



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del autor.

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

***Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.***

# **ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**REINGENIERÍA DE LA RED DE VOZ Y DATOS DEL MUNICIPIO DEL  
CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRONICA Y REDES DE INFORMACION**

**MIGUEL VICENTE HARO LOPEZ**  
miguelvhl711@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. RODRIGO CHANCUSIG**  
rodrigch@panchonet.net

**Quito, Agosto 2011**

## **DECLARACION**

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

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

---

Miguel Vicente Haro López

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Miguel Vicente Haro López bajo mi supervisión.

-----  
ING. RODRIGO CHANCUSIG  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## CONTENIDO

### INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VI</b>
<b>PRESENTACION</b> .....	<b>VIII</b>
<b>CAPITULO 1. ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE VOZ Y DATOS</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	2
1.2.1 Estructura departamental .....	2
1.3 DEPARTAMENTO INFORMÁTICO .....	4
1.4 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS.....	5
1.4.1 INSTALACIONES DEL MUNICIPIO .....	5
1.4.2 EQUIPAMIENTO.....	7
1.4.2.1 Equipos de red .....	7
1.4.2.2 Estaciones de trabajo .....	8
1.4.2.3 Servidores .....	11
1.5 ANÁLISIS LÓGICO DE LA RED DE DATOS .....	13
1.5.1 TOPOLOGÍA Y MODELO DE RED .....	13
1.5.2 DIRECCIONAMIENTO IP .....	16
1.5.3 INTERCONEXIÓN.....	16
1.5.4 POLÍTICAS DE SEGURIDAD.....	17
1.5.5 TRÁFICO DE RED .....	17
1.5.5.1 Red de Sistema de Administración Municipal (SAM) .....	18
1.5.5.2 Red de uso de Internet .....	23
1.6 ANÁLISIS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....	26
1.6.1 CABLEADO HORIZONTAL.....	27
1.6.2 CABLEADO VERTICAL .....	27
1.6.3 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	28
1.6.3.1 Racks .....	28
1.6.3.2 Sistemas de respaldo de energía .....	30
1.6.4 PUNTOS DE RED.....	31
1.7 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE VOZ.....	33
1.7.1 EQUIPAMIENTO.....	33
1.7.2 TRÁFICO DE VOZ .....	34
1.8 RESUMEN DEL ESTADO ACTUAL .....	36
<b>CAPITULO 2. REINGENIERIA DE LA RED DE VOZ Y DATOS</b> .....	<b>43</b>
2.1 RED DE DATOS .....	43
2.1.1 CRECIMIENTO INSTITUCIONAL .....	43
2.1.2 POLITICAS EN LA RED .....	44
2.1.3 REQUERIMIENTOS.....	45
2.1.3.1 Aspectos Físicos .....	46
2.1.3.2 Tipos y grupos de usuarios.....	47
2.1.3.3 Servicios a desarrollarse .....	49
2.1.3.4 Cableado Estructurado .....	51
2.2 RED DE VOZ.....	55

2.2.1 CRECIMIENTO INSTITUCIONAL .....	55
2.2.2 POLITICAS EN LA RED .....	56
2.2.3 REQUERIMIENTOS.....	57
2.2.3.1 Número de extensiones y usuarios.....	58
2.2.3.2 Tipos y grupos de usuarios.....	60
2.2.3.3 Cableado Estructurado .....	60
2.2.3.4 Número de líneas troncales.....	60
2.3 REINGENIERIA DE LA RED DE VOZ Y DATOS INTEGRADA.....	62
2.3.1 MODELO DE RED .....	63
2.3.2 TECNOLOGIA DE RED .....	64
2.3.2.1 Tráfico .....	64
2.3.2.2 Tipos de tecnología de red .....	67
2.3.2.3 Selección de tecnología de red.....	68
2.3.4 CABLEADO ESTRUCTURADO .....	69
2.3.4.1 Cuarto de Telecomunicaciones .....	70
2.3.4.2 Cableado Horizontal .....	72
2.3.4.3 Cableado Vertical .....	74
2.3.4.4 Medio de Transmisión .....	75
2.3.4.5 Rollos de Cable .....	75
2.4 RED ACTIVA .....	79
2.4.1 ESTACIONES DE TRABAJO .....	79
2.4.2 SERVIDORES.....	80
2.4.3 SWITCHES .....	84
2.4.4 ROUTER.....	88
2.4.5 TELEFONÍA IP .....	89
2.5 RED LOGICA.....	94
2.5.1 DIRECCIONAMIENTO IP.....	96
2.6 REUTILIZACION DE EQUIPOS.....	109
2.7 RESUMEN GENERAL DEL PROCESO.....	115
2.7.1 FASE I.....	115
2.7.2 FASE II.....	116
2.7.3 FASE III.....	117
<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y PRESUPUESTO DE EQUIPOS DE RED.....</b>	<b>120</b>
3.1 RED PASIVA .....	120
3.1.1 ELEMENTOS NECESARIOS .....	120
3.1.2 COSTO DE ELEMENTOS.....	124
3.2 RED ACTIVA .....	125
3.2.1 SWITCH DE ACCESO .....	126
3.2.2 SWITCH DE DISTRIBUCION.....	129
3.2.3 SWTICH DE CORE .....	132
3.2.4 ROUTER.....	134
3.2.5 TELÉFONO IP.....	137
3.2.6 CENTRAL TELEFONICA IP.....	138
3.2.7 COSTO DE EQUIPOS.....	141
3.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS .....	142
3.4 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	145
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>152</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	152
4.2 RECOMENDACIONES .....	156

