NAC, para realizar todas las funciones solicitadas.
5.3	Los dos Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos NAC, deben funcionar en un esquema distribuido, en configuración activo-activo.
5.4	Deben permitir el balanceo de la carga de trabajo en los dos sistemas en modo activo-activo.
5.5	Si se presenta fallas en cualquiera de los dos sistemas, toda la administración y el control de los accesos a la red de datos, se debe conmutar de manera automática hacia el otro sistema activo.
5.6	<p>Cada uno de los sistemas deben incluir las licencias requeridas para la administración y el control del tráfico de la red de datos, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo 2500 usuarios y dispositivos de red.</li> <li>• Mínimo 2500 puertos de red.</li> </ul>
5.7	<p>En cada Sistema se debe incluir la funcionalidad de operación y configuración de múltiples ambientes de trabajo en la red de datos, separándolos mediante redes VLANs, para formar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambientes de autenticación, autorización y validación de usuarios y dispositivos</li> <li>• Ambientes de cuarentena</li> <li>• Ambientes de remediación</li> <li>• Ambientes de producción</li> <li>• Ambientes de invitados</li> </ul>
5.8	<p>Cada Sistema debe funcionar mínimo en los siguientes modos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En línea</li> <li>• Fuera de línea</li> </ul>
5.9	<p>Cada Sistema debe realizar la administración y control de los accesos de los dispositivos y usuarios, sobre cada una de las interfaces de red de los Switches de Núcleo y de los Switches de Acceso, a través de la configuración de políticas que permitan::</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los equipos que se conecta a la red de datos</li> <li>• Autenticar a cada usuario y a cada dispositivo antes de permitir el ingreso a la red de datos.</li> <li>• Verificar que cada usuario y cada dispositivo cumpla con las políticas de seguridad configuradas.</li> <li>• Autorizar el acceso para cada uno de los usuarios y cada uno de los dispositivos que cumplen con las políticas de seguridad configuradas.</li> </ul>



ÍTEM 5	SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y DE CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislar o ubicar en una red de cuarentena a todos los usuarios y dispositivos que no cumplen con las políticas de seguridad.</li> <li>• Forzar la remediación de los usuarios y dispositivos que se encuentran en la red de cuarentena, a través de las siguientes tareas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificar vulnerabilidades en los equipos de usuarios, previo al acceso a la red de datos</li> <li>○ Actualización de parches de sistema operativo, seguridades, desde un servidor de actualización.</li> <li>○ Instalación/Ejecución/Actualización de anti virus y anti spyware, desde un servidor Antivirus.</li> <li>○ Búsqueda y cierre de puertos abiertos.</li> <li>○ Monitoreo de aplicaciones permitidas y no permitidas.</li> <li>○ Eliminación o Bloqueo de aplicaciones no autorizadas</li> </ul> </li> <li>• Descargar las políticas de bloqueo en los Switches para ser ejecutados directamente en los puertos de los Switches en los cuales se conectaron los usuarios y dispositivos y que no cumplieron con las políticas de seguridad establecidas.</li> <li>• Monitorear continuamente el cumplimiento de las políticas de seguridad de los usuarios y dispositivos.</li> <li>• Verificar la ejecución de las políticas directamente en los puertos de los Switches.</li> <li>• Configurar el tipo de aplicaciones y servicios que tienen permitido utilizar los equipos y los usuarios.</li> </ul>
5.10	<p>Cada Sistema debe integrarse mínimo con sistemas de autenticación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radius</li> <li>• LDAP</li> <li>• Directorio Activo</li> </ul>
5.11	<p>Cada Sistema debe incluir mínimo los siguientes métodos de autenticación de los usuarios y de los dispositivos de red:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radius</li> <li>• 802.1.x</li> <li>• Dirección MAC</li> <li>• Agente o Plug-in</li> <li>• Página Web</li> </ul>
5.12	<p>Cada Sistema debe incluir administración a través de mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Browser</li> <li>• Sistema de Gestión de Sistemas NAC, que realice la configuración y administración de cada unas de las funciones solicitadas.</li> <li>• CLI</li> </ul>
5.13	<p>Cada Sistema de Administración y Control de Accesos a la red de datos debe incluir su propio Sistema de Gestión independiente, para lo cual se debe incluir todo el hardware y el software necesario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los Sistemas de Gestión deben funcionar en esquema distribuido.</li> <li>• Cada uno de los Sistemas de Gestión deben tener la capacidad de gestionar al Sistema de Administración y Control de Accesos a la red de datos que se encuentre activo.</li> </ul>

Tabla 5.47 Posibles especificaciones técnicas de los Sistemas de Administración y de Control de Acceso a la red de datos

ÍTEM 6	SISTEMAS DE AUTENTICACIÓN, REMEDIACIÓN Y CUARENTENA
6.1	<p>Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software necesario para <b>1 (un)</b> Sistema de Autenticación, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de autenticación para mínimo 3.000 usuarios</li> <li>• Métodos de autenticación soportados               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radius y Tacacs.</li> <li>○ 802.1x</li> <li>○ EAP</li> <li>○ CHAP</li> <li>○ PAP</li> <li>○ LDAP</li> </ul> </li> <li>• Integración con:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Los Switches de Núcleo</li> <li>○ Los Switches de Acceso</li> <li>○ Los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos.</li> </ul> </li> </ul>

ÍTEM 6	SISTEMAS DE AUTENTICACIÓN, REMEDIACIÓN Y CUARENTENA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El sistema de remediación y cuarentena de sistemas operativos</li> <li>○ El Sistema de remediación y cuarentena de vulnerabilidades</li> <li>● Registro de eventos</li> <li>● Administración gráfica</li> </ul>
6.2	<p>Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software necesario para <b>1 (un)</b> Sistema de cuarentena y remediación para sistemas operativos, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Soporte de remediación para mínimo 3.000 usuarios</li> <li>● Descarga y distribución de parches de sistemas operativos, en línea</li> <li>● Integración con: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Los Switches de Núcleo</li> <li>○ Los Switches de Acceso</li> <li>○ Los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos.</li> <li>○ El sistema de autenticación</li> <li>○ El Sistema de remediación y cuarentena de vulnerabilidades</li> </ul> </li> <li>● Administración gráfica</li> </ul>
6.3	<p>Debe incluir absolutamente todo el hardware y el software necesario para <b>1 (un)</b> Sistema de cuarentena y remediación para Vulnerabilidades, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Soporte de remediación para mínimo 3.000 usuarios</li> <li>● Descarga y distribución de parches de vulnerabilidades, en línea</li> <li>● Integración con: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Los Switches de Núcleo</li> <li>○ Los Switches de Acceso</li> <li>○ Los Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos.</li> <li>○ El sistema de autenticación</li> <li>○ El sistema de remediación y cuarentena de sistemas operativos</li> </ul> </li> <li>● Administración gráfica</li> </ul>

Tabla 5.48 Posibles especificaciones técnicas de los sistemas de autenticación, remediación y cuarentena

ÍTEM 7	CABLEADO ESTRUCTURADO VERTICAL DE FIBRA ÓPTICA
7.1	<p>Se debe realizar el tendido de las fibras ópticas desde los racks de comunicaciones indicados en el numeral 8.1 instalados en el centro de cómputo, hacia cada uno de los racks de comunicaciones de pared indicados en el numeral 8.2, instalados en cada uno de los cuartos de comunicaciones de la torre 1 del edificio.</p> <p>Los racks de comunicaciones de pared están instalados en el Subsuelo 1, Planta Baja, Piso 2, Piso 3, Piso 4, Piso 5, Piso 6, Piso 7, Piso 8, Piso 9, Piso 10, Piso 11, Piso 12, Piso 13, Piso 14, Piso 15, Piso 16.</p>
7.2	<p>Las fibras deben ser guiadas a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Canaleta principal de distribución horizontal desde el centro de cómputo hasta el cuarto de comunicaciones del Piso 3.</li> <li>● Ducto vertical desde el cuarto de comunicaciones del Piso 3, hacia los racks de comunicaciones instalados en cada uno de los pisos.</li> </ul>
7.3	A cada uno de los pisos se debe guiar cables enchaquetados de 3 pares de hilos de fibra cada uno.
7.4	Debe incluir absolutamente todos los elementos necesarios para la sujeción, para evitar el deslizamiento de las fibras por el peso y la manipulación.
7.5	<p>Las fibras ópticas que se deben instalar deben tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cable enchaquetado.</li> <li>● Mínimo 6 hilos de fibra por cable (3 pares)</li> <li>● Fibras multi-modo de 50 / 125 micras, optimizada para laser, OM3 u OM4, RISER</li> <li>● Ancho de banda mínimo de láser: 4700 / 500 MHz-km a 850 / 1300 nano metros.</li> <li>● Máxima pérdida en el cable: 3.0 / 1.0 dB/KM a 850 / 1300 nano metros.</li> <li>● Máxima distancia de transmisión: 550 / 1100 metros a 10 Gbps / 1 Gbps.</li> <li>● Deben cumplir o superar las normas TIA-492AAAC-A / IEC-60793-2-10ed2</li> </ul>
7.6	<p>Debe incluir absolutamente todos los elementos necesarios para la instalación de las fibras dentro de todos los racks de comunicaciones como por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conectores y terminaciones SC, ST o LC con atenuación máxima de 0.1 dB.</li> <li>● Se debe realizar la fusión termoeléctrica de los conectores y terminales.</li> </ul>

ÍTEM	CABLEADO ESTRUCTURADO VERTICAL DE FIBRA ÓPTICA
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patch Cords de fábrica.</li> <li>• Módulos de empalmes y conectores prefabricados, para evitar pérdidas por alineamientos y separación de fibras.</li> <li>• Bandejas modulares de fibra óptica, de alta densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de distribución del centro de cómputo.</li> <li>• Bandejas modulares de fibra óptica, de baja densidad, con conectores SC, ST o LC instalados y probados en fábrica para ser instalados en los racks de pared de cada uno de los pisos.</li> <li>• Los empalmes se los debe realizar con elementos instalados y probados en fábrica.</li> <li>• Deben cumplir o superar las normas TIA-492AAAC-A / IEC-60793-2-10ed2</li> </ul>
7.7	Debe incluir la medición y certificación de todo el cableado de fibra óptica, utilizando OTDR, POWER METER y FIBER INSPECTOR
7.8	<p>Debe incluir la construcción e instalación de un nuevo ducto de fibra óptica con las siguientes características mínimas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de 16 boquetes de 25x15 cm, a través de las losas de los pisos y mampostería en los cuartos de comunicaciones de los pisos, desde el Subsuelo1 hasta el Piso16.</li> <li>• Instalación de 54 metros de escalerilla metálica prefabricada, para tendido vertical de fibras, de 20cm de ancho x 10 cm de espesor, tapa panorámica, pintura electrostática, desde el Subsuelo 1 hasta el Piso 16.</li> <li>• Instalación de 40 metros de Bandeja metálica prefabricada, para tendido horizontal de las de fibras ópticas bajo el techo, de 20 cm de ancho x 15 cm de alto, con tapa superior bisagrada, pintura electrostática, desde el centro de cómputo hasta el ducto vertical de comunicaciones en el piso 3.</li> <li>• En cada uno de los pisos, se debe instalar tubería EMT desde el ducto vertical hacia los 16 racks de comunicaciones de pared, para guiar las fibras.</li> </ul>

Tabla 5.49 Posibles especificaciones técnicas para el cableado estructurado vertical de fibra óptica

ÍTEM	RACKS DE COMUNICACIONES
8.1	<p>Cantidad: <b>2 (dos)</b> armarios principales de comunicaciones, para ser instalados en el centro de cómputo, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 42 unidades de rack</li> <li>• Puertas frontales y posteriores perforadas y desmontables</li> <li>• Laterales desmontables, sin perforaciones</li> <li>• Anillos para guiar y organizar los patch cords de fibras, verticalmente.</li> <li>• Organizador horizontal para patch cords</li> <li>• Mínimo dos ventiladores superiores</li> <li>• Mínimo 2 badejas de fondo completo</li> <li>• Ruedas para movilización</li> </ul>
8.2	<p>Cantidad: <b>17 (diecisiete )</b> armarios cerrados de pared, para ser instalados en cada uno de los cuartos de comunicaciones de los pisos ubicados en el Subsuelo 1, Planta Baja, Piso 2, Piso 3, Piso 4, Piso 5, Piso 6, Piso 7, Piso 8, Piso 9, Piso 10, Piso 11, Piso 12, Piso 13, Piso 14, Piso 15, Piso 16, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 unidades de rack</li> <li>• Bisagras posteriores para apertura completa de armario</li> <li>• Puerta frontal perforada y desmontable</li> <li>• Laterales desmontables, sin perforaciones</li> <li>• Mínimo un ventilador superior</li> </ul> <p>Todos los racks deben ser empotrados en las paredes de los cuartos de comunicaciones de acuerdo al ítem 9</p>

Tabla 5.50 Posibles especificaciones técnicas de los racks de comunicaciones

ÍTEM 9	READECUACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO HORIZONTAL
9.1	Se debe realizar la readecuación de <b>1035 puntos</b> de cableado estructurado de red horizontal
9.2	Se debe realizar el desmontaje del cableado estructurado de los racks de pared actuales.
9.3	Se debe realizar el desmontaje de los racks de pared actuales y la instalación de los nuevos racks descritos en el ítem 8.
9.4	Se debe realizar el traslado, la reorganización y la reinstalación del cableado estructurado horizontal UTP actual en los nuevos racks de comunicaciones de piso, en cada uno de los cuartos de comunicaciones. Estas tareas se las debe realizar en los pisos Subsuelo 1, Piso 2, Piso 3, Piso 4, Piso 5, Piso 6, Piso 7, Piso 8, Piso 9, Piso 10, Piso 11, Piso 12, Piso 13, Piso 14, Piso 15, Piso 16.
9.5	Debe incluir absolutamente todos los accesorios y elementos requeridos para que todos los puntos de cableado estructurado de red horizontal queden completamente certificados luego de la reinstalación dentro de los nuevos racks de comunicaciones.
9.6	La certificación del cableado horizontal readecuado, debe garantizar completamente el envío de señales de voltaje, a través del cableado estructurado, desde los Switches de Acceso, para alimentar equipos de comunicaciones adicionales como son teléfonos IP.
9.7	En lo posible se debe reutilizar los patch pannels actuales de los racks de comunicaciones, caso contrario se debe incluir en la oferta el reemplazo de los mismos.
9.8	Todo el cableado debe quedar etiquetado e identificado.
9.9	El cableado de fibra óptica vertical y UTP horizontal, deben ingresar dentro de los nuevos racks de comunicaciones, con los respectivas protecciones.
9.10	Reemplazo e identificación por colores de todos los patch cords de conexión entre los patch panels y los switches.

Tabla 5.51 *Posibles especificaciones técnicas de la readecuación del cableado estructurado horizontal*

ÍTEM 10	ESPECIFICACIONES GENERALES
10.1	La garantía técnica de todos los equipos y sistemas de la red de de datos debe ser <b>mínimo de 3 (tres) años</b> en partes, piezas, actualizaciones de hardware y software, posterior a la suscripción del acta entrega-recepción. Durante este periodo se realizarán las actualizaciones de nuevas versiones de software y parches sin costo. La garantía técnica debe provenir directamente del fabricante. Se deben adjuntar certificados.
10.2	La garantía técnica del cableado estructurado vertical de fibra, debe ser <b>mínimo de 10 (diez) años</b> . Durante este periodo se realizarán los arreglos y mantenimientos requeridos sin costo.
10.3	El oferente debe proveer un <b>Soporte Técnico</b> las 24 horas al día, 7 días a la semana, los 365 días al año, durante los tres (3) años de garantía técnica, para cada uno de los componentes de los equipos y sistemas de red.
10.4	El tiempo de respuesta ante fallas, durante el periodo de garantía técnica, las 24 horas al día, 7 días a la semana durante los 365 días al año, debe tener las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención inmediata vía telefónica, para análisis de daños y posible solución.</li> <li>• Máximo 2 horas para atención del técnico, en las instalaciones de la oficina matriz de Quito.</li> <li>• Máximo 2 horas, una vez arribado el técnico a las instalaciones de las oficinas matriz de Quito, para determinar y solucionar el problema, con cambio de piezas y partes, de características iguales o superiores a las dañadas si fueren necesarios.</li> </ul>
10.5	El oferente debe realizar la instalación, programación y configuración de cada uno de los equipos y sistemas solicitados.
10.6	El oferente debe adjuntar la información técnica de los equipos y funciones en forma impresa o en medios digitales.
10.7	El oferente debe presentar documentación que le acredite ser representante autorizado del fabricante de los equipos, funciones, aplicaciones y accesorios ofertados, en el Ecuador.
10.8	El oferente debe contar con ingenieros de soporte certificados por el fabricante en los equipos, funciones y accesorios ofertados, con presencia local dentro del país. Adjuntar certificados
10.9	El oferente debe realizar la capacitación técnica de mínimo 60 horas del funcionamiento, configuración y operación de los equipos y sistemas ofertados para 3 (tres) funcionarios de la institución. La capacitación técnica deberá ser dada por instructores certificados por el fabricante en los equipos, funciones y accesorios ofertados.

---

ÍTEM 10	ESPECIFICACIONES GENERALES
10.10	El proveedor deberá entregar instalado y funcionando absolutamente todos los equipos, sistemas y accesorios solicitados en estas especificaciones técnicas, incluyendo todo dispositivo de hardware y software adicional necesario para el efecto, cuyos costos deberán incluirse en la oferta.

---

Tabla 5.52 *Posibles especificaciones técnicas generales*

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS ECONOMICO DEL DISEÑO DE LA RED LOCAL CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO

Este capítulo contempla el análisis económico para la alternativa seleccionada en el capítulo 5, para establecer los montos referenciales de implementación y determinar el retorno de inversión de la infraestructura a implementarse.

#### 6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO, DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para el análisis económico se consideran los costos calculados en el anexo B.4, para la alternativa cuatro seleccionada, considerando la instalación de dos switches de núcleo en topología redundante en modo de operación activo-activo, con el backbone a 10 Gbps, cuyo resumen de costos se indica en la Tabla 6.1.

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA CUATRO-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario	1	160.700	160.700
Switch de Núcleo Secundario	1	160.700	160.700
Switches de Acceso Principales de Piso	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	12.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared, para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	2	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	96.400	289.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>1.288.943</b>

Tabla 6.1 Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps

## 6.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS MONTOS REFERENCIALES DE IMPLEMENTACIÓN

Para establecer el monto referencial de implementación, al valor total de la solución calculado en la Tabla 6.1, se debe añadir un valor de imprevistos, como se indica en la Tabla 6.2, dando como resultado un monto referencial total de **\$ 1.300.000 (un millón tres cientos mil dólares)**, sin incluir impuestos, para la implementación de la solución.

CÁLCULO DEL MONTO REFERENCIAL PARA IMPLEMENTACIÓN	
REQUERIMIENTOS	MONTO TOTAL
Subtotal del costo de la instalación de dos switches de núcleo con el backbone a 10 Gbps	1.288.943
Costos de imprevistos	11.057
<b>MONTO REFERENCIAL PARA IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>1.300.000</b>

Tabla 6.2 *Monto referencial para la implementación de la solución*

## 6.3 CÁLCULO DEL RETORNO DE INVERSIÓN

Para el cálculo del Retorno de la Inversión y el Período del Retorno de la Inversión de las infraestructuras tecnológicas gubernamentales se consideran dos métodos de cálculo:<sup>38</sup>

- Método Directo
- Método Indirecto

### 6.3.1 Método Directo para el Cálculo del ROI

El método directo es cuando la inversión en la infraestructura tecnológica nueva está embebida directamente en los procesos de prestación de servicios, generando cambios en los servicios para aumentar el valor para los funcionarios de la institución, para el sistema financiero y para los ciudadanos involucrados en los procesos de servicio.

Los valores de medición pueden ser:

- Ahorro de costos para los funcionarios y los ciudadanos
- Mayor calidad de los servicios
- Mayor satisfacción de los funcionarios y de los ciudadanos.
- Mayor confianza en la institución.

<sup>38</sup> Cresswell, A. Burke, G. (2006). Advancing Return on Investment Analysis for Government IT. University at Albany. New York. Recuperado en abril, 2010, disponible en [http://www.ctg.albany.edu/publications/reports/advancing\\_roi/advancing\\_roi.pdf](http://www.ctg.albany.edu/publications/reports/advancing_roi/advancing_roi.pdf)

El valor neto para el cálculo del ROI, en este caso, es la diferencia entre el valor nuevo con la infraestructura tecnológica nueva y el valor anterior con la infraestructura tecnológica antigua, como se indica en la fórmula (6.1) y en la Figura 6.1

$$\left( \text{Valor Neto para el cálculo de ROI} \right) = \left( \text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva} \right) - \left( \text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua} \right) \quad (6.1)$$

$$\left( \text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua} \right) = \text{Valor de producción o ingresos que genera la infraestructura antigua}$$

$$\left( \text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva} \right) = \text{Valor de producción o ingresos que generará la nueva infraestructura}$$

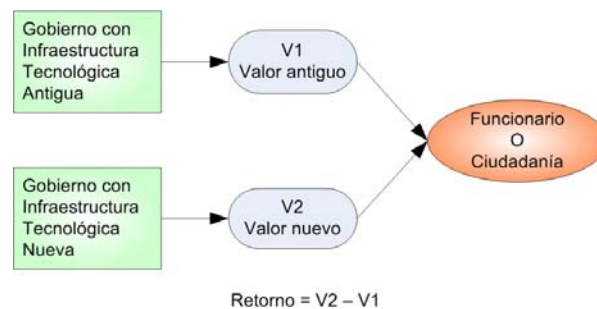


Figura 6.1 Método directo del cálculo del ROI en el sector público

### 6.3.2 Método Indirecto para el Cálculo del ROI

El método indirecto es cuando la inversión en la infraestructura nueva produce cambios en los procesos de negocios de las instituciones del sector público.

El valor para el público se refleja en las nuevas transacciones e interacciones con el proceso de negocio.

Un cambio en un proceso significa que al menos uno de los pasos dentro de un proceso del negocio es removido o modificado, para la interacción con el público.

El valor neto para el cálculo del ROI, en este caso, es la diferencia entre el valor nuevo con los nuevos procesos generados con la infraestructura tecnológica nueva y el valor anterior de los procesos generados con la infraestructura tecnológica antigua, como se indica en la fórmula (6.2) y en la Figura 6.2



$$\left( \text{Valor Neto para el cálculo de ROI} \right) = \left( \text{Valor nuevo de los servicios con los procesos nuevos generados con la infraestructura nueva} \right) - \left( \text{Valor anterior de los servicios con los procesos anteriores generados con la infraestructura antigua} \right) \quad (6.2)$$

$$\left( \text{Valor anterior de los servicios con los procesos anteriores generados con la infraestructura antigua} \right) = \text{Valor de producción o ingresos que genera la infraestructura antigua}$$

$$\left( \text{Valor nuevo de los servicios con los procesos nuevos generados con la infraestructura nueva} \right) = \text{Valor de producción o ingresos que generará la nueva infraestructura}$$

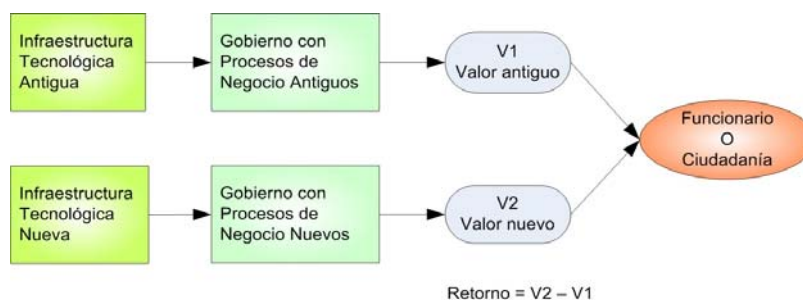


Figura 6.2 Método indirecto del cálculo del ROI en el sector público

### 6.3.3 Cálculo del ROI para la Superintendencia de Bancos y Seguros

El Retorno de la Inversión para la implementación de la red local convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito diseñada, se calcula utilizando el método directo, en vista de que no se van a realizar modificaciones en ningún proceso del negocio, pero se van a mejorar los servicios entregados para los funcionarios de la institución, para el sistema financiero y para la ciudadanía.

Para calcular el ROI, de una entidad de gobierno, la cual ya tiene implementado una infraestructura que genera un valor agregado, se consideran las siguientes variables:<sup>39</sup>

- Valor agregado actual entregado por la infraestructura antigua, que corresponde al nivel de comparación base, el cual está en función de:
  - Sueldo promedio de un funcionario de la institución.
  - Sueldo promedio de un usuario externo.
  - Porcentajes de utilización de la red de datos de los usuarios.
- Valor agregado nuevo entregado por la infraestructura nueva a implementarse, en función de los beneficios adicionales obtenidos con la nueva infraestructura.
- Gastos e inversiones iniciales en hardware, software y recursos humanos técnicos.
- Garantías técnicas.

<sup>39</sup> Nucleus Research Standard ROI Tool. 2010. Disponible en <http://nucleusresearch.com/research/roi-tools/>

- Gastos por mantenimiento y soporte técnico luego del período de garantía técnica.
- Depreciación de los equipos y sistemas.
- Gastos por recursos humanos técnicos durante el período de evaluación.

Para calcular el ROI, de una entidad de gobierno, que no cuenta con una infraestructura antigua, y que requiere de la instalación de una plataforma inicial completamente nueva para su funcionamiento, se deben considerar las siguientes variables:

- Valor agregado que entregará la infraestructura nueva en función de:
  - Sueldo promedio de un funcionario de la institución.
  - Sueldo promedio de un usuario externo.
  - Porcentajes de utilización de la red de datos de los usuarios.
  - Beneficios obtenidos con la nueva infraestructura.
- Gastos e inversiones iniciales en hardware, software y recursos humanos técnicos.
- Garantías técnicas.
- Gastos por mantenimiento y soporte técnico luego del período de garantía técnica.
- Depreciación de los equipos y sistemas.
- Gastos por recursos humanos técnicos durante el período de evaluación.

El retorno de la inversión, se calcula utilizando una herramienta desarrollada por el maestrante, en Excel 2007.

### 6.3.3.1 Cálculo de los Sueldos Promedio

Los sueldos promedios anuales de los funcionarios internos y usuarios externos son utilizados para calcular el valor agregado que genera una plataforma de comunicaciones.

Para calcular los sueldos promedios se utilizan las fórmulas (6.2), (6.3) y (6.4).

$$\text{Sueldo mensual total de usuario } i = \text{Sueldo mensual de usuario } i * \text{Cantidad de usuarios } i \quad (6.2)$$

$$\text{Sueldo promedio mensual} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Sueldo mensual total de usuario } i}{\text{Total de usuarios}} \quad (6.3)$$

i = Identificador del tipo de usuario  
n = Número total de tipo de usuarios

$$\text{Sueldo promedio anual de usuarios} = 12 * \text{Sueldo promedio mensual} \quad (6.4)$$

El sueldo promedio anual de los técnicos de comunicaciones, calculados en la Tabla 6.3, se utiliza para calcular el gasto inicial en personal técnico para la implementación, en las Tablas 6.6, 6.7 y 6.8.

SUELDO PROMEDIO DE TÉCNICOS DE COMUNICACIONES			
TIPO DE TÉCNICO DE COMUNICACIONES	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO MENSUAL TOTAL
Experto 1	1.350	2	2.700,00
Experto 2	1.800	1	1.800,00
PROMEDIO MENSUAL			1.500,00
PROMEDIO ANUAL DE UN TÉCNICO			18.000,00

Tabla 6.3 *Sueldo promedio mensual y anual de un técnico de comunicaciones*

Los sueldos promedios anuales de los funcionarios internos y de los usuarios externos, calculados en las Tablas 6.4 y 6.5 respectivamente, son utilizados para calcular:

- El valor agregado anual actual entregado por la red antigua, en la Tabla 6.9
- Los beneficios adicionales directos de la nueva red de datos, en la Tabla 6.10.

SUELDO PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE UN FUNCIONARIO INTERNO			
TIPO DE USUARIO INTERNO	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO MENSUAL TOTAL
Superintendente	4.000,00	1	4.000,00
Intendentes	4.000,00	5	20.000,00
Directores	3.500,00	20	70.000,00
Subdirectores	3.000,00	50	150.000,00
Asesor	2.500,00	15	37.500,00
Administradores de comunicaciones	2.000,00	3	6.000,00
Administradores de bases de datos y aplicaciones	2.000,00	4	8.000,00
Desarrolladores de Sistemas	1.500,00	20	30.000,00
Técnicos de Soporte al Usuario	1.000,00	8	8.000,00
Técnico de supervisión-Bancos	1.400,00	100	140.000,00
Técnico de supervisión-Seguros	1.400,00	100	140.000,00
Técnico de supervisión-Seguridad Social	1.400,00	75	105.000,00
Técnico de supervisión-Cooperativas	1.400,00	75	105.000,00
Técnicos Jurídicos	2.000,00	25	50.000,00
Administrativo	700,00	200	140.000,00
Operativo	500,00	100	50.000,00
SUBTOTALES		801	1.063.500,00
SUELDO PROMEDIO MENSUAL DE UN FUNCIONARIO DE LA SBS			1.327,72
SUELDO PROMEDIO ANUAL DE UN FUNCIONARIO DE LA SBS			15.932,58

Tabla 6.4 *Sueldo promedio anual y mensual de un funcionario interno*

SUELDO PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL DE UN USUARIO EXTERNO			
TIPO DE USUARIOS EXTERNOS	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO MENSUAL TOTAL
<b>Usuarios externos del sistema financiero</b>			
Usuarios fijos con promedio de uso de (2 horas diarias/ 8 horas laborables)	500,00	100	50.000,00
Usuarios temporales con promedio de uso de (1 horas diarias/ 8 horas laborables)	500,00	200	100.000,00
<b>Usuarios externos, ciudadanía en general, consultas</b>			
Usuarios temporales con promedio de uso de ( 30 minutos diarios/ 8 horas laborables)	400,00	3000	1.200.000,00
<b>SUBTOTALES</b>		<b>3.300</b>	<b>1.350.000,00</b>
<b>SUELDO PROMEDIO MENSUAL DE UN USUARIO EXTERNO</b>			<b>409,09</b>
<b>SUELDO PROMEDIO ANUAL DE UN USUARIO EXTERNO</b>			<b>4.909,09</b>

Tabla 6.5 *Sueldo promedio mensual y anual de un usuario externo*

### 6.3.3.2 Cálculo de los Gastos y de la Inversión Inicial

En la Tabla 6.6 y 6.7 se realizan los cálculos de los gastos iniciales en hardware/software y recursos humanos requeridos para la nueva red de datos, respectivamente.

En cada ítem de hardware/software se indican las cantidades requeridas, los costos, el período de vigencia de las garantías técnicas, el porcentaje de mantenimiento anual requerido luego que finalice el período de vigencia de las garantías técnicas marcado como 3 años, y se determina si el capital invertido será depreciado en un período de 5 años.

Los costos de mantenimiento anual son calculados en base a la fórmula (6.5).

$$\left( \text{Costo de mantenimiento} \right)_{\text{anual del rubro (i)}} = \left( \text{Costo del rubro (i)} \right) * \left( \text{Porcentaje del costo del rubro (i), considerado para mantenimiento anual del rubro (i)} \right) \quad (6.5)$$

i = Identificador del tipo de rubro considerado

El porcentaje que se toma para los valores de mantenimiento anual es por lo general el 10% del valor real de adquisición de los equipos.

Los valores obtenidos de mantenimiento son ingresados en los gastos anuales luego de finalizado el período de garantía técnica en la Tabla 6.8.

Si se especifica que un determinado rubro va a ser depreciado en el tiempo, este valor se calcula en la Tabla 6.8, del numeral 6.3.3.3.

GASTOS EN HARDWARE / SOFTWARE INICIALES	GASTOS INICIALES		COSTOS DE MANTENIMIENTO Y SOPORTE ANUAL	
<b>Switches de Núcleo</b>				
Cantidad de Switches de Núcleo		2		
Costo de un Switch de Núcleo	\$ 160.700,00	Subtotal	\$ 321.400,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		3 años		\$ 32.140,00
Porcentaje para mantenimiento anual de los Switch de Núcleo		10,0%		
El capital invertido en los Switches de Núcleo será depreciado		Si		
<b>Switches de Acceso</b>				
Cantidad de Switches de Acceso		35		
Costo de un Switch de Acceso	\$ 12.000,00	Subtotal	\$ 420.000,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		3 años		\$ 42.000,00
Porcentaje para mantenimiento anual de los Switch de Acceso		10,0%		
El capital invertido en los Switch de Acceso será depreciado		Si		
<b>Servidores de Gestión de los Switches</b>				
Cantidad de servidores		1		
Costo de un servidor	\$ 9.000,00	Subtotal	\$ 9.000,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		3 años		\$ 900,00
Porcentaje para mantenimiento anual de los servidores		10,0%		
El capital invertido en los servidores será depreciado		Si		
<b>Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos</b>				
Cantidad de Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la red de datos		2		
Costo de un Sistema de Administración y de Control de Accesos a la red de datos	\$ 47.000	Subtotal	\$ 94.000	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		3 años		\$ 9.400,00
Porcentaje para mantenimiento anual del Sistema NAC		10,0%		
El capital invertido en los Sistemas NAC será depreciado		Si		
<b>Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena</b>				
Cantidad de Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena		1		
Costo de un Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena	\$ 5.000	Subtotal	\$ 5.000	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		3 años		\$ 500,00
Porcentaje para mantenimiento anual del Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena		10,0%		
El capital invertido en los sistemas será depreciado		Si		
<b>Cableado estructurado vertical de fibra óptica</b>				
Costo del cableado estructurado vertical de fibra óptica	\$ 28.868	Subtotal	\$ 28.868,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica del cableado vertical de fibra óptica		10 años		\$ 0,00
El capital invertido en el cableado vertical será depreciado		Si		
<b>Racks de comunicaciones</b>				
Cantidad de Racks de comunicaciones		19	Subtotal	\$ 23.750,00
Costo de un Rack de comunicaciones	\$ 1.250			Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica		10 años		\$ 0,00
El capital invertido en los racks será depreciado		Si		
<b>Readecuación del Cableado Estructurado</b>				
Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal	\$ 5.175	Subtotal	\$ 5.175,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica de la readecuación del cableado estructurado horizontal		10 años		\$ 0,00
El capital invertido en el cableado horizontal será depreciado		Si		
<b>Accesorios de Conexión de Fibra Óptica</b>				
Costo de los patch cords de fibra óptica	\$ 7.550	Subtotal	\$ 7.550,00	Mantenimiento y soporte anual
El capital invertido en el cableado horizontal será depreciado				\$ 0,00
<b>Garantía técnica de la solución</b>				
Costo de las garantías técnicas hardware y software	\$ 96.400	Subtotal	\$ 289.200,00	Mantenimiento y soporte anual
Cantidad de años de garantía técnica		3 años		\$ 0,00
El capital invertido en la garantía técnica será depreciado		Si		
<b>Soporte técnico de Hardware/Software durante el periodo de garantía técnica</b>				
Costo del soporte técnico Hardware/software durante el periodo de garantía técnica	\$ 20.000	Subtotal	\$ 60.000,00	Mantenimiento y soporte anual
Cantidad de años de garantía técnica		3 años		\$ 0,00
El capital invertido en el soporte hardware/software será depreciado		Si		
<b>Instalación y Configuración</b>				
Costo de la Instalación y Configuración	\$ 20.000	Subtotal	\$ 20.000,00	Mantenimiento y soporte anual
Garantía técnica de la instalación y configuración		3 años		\$ 0,00
El capital invertido en la instalación y configuración será depreciado		Si		
<b>Capacitación</b>				
Costo de la capacitación	\$ 5.000	Subtotal	\$ 5.000,00	Mantenimiento y soporte anual
Tiempo de vigencia de la capacitación inicial		3 años		\$ 0,00
El capital de la capacitación será depreciado		Si		
<b>SUBTOTAL DE GASTOS INICIALES HARDWARE Y SOFTWARE DE LA NUEVA RED</b>			<b>\$ 1.288.943,00</b>	<b>TOTAL DE MANTENIMIENTO ANUAL</b>
				<b>\$ 84.940,00</b>

Tabla 6.6 Gastos iniciales en hardware y software de la nueva red de datos

GASTOS EN RECURSOS HUMANOS INICIALES		GASTOS INICIALES	
<b>GASTO INICIAL EN SOPORTE TÉCNICO</b>			
<i>Investigación y Asesoría Inicial</i>			
Costo inicial por asesoría externa para proyecto	\$ 3.500,00	Subtotal	\$ 7.000,00
Costo inicial por investigación interna para el proyecto	\$ 3.500,00		
<b>GASTO INICIAL EN PERSONAL TÉCNICO PARA IMPLEMENTACIÓN</b>			
Sueldo mensual promedio de un técnico de comunicaciones	\$ 1.500,00	Subtotal	\$ 5.625,00
Número de horas laborables mensuales de un funcionario	160 horas		
Tiempo total inicial gastado en la implementación por un técnico de comunicaciones	200 horas		
Técnicos de comunicaciones asignados a la operación y mantenimiento de la red	3 técnicos		

Tabla 6.7 Gastos iniciales en recursos humanos técnicos para la nueva red de datos

### 6.3.3.3 Cálculo de los Gastos en un Período de 5 años

Los cálculos de los gastos totales anuales en un período de análisis de 5 años se indican en la Tabla 6.8 y se calculan usando la fórmula (6.6).

$$\text{Total de gastos anuales}_{(j)} = \left( \text{Subtotal de gastos en hardware/software}_{(j)} \right) + \left( \text{Subtotal de gastos en recursos humanos técnicos}_{(j)} \right) \quad (6.6)$$

j = Identificador del año o período en el que se realiza el cálculo

Si en la Tabla 6.6, se selecciona la depreciación de un rubro, se calcula la depreciación anual del rubro considerando que al final del período de depreciación debe quedar un valor residual en libros, para lo cual se utiliza las fórmulas (6.7) y (6.8).

$$\text{Depreciación anual del rubro}_{(i)} = \frac{\text{Costo total del rubro}_{(i)} * \text{Porcentaje del rubro a ser depreciado}}{\text{Periodo de tiempo a ser depreciado}} \quad (6.7)$$

i = Identificador del rubro

$$\text{Valor en libros del rubro}_{(i)} = \text{Costo total del rubro}_{(i)} - \sum_{j=1}^n \text{Depreciación anual del rubro}_{(i)(j)} \quad (6.8)$$

j = Identificador del año o período en el que se realiza el cálculo

n = Período total de funcionamiento de la red considerado para los cálculos (de 1 a 5 años).