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura organizacional del Municipio de Quinindé.....	4
Figura 1.2 Croquis de ubicación de las instalaciones del Municipio de Quinindé.....	5
Figura 1.3 Modelo de red de acceso a Internet .....	14
Figura 1.4 Modelo de red de servicio SAM.....	15
Figura 1.5 Tráfico de la red SAM, en periodo de dos horas.....	18
Figura 1.6 Valores de tráfico entrante y saliente.....	19
Figura 1.7 Tráfico de la red SAM en periodo de dos días.....	19
Figura 1.8 Tráfico mensual de la red SAM .....	21
Figura 1.9 Tráfico de Internet en periodo de dos horas .....	23
Figura 1.10 Valores de tráfico entrante y saliente de Internet.....	23
Figura 1.11 Tráfico de Internet en periodo de 2 días. ....	24
Figura 1.12 Tráfico de Internet mensual .....	25
Figura 1.13 Distribución de equipos en rack.....	29
Figura 1.14 Conexiones de equipos en rack .....	30
Figura 1.15 Imágenes del estado del cableado y cuarto de telecomunicaciones del Municipio de Quinindé.....	41
Figura 2.1 Tabla de valores de Erlang B con GOS (1%) .....	62
Figura 2.2 Modelo de tecnología de red .....	69
Figura 2.3 Forma de cableado horizontal .....	73
Figura 2.4 Forma de cableado vertical. ....	74
Figura 2.5 Esquema de conexión de switches.....	88
Figura 2.6 Modelo de conexión de red telefónica. ....	93
Figura 2.7 Esquema de la red lógica del municipio de Quinindé.....	107
Figura 2.8 Esquema de la red integrada del municipio de Quinindé .....	108
Figura 3.1 Estándares de medidas de rack .....	121

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución departamental en las instalaciones del Municipio.....	6
Tabla 1.2 Equipos de red presentes en el edificio del Municipio.....	7
Tabla 1.3 Estaciones de trabajo por piso.....	8
Tabla 1.4 Estaciones de trabajo por departamento .....	8
Tabla 1.5 Estaciones conectadas al sistema de administración municipal .....	9
Tabla 1.6 Estaciones conectadas a la red de acceso a Internet .....	10
Tabla 1.7 Estaciones no conectadas a ninguna red .....	11
Tabla 1.8 Servidores de la red de datos .....	12
Tabla 1.9 Rango de direcciones IP para estaciones.....	16
Tabla 1.10 Direcciones IP de cada servidor .....	16
Tabla 1.11 Tráfico diario de red SAM .....	20
Tabla 1.12 Tráfico mensual de la red SAM.....	22
Tabla 1.13 Tráfico diario de acceso a Internet.....	24
Tabla 1.14 Tráfico mensual de acceso a Internet.....	25
Tabla 1.15 Número de puntos de red por departamento .....	31
Tabla 1.16 Líneas de voz por departamento .....	33
Tabla 1.17 Llamadas telefónicas en Recepción .....	35
Tabla 2.1 Nueva distribución de puntos de datos .....	53