Para el caso del diseño, se ha considerado que se deprecia el 90% del costo total en cada uno de los rubros a ser depreciados. Este valor se distribuye en cada uno de los 5 años analizados.

Los valores de la depreciación son ingresados en la Tabla 6.8.

CÁLCULO DE GASTOS EN HARDWARE Y SOFTWARE	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	VALOR EN LIBROS
	0	1	2	3	4	5	
<b>Switches Núcleo</b>	\$ 321.400,00						
Depreciación de Switch de Núcleo		\$ 57.852,00	\$ 57.852,00	\$ 57.852,00	\$ 57.852,00	\$ 57.852,00	\$ 321.400,00
Mantenimiento de los Switches de Núcleo		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 32.140,00	\$ 32.140,00	
Soporte Técnico de los Switches de Núcleo							
<b>Switches de Acceso</b>	\$ 420.000,00						
Depreciación de los Switches de Acceso		\$ 75.600,00	\$ 75.600,00	\$ 75.600,00	\$ 75.600,00	\$ 75.600,00	\$ 420.000,00
Mantenimiento de los Switches de Acceso		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 42.000,00	\$ 42.000,00	
Soporte Técnico de los Switches de Acceso							
<b>Servidores de Gestión de Switches</b>	\$ 9.000,00						
Depreciación de los Servidores de Gestión		\$ 1.620,00	\$ 1.620,00	\$ 1.620,00	\$ 1.620,00	\$ 1.620,00	\$ 900,00
Mantenimiento de los Servidores de Gestión		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 900,00	\$ 900,00	
Soporte de los Servidores de Gestión							
<b>Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos</b>	\$ 94.000,00						
Depreciación de los Sistemas de Administración y de Control de Accesos a la Red de Datos		\$ 16.920,00	\$ 16.920,00	\$ 16.920,00	\$ 16.920,00	\$ 16.920,00	\$ 9.400,00
Mantenimiento de los Sistemas NAC		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 9.400,00	\$ 9.400,00	
Soporte técnico de los Sistemas de NAC							
<b>Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena</b>	\$ 5.000,00						
Depreciación de los Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena		\$ 900,00	\$ 900,00	\$ 900,00	\$ 900,00	\$ 900,00	\$ 500,00
Mantenimiento de los Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 500,00	\$ 500,00	
Soporte técnico de los Sistemas de Autenticación, Remediación y Cuarentena							
<b>Cableado estructurado vertical de fibra óptica</b>	\$ 28.868,00						
Depreciación del cableado estructurado vertical de fibra óptica		\$ 2.598,12	\$ 2.598,12	\$ 2.598,12	\$ 2.598,12	\$ 2.598,12	\$ 15.877,40
<b>Racks de comunicaciones</b>	\$ 23.750,00						
Depreciación de los racks de comunicaciones		\$ 2.137,50	\$ 2.137,50	\$ 2.137,50	\$ 2.137,50	\$ 2.137,50	\$ 13.062,50
<b>Readecuación del cableado estructurado horizontal</b>	\$ 5.175,00						
Depreciación de la readecuación del cableado estructurado horizontal		\$ 465,75	\$ 465,75	\$ 465,75	\$ 465,75	\$ 465,75	\$ 2.846,25
<b>Patch cords de fibra óptica</b>	\$ 7.550,00						
Depreciación de los patch cords de fibra óptica		\$ 679,50	\$ 679,50	\$ 679,50	\$ 679,50	\$ 679,50	\$ 4.152,50
<b>Garantía técnica de la solución</b>	\$ 289.200,00						
Depreciación de la garantía técnica		\$ 96.400,00	\$ 96.400,00	\$ 96.400,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>Soporte técnico Hardware/software durante el período de garantía técnica</b>	\$ 60.000,00						
Depreciación de la garantía técnica		\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>Instalación y Configuración</b>	\$ 20.000,00						
Depreciación de la Instalación y Configuración		\$ 6.666,67	\$ 6.666,67	\$ 6.666,67	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>Capacitación inicial</b>	\$ 5.000,00						
Depreciación de la capacitación inicial		\$ 1.666,67	\$ 1.666,67	\$ 1.666,67	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>SUBTOTAL DE GASTOS EN HARDWARE Y SOFTWARE</b>	<b>\$ 1.288.943,00</b>	<b>\$ 283.506,20</b>	<b>\$ 283.506,20</b>	<b>\$ 283.506,20</b>	<b>\$ 243.712,87</b>	<b>\$ 243.712,87</b>	
<b>CÁLCULO DE GASTOS EN RECURSOS HUMANOS TÉCNICOS</b>	<b>año 0</b>	<b>año 1</b>	<b>año 2</b>	<b>año 3</b>	<b>año 4</b>	<b>año 5</b>	<b>VALOR EN LIBROS</b>
Investigación en asesoría e investigación inicial	\$ 7.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	7.000,00
Gasto inicial en personal técnico para implementación	\$ 0,00	\$ 5.625,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	5.625,00
Soporte y Administración Técnica (3 administradores)	\$ 0,00	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00	\$ 54.000,00	270.000,00
Capacitación anual		\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	30.000,00
<b>SUBTOTAL DE GASTOS EN RECURSOS HUMANOS TÉCNICOS</b>	<b>\$ 7.000,00</b>	<b>\$ 65.625,00</b>	<b>\$ 60.000,00</b>	<b>\$ 60.000,00</b>	<b>\$ 60.000,00</b>	<b>\$ 60.000,00</b>	<b>\$ 312.625,00</b>
<b>TOTAL DE GASTOS ANUALES DE LA NUEVA RED</b>	<b>\$ 1.295.943,00</b>	<b>\$ 349.131,20</b>	<b>\$ 343.506,20</b>	<b>\$ 343.506,20</b>	<b>\$ 303.712,87</b>	<b>\$ 303.712,87</b>	

Tabla 6.8 Gastos anuales de la nueva red de datos

### 6.3.3.4 Cálculo del Valor Agregado Anual Actual Entregado por la Red de Datos Antigua

El valor agregado actual, es el valor que produce o entrega la infraestructura antigua y se calcula en función de:

- El sueldo promedio de un funcionario de la institución, calculado en la Tabla 6.4.
- El sueldo promedio de un usuario externo, calculado en la Tabla 6.5.
- Los porcentajes estimados de utilización de los servicios brindados por la infraestructura antigua, por parte de los usuarios internos y externos.

Para calcular el valor agregado anual actual que entrega la red de datos antigua, se ha considerado los valores agregados de producción entregados tanto a los usuarios internos como a los usuarios externos, como se indica en la Tabla 6.9.

El valor agregado está calculado utilizando las fórmulas (6.9), (6.10), (6.11), (6.12), (6.13) y (6.14) y se indican en la Tabla 6.9.

$$\text{Sueldo mensual total del tipo de usuario (i)} = \left( \text{Sueldo mensual del tipo de usuario (i)} \right) * \left( \text{Cantidad del tipo de usuarios (i)} \right) \quad (6.9)$$

i = Identificador del tipo de usuario, como por ejemplo superintendente, intendente, director, etc.

$$\text{Valor agregado de producción mensual de la red para el tipo de usuario (i)} = \left( \text{Sueldo mensual total del tipo de usuario (i)} \right) * \left( \text{Porcentaje de utilización de los servicios de red usados por el tipo de usuario (i)} \right) \quad (6.10)$$

Valor agregado de producción mensual de la red para el tipo de usuario (i) = Valor entregado mensualmente por la infraestructura antigua para cada tipo de usuario

$$\text{Valor agregado mensual interno total de la red} = \sum_{i=1}^n \text{Valor agregado de producción mensual de la red para el tipo de usuario interno (i)} \quad (6.11)$$

n = Número total de tipos de usuarios internos

$$\text{Valor agregado mensual externo total de la red} = \sum_{j=1}^m \text{Valor agregado de producción mensual de la red para el tipo de usuario externo (j)} \quad (6.12)$$

j = Identificador del tipo de usuario externo

n = Número total de tipos de usuarios externos

$$\text{Valor agregado mensual total de la red actual} = \left( \text{Valor agregado mensual interno total de la red} \right) + \left( \text{Valor agregado mensual externo total de la red} \right) \quad (6.13)$$

$$\text{Valor agregado anual total de la red actual} = 12 * \left( \text{Valor agregado mensual total de la red actual} \right) \quad (6.14)$$



El valor agregado actual anual total entregado por la red antigua, calculado en la Tabla 6.9, asciende a \$ 1'420.400 anuales de producción de la red y se utiliza en la Tabla 6.11 de resumen financiero, para realizar el análisis de flujos de caja.

SUELDO PROMEDIO MENSUAL DE UN FUNCIONARIO				VALOR AGREGADO ACTUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	
TIPO DE USUARIO INTERNO	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO MENSUAL TOTAL	PORCENTAJE DE USO DE LA RED	VALOR AGREGADO DE PRODUCCIÓN MENSUAL DE LA RED PARA LOS FUNCIONARIOS
Superintendente	4.000,00	1	4.000,00	5,00%	200,00
Intendentes	4.000,00	5	20.000,00	5,00%	1.000,00
Directores	3.500,00	20	70.000,00	5,00%	3.500,00
Subdirectores	3.000,00	50	150.000,00	5,00%	7.500,00
Asesor	2.500,00	15	37.500,00	4,00%	1.500,00
Administradores de comunicaciones	2.000,00	3	6.000,00	15,00%	900,00
Administradores de bases de datos y aplicaciones	2.000,00	4	8.000,00	15,00%	1.200,00
Desarrolladores de Sistemas	1.500,00	20	30.000,00	10,00%	3.000,00
Técnicos de Soporte al Usuario	1.000,00	8	8.000,00	10,00%	800,00
Técnico de supervisión-Bancos	1.400,00	100	140.000,00	5,00%	7.000,00
Técnico de supervisión-Seguros	1.400,00	100	140.000,00	5,00%	7.000,00
Técnico de supervisión-Seguridad Social	1.400,00	75	105.000,00	5,00%	5.250,00
Técnico de supervisión-Cooperativas	1.400,00	75	105.000,00	5,00%	5.250,00
Técnicos Jurídicos	2.000,00	25	50.000,00	2,00%	1.000,00
Administrativo	700,00	200	140.000,00	4,00%	5.600,00
Operativo	500,00	100	50.000,00	2,00%	1.000,00
TOTALES		801	1.063.500,00		51.700,00
SUELDO PROMEDIO MENSUAL DE UN FUNCIONARIO DE LA SBS			1.327,72		
				TOTAL DE VALOR AGREGADO MENSUAL INTERNO DE LA RED ANTIGUA	
TIPO DE USUARIOS EXTERNOS	SUELDO MENSUAL	CANTIDAD	COSTO MENSUAL TOTAL	PORCENTAJE DE USO DE LA RED	VALOR AGREGADO DE PRODUCCIÓN MENSUAL DE LA RED PARA USUARIOS EXTERNOS
<b>Usuarios externos del sistema financiero</b>					
Usuarios fijos con promedio de uso de (2 horas diarias/ 8 horas laborables)	500,00	100	50.000,00	16,67%	8.333,33
Usuarios temporales con promedio de uso de (1 horas diarias/ 8 horas laborables)	500,00	200	100.000,00	8,33%	8.333,33
<b>Usuarios externos, ciudadanía en general, consultas</b>					
Usuarios temporales con promedio de uso de ( 30 minutos diarios/ 8 horas laborables)	400,00	3000	1.200.000,00	4,17%	50.000,00
TOTALES		3.300	1.350.000,00		66.666,67
SUELDO PROMEDIO MENSUAL DE UN USUARIO EXTERNO			409,09	TOTAL DE VALOR AGREGADO MENSUAL EXTERNO DE LA RED ANTIGUA	118.366,67
				TOTAL DE VALOR AGREGADO ACTUAL ANUAL DE LA RED ANTIGUA	1.420.400,00

Tabla 6.9 Valor agregado anual entregado por la infraestructura actual

### 6.3.3.5 Cálculo de los Beneficios Directos Anuales de la Nueva Red de Datos

El cálculo de los beneficios adicionales directos anuales de la nueva red de datos, se lo realiza calculando el porcentaje de incremento de la productividad de los funcionarios y el porcentaje de mejora de los servicios entregados a los usuarios externos del sistema financiero y la ciudadanía.

### 6.3.3.5.1 Cálculo del incremento de la productividad anual de los funcionarios.

Para medir el incremento de la productividad se calcula primero, el tiempo productivo ideal de los funcionarios, considerando que trabajarían las 8 horas diarias, 20 días mensuales, los 12 meses al año, según la fórmula (6.5).

El tiempo total perdido por los funcionarios, en la fórmula (6.19), se mide calculando:

- El tiempo perdido en actividades y utilización de aplicaciones no autorizadas durante las horas laborables, según la fórmula (6.16).
- El tiempo perdido en la solución de un problema de seguridad en las estaciones de trabajo y su probabilidad de ocurrencia mensual, según la fórmula (6.17)
- El tiempo perdido en la solución de un problema de seguridad en un servidor y su probabilidad de ocurrencia anual, según la fórmula (6.18).

La productividad real, se calcula en función del tiempo productivo ideal y el tiempo productivo real, según las fórmulas (6.20), (6.21).

El procedimiento se utiliza para calcular tanto la productividad actual como la productividad nueva con la nueva infraestructura. Estos resultados son utilizados para calcular el incremento de la productividad según la fórmula 6.22.

Los resultados del procedimiento anterior se indican en la Tabla 6.10.

$$\left( \begin{array}{l} \text{Tiempo productivo} \\ \text{ideal anual por usuario} \end{array} \right) = \text{Horas laborables ideales diarias} * \text{Días laborables mensuales} * 12 \text{ meses} \quad (6.15)$$

Horas de servicio ideales diarias= 8 horas/día

Días laborables mensuales= 20 días/mes

$$\left( \begin{array}{l} \text{Tiempo perdido anual por} \\ \text{actividades y utilización de} \\ \text{aplicaciones no autorizadas} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Tiempo perdido por actividades} \\ \text{y utilización de aplicaciones} \\ \text{no autorizadas en el día} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} \text{Días laborables} \\ \text{mensuales} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} 12 \text{ meses} \\ \text{año} \end{array} \right) \quad (6.16)$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Tiempo perdido anual por} \\ \text{problemas de seguridad a} \\ \text{nivel de usuario} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Tiempo de solución de un} \\ \text{problema de seguridad} \\ \text{mensual a nivel de usuario} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} 12 \text{ meses} \\ \text{año} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} \text{Probabilidad de ocurrencia} \\ \text{mensual de un problema de} \\ \text{seguridad a nivel de usuario} \end{array} \right) \quad (6.17)$$

$$\left( \begin{array}{l} \text{Tiempo perdido anual por} \\ \text{problemas de seguridad a} \\ \text{nivel de servidores} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Tiempo de solución de un} \\ \text{problema de seguridad} \\ \text{anual a nivel de servidor} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} 8 \text{ horas} \\ \text{día} \end{array} \right) * \left( \begin{array}{l} \text{Probabilidad de ocurrencia} \\ \text{anual de un problema de} \\ \text{seguridad a nivel de servidor} \end{array} \right) \quad (6.18)$$

$$\left( \text{Tiempo total perdido} \right) = \left( \text{Tiempo perdido anual por actividades y utilización de aplicaciones no autorizadas} \right) + \left( \text{Tiempo perdido anual por problemas de seguridad a nivel de usuario} \right) + \left( \text{Tiempo perdido anual por problemas de seguridad a nivel de servidores} \right) \quad (6.19)$$

$$(\text{Tiempo Productivo Real}) = (\text{Tiempo productivo ideal}) - (\text{Tiempo total perdido}) \quad (6.20)$$

$$(\text{Productividad Real}) = \left( \frac{\text{Tiempo Productivo Real}}{\text{Tiempo Productivo Ideal}} \right) \quad (6.21)$$

$$(\% \text{ de Incremento de la Productividad}) = \left( \frac{\text{Tiempo Productivo Nuevo} - \text{Tiempo Productivo Actual}}{\text{Tiempo Productivo Actual}} \right) \quad (6.22)$$

<b>INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD ANUAL</b>		
	<b>ACTUAL</b>	<b>NUEVO</b>
<b>Tiempo Productivo ideal del Usuario</b>		
Horas laborables productivas ideales mensuales (8horas*20días/mes*12meses/año)	1920,00 horas/año	1920,00 horas/año
<b>Tiempo perdido por actividades y aplicaciones no autorizadas</b>		
Tiempo perdido por actividades y utilización de aplicaciones ajenas al negocio/día	60 min/día	55 min/día
Tiempo perdido por actividades y utilización de aplicaciones ajenas al negocio/año. [(x min/día)*(1 hora/60min)*(20 días/mes)*(12meses/año)]	240,00 horas/año	220 horas/año
<b>Tiempo perdido por problemas de seguridad a nivel de usuario de red</b>		
Tiempo de solución del problema de seguridad a nivel de usuario	2,00 días/mes	2,00 días/mes
Probabilidad de ocurrencia de los problemas en usuarios	50%	40%
Tiempo perdido por problemas de seguridad en la red a nivel de Usuarios/año [(y días/mes)*(8horas/día)]*(12meses/año)%Probabilidad	96,00 horas/año	76,80 horas/año
<b>Tiempo perdido por problemas de seguridad a nivel de servidores de red</b>		
Tiempo promedio de solución de problemas de seguridad en servidores	2,00 días/año	2,00 días/año
Probabilidad de ocurrencia de los problemas en servidores	10%	5%
Tiempo perdido por problemas de seguridad en la red a nivel de Servidores/año [(z días/año)*(8horas/día)]*%Probabilidad	1,60 horas/año	0,80 horas/año
<b>Tiempo productivo real</b>		
Tiempo total perdido anual por usuario	337,60 horas/año	297,60 horas/año
Tiempo productivo real mensual por Usuario (Tiempo productivo ideal-Tiempo perdido total)	1582,40 horas/año	1622,40 horas/año
<b>PRODUCTIVIDAD REAL</b>		
Tiempo productivo real /Tiempo productivo ideal	<b>82,42%</b>	<b>84,50%</b>
<b>PORCENTAJE DE INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD</b>		
[(Tiempo Productivo Nuevo-Tiempo Productivo Actual)/Tiempo Productivo Actual]		<b>2,53%</b>

Tabla 6.10 *Incremento de productividad interna anual*

Otra forma de medir la productividad del empleado, es utilizando la fórmula en función de las tareas asignadas y de las tareas ejecutadas durante el mes, de acuerdo a la fórmula (6.23):

$$\% \text{ Productividad mensual del funcionario} = \frac{\text{Tareas asignadas ejecutadas durante el mes}}{\text{Tareas asignadas durante el mes}} \quad (6.23)$$

El valor de Producción del funcionario sería:

$$\text{Valor de Producción mensual del funcionario} = \% \text{ Productividad del funcionario} * \text{Salario mensual} \quad (6.24)$$

#### 6.3.3.5.2 *Cálculo de la mejora de los servicios externos.*

Para medir la mejora de los servicios anuales, entregados a la comunidad y al sistema financiero controlado, se calcula primero tiempo ideal de entrega de servicios, considerando 8 horas de servicio ideal diarias, 20 días mensuales, los 12 meses al año, según la fórmula (6.25).