Tabla 2.2 Total puntos de datos .....	55
Tabla 2.3 Nueva distribución de puntos de voz para telefonía IP .....	58
Tabla 2.4 Tráfico promedio de aplicaciones .....	64
Tabla 2.5 Tráfico total estimado por usuario en un mes .....	65
Tabla 2.6 Tráfico total estimado por usuario en un día .....	65
Tabla 2.7 Tráfico total estimado por usuario en una hora .....	65
Tabla 2.8 Enlace de Internet requerido.....	66
Tabla 2.9 Cantidad de rollos de cable UTP cat. 6 para cableado horizontal .....	78
Tabla 2.10 Características de estaciones de trabajo .....	79
Tabla 2.11 Puertos requeridos para el Edificio Principal.....	86
Tabla 2.12 Puertos requeridos para el Edificio 2 .....	86
Tabla 2.13 Puertos requeridos para el Edificio 3 .....	86
Tabla 2.14 Características del Códec G.729 .....	90
Tabla 2.15 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio Principal .....	92
Tabla 2.16 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio 2.....	92
Tabla 2.17 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio 3.....	93
Tabla 2.18 Clasificación de VLANS y subredes.....	95
Tabla 2.19 Direccionamiento IP para la Vlan de Administración.....	97
Tabla 2.20 Direccionamiento IP para la Vlan Técnica .....	98
Tabla 2.21 Direccionamiento IP para la Vlan de Comunidad.....	99
Tabla 2.22 Direccionamiento IP para la Vlan de Servidores .....	100
Tabla 2.23 Direcciones IP para cada servidor .....	100
Tabla 2.24 Direccionamiento IP para la Vlan de Telefonía IP .....	101
Tabla 2.25 Direccionamiento IP sin utilizar VLSM .....	105
Tabla 2.26 Dirección IP asignada al Router principal .....	106
Tabla 2.27 Características de los equipos de red actuales.....	111
Tabla 2.28 Funcionalidad de equipos de red reutilizables .....	112
Tabla 2.29 Características de los servidores actuales.....	112
Tabla 3.1 Características de la red pasiva.....	120
Tabla 3.2 Desglose de conectores RJ45.....	122
Tabla 3.3 Desglose de jacks RJ45 .....	120
Tabla 3.4 Desglose de patch panels de 24 puertos.....	123
Tabla 3.5 Cantidad de elementos de red pasiva.....	124
Tabla 3.6 Costo de elementos de red pasiva.....	125
Tabla 3.7 Características de equipo de acceso .....	127
Tabla 3.8 Comparación de equipos de acceso.....	128
Tabla 3.9 Características de equipo de distribución .....	130
Tabla 3.10 Comparación de equipos de distribución .....	131
Tabla 3.11 Características de equipo de core .....	133
Tabla 3.12 Comparación de equipos de core .....	134
Tabla 3.13 Características del router.....	136
Tabla 3.14 Comparación de routers .....	136
Tabla 3.15 Características del teléfono IP .....	138
Tabla 3.16 Comparación de teléfonos IP.....	138
Tabla 3.17 Características de la central telefónica IP .....	140
Tabla 3.18 Comparación de central telefónica IP .....	140
Tabla 3.19 Costo de elementos de red activa.....	141
Tabla 3.20 Costo total de la primera alternativa .....	143
Tabla 3.21 Costo de red activa sin dos equipos de acceso .....	144
Tabla 3.22 Costo total de la segunda alternativa.....	145



Tabla 3.23 Gastos anuales fijos .....	146
Tabla 3.24 Flujo de fondos neto para primera alternativa .....	147
Tabla 3.25 Flujo de fondos neto para segunda alternativa .....	147
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>160</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO A</b> Cableado estructurado en edificio principal, Primer Piso.	
<b>ANEXO B</b> Cableado estructurado en edificio principal, Segundo Piso.	
<b>ANEXO C</b> Cableado estructurado en edificio principal, Tercer Piso.	
<b>ANEXO D</b> Cableado estructurado en Edificio 2.	
<b>ANEXO E</b> Cableado estructurado en Edificio 3.	
<b>ANEXO F</b> Tráfico de Red SAM en estación de trabajo	
<b>ANEXO G</b> Tráfico de Red de acceso a Internet en estación de trabajo	
<b>ANEXO H</b> Proformas económicas de equipos de red.	
<b>ANEXO I</b> Datasheets de equipos de acceso	
<b>ANEXO J</b> Datasheets de equipos de distribución	
<b>ANEXO K</b> Datasheets de equipos de core	
<b>ANEXO L</b> Datasheets de equipos de telefonía IP.	
<b>ANEXO M</b> Tabla de tráfico Erlang B.	

## RESUMEN

En la actualidad la difusión del Internet, el avance tecnológico y la masificación de los servicios, ha permitido que las diferentes empresas, públicas o privadas se unan a este fenómeno social. En este caso, una entidad de administración pública, puede interactuar con su comunidad no solo de forma personal sino a través de infraestructura tecnológica que permita una comunicación breve y eficiente, generando mejores tiempos de respuesta a sus diferentes requerimientos y solicitudes. Este proyecto plantea un esquema de reingeniería total a la red actual tanto de voz como de datos en una entidad pública.

En el Primer capítulo, se realiza un estudio y análisis del estado actual de la red del Municipio de Quindé, tanto en su parte lógica como en su parte física. En la parte física se analiza la cantidad de usuarios existentes, estaciones de trabajo, equipos de networking, interconexión con el resto de instalaciones, sistemas de cableado estructurado y sus falencias, la red de voz existente y sus deficiencias en servicio y distribución.

En cuanto a la red lógica, de igual manera se analizan el esquema de red y sus recursos, aplicaciones y servicios existentes, carencias en la misma y las diferentes variaciones de tráfico.

Para el Capítulo 2, se realizan los procesos de reingeniería total a la red de datos y voz, de manera integrada, analizando posible demanda de usuarios, dimensionamiento de recursos, nuevos esquemas de red, y un análisis de las nuevas aplicaciones a implementarse.

De la misma forma, se plantean los criterios necesarios para una red física adecuada a los estándares y certificaciones. La interconexión hacia las demás instalaciones, los equipos de networking mejorados y adecuados para el soporte de y manejo de recursos de voz y datos y las nuevas políticas de red y seguridad de información que se deben generar.

En cuanto al Capítulo 3, se plantean todas las proformas económicas detalladas, tanto para la parte activa de la red (equipos de networking y terminales) como para la red pasiva (cableado estructurado). Se realiza además un análisis del presupuesto de los equipos y las comparaciones entre las características requeridas y las ofrecidas por los mismos.

Al culminar este capítulo, y luego de haber realizado el presupuesto requerido para la implementación del proyecto, se plantean las dos alternativas posibles y de acuerdo

a herramientas de evaluación de proyectos se obtiene la propuesta más adecuada al sistema financiero de una entidad de administración pública.

Para culminar con el proyecto, en el capítulo 4, se indican las diferentes conclusiones obtenidas luego del planteamiento generado al nuevo esquema de red. Las repercusiones que se obtendrán del mismo y una serie de recomendaciones que puedan optimizar aún más al proyecto, a fin de mejorar la atención no solo a la comunidad urbana sino también a las poblaciones rurales del cantón.

Al final de este documento, se encuentran todas las referencias bibliográficas utilizadas, páginas web, libros, folletos y proyectos anteriores que han servido de base y ayuda para el desarrollo de este proceso.

En cuanto a los anexos, se muestran las fotografías de las instalaciones, los planos de distribución de los diferentes departamentos, las proformas obtenidas en base a proveedores de equipos y elementos, y los datasheets de cada uno de los equipos donde se verifican cada una de sus características.

## PRESENTACION

La difusión del Internet, los avances tecnológicos que han permitido la convergencia de servicios, la masificación de tecnología y las nuevas aplicaciones, han generado que todas las entidades, tanto empresariales como personales, no se queden atrás en el uso de recursos tecnológicos, haciendo que la interacción con otros medios sea más rápida y desde cualquier lugar del mundo.

Una entidad de administración pública no se puede quedar atrás en el desarrollo del país, de esta manera, se plantea una reingeniería completa a la red de voz y datos del Municipio de Quinindé, lo que facilitará la comunicación con su comunidad a través de medios informáticos como el correo electrónico, un portal web de noticias, un portal de quejas y sugerencias, un call center, y la interacción personal para trámites de impuestos, permisos municipales y los diferentes requerimientos y solicitudes.

Para este proceso, se requiere un análisis del estado actual de los recursos informáticos, físicos y de red, de tal manera que los mismos permitan a futuro plantear equipamiento, recursos y servicios que sirvan de mejor manera a la gestión y administración municipal, garantizando confiabilidad, estabilidad, disponibilidad y seguridad de información.

Estos lineamientos y criterios generan un nuevo esquema de red tanto físico como lógico, integrando los servicios de voz y datos, brindando a cada uno los recursos necesarios para su óptimo funcionamiento.