La falta de servicio total anual, en la fórmula 6.29, se mide calculando:

- La falta de servicio provocada por las actividades y la utilización de aplicaciones no autorizadas por los usuarios durante las horas laborables, según la fórmula (6.26)
- La falta de servicio provocada por los problemas de seguridad en las estaciones de trabajo y su probabilidad de ocurrencia mensual, según la fórmula (6.27)
- La falta de servicio provocado por problemas de seguridad en los servidores y su probabilidad de ocurrencia anual, según la fórmula (6.28)

El servicio entregado real, se calcula en función del servicio ideal y la falta de servicio total, según las fórmulas (6.30) y (6.31).

El procedimiento se utiliza para calcular tanto el servicio real entregado actual como el servicio real entregado nuevo con la nueva infraestructura. Estos resultados son utilizados para calcular la mejora en los servicios entregados a la comunidad y al sistema financiero controlado según la fórmula (6.32).

Los resultados del procedimiento anterior se indican en la Tabla 6.11.

$$\left( \begin{array}{l} \text{Entrega de Servicios} \\ \text{anual ideal por usuario} \end{array} \right) = \text{Horas de servicio ideales diarias} * \text{Días laborables mensuales} * 12 \text{ meses} \quad (6.25)$$

Horas de servicio ideales diarias= 8 horas/día

Días laborables mensuales= 20 días/mes

$$\left( \begin{matrix} \text{Falta de servicio anual por} \\ \text{actividades y utilización de} \\ \text{aplicaciones no autorizadas} \end{matrix} \right) = \left( \begin{matrix} \text{Falta de Servicio por actividades} \\ \text{y utilización de aplicaciones} \\ \text{no autorizadas en el día} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} \text{Días laborables} \\ \text{mensuales} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} 12 \text{ meses} \\ \text{año} \end{matrix} \right) \quad (6.26)$$

$$\left( \begin{matrix} \text{Falta de Servicio anual por} \\ \text{problemas de seguridad} \\ \text{a nivel de usuario} \end{matrix} \right) = \left( \begin{matrix} \text{Falta de servicio por} \\ \text{problemas de seguridad} \\ \text{mensual a nivel de usuario} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} 12 \text{ meses} \\ \text{año} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} \text{Probabilidad de ocurrencia} \\ \text{mensual de un problema de} \\ \text{seguridad a nivel de usuario} \end{matrix} \right) \quad (6.27)$$

$$\left( \begin{matrix} \text{Falta de Servicio anual por} \\ \text{problemas de seguridad a} \\ \text{nivel de servidores} \end{matrix} \right) = \left( \begin{matrix} \text{Falta de servicio} \\ \text{de un servidor por} \\ \text{problema de seguridad} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} 24 \text{ horas} \\ \text{día} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} \text{Probabilidad de ocurrencia} \\ \text{anual de un problema de} \\ \text{seguridad a nivel de servidor} \end{matrix} \right) \quad (6.28)$$

$$\left( \begin{matrix} \text{Falta de} \\ \text{Servicio} \\ \text{Total} \end{matrix} \right) = \left( \begin{matrix} \text{Falta de servicio anual por} \\ \text{actividades y utilización de} \\ \text{aplicaciones no autorizadas} \end{matrix} \right) + \left( \begin{matrix} \text{Falta de Servicio anual por} \\ \text{problemas de seguridad} \\ \text{a nivel de usuario} \end{matrix} \right) + \left( \begin{matrix} \text{Falta de Servicio anual por} \\ \text{problemas de seguridad} \\ \text{a nivel de servidores} \end{matrix} \right) \quad (6.29)$$

$$\text{(Servicio Entregado Real)} = \text{(Servicio Entregado ideal)} - \text{(Falta de Servicio Total)} \quad (6.30)$$

$$\text{(Nivel de Servicio Real)} = \left( \frac{\text{Servicio Entregado Real}}{\text{Entrega de Servicio Ideal}} \right) \quad (6.31)$$

$$\text{(\% de Incremento del Nivel de Servicio)} = \left( \frac{\text{Servicio Entregado Nuevo} - \text{Servicio Entregado Actual}}{\text{Servicio Entregado Actual}} \right) \quad (6.32)$$

MEJORA DE LOS SERVICIOS EXTERNOS ANUALES		
	ACTUAL	NUEVO
<b>Entrega de Servicios Ideal anual</b>		
Horas de servicio ideales anuales (8 horas*20días/mes*12meses/año)	1920,00 horas/año	1920,00 horas/mes
<b>Falta de servicio, por actividades y aplicaciones no autorizadas</b>		
Falta de servicio por ejecución de actividades y aplicaciones ajenas al negocio/día.	60 min/día	55 min/día
Falta de servicio por ejecución de actividades y aplicaciones ajenas al negocio/año. [(x min/día)*(1 hora/60min)*(20 días/mes)*(12 meses/año)]	96,00 horas/año	76,80 horas/año
<b>Falta de servicio, por problemas de seguridad en el usuario</b>		
Tiempo fuera de servicio del usuario por problemas de seguridad.	2,00 días/mes	2,00 días/mes
Probabilidad de ocurrencia de los problemas en usuarios.	50%	40%
Falta de servicio por problemas de seguridad en la red a nivel de Usuarios/año. [(y días/mes)*(8horas/día)*(12 meses/día)]*(%Probabilidad)]	8,00 horas/mes	6,40 horas/mes
<b>Falta de servicio, por problemas de seguridad en el servidor</b>		
Tiempo fuera de servicio de un Servidor por problemas de seguridad.	2,00 días/año	2,00 días/año
Probabilidad de ocurrencia de los problemas en servidores/año	10%	5%
Falta de servicios por problemas de seguridad en la red a nivel de Servidores/año. [(z días/año)*(24horas/día)]*(%Probabilidad)]	4,80 horas/año	2,40 horas/año
<b>Servicio Entregado Real</b>		
Falta de servicio total anual	340,80 horas/año	299,20 horas/año
Servicio Entregado Real anual ( Servicio Entregado Ideal-Falta de Servicio Total)	1579,20 horas/año	1620,80 horas/año
<b>NIVEL DE SERVICIO REAL</b>		
Servicio Entregado Real / Servicio Entregado Ideal	82,25%	84,42%
<b>PORCENTAJE DE MEJORA DE LOS SERVICIOS</b> [(Servicio Entregado Nuevo- Servicio Entregado Actual) / Servicio Entregado Actual]		2,63%

Tabla 6.11. Mejora de los servicios externos anuales

### 6.3.3.5.3 Cálculo de los beneficios adicionales directos anuales.

Los porcentajes de incremento de la productividad interna y de mejora de servicios externos de las Tablas 6.10 y 6.11, son aproximados a **2,5%**, para ser utilizados en el cálculo de los beneficios adicionales directos anuales, en la Tabla 6.12.

Los beneficios adicionales directos anuales se calculan mediante las fórmulas (6.33), (6.34), (6.35) propuestas.

$$\text{Incremento de la productividad interna} = \left( \text{Número de empleados} \right) * \left( \frac{\text{Sueldo anual promedio}}{\text{de los empleados}} \right) * \left( \text{Porcentaje de incremento de la productividad de los empleados} \right) \quad (6.33)$$

$$\text{Mejora de los servicios externos} = \left( \frac{\text{Número de usuarios externos}}{\text{de los usuarios externos}} \right) * \left( \text{Sueldo anual promedio} \right) * \left( \text{Porcentaje de mejora de los servicios externos} \right) \quad (6.34)$$

$$\text{Beneficios adicionales directos totales} = \left( \text{Incremento de la productividad interna} \right) + \left( \text{Mejora de los servicios externos} \right) \quad (6.35)$$

Los beneficios adicionales directos calculados en la Tabla 6.12, son utilizados en la Tabla 6.13 del resumen financiero, en el ítem de ingresos, para el análisis del flujo de caja.

<b>CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS ADICIONALES DIRECTOS DE LA NUEVA RED</b>	
<b>BENEFICIOS DIRECTOS</b>	
<i>Incremento de la productividad de los empleados</i>	
Número de empleados	801
Sueldo anual promedio de un empleado	15.932,6
% de incremento de la productividad del empleado	2,5%
<b>Beneficio anual del incremento de la productividad interna</b>	<b>\$ 319.050,0</b>
<i>Mejora de servicios externos</i>	
Número de usuarios externos	3.300
Sueldo anual promedio de un usuario externo	\$ 4.909,1
% de mejora en los servicios	2,5%
<b>Beneficio anual para usuarios externos</b>	<b>\$ 405.000,0</b>
<b>TOTAL DE BENEFICIOS ADICIONALES ANUALES DE LA NUEVA RED</b>	<b>\$ 724.050,0</b>

Tabla 6.12 *Beneficios directos adicionales de la nueva red de datos*

### 6.3.3.6 Resumen y Flujo Financiero en un Período de 5 años

Se considera que para implementar la nueva red se requiere realizar un préstamo con el 10 % de interés anual y que será pagado en 5 años, como se indica en la fórmula (6.36).

$$\text{Pago de préstamo de capital en el año}(i) = \left( \frac{\% \text{ de Interés}}{\text{de préstamo}} \right) * \left( \frac{\text{Total de gastos anuales de la nueva red}}{\text{Tiempo para pago de total de préstamo}} \right) \quad (6.36)$$

El flujo de caja se realiza mediante los egresos e ingresos calculados en cada año del período de evaluación de 5 años, utilizando las fórmulas (6.37), (6.38) y (6.39), y cuyos resultados se indican en la Tabla 6.13 y en la Figura 6.3.

$$\text{Egresos del año (i)} = \left( \text{Total de gastos anuales de la nueva red en el año(i)} \right) + \left( \text{Valor residual de la red antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Pago de préstamo de capital en el año(i)} \right) \quad (6.37)$$

$$\text{Ingresos del año (i)} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Beneficios adicionales directos entregados por la red en el año(i)} \right) \quad (6.38)$$

$$\text{Flujo de caja en el año (i)} = \text{Ingresos del año (i)} - \text{Egresos del año (i)} \quad (6.39)$$

i = identificación del año o período de evaluación

i = 0, es el año 0, correspondiente al año de la inversión inicial

Para el año 0, se tiene las siguientes consideraciones:

$$\left( \text{Valor residual de la red antigua en el año (0)} \right) = \$65.000, \text{ para el resto de períodos su valor es } 0$$

$$\left( \text{Valor agregado entregado por la red antigua en el año (0)} \right) = 0, \text{ para el resto de períodos su valor es de } \$1.420.400$$

$$\left( \text{Beneficios adicionales directos entregados por la red en el año(0)} \right) = 0, \text{ para el resto de períodos su valor es de } \$724.050$$

La tasa de retorno de la inversión, considerando el período de 5 años, se calcula utilizando la fórmula de TIR definida en Microsoft Excel, dando como resultado una tasa de retorno de la inversión de 128 %, como se indica en la Tabla 6.13.

PERÍODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	0	1	2	3	4	5
<b>EGRESOS</b>						
TOTAL DE GASTOS ANUALES DE LA NUEVA RED	-\$1.295.943,00	-\$ 349.131,20	-\$ 343.506,20	-\$ 343.506,20	-\$ 303.712,87	-\$ 303.712,87
% DE PAGO DE PRESTAMO DE CAPITAL A 5 AÑOS	10%	-\$ 0,00	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86
VALOR RESIDUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	-\$ 65.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>INGRESOS</b>						
VALOR AGREGADO ANUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	\$ 0,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00
BENEFICIOS ANUALES ADICIONALES DE LA NUEVA RED	\$ 0,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00
<b>FLUJO DE CAJA ANUAL</b>	<b>-\$ 1.360.943,00</b>	<b>\$ 1.769.399,94</b>	<b>\$ 1.775.024,94</b>	<b>\$ 1.775.024,94</b>	<b>\$ 1.814.818,27</b>	<b>\$ 1.814.818,27</b>
<b>TASA DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (TIR)</b>	<b>128 %</b>					
<b>VALOR NETO PRESENTE</b>	<b>AÑO 0</b>					
Tasa de descuento	10%					
<b>VNA</b>	<b>\$ 4.922.338,47</b>					

Tabla 6.13 *Resumen financiero*

El flujo de caja anual se indica en forma gráfica en la figura 6.3.

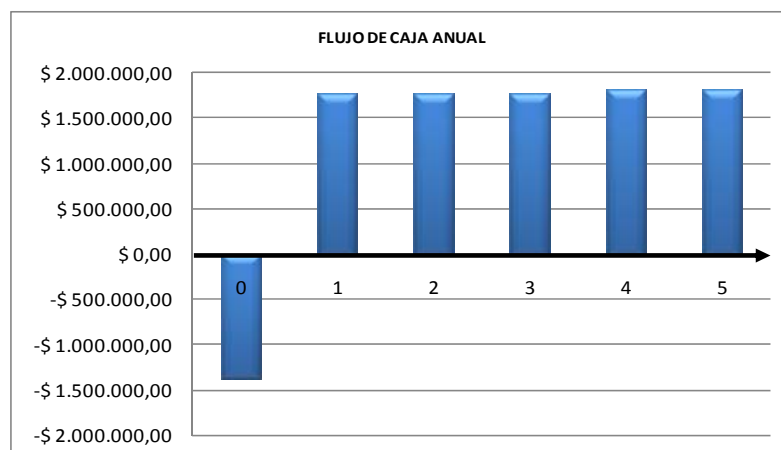


Figura 6.3 Flujo de caja anual

### 6.3.3.7 Período de Retorno de la Inversión Considerando la Existencia de la Infraestructura de Red Antigua Funcionando

Para el caso puntual de la Superintendencia de Bancos, para calcular el período de retorno de la inversión, se aplica el método directo indicado en el numeral 6.3.1 y se debe considerar en los ingresos únicamente los beneficios adicionales que brindará la nueva red de datos como se indica en la Tabla 6.14 y en la Figura 6.4 y se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Valor Neto para el cálculo de ROI} = \left( \text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva} \right) - \left( \text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua} \right) \quad (6.40)$$

$$\text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua en el año (i)} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red de datos antigua en el año (i)} \right) \quad (6.41)$$

$$\text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red de datos antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Beneficios directos adicionales entregados por la red de datos nueva en el año (i)} \right) \quad (6.42)$$

$$\text{Valor Neto para el cálculo del ROI en el año (i)} = \left( \text{Beneficios directos adicionales entregados por la red de datos nueva en el año (i)} \right) \quad (6.43)$$

$$\text{Ingresos en el año (i)} = \left( \text{Valor Neto para el cálculo del ROI en el año (i)} \right) = \left( \text{Beneficios adicionales directos entregados por la nueva red en el año (i)} \right) \quad (6.44)$$

$$\text{Egresos en el año (i)} = \left( \text{Total de gastos anuales de la nueva red en el año (i)} \right) + \left( \text{Valor residual de la red antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Pago de préstamo de capital en el año (i)} \right) \quad (6.45)$$

*i* = identificación del año o período de evaluación, y varía de 0 a 5

$$\text{Flujo de caja acumulado neto en el año (k)} = \left( \text{Flujo de caja neto acumulado del año anterior (k-1)} \right) + \left[ \left( \text{Ingresos en el año (k)} \right) - \left( \text{Egresos en el año (k)} \right) \right] \quad (6.46)$$

*k* = identificación del año o período de evaluación, varía de 1 a 5

Para el año 0, se tiene las siguientes consideraciones:

$$\left( \text{Valor residual de la red antigua en el año (0)} \right) = \$65.000, \text{ para el resto de períodos su valor es } 0$$



$$(\text{Ingresos en el año } (0)) = (\text{Beneficios adicionales directos entregados por la red en el año}(0)) = 0, \text{ para el resto de períodos su valor es de } \$724.050$$

$$(\text{Egresos en el año } (0)) = (\text{Total de gastos anuales de la nueva red en el año}(0)) + (\text{Valor residual de la red antigua en el año}(0)) + (\text{Pago de prestamo de capital en el año}(0))$$

$$(\text{Flujo de caja neto acumulado del año } (0)) = [(\text{Ingresos en el año } (0)) - (\text{Egresos en el año } (0))]$$

El período de retorno de la inversión se calcula en la transición de signo de (-) a (+) del flujo acumulado neto, mediante la fórmula (6.47) propuesta.

$$\text{Período de retorno de la Inversion} = (\text{Año anterior}) + \left[ \frac{- \text{Flujo acumulado neto del año anterior}}{\text{Flujo acumulado neto del año actual} - \text{Flujo acumulado neto del año anterior}} \right] \quad (6.47)$$

En este caso el período de recuperación de la inversión es de **3,77 años**, que corresponde a **3 años 9 meses y 7 días**, que se consigue mejorando un **2.5 %** en la productividad de los funcionarios de la Superintendencia de Bancos y Seguros, y mejorando un **2,5%** los servicios entregados al sistema financiero nacional y a la ciudadanía en general.

PERÍODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	0	1	2	3	4	5
<b>EGRESOS</b>						
TOTAL DE GASTOS ANUALES DE LA NUEVA RED	-\$1.295.943,00	-\$ 349.131,20	-\$ 343.506,20	-\$ 343.506,20	-\$ 303.712,87	-\$ 303.712,87
% DE PAGO DE PRÉSTAMO DE CAPITAL A 5 AÑOS	% 10	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86
VALOR RESIDUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	-\$ 65.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>INGRESOS</b>						
BENEFICIOS ANUALES ADICIONALES DE LA NUEVA RED	\$ 0,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00
<b>FLUJO DE CAJA NETO ACUMULADO-01- CONSIDERANDO SOLO LOS BENEFICIOS ADICIONALES DE LA NUEVA RED</b>	<b>-\$ 1.360.943,00</b>	<b>-\$ 1.011.943,06</b>	<b>-\$ 657.318,13</b>	<b>-\$ 302.693,19</b>	<b>\$ 91.725,08</b>	<b>\$ 486.143,35</b>
<b>PERÍODO DE RETORNO DE INVERSION CONSIDERANDO SOLO LOS BENEFICIOS ADICIONALES DE LA NUEVA RED</b>						<b>3,77 años</b>

Tabla 6.14 *Flujo de caja acumulado neto y período de retorno de la inversión considerando la existencia de la infraestructura antigua funcionando.*

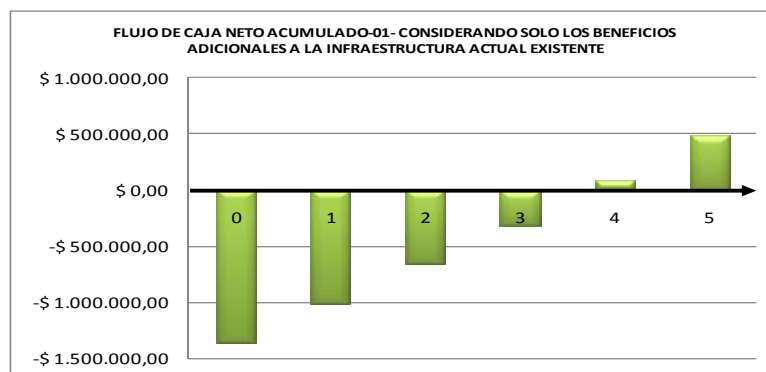


Figura 6.4 *Flujo de caja acumulado neto, considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura*

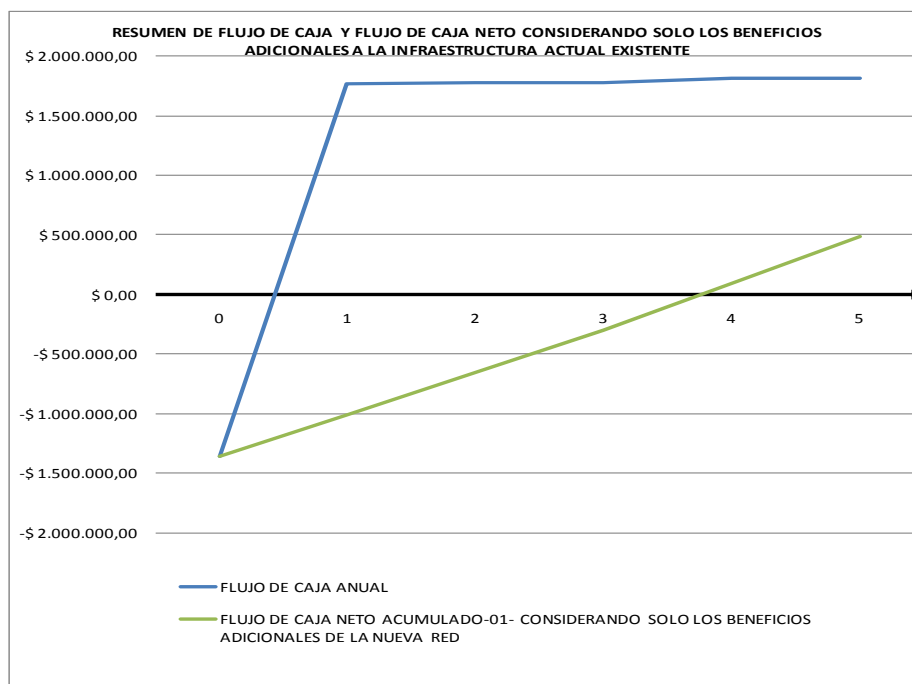


Figura 6.5 Resumen de flujos de caja considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura

**6.3.3.8 Período de Retorno de la Inversión Considerando los Ingresos de Producción Total Anual de la Nueva Red de Datos**

Si la institución no tuviera una red antigua en producción al momento, y se requiere la implementación de una red nueva partiendo de cero, se debe calcular el periodo de la inversión, considerando todos los ingresos de producción total anual de la nueva red de datos.

Los ingresos reales en este caso están compuestos por los rubros del valor agregado que genera la red antigua más los beneficios adicionales que se tendría con la nueva red de datos.

Para este caso, los cálculos de los flujos de caja netos acumulados anuales se realizan utilizando las fórmulas siguientes, cuyos resultados se indican en el Tabla 6.15 y en las Figuras 6.6 y 6.7.

$$\text{Valor Neto para el cálculo del ROI} = (\text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva}) - (\text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua}) \tag{6.48}$$

$$\text{Valor anterior de los servicios con la infraestructura antigua en el año (i)} = 0 \tag{6.49}$$

$$\text{Valor nuevo de los servicios con la infraestructura nueva} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red de datos antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Beneficios directos adicionales entregados por la red de datos nueva en el año (i)} \right) \quad (6.50)$$

$$\text{Valor Neto para el cálculo del ROI en el año (i)} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red de datos antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Beneficios directos adicionales entregados por la red de datos nueva en el año (i)} \right) \quad (6.51)$$

i = identificación del año o período de evaluación  
i = 0, es el año 0,

En este caso los ingresos están determinados por el valor agregado entregado por una red antigua determinada más los beneficios adicionales directos entregados por una nueva red.

$$\text{Ingresos en el año (i)} = \left( \text{Valor agregado entregado por la red antigua en el año (i)} \right) + \left( \text{Beneficios adicionales directos entregados por la red en el año(i)} \right) \quad (6.52)$$

$$\text{Egresos en el año (i)} = \left( \text{Total de gastos anuales de la nueva red en el año(i)} \right) + \left( \text{Valor residual de la red antigua en el año(i)} \right) + \left( \text{Pago de prestamo de capital en el año(i)} \right) \quad (6.53)$$

i = identificación del año o período de evaluación  
i = 0, es el año 0,

Valor residual de la red antigua en el año(0) = 0, para todos los períodos

$\left( \text{Valor agregado entregado por la red antigua en el año (0)} \right) = 0$ , para el resto de períodos su valor es de \$1.420.400

$\left( \text{Beneficios adicionales directos entregados por la red en el año(0)} \right) = 0$ , para el resto de períodos su valor es de \$724.050

$$\left( \text{Flujo de caja neto acumulado del año (0)} \right) = \left[ \left( \text{Ingresos en el año (0)} \right) - \left( \text{Egresos en el año (0)} \right) \right]$$

$$\text{Flujo de caja acumulado neto en el año (k)} = \left( \text{Flujo de caja neto acumulado del año anterior (k-1)} \right) + \left[ \left( \text{Ingresos en el año (k)} \right) - \left( \text{Egresos en el año (k)} \right) \right] \quad (6.54)$$

k = identificación del año o período de evaluación, varía de 1 a 5

El período de retorno de la inversión se calcula en la transición de signo de (-) a (+) del flujo acumulado neto, mediante la fórmula (6.55) propuesta.

$$\text{Período de retorno de la Inversion} = \left( \text{Año anterior} \right) + \left[ \frac{- \text{Flujo acumulado neto del año anterior}}{\text{Flujo acumulado neto del año actual} - \text{Flujo acumulado neto del año anterior}} \right] \quad (6.55)$$

En este caso el período de recuperación de la inversión es de **0,73 años**, que corresponde a **8 meses y 22 días**, como se indica en la Tabla 6.15 y en las Figuras 6.6 y 6.7.

PERIODO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	0	1	2	3	4	5
<b>EGRESOS</b>						
TOTAL DE GASTOS ANUALES DE LA NUEVA RED	-\$1.295.943,00	-\$ 349.131,20	-\$ 343.506,20	-\$ 343.506,20	-\$ 303.712,87	-\$ 303.712,87
% DE PAGO DE PRESTAMO DE CAPITAL A 5 AÑOS	10 %	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86	-\$ 25.918,86
VALOR RESIDUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>INGRESOS</b>						
VALOR AGREGADO ANUAL DE LA RED DE DATOS ANTIGUA	\$ 0,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00	\$ 1.420.400,00
BENEFICIOS ANUALES ADICIONALES DE LA NUEVA RED	\$ 0,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00	\$ 724.050,00

<b>FLUJO DE CAJA NETO ACUMULADO-02- CONSIDERANDO LAS GANANCIAS DE PRODUCCIÓN TOTAL ANUAL DE LA RED DE DATOS</b>	-\$ 1.295.943,00	\$ 473.456,94	\$ 2.248.481,87	\$ 4.023.506,81	\$ 5.838.325,08	\$ 7.653.143,35
---	------------------	---------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

<b>PERIODO DE RETORNO DE INVERSION CONSIDERANDO LAS GANANCIAS DE PRODUCCIÓN TOTAL ANUAL DE LA RED DE DATOS</b>		0,73 años				
--	--	-----------	--	--	--	--

Tabla 6.15 *Flujo de caja acumulada neta y periodo de retorno de la inversión considerando las ganancias de producción total anual de la nueva red de datos*

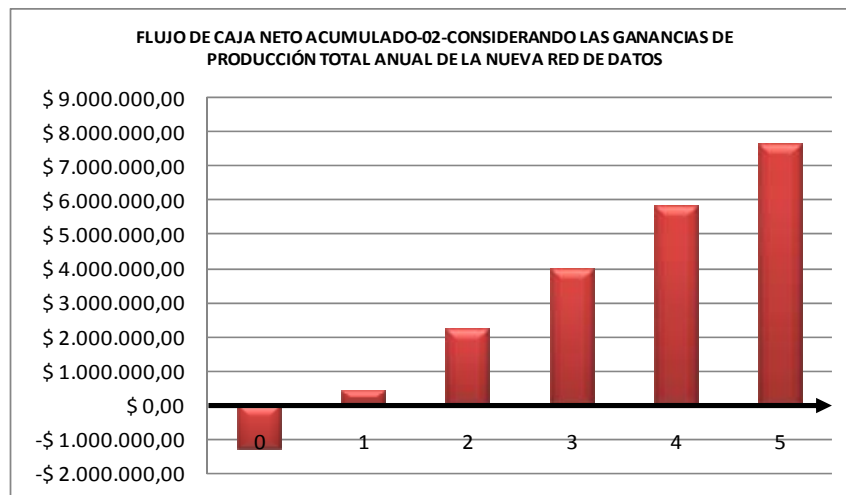


Figura 6.6 *Flujo de caja acumulado neto, considerando las ganancias de producción total anual de la nueva red de datos*

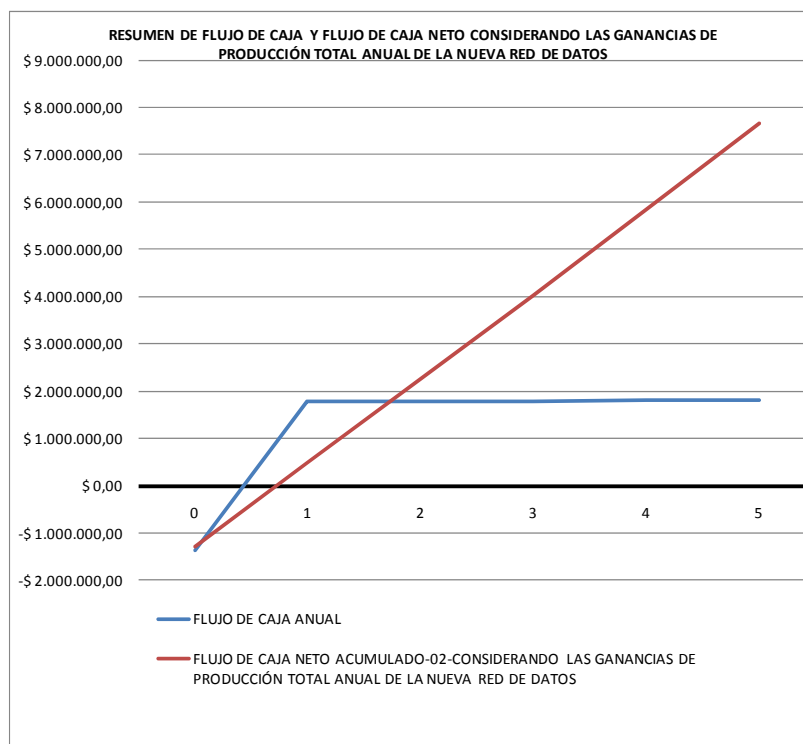


Figura 6.7 Resumen de flujos de caja considerando solo los beneficios adicionales que se generan con la nueva infraestructura

### 6.3.4 Resumen Financiero

De los análisis financieros realizados para un período de 5 años, se concluye que es un proyecto completamente viable y rentable por los siguientes motivos:

- Se tiene un TIR del 128% que supera ampliamente a las expectativas que se podría esperar para un proyecto de este tipo, que puede ser una base del 25% de beneficio social sobre la inversión realizada.
- Se tiene una rentabilidad absoluta de la inversión sumamente alta, reflejada a través del VAN de \$ 4'922.338,47 calculado para el período de 5 años, con una tasa de descuento del 10%.
- Se tiene una ganancia anual sumamente alta, en vista de que la red genera un beneficio social anual alto de \$ 2'144.450, que se obtiene de sumar el valor de agregado anual de la red de datos antigua más los beneficios adicionales que se tendrían con la instalación de la nueva red.
- Si se consideran únicamente los beneficios adicionales que se tendría con la implementación de la nueva red, sin tomar en cuenta los ingresos por el valor agregado

que genera actualmente la red antigua, el período de retorno de la inversión del proyecto es de 3,77 años que corresponde a 3 años 9 meses.

- Si se consideran todos los ingresos de producción total anual de la red nueva que asciende a \$ 2'144.450, el período de recuperación de la inversión es de es de 0,73 años, que corresponde a 8 meses y 22 días.
- Esta metodología puede ser utilizada para una entidad de gobierno, de características similares a las de Superintendencia de Bancos y Seguros.

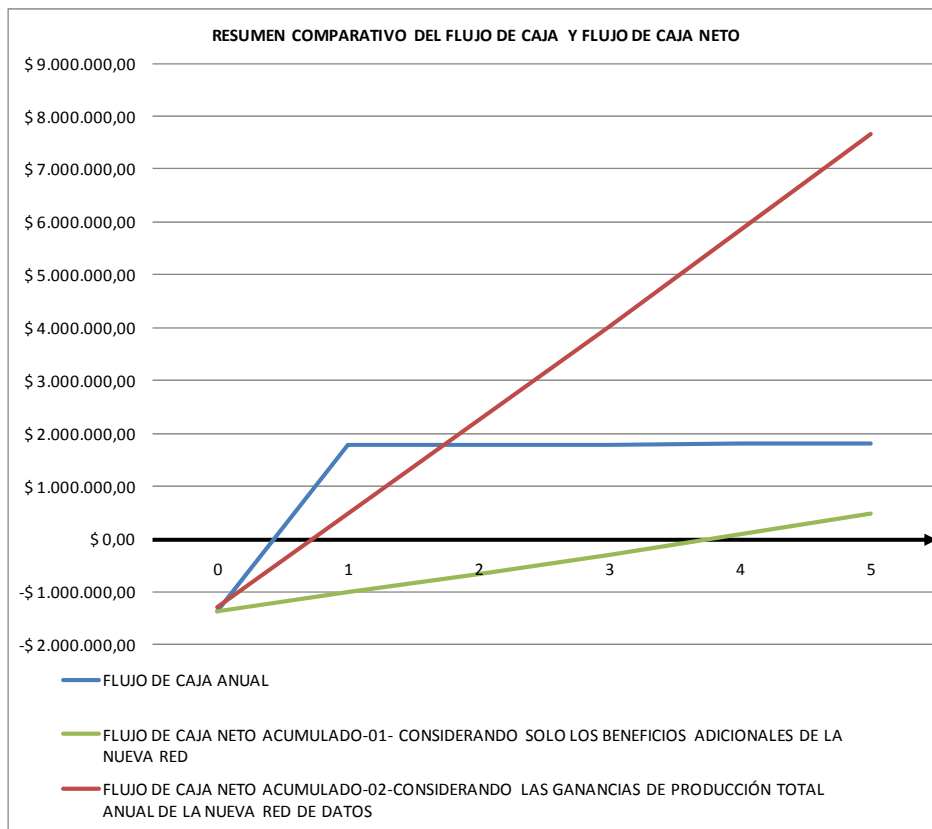


Figura 6.8 Resumen comparativo del flujo de caja y del flujo de caja neto

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

- El avance tecnológico, trae consigo también nuevos requerimientos de las redes de datos, en cuanto a seguridades, anchos de banda y velocidades de acceso, por lo cual hoy en día se están implementando redes de área local empresariales que sean seguras, auto-defendibles, de alto rendimiento, confiables, altamente disponibles y tolerantes a fallas, las mismas que permitan un crecimiento ordenado, para la integración de aplicaciones y servicios actuales y futuros.
  - El levantamiento de la información de la infraestructura de red actual, resultó muy importante porque permitió identificar a los elementos de la red y su influencia e impacto en las diferentes áreas de la Institución, lo cual permite elaborar las diferentes matrices para los análisis matemáticos de los riesgos realizados.
  - De los análisis realizados se ha determinado que los elementos de mayor riesgo tecnológico en la oficina matriz de Quito, son los equipos activos de red LAN y el cableado estructurado, lo cual es causado por su obsolescencia tecnológica y funcionamiento ininterrumpido de 10 años que ha sobrepasado en el 100% a su tiempo de vida útil (5 años), lo cual justifica plenamente la necesidad de la actualización y aplicación del diseño presentado en el presente proyecto.
  - Para calcular el nivel de riesgo real de la seguridad informática institucional, en función de las vulnerabilidades detectadas y del nivel de protección entregado por los equipos y
-

---

sistemas de seguridad, se requirió de un pleno conocimiento tanto de las herramientas de análisis de vulnerabilidades como también de los equipos y sistemas de seguridad perimetral como Firewall, IPS, filtrado de correo electrónico, filtrado web, todos los cuales entregan reportes cuantitativos que se utilizaron para la elaboración de tablas para los análisis respectivos.

Los resultados obtenidos indican que el nivel de riesgo real de la seguridad informática asciende al **41 %**, que corresponde a un nivel alto de riesgo, el mismo que debe ser mejorado a través de mecanismos y sistemas de seguridad más sofisticados. Este nivel de riesgo real está en función del **66,89 %** del nivel de riesgo por vulnerabilidades detectadas, del **45,91 %** del nivel de protección entregado por los equipos y sistemas de seguridad considerando también que estos tienen también vulnerabilidades, y de un **5%** de riesgo residual que no ha sido medible.

- Los resultados obtenidos del análisis cuantitativo, calculados en base a los reportes de las herramientas de monitoreo implementadas en la Institución, se determina que el nivel de disponibilidad de los equipos activos de la red local es del **98,85%**, lo cual es un indicativo matemático que muestra la necesidad de realizar el diseño e implementación de una nueva red de datos en la que se considere una disponibilidad de los equipos activos de mínimo **99,99%** (cuatro nueves), en especial a nivel de backbone a través de la implementación de Switches de Núcleo redundantes.
  - Los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos de los riesgos e impactos de la infraestructura tecnológica que ascienden al **42,17%**, el análisis de los niveles de vulnerabilidad informática que ascienden al **41%** y el nivel de disponibilidad de la red asciende al **98,85 %**, han sido determinantes para demostrar y justificar en forma matemática la necesidad de diseñar una nueva red altamente disponible y con esquemas de seguridad avanzados de auto-defensa para la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador, considerando que la Institución tiene una gran importancia en el control del sistema financiero nacional.
  - La metodología empleada para realizar los análisis de riesgos de la Institución, puede ser aplicada fácilmente a otro tipo de instituciones públicas o privadas.
-



- 
- Se ha elaborado un modelo de guía, para el diseño de una red LAN segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, confiable, altamente disponible y tolerante a fallas, para la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, utilizando las nuevas tecnologías existentes que incluyen funciones de seguridades embebidas para la administración y el control de tráfico en las capas 2, 3 y 4, incluyendo el análisis de tráfico IP a nivel de la capa de aplicaciones, para tener un mayor control a través de la generación de políticas de acceso basadas en perfiles y que son aplicadas directamente sobre los puertos en los cuales se conectan los dispositivos y/o usuarios de la red. Esto permite controlar quién utiliza la red, dónde se conecta y utiliza la red, cuándo la utiliza, cómo y con qué tipo de dispositivos se conecta a la red de datos, con lo cual la protección de la red se traslada al puerto del usuario directamente en los Switches de Acceso.
  - Para el diseño, debido a los altos niveles de disponibilidad y confiabilidad requeridos, se ha optado por una solución con dos Switches de Núcleo, en la que se ha considerado la implementación de la Virtualización de Switches, a través de la interconexión redundante de dos Switches de Núcleo que operan como un solo equipo físico, en modo de operación activo-activo, incrementando la capacidad de conmutación en el backbone de la red de datos, y aumentando el nivel de disponibilidad de la red al tener un esquema tolerante a fallas.
  - La red diseñada se ha concebido para operar en un ambiente convergente en la cual se integren de las aplicaciones de voz, video y datos, utilizando métodos de análisis y clasificación de tráfico, para la aplicación de políticas de calidad de servicio a los tráficos de misión crítica en la institución.
  - La red diseñada está preparada para la implementación de nuevos servicios y aplicaciones como es el caso sistemas de colaboración institucional que incluya sesiones de video conferencia, aulas virtuales, mensajería instantánea interna, televisión institucional, circuito cerrado de televisión, sistemas de control del edificio. Esta está preparada para soportar cualquier tipo de aplicación o servicio que aparezca y que se implementen en el futuro.
-

- 
- En el dimensionamiento de los Switches de Núcleo, se ha considerado a los Servidores HP Blade de aplicaciones y de bases de datos que actualmente ya tienen incluidos cada uno 8 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps multi-modo, full dúplex, no bloqueantes o sin sobresuscripción. Estas interfaces están integradas por diseño desde fábrica en los servidores y son instaladas para formar un bus de transmisión de 80 Gbps entre los servidores utilizando varios enlaces de fibra de a través del Switch de Núcleo, para permitir el funcionamiento adecuado de los múltiples servidores virtuales generados dentro de los Servidores Blade y de este modo incrementar el rendimiento y el acceso a las aplicaciones y bases de datos.
  - Las capacidades de los Switches de Núcleo depende de los puertos de entrada/salida en cuanto a la cantidad, la velocidad, el tipo de puertos bloqueantes y no bloqueantes, depende también de la capacidad de los buses de conexión de las controladoras de puertos de entrada/salida y de las controladoras de funciones hacia el backplane del chasis, todo lo cual influye a su vez en la capacidad y la cantidad de módulos de Switch Fabric que se deben instalar dentro de cada Switch de Núcleo.
  - Actualmente los fabricantes presentan tarjetas controladoras con diferente cantidad de puertos, en la que el costo por puerto va disminuyendo conforme se incrementa la densidad de puertos en la tarjeta controladora, lo que en principio lleva a la tendencia de adquirir tarjetas de una alta densidad de puertos. Sin embargo, se debe considerar la velocidad de procesamiento a la que la tarjeta interactuará a través del bus del chasis del equipo, lo cual determinará la sobresuscripción de los puertos. Por ejemplo, si la tarjeta controladora de puertos interactúa en el bus del chasis a 40 Gbps, el número máximo de puertos de 10 Gbps sin sobresuscripción o no bloqueantes que se tendrá en la controladora será únicamente 4 puertos.
  - Las capacidades de los Switches de Acceso, depende de la cantidad, la velocidad, el tipo de puertos, del nivel de seguridad y de servicios que se requiere tener dentro de la red de datos, lo cual está en función de la cantidad de usuarios y dispositivos terminales que van a ser conectados.
-

- 
- El dimensionamiento de los enlaces de backbone desde los Switches de Acceso, ubicados en cada uno de los pisos, hacia los Switch de Núcleo se realiza mediante dos metodologías: una propuesta por el fabricante Cisco y otra considerando el arribo de tráfico por unidad de tiempo mediante la Función de Distribución de Probabilidades de Poisson. Los dos métodos presentan resultados coincidentes y totalmente coherentes.
  - Las características de Virtualización también es conveniente implementar en los Switches de Acceso a través de la agrupación en pila de dos o más Switches por piso, para que sean vistos como una sola unidad lógica por piso, fácil de administrar con una mayor disponibilidad y confiabilidad, puesto que si se produce una falla en uno de los equipos de la pila, se puede reemplazar en caliente por un nuevo equipo y la configuración del equipo dañado se transfiere en forma automática al nuevo equipo reemplazado, ahorrando tiempo por reconfiguración en la recuperación de las fallas.
  - De acuerdo a las especificaciones técnicas de los Switches de Acceso, las características de PoE, permitirán en un futuro conectar sin una mayor inversión adicional, puntos de acceso de red inalámbrica sin necesidad de suministrar voltaje de alimentación por separado.
  - La capacidad de auto-defensa de la red diseñada, está determinada por las funcionalidades de los Sistemas de Autenticación y Control de Acceso a la Red, que permite separar mediante VLANs los ambientes de autorización, autenticación, validación, cuarentena y remediación, producción, invitados, servicios especiales como telefonía IP y video conferencia. Por razones de contingencia y disponibilidad de la red, se ha considerado necesario la instalación de dos Sistemas de Autenticación y Control de Acceso a la Red en modo de operación activo-pasivo, con el fin de que si falla el sistema principal, el secundario toma control de la red evitando bloqueos de toda la infraestructura.
  - Para la integración de los Sistemas de Autenticación y Control de Acceso a la Red con los ambientes de cuarentena y remediación para los sistemas operativos y para vulnerabilidades, se involucra software propietario de terceros como sistemas de actualización de parches, sistemas antivirus, que involucra el soporte técnico externo. Esto hace que la implementación de los Sistemas de Autenticación y Control de Acceso a la
-

---

Red ocupen un mayor tiempo para su implementación, la misma que deberá ser desarrollada por fases en las cuales se debe incluir etapas de pruebas de funcionamiento por áreas y perfiles, para evitar posibles bloqueos indebidos a los usuarios. Se debe considerar la capacitación al personal técnico del escritorio de servicio y a los usuarios finales sobre las nuevas funciones de la red de datos para evitar un impacto grande en la atención de los requerimientos del usuario.

- El diseño y actualización de un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica está estrechamente relacionado con el diseño de los equipos activos dimensionados, en vista que de los cálculos realizados en los Switches de Núcleo y de Acceso se determina que el cableado estructurado debe manejar enlaces de 10 Gbps o superiores. Por tales motivos se ha determinado que el tipo de fibra a utilizar debe ser OM3 o superior y que sus elementos y accesorios de interconexión deben ser de fábrica para disminuir las pérdidas por acoplamientos.
  - La re-certificación del cableado horizontal readecuado, garantizará completamente la entrega de señales de voltaje de alimentación a las estaciones telefónicas IP, a través del cableado estructurado, desde los puertos PoE de los Switches de Acceso y evitará posibles daños causados por el envío de voltaje a través hilos incorrectos del cableado, ya sea en los Switches de Acceso o en los dispositivos terminales de red.
  - Un criterio técnico importante para la selección tecnológica de equipos de conmutación, es el análisis del cuadrante mágico de Gartner, publicado en Junio de 2010, que permite determinar cuáles son las mejores marcas a nivel mundial, por su presencia en el mercado, la capacidad de ejecución de sus proyectos, las innovaciones y desarrollos tecnológicos dentro de sus productos. En función de este análisis se pueden determinar las especificaciones técnicas tomando como referencia a las características de los mejores productos del mercado.
  - Para la elaboración de las posibles especificaciones técnicas de la alternativa seleccionada, se han tomado en cuenta los resultados obtenidos del cálculo de las capacidades de equipos y funciones, se eliminan los riesgos por obsolescencia tecnológica obligando al oferente a ofertar equipos y sistemas de última generación, los mismos que deberán tener
-

---

un continuo desarrollo durante su período de vida útil. Se toma en cuenta también la flexibilidad de crecimiento que debe tener la red, no necesariamente de usuarios, pero sí de nuevos servicios y aplicaciones que se adapten a las futuras necesidades.

- La garantía técnica y el soporte de fábrica y local son aspectos muy importantes a considerar, en la evaluación de la oferta, puesto que de ellos dependerá la correcta operación del sistema y su disponibilidad en caso de fallas del mismo.
  - Todas las alternativas técnicas analizadas son válidas en función de los requerimientos actuales de la red de datos. Sin embargo, es necesario considerar que actualmente la diferencia de costo de los puertos de 100 Mbps y 1 Gbps es baja.
  - Se ha obtenido un modelo matemático que puede ser utilizado para el analizar y diseñar una red LAN segura, convergente, auto-defendible, de alto rendimiento, para otras instituciones de gobierno e incluso para otras instituciones de índole privado de tamaños similares o superiores, para lo cual, las herramientas matemáticas desarrolladas en el proyecto pueden ser acopladas fácilmente a las necesidades, en vista de que cuentan con procedimientos lógicos para los cálculos requeridos en cualquier ambiente, basado en un modelo jerárquico de diseño.
  - El análisis económico realizado en un período de 5 años, entrega como resultados, el TIR del 128 %, el VAN de \$ 4'922.338, lo cual indica que es un proyecto totalmente rentable y supera ampliamente las expectativas.
  - En el análisis económico se determinó que el valor agregado o producción de la red de datos actual es de \$ 1'420.400, basado en los sueldos promedio de los funcionarios y usuarios externos y en los porcentajes estimados de utilización de los servicios brindados por la infraestructura antigua.
  - Implementando la nueva red auto-defendible, los resultados obtenidos indican que se tendrán beneficios adicionales a los actuales de \$ 724.050, que está dado por una mejora del 25% de los servicios reflejado en un mejor nivel de seguridad, mayor producción de los funcionarios al estar controlados y administrados sus accesos, incremento de nuevos
-

---

servicios institucionales a través de la red de datos, y una mejor atención a la ciudadanía y al sistema financiero.

- En función de los beneficios adicionales se calculó que el período de retorno de la inversión es de 3 años 9 meses.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- En base al presupuesto referencial necesario para la ejecución del proyecto que asciende a \$ 1'300.000, se recomienda la posibilidad de su implementación por etapas. En una primera fase se implementaría la red conmutada en la que se incluya los Switches de Núcleo y los Switches de Acceso, el sistema de cableado estructurado vertical de fibra óptica y la readecuación del cableado horizontal. En una segunda etapa se implementarían los Sistemas de Administración y Control de Acceso a la Red de Datos.
  - Para garantizar un 100% de funcionalidad, se recomienda que se adquiera toda la plataforma de conmutación y los sistemas de administración y control de acceso a la red de datos de la misma marca.
  - Complementar el presente proyecto con el diseño de una Red de Área Local Inalámbrica de última generación para la oficina Matriz de Quito de la Superintendencia de Bancos y Seguros, con lo que se posibilitará dar mayor flexibilidad a los usuarios para que accedan a los servicios y aplicaciones de la red de una manera segura y confiable. La nueva red diseñada tiene la suficiente capacidad para manejar el tráfico que generen las estaciones inalámbricas que se puede complementar también con telefonía IP móvil y circuito cerrado de televisión IP inalámbrico dentro del edificio.
  - Garantizar el soporte local, con tiempos de respuesta y solución a los problemas de menos de 4 horas, por la criticidad de la red. El soporte técnico deberá ser realizado con técnicos certificados por fábrica y con presencia local en Quito, durante las 24 horas de los 7 días de la semana, los 365 días al año.
-

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Montañez, M. (2009). *Multilayer campus architecture and design principles*. Cisco Networkers.
- Desai, N. (2009). *Advance enterprise campus high availability*. Cisco Networkers. Barcelona.
- Nortel. (2009). *Medium campus technical solution guide*. (pp. 57)
- Nohre, H. (2009). *Deploying Cisco NAC Appliance*. Cisco Networkers. Barcelona, España.
- Ministerio de Administraciones Públicas. (2006). *Magerit V2. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Guía de Técnicas*. (pp. 5-21). Madrid, España.
- Ministerio de Administraciones Públicas. (2006). *Magerit V2. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información. Método*. (pp. 2-30). Madrid, España.
- Alberts, C. (2002). *Managing Information Security Risks*. Boston, EEUU. Addison Wesley.
- Cole, E. (2009). *Network Security Bible. Second Edition. Information System Security Principles*. (pp. 35-71). Indianápolis, EEUU. Wiley Publishing.
- Schmidt, K. (2006). *High availability and disaster recovery*. (pp. 24). Frankfurt. Springer.
- Held, G. (2001). *Data communications Networking Devices*. (pp. 826-828). New York, EEUU. Wiley & Sons.
- Chao, J. (2007). *High Performance Switches and Routers*. (pp. 176-206). New Jersey, EEUU. Wiley & Sons.
- Enterasys. (2008). *Enterasys converged Networks*. Recuperado en enero, 2010 disponible en <http://www.enterasys.com/company/literature/secureconvergence-wp.pdf>
- Cisco Systems. (2008). *Cisco Catalyst 2960 Series Switchs*. Recuperado en enero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/cisco\\_catalyst\\_2960\\_series\\_switches\\_tdm.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/cisco_catalyst_2960_series_switches_tdm.pdf)
- Cisco Systems. (2010). *Cisco Catalyst 6500 and 6500-E Series Switch*. Recuperado en enero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps5138/product\\_data\\_sheet09186a00800ff916.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps5138/product_data_sheet09186a00800ff916.pdf)
- Avaya. (2010). *Ethernet Routing Switch 8600*. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.avaya.com/usa/resource/assets/brochures/dn5007.pdf>
-

- 
- Cisco Systems. (2009). *Cisco Catalyst 4500 Series Switches*. 2009. Recuperado en febrero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product\\_data\\_sheet09186a008033a3bd.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/product_data_sheet09186a008033a3bd.pdf)
- Cisco Systems. (2010). *Cisco Catalyst 3750-X and 3560-X Series Switches*. Recuperado en febrero, 2010 disponible en [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/data\\_sheet\\_c78-584733.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/data_sheet_c78-584733.pdf)
- Avaya. (2010). *Ethernet Routing Switch 5000 Series*. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.avaya.com/usa/resource/assets/factsheet/dn5098%20-%20ers%205000%20fact%20sheet.pdf>
- Enterasys. (2010). *Network Access Control*. Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://www.enterasys.com/company/literature/nac-wp.pdf>
- Systemax Solutions. (2010). *Enterprise design guide*. Recuperado en mayo, 2010 disponible en [http://docs.commscope.com/Public/Enterprise\\_Design\\_Guide.pdf](http://docs.commscope.com/Public/Enterprise_Design_Guide.pdf)
- Eduardo Leyton. (2009). *Fundamentos de análisis de riesgos*. Recuperado en noviembre, 2009 disponible en [http://www.eduardoleyton.com//apuntes/01\\_Fundamentos\\_Riesgo.pdf](http://www.eduardoleyton.com//apuntes/01_Fundamentos_Riesgo.pdf)
- Evaluación de riesgos. (2009). *Niveles de riesgo*. Recuperado en diciembre, 2009 disponible en <http://www.segu-info.com.ar/politicas/nivelesriesgo.htm>
- Cisco. (2010). *Architecture Brief: Using Cisco Catalyst 6500 and Cisco Nexus 7000 Series Switching Technology in Data Center Networks*. (pp. 4). Recuperado en enero, disponible en [https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps9402/ps9512/White\\_Paper\\_C17-449427.pdf](https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps9402/ps9512/White_Paper_C17-449427.pdf)
- Cresswell, A. Burke, G. (2006). *Advancing Return on Investment Analysis for Government IT*. University at Albany. New York. Recuperado en abril, 2010 disponible en [http://www.ctg.albany.edu/publications/reports/advancing\\_roi/advancing\\_roi.pdf](http://www.ctg.albany.edu/publications/reports/advancing_roi/advancing_roi.pdf)
- Nucleus Research Standard ROI Tool. (2010). Recuperado en mayo, 2010 disponible en <http://nucleusresearch.com/research/roi-tools/>
- Desca-Ecuador. (2009). Cisco Systems. *Soluciones de red Lan convergentes*.
- Evidencias de vulnerabilidades en la red de datos de la oficina matriz de la Superintendencia de Bancos y Seguros, entregado en el CD de información. Directorio:  
MRICS-ACHINCHERO:MAESTRIA RIC-ANGEL CHINCHERO-2011\  
EVIDENCIAS DE VULNERABILIDADES
-



**ANEXO A**

**PRUEBAS DE MEDICIÓN PARA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN A 1  
GBPS HASTA EL USUARIO FINAL**

---

## ANEXO A

### PRUEBAS DE MEDICIÓN PARA FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN A 1 GBPS HASTA EL USUARIO FINAL

#### A.1 REPORTE DE UTILIZACIÓN DE ANCHOS DE BANDA DE UN USUARIO FINAL EN UN PUERTO DE 100 MBPS DE UN SWITCH ACTUAL, CON TRÁFICO MULTIMEDIA

El análisis del ancho de banda utilizando por un usuario final se lo realizó mediante PRTG Network Monitor 7, analizando el tráfico en un puerto Ethernet a 100 Mbps full dúplex de un Switch actual, realizando la transmisión de los siguientes tipos de tráfico:

- Descarga de vídeo de información televisiva desde el servidor de archivos
- Transferencia de información bidireccional
- Navegación básica de tres páginas.
- Aplicaciones institucionales.

El resultado de las transmisiones realizadas se indica en la Figura A.1.

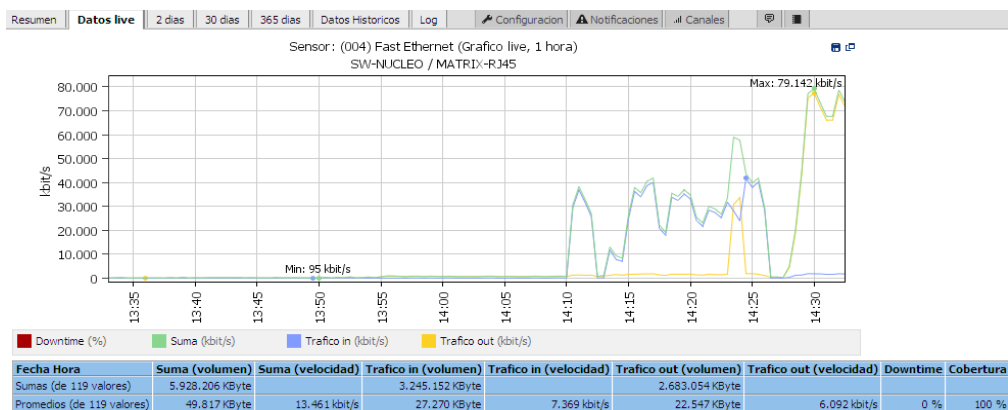
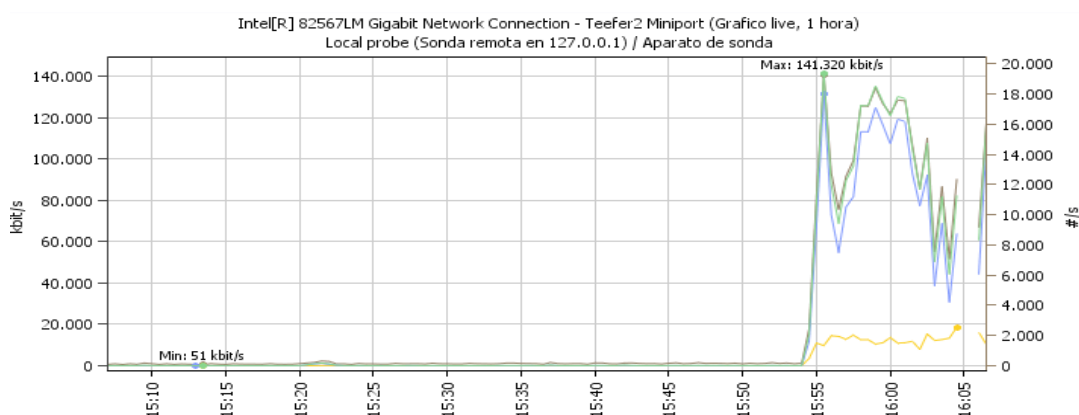


Figura A.1 Ancho de banda de un puerto de 100 Mbps de un Switch de Acceso con tráfico multimedia

Se realizaron pruebas similares a través de los puertos de 1 Gbps de un switch TP-LINK, transmitiendo el siguiente tráfico:

- Descarga de vídeo de información televisiva desde el servidor de archivos
- Transferencia de información unidireccional de una estación a otra.
- Navegación básica de tres páginas.

El resultado de las transmisiones realizadas a 1 Gbps se indica en la Figura A.2



*Figura A.2* Ancho de banda de un puerto de 1Gbps de un Switch de Acceso con tráfico multimedia

En función de lo anterior, el tráfico puede llegar a superar los 100 Mbps, y por lo tanto se requiere que los Switches de Acceso nuevos tengan puertos de 1 Gbps para el usuario final, por los siguientes motivos:

- Con el avance de la tecnología y los métodos de programación, hacen que cada vez más se utilicen aplicaciones internas, que contienen gran volumen de gráficos e imágenes que requieren de un mayor ancho de banda en los puertos y en los enlaces de backbone.
- De igual forma se va incrementando las necesidades de utilización de los servicios multimedia como:
  - Distribución de audio y de video hacia los funcionarios de la institución.
  - Transmisión de información de los sistemas de control y automatización, domótica e inmótica.
  - Transmisión de la información de sistemas de control de accesos, alarmas.
  - Transmisión de audio, vídeo y datos en Internet, para interacción directa entre los funcionarios, de manera más natural, formando las denominadas *redes humanas*.
  - Telefonía IP móvil y fija

- 
- Equipos y sistemas de impresión
  - También se requiere mayores anchos de banda para realizar tareas como:
    - Administración de todos los equipos de comunicaciones.
    - Control de accesos en las capas 2, 3, 4 y 7.
    - Distribución de parches de sistemas operativos hacia los usuarios finales
    - Distribución de parches de seguridad, antivirus, antispyware, etc.
    - Administración remota de estaciones de usuarios, a través de sistemas de Help Desk
    - Administración energética
  - Utilización de ambientes de colaboración para:
    - Capacitación institucional
    - Reuniones virtuales

## **A.2 REPORTE DE FUNCIONAMIENTO A 1 GBPS A TRAVÉZ DEL CABLEADO UTP HORIZONTAL ACTUAL**

Se realizaron pruebas de funcionamiento para la transmisión de datos a 1Gbps, utilizando un Switch de Acceso TP-LINK con interfaces de 1 Gbps RJ45, con el fin de verificar el funcionamiento de las conexiones de 1 Gbps, a través del cableado estructurado horizontal UTP categorías 5 y 5E actual.

El Switch de Acceso TP-LIK, se lo ubicó en el rack de de pared, en el cuarto de comunicaciones del piso 3, en la torre 1, como muestra la Figura A.2.

Se conectaron dos estaciones de trabajo con interfaces de 1 Gbps, en dos puntos de red más distantes, instalados en el área de administración del centro de cómputo en la torre 2, a través del cableado estructurado horizontal UTP actual.

---

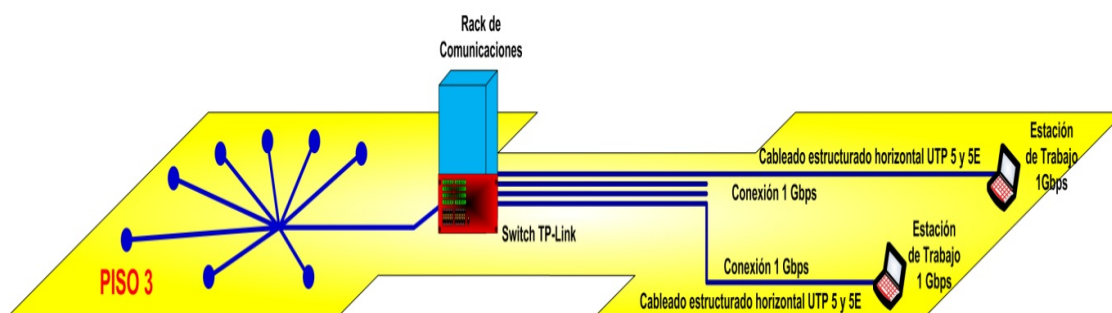


Figura A.3 Esquema de conexión para ejecución de prueba de funcionamiento a 1 Gbps a través del cableado RJ45 categoría 5 y 5E

Se realizó una transmisión unidireccional de datos de la una estación a la otra estación y se observó que se utilizó el 40 % de la capacidad de conexión del equipo a 1 Gbps (400 Mbps), como indica la Figura A.3, lo cual depende del estado de disponibilidad de los recursos de procesador, memoria y disco de las estaciones que transmiten y que reciben la información.

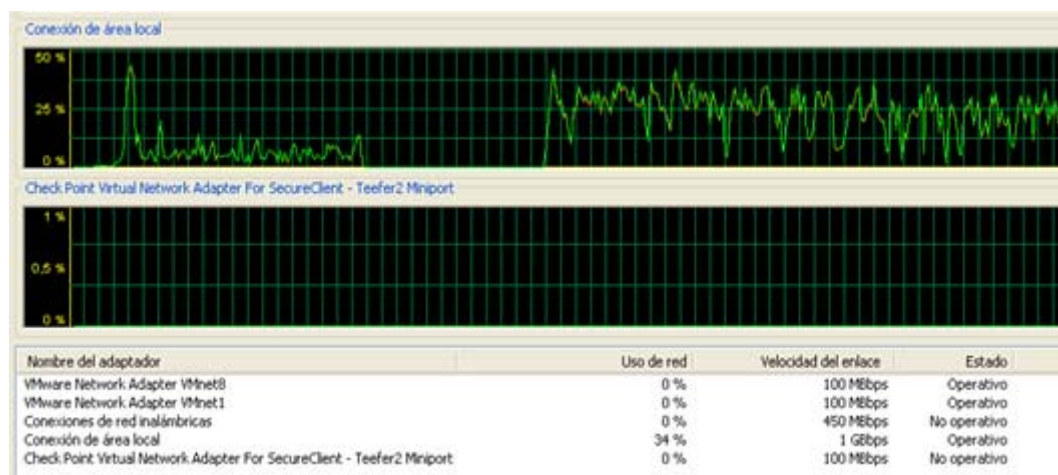


Figura A.4 Resultados de prueba de funcionamiento a 1 Gbps a través del cableado RJ45 categoría 5 y 5 E

Se obtuvieron los siguientes resultados de las pruebas realizadas sobre el cableado horizontal:

- El cableado estructurado UTP categoría 5 y 5E actual, si funciona con los Switches de Acceso y las estaciones de trabajo de los usuarios finales, operando a 1 Gbps de conexión.
- Las estaciones de trabajo si se conectan a 1 Gbps en los puntos de red más distantes.

- Algo importante es que el Switch de Acceso debe manejar:
    - Conexiones Full dúplex a 1 Gbps, para realizar transmisiones bidireccionales a altas velocidades.
    - Auto detección de la velocidad del puerto de la estación.
    - Configuración manual de las velocidades, para los dispositivos que manejen velocidades inferiores y control de flujo especiales.
  - El cableado estructurado debe estar certificado completamente, si se requiere enviar la energía hacia los teléfonos IP a través del cableado estructurado y para evitar fallas de conexión a 1 Gbps de las estaciones y dispositivos de red.
  - Se deben utilizar cables de patch, en lo posible prefabricados y sin capuchón, tanto en el lado del rack de comunicaciones de pared, como también en el lado de las estaciones de trabajo y los dispositivos de red como teléfonos IP, etc.
-

## **ANEXO B**

### **ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO**

---

## ANEXO B

### ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN SEGURA CONVERGENTE, AUTO-DEFENDIBLE, DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA OFICINA MATRIZ DE QUITO

#### B.1 ALTERNATIVA UNO

#### CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SOLO SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS.

Esta alternativa contempla la instalación de un solo switch de núcleo, manteniendo el actual cableado de fibra óptica, para el funcionamiento del backbone a 1 Gbps.

El dimensionamiento del Switch de Núcleo se determina en el numeral 5.1.3 del capítulo correspondiente al diseño.

COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO CON BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Chasis de mínimo 10 slots	1	16.000	16.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps, para conexión en topología redundante activo-activo	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	1	23.000	23.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	16	2.000	32.000
Controladoras de 24 puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	2	9.500	19.000
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	38	300	11.400
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>150.200</b>

Tabla B.1. Costo del Switch de Núcleo en la alternativa 1



Los switches de acceso, tienen interfaces de 100 Mbps para conexión a los usuarios y 1 Gbps para conexión con el backbone.

<b>MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO PRINCIPAL</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, <b>100 Mbps</b> , con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 1 Gbps.	1	7.500	7.500
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	2	250	500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>8.000</b>

Tabla B.2 *Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 1*

<b>MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO SECUNDARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, <b>100 Mbps</b> , con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 1 Gbps.	1	7.500	7.500
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	2	250	500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>8.000</b>

Tabla B.3 *Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 1*

<b>RESUMEN DEL MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE ACCESO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Switches de Acceso Principal	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundario	17	8.000	136.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>280.000</b>

Tabla B.4 *Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 1*

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS SWITCHES</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Gestión de Switches para 100 nodos	1	9.000	9.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>9.000</b>

Tabla B.5 *Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 1*

Por razones de disponibilidad de los accesos se requieren dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos NAC.

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS PRIMARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>47.000</b>

Tabla B.6 Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 1

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS SECUNDARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>47.000</b>

Tabla B.7 Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 1

<b>RESUMEN DEL MONTO REFERENCIAL DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESO A LA RED DE DATOS</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Principal	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Secundario	1	47.000	47.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>94000</b>

Tabla B.8 Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 1

<b>MONTO REFERENCIAL DE LOS ACCESORIOS DE CONEXIÓN PARA FIBRA ÓPTICA</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 1 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 1 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	18	75	1.350
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	18	100	1.800
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7.550</b>

Tabla B.9 Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 1

GARANTÍA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS				
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	GARANTÍA UNITARIA	GARANTÍA ANUAL	GARANTÍA TRES AÑOS
Switch de Núcleo	1	10.000	10.000	30.000
Switches de Acceso	35	1.000	35.000	105.000
Sistema de Gestión de Switches	1	1.400	1.400	4.200
Sistema de Administración del Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	2.500	5.000	15.000
Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	4.500	9.000	27.000
Sistema de Autenticación	1	1.000	1.000	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>61.400</b>	<b>184.200</b>

Tabla B.10 Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 1

MONTO REFERENCIAL DE LOS RACKS DE COMUNICACIONES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Racks cerrados de pared, 30 UR, para los pisos, con puertas frontales perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	17	1.250	21.250
Racks cerrados de piso, 42 UR, para el centro de cómputo, con puertas frontales y posteriores perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	1	1.250	1.250
<b>SUBTOTAL</b>			<b>22.500</b>

Tabla B.11 Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 1

MONTO REFERENCIAL DE LA READECUACIÓN DEL CABLEADO HORIZONTAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Traslado, reponchado y re-certificado de puntos de red, dentro del rack de comunicaciones	1.035	5	5.175
<b>SUBTOTAL</b>			<b>5.175</b>

Tabla B.12 Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 1

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA UNO-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo	1	150.200	150.200
Switches de Acceso Principales de Piso	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	8.000	136.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación y Remediación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de comunicaciones para los pisos	1	1.250	1.250
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	61.400	184.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>842.625</b>

Tabla B.13 Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps

El monto referencial para la alternativa uno, se indica en la Tabla B.13, y asciende a \$ **842.625**, sin incluir impuestos.

Los resultados son utilizados capítulo 5, correspondiente al diseño de la red local segura convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito, en el numeral 5.1.3.

## **B.2 ALTERNATIVA DOS**

### **CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS.**

Esta alternativa contempla la instalación de dos switches de núcleo, en arquitectura redundante, en modo de operación activo-activo, manteniendo el actual cableado de fibra óptica, para funcionamiento a 1 Gbps.

El dimensionamiento de los equipos se determina en el numeral 5.1.4 del capítulo correspondiente al diseño.

<b>COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON BACKBONE A 1 GBPS</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Chasis de mínimo 9 slots	1	6.000	6.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps, para conexión en topología redundante activo-activo	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	1	23.000	23.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	12	2.000	24.000
Controladoras de 24 puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	1	9.500	9.500
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	20	300	6.000
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9.200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>117.300</b>

Tabla B.14 *Costo del Switch de Núcleo Primario en la alternativa 2*

COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Chasis de mínimo 9 slots	1	6.000	6.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps, para conexión en topología redundante activo-activo	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	1	23.000	23.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	12	2.000	24.000
Controladoras de 24 puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	1	9.500	9.500
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	20	300	6.000
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>117.300</b>

Tabla B.15 Costo del Switch de Núcleo Secundario en la alternativa 2

MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario para funcionamiento en el backbone de 1 Gbps	1	117.300	117.300
Switch de Núcleo Secundario para funcionamiento en el backbone de 1 Gbps	1	117.300	117.300
<b>SUBTOTAL</b>			<b>234.600</b>

Tabla B.16 Costo total de los Switches de Núcleo en la alternativa 2

Los switches de acceso, tienen interfaces de 100 Mbps para conexión a los usuarios y 1 Gbps para conexión con el backbone.

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO PRINCIPAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, 100 Mbps, con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 1 Gbps.	1	7.500	7.500
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	2	250	500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>8.000</b>

Tabla B.17 Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 2

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO SECUNDARIO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, 100 Mbps, con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 1 Gbps.	1	7.500	7.500
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 1 Gbps	2	250	500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>8000</b>

Tabla B.18 Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 2

<b>MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE ACCESO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Switches de Acceso Principal	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundario	17	8.000	136.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>280.000</b>

Tabla B.19 *Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 2*

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS SWITCHES</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Gestión de Switches para 100 nodos	1	9.000	9.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>9.000</b>

Tabla B.20 *Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 2*

Por razones de disponibilidad de los accesos se requieren dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos NAC.

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS PRIMARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>47.000</b>

Tabla B.21 *Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 2*

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS SECUNDARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>47000</b>

Tabla B.22 *Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 2*

MONTO REFERENCIAL DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESO A LA RED DE DATOS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Principal	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Secundario	1	47.000	47.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>94.000</b>

Tabla B.23 Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 2

MONTO REFERENCIAL DE LOS ACCESORIOS DE CONEXIÓN PARA FIBRA ÓPTICA			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 1 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 1 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	18	75	1.350
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	18	100	1.800
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7.550</b>

Tabla B.24 Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 2

GARANTÍA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS				
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	GARANTÍA UNITARIA	GARANTÍA ANUAL	GARANTÍA TRES AÑOS
Switches de Núcleo	2	8.500	17.000	51.000
Switches de Acceso	35	1.000	35.000	105.000
Sistema de Gestión de Switches	1	1.400	1.400	4.200
Sistema de Administración del Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	2.500	5.000	15.000
Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	4.500	9.000	27.000
Sistema de Autenticación	1	1.000	1.000	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>68.400</b>	<b>205.200</b>

Tabla B.25 Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 2

MONTO REFERENCIAL DE LOS RACKS DE COMUNICACIONES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Racks cerrados de pared, 30 UR, para los pisos, con puertas frontales perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	17	1.250	21.250
Racks cerrados de piso, 42 UR, para el centro de cómputo, con puertas frontales y posteriores perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	2	1.250	2.500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>23.750</b>

Tabla B.26 Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 2

MONTO REFERENCIAL DE LA READECUACIÓN DEL CABLEADO HORIZONTAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Traslado, reponchado y re-certificado de puntos de red, dentro del rack de comunicaciones	1.035	5	5.175
<b>SUBTOTAL</b>			<b>5.175</b>

Tabla B.27 *Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 2*

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA DOS-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 1 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario	1	117.300	117.300
Switch de Núcleo Secundario	1	117.300	117.300
Switches de Acceso Principales de Piso	18	8.000	144.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	8.000	136.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación y Remediación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Racks de comunicaciones de pared, para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	2	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	68.400	205.200
SopORTE técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>			<b>949.275</b>

Tabla B.28 *Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 1 Gbps.*

El monto referencial para la alternativa dos, se indica en la Tabla B.28, y asciende a \$ **949.275**, sin incluir impuestos.

Los resultados son utilizados capítulo 5, correspondiente al diseño de la red local segura convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito, en el numeral 5.1.4.



**B.3 ALTERNATIVA TRES****CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SOLO SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS.**

Esta alternativa contempla la instalación de un solo switch de núcleo, con un nuevo cableado estructurado vertical de fibra óptica, para funcionamiento a 10 Gbps.

El dimensionamiento del equipo se determina en el numeral 5.1.5 del capítulo 5, correspondiente al diseño.

COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO CON BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Chasis de mínimo <b>11 slots</b>	1	20.000	20.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	3	23.000	69.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	38	2.000	76.000
Controladoras de puertos 24 Ethernet de fibra de 1 Gbps	1	9.500	9.500
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	16	300	4.800
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>228.100</b>

Tabla B.29 *Costo del Switch de Núcleo en la alternativa 3*

Los switches de acceso, tienen interfaces de 1 Gbps para conexión a los usuarios finales y 10 Gbps para conexión con el backbone.

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO PRINCIPAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, <b>1 Gbps</b> , con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 10 Gbps.	1	9.000	9.000
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de <b>10 Gbps</b>	2	1.500	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>12.000</b>

Tabla B.30 *Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 3*

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO SECUNDARIO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, <b>1 Gbps</b> , con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 10 Gbps.	1	9.000	9.000
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de <b>10 Gbps</b>	2	1.500	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>12.000</b>

Tabla B.31 *Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 3*

<b>MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE ACCESO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Switches de Acceso Principal	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundario	17	12.000	204.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>420.000</b>

Tabla B.32 *Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 3*

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS SWITCHES</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Gestión de Switches para 100 nodos	1	9.000	9.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>9.000</b>

Tabla B.33 *Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 3*

Por razones disponibilidad de los accesos se requieren dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos NAC.

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS PRIMARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>47.000</b>

Tabla B.34 *Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 3*

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS SECUNDARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>47.000</b>

Tabla B.35 *Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 3*

MONTO REFERENCIAL DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESO A LA RED DE DATOS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Principal	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Secundario	1	47.000	47.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>94.000</b>

Tabla B.36 Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 3

MONTO REFERENCIAL DE LOS ACCESORIOS DE CONEXIÓN PARA FIBRA ÓPTICA			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	18	75	1.350
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	18	100	1.800
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7.550</b>

Tabla B.37 Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 3

GARANTÍA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS				
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	GARANTÍA UNITARIA	GARANTÍA ANUAL	GARANTÍA TRES AÑOS
Switch de Núcleo	1	15.000	15.000	45.000
Switches de Acceso	35	1.600	56.000	168.000
Sistema de Gestión de Switches	1	1.400	1.400	4.200
Sistema de Administración del Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	2.500	5.000	15.000
Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	4.500	9.000	27.000
Sistema de Autenticación	1	1.000	1.000	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>87.400</b>	<b>262.200</b>

Tabla B.38 Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 3

El dimensionamiento técnico del cableado estructurado de fibra óptica requerido para esta opción se calcula en el numeral 5.2.6, del capítulo 5, correspondiente al diseño del cableado estructurado vertical de fibra óptica.

MONTO REFERENCIAL DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA DE 10 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Patch pannels de fibra óptica de 24 puertos (incluido bandeja de fusión)	6	900	5.400
Patch pannels de fibra óptica de 12 puertos (incluido bandeja de fusión)	17	250	4.250
Módulos de 4 puertos de fibra óptica	66	30	1.980
Terminales de fibra óptica	198	10	1.980
Fusión termoeléctrica de conector más protector térmico	198	10	1.980
Fibra óptica optimizada para laser, OM3 u OM4, RISER, multi-modo, de 6 hilos, 50/125 um, (metros).	1079	5	5.395
Instalación de fibra óptica (metros)	1079	1	1.079
Medición y certificación de hilos de fibra óptica, con OTDR, POWER METER y FIBER INSPECTOR	102	15	1.530
Escalerilla metálica prefabricada de 20 cm de ancho x 10 cm de alto, con tapa panorámica, pintura electrostática, para ducto vertical de comunicaciones, para tendido de las de fibras ( metros)	54	25	1.350
Bandeja metálica para tendido horizontal de las de fibras, bajo el techo, de 20 cm de ancho x 15 cm de alto, pintura electrostática. (metros).	40	25	1.000
Tuberías y accesorios EMT para conexión del ducto vertical, con los racks de comunicaciones. (18 racks)	19	30	570
Soportes de sujeción de los racks y de cableado horizontal	19	50	950
Instalación de escalerillas del ducto vertical (metros)	54	6	324
Instalación de bandejas metálicas horizontal (metros)	40	7	280
Apertura de boquetes de 25x 15 cm, en las losas de los pisos y mampostería.	16	50	800
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>28.868</b>

Tabla B.39 Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps en la alternativa 3

MONTO REFERENCIAL DE LOS RACKS DE COMUNICACIONES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Racks cerrados de pared, 30 UR, para los pisos, con puertas frontales perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	17	1.250	21.250
Racks cerrados de piso, 42 UR, para el centro de cómputo, con puertas frontales y posteriores perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	1	1.250	1.250
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>22.500</b>

Tabla B.40 Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 3

MONTO REFERENCIAL DE LA READECUACIÓN DEL CABLEADO HORIZONTAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Traslado, reponchado y re-certificado de puntos de red, dentro del rack de comunicaciones	1.035	5	5175
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.175</b>

Tabla. B.41 Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 3

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA TRES-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE UN SWITCH DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo	1	228.100	228.100
Switches de Acceso Principales de Piso	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	12.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de comunicaciones para los pisos	1	1.250	1.250
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	87.400	262.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
		<b>TOTAL</b>	<b>1.167.393</b>

Tabla B.42 *Resumen de costos de la alternativa de instalación de un switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps*

El monto referencial para la alternativa tres, se indica en la Tabla B.42, y asciende a \$ **1.167.393**, sin incluir impuestos.

Los resultados son utilizados capítulo 5, correspondiente al diseño de la red local segura convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito, en el numeral 5.1.5.

**B.4 ALTERNATIVA CUATRO****CÁLCULO DE LOS COSTOS ESTIMADOS CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS**

Esta alternativa contempla la instalación de dos switches de núcleo, en arquitectura redundante, en modo de operación activo-activo y cambiando el cableado estructurado vertical de fibra óptica para funcionamiento del backbone a 10 Gbps.

El dimensionamiento de los equipos se determina en el numeral 5.1.6, del capítulo 5, correspondiente al diseño.

<b>COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO PRIMARIO CON BACKBONE A 10 GBPS</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Chasis de mínimo 9 slots	1	6.000	6.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	2	23.000	46.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	24	2.000	48.000
Controladoras de puertos 24 Ethernet de fibra de 1 Gbps	1	9.500	9.500
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	8	300	2.400
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>160.700</b>

Tabla B.43 Costo del Switch de Núcleo Primario en la alternativa 4

<b>COSTO REFERENCIAL DEL SWITCH DE NÚCLEO SECUNDARIO CON BACKBONE A 10 GBPS</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Chasis de mínimo 9 slots	1	6.000	6.000
Sistema Operativo	1	9.500	9.500
Supervisora de 2 puertos Ethernet de 10 Gbps	1	23.500	23.500
Controladoras de 16 puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	2	23.000	46.000
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	24	2.000	48.000
Controladoras de puertos 24 Ethernet de fibra de 1 Gbps	1	9.500	9.500
Puertos Ethernet de fibra de 1 Gbps	8	300	2.400
Controladoras de 48 puertos Ethernet RJ45, de 1 Gbps	1	9200	9.200
Fuentes de alimentación	2	3.000	6.000
Ventiladores	2	300	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>160.700</b>

Tabla B.44 Costo del Switch de Núcleo Secundario en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE NÚCLEO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switches de Núcleo Primario	1	160.700	160.700
Switches de Núcleo Secundario	1	160.700	160.700
SUBTOTAL			321.400

Tabla B.45 Costo total de los Switches de Núcleo en la alternativa 4

Los switches de acceso, tienen interfaces de 1 Gbps para conexión a los usuarios finales y 10 Gbps para conexión con el backbone, como se indica en la Tabla B.46 y B.47.

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO PRINCIPAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, 1 Gbps, con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 10 Gbps.	1	9.000	9.000
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	2	1.500	3.000
SUBTOTAL			12.000

Tabla B.46 Costo de un Switch de Acceso Principal en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DE UN SWITCH DE ACCESO SECUNDARIO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switch de 48 puertos Ethernet, RJ45, 1 Gbps, con PoE y 2 slots de puertos Ethernet de 10 Gbps.	1	9.000	9.000
Sistema Operativo	1	0	0
Puertos Ethernet de fibra óptica de 10 Gbps	2	1.500	3.000
SUBTOTAL			12.000

Tabla B.47 Costo de un Switch de Acceso Secundario en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DE LOS SWITCHES DE ACCESO			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Switches de Acceso Principal	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundario	17	12.000	204.000
SUBTOTAL			420.000

Tabla B.48 Costo total de los Switches de Acceso en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS SWITCHES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Sistema de Gestión de Switches para 100 nodos	1	9.000	9.000
SUBTOTAL			9.000

Tabla B.49 Costo del Sistema de Gestión de los Switches en la alternativa 4

Por razones de disponibilidad de los accesos, se requieren dos Sistemas de Administración y Control de Accesos a la red de datos NAC.

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS PRIMARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>47.000</b>

Tabla B.50 Costo del Sistema NAC Primario en la alternativa 4

<b>MONTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESOS A LA RED DE DATOS SECUNDARIO</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración del servidor de administración y control de accesos a la red de datos	1	12.000	12.000
Servidor de administración y control de accesos a la red de datos para 2.500 usuarios.	1	35000	35.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>47.000</b>

Tabla B.51 Costo del Sistema NAC Secundario en la alternativa 4

<b>MONTO REFERENCIAL DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE ACCESO A LA RED DE DATOS</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Principal	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Accesos a la Red de Datos Secundario	1	47.000	47.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>94.000</b>

Tabla B.52 Costo total de los Sistemas NAC en la alternativa 4

<b>MONTO REFERENCIAL DE LOS ACCESORIOS DE CONEXIÓN PARA FIBRA ÓPTICA</b>			
<b>REQUERIMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 2 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Acceso y el cableado estructurado de fibra óptica vertical, a 10 Gbps	44	50	2.200
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-LC para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 10 Gbps	18	75	1.350
Patch cord de fibra óptica de 15 metros, LC-SL para interconexión entre los Switches de Núcleo y los Servidores del centro de cómputo, a 1 Gbps	18	100	1.800
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7.550</b>

Tabla B.53 Costo de los accesorios de conexión de fibra en la alternativa 4



GARANTIA TECNICA DE LOS EQUIPOS				
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	GARANTIA UNITARIA	GARANTIA ANUAL	GARANTIA TRES AÑOS
Switches de Núcleo	2	12.000	24.000	72.000
Switches de Acceso	35	1.600	56.000	168.000
Sistema de Gestión de Switches	1	1.400	1.400	4.200
Sistema de Administración del Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	2.500	5.000	15.000
Servidor de Administración y Control de Accesos a la red de datos.	2	4.500	9.000	27.000
Sistema de Autenticación	1	1.000	1.000	3.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>96.400</b>	<b>289.200</b>

Tabla B.54 Costo de las garantías técnicas de los equipos y sistemas en la alternativa 4

El dimensionamiento técnico del cableado estructurado de fibra óptica requerido para esta opción se calcula en el numeral 5.2.6, correspondiente al diseño del cableado estructurado vertical de fibra óptica.

MONTO REFERENCIAL DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DE FIBRA ÓPTICA DE 10 GBPS			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Patch pannels de fibra óptica de 24 puertos (incluido bandeja de fusión)	6	900	5.400
Patch pannels de fibra óptica de 12 puertos (incluido bandeja de fusión)	17	250	4.250
Módulos de 4 puertos de fibra óptica	66	30	1.980
Terminales de fibra óptica	198	10	1.980
Fusión termoeléctrica de conector más protector térmico	198	10	1.980
Fibra óptica optimizada para laser, OM3 u OM4, RISER, multi-modo, de 6 hilos, 50/125 $\mu$ m, (metros).	1079	5	5.395
Instalación de fibra óptica (metros)	1079	1	1.079
Medición y certificación de hilos de fibra óptica, con OTDR, POWER METER y FIBER INSPECTOR	102	15	1.530
Escalerilla metálica prefabricada de 20 cm de ancho x 10 cm de alto, con tapa panorámica, pintura electrostática, para ducto vertical de comunicaciones, para tendido de las de fibras ( metros)	54	25	1.350
Bandeja metálica para tendido horizontal de las de fibras, bajo el techo, de 20 cm de ancho x 15 cm de alto, pintura electrostática. (metros).	40	25	1.000
Tuberías y accesorios EMT para conexión del ducto vertical, con los racks de comunicaciones. (18 racks)	19	30	570
Soportes de sujeción de los racks y de cableado horizontal	19	50	950
Instalación de escalerillas del ducto vertical (metros)	54	6	324
Instalación de bandejas metálicas horizontal (metros)	40	7	280
Apertura de boquetes de 25x 15 cm, en las losas de los pisos y mampostería.	16	50	800
<b>SUBTOTAL</b>			<b>28.868</b>

Tabla B.55 Costo del cableado estructurado de fibra óptica para conexión a 10 Gbps en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DE LOS RACKS DE COMUNICACIONES			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Racks cerrados de pared, 30 UR, para los pisos, con puertas frontales perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	17	1250	21250
Racks cerrados de piso, 42 UR, para el centro de cómputo, con puertas frontales y posteriores perforadas, laterales desmontables y sin perforaciones	2	1250	2500
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>23.750</b>

Tabla B.56 Costo de los racks de comunicaciones en la alternativa 4

MONTO REFERENCIAL DE LA READECUACIÓN DEL CABLEADO HORIZONTAL			
REQUERIMIENTO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Traslado, reponchado y re-certificado de puntos de red, dentro del rack de comunicaciones	1035	5	5175
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>5.175</b>

Tabla B.57 Costo de la readecuación del cableado estructurado horizontal en la alternativa 4

COSTO ESTIMADO DE LA ALTERNATIVA CUATRO-CONSIDERANDO LA INSTALACIÓN DE DOS SWITCHES DE NÚCLEO CON EL BACKBONE A 10 GBPS			
REQUERIMIENTOS	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO TOTAL
Switch de Núcleo Primario	1	160.700	160.700
Switch de Núcleo Secundario	1	160.700	160.700
Switches de Acceso Principales de Piso	18	12.000	216.000
Switches de Acceso Secundarios de Piso	17	12.000	204.000
Sistema de Gestión de switches	1	9.000	9.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Primario	1	47.000	47.000
Sistema de Administración y Control de Acceso a la red de datos NAC Secundario	1	47.000	47.000
Sistema de Autenticación	1	5.000	5.000
Accesorios de conexión (patch cords), para equipos de fibra óptica	1	7.550	7.550
Instalación de cableado estructurado de fibra óptica para funcionamiento a 10 Gbps	1	28.868	28.868
Racks de comunicaciones de pared, para los pisos	17	1.250	21.250
Racks de comunicaciones de piso, para el centro de cómputo	2	1.250	2.500
Readecuación de 1035 puntos de cableado estructurado horizontal en los nuevos racks de comunicaciones	1	5.175	5.175
Garantía técnica de equipos	3 años	96.400	289.200
Soporte técnico	3 años	20.000	60.000
Instalación y configuración.	1	20.000	20.000
Capacitación	1	5.000	5.000
		<b>TOTAL</b>	<b>1.288.943</b>

Tabla B.58 Resumen de costos de la alternativa de instalación de dos switch de núcleo con el backbone a 10 Gbps.

El monto referencial para la alternativa cuatro, se indica en la Tabla B.58, y asciende a \$ **1.288.943**, sin incluir impuestos.

Los resultados son utilizados capítulo 5, correspondiente al diseño de la red local segura convergente, auto-defendible, de alto rendimiento para la oficina matriz de Quito, en el numeral 5.1.6.

**FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO**

El presente Proyecto de Grado, fue entregado a la Dirección de Postgrados, reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí,.....del 2011

---

ING. RODRIGO SILVA  
**CORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN  
REDES DE INFORMACIÓN Y CONECTIVIDAD**

---

ING. ANGEL CHINCHERO VILLACÍS  
**AUTOR**

---