De igual manera, con los planteamientos propuestos, se puede integrar en un futuro, no solo a la comunidad urbana, sino también a las diferentes parroquias rurales del cantón, integrándolas a través de las juntas parroquiales a los diferentes servicios y aplicaciones de la nueva red, permitiendo que la población rural ya no deba movilizarse hacia la ciudad principal para realizar algún tipo de trámite en el Municipio, y lo haga a través del estamento parroquial respectivo.

Pero para que el proyecto sea viable debe venir acompañado de una propuesta económica tanto de equipos, elementos y talento humano, la cual permitirá la evaluación del proyecto, su fiabilidad y viabilidad, acordes a los modelos constitucionales de administración pública.

# CAPITULO 1

# **CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE VOZ Y DATOS**

## **INTRODUCCIÓN**

El cantón Quinindé, es el principal Cantón de la provincia, detrás de su capital, Esmeraldas. Está ubicado a 290 Km al occidente de la Ciudad de Quito y para su acceso, se lo hace a través de la vía Sto. Domingo de los Tsáchilas – Esmeraldas.

El cantón presenta una extensión territorial de 3460 km<sup>2</sup> y una población de 150.000 habitantes en sector urbano y rural<sup>1</sup>, conformados por afro descendientes, mestizos y chachis<sup>2</sup>. Estos sectores se encuentran políticamente divididos en las parroquias rurales Cube, Viche, Chura, Malimpia y La Unión, y su parroquia urbana Rosa Zárate, la cual es la cabecera cantonal.

Como la mayoría de territorio de la provincia de Esmeraldas, Quinindé está cubierto de una gran vegetación, bañada por una gran cantidad de ríos principalmente el río Esmeraldas, mismo que se inicia en esta ciudad con la unión de varias cuencas hidrográficas importantes, por lo que parte de la región presenta zonas ecológicas protegidas, generando espacios para turismo e investigación. Entre las principales zonas protegidas están las Reservas Mache-Chindul y Cotacachi-Cayapas, los Bosques Tropicales Montañosos del Valle del Sade y la extensa zona del Río Canandé.

El cantón genera una gran cantidad de recursos económicos, debido principalmente a las actividades agrícolas y ganaderas. Se produce gran cantidad de banano, diversidad de frutas, abacá, madera, maracuyá y la palma africana que ha permitido

---

<sup>1</sup> Fuente: Dirección de Turismo del Municipio de Quinindé

<sup>2</sup> Comunidad indígena de la provincia de Esmeraldas

el desarrollo de la agroindustria a tal punto que Quinindé es considerado el primer cantón palmicultor del Ecuador.

Actualmente, el Municipio de Quinindé, es dirigido por el Dr. Manuel Casanova Montesino, el cual fue electo por el período 2009-2013, y cuya principal motivación es la de mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón.

Esta entidad pública presenta una gran cantidad de empleados a su cargo, aproximadamente de 250 empleados<sup>3</sup>, la gran mayoría en oficinas, los cuales se distribuyen en los diferentes departamentos, con el fin de distribuir la atención al público y mejorar las prestaciones.

## **ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

### **1.2.1 ESTRUCTURA DEPARTAMENTAL**

El Municipio de Quinindé dentro de su administración presenta varios departamentos encargados de gestionar las diferentes actividades del cantón. Cada departamento presenta un grupo de empleados y usuarios de la red.

La mayoría de los departamentos del Municipio funcionan en las propias instalaciones con excepción de tres departamentos cuyas oficinas operan a una distancia aproximada de 200 metros.

Los Departamentos que poseen la administración del Municipio del cantón Quinindé son los siguientes:

---

<sup>3</sup> Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Municipio de Quinindé.

- Alcaldía.
- Secretaría General.
- Departamento de Obras públicas.
- Departamento de Sistemas.
- Auditoría.
- Departamento Financiero.
- Educación.
- Concejalía.
- Departamento de Higiene.
- Desarrollo Comunitario.
- Dirección de Comunicación Social.
- Unidad de Gestión Ambiental.
- Dirección de Turismo.
- Unidad de Proyectos.
- Recaudación.
- Departamento de Rentas.
- Avalúos.
- Recursos Humanos.
- Proveduría.
- Bodega.
- Agua Potable.
- Comercialización.
- Comisaría Municipal.
- Dirección de Mercados.
- FODI. Fondo de Desarrollo Infantil.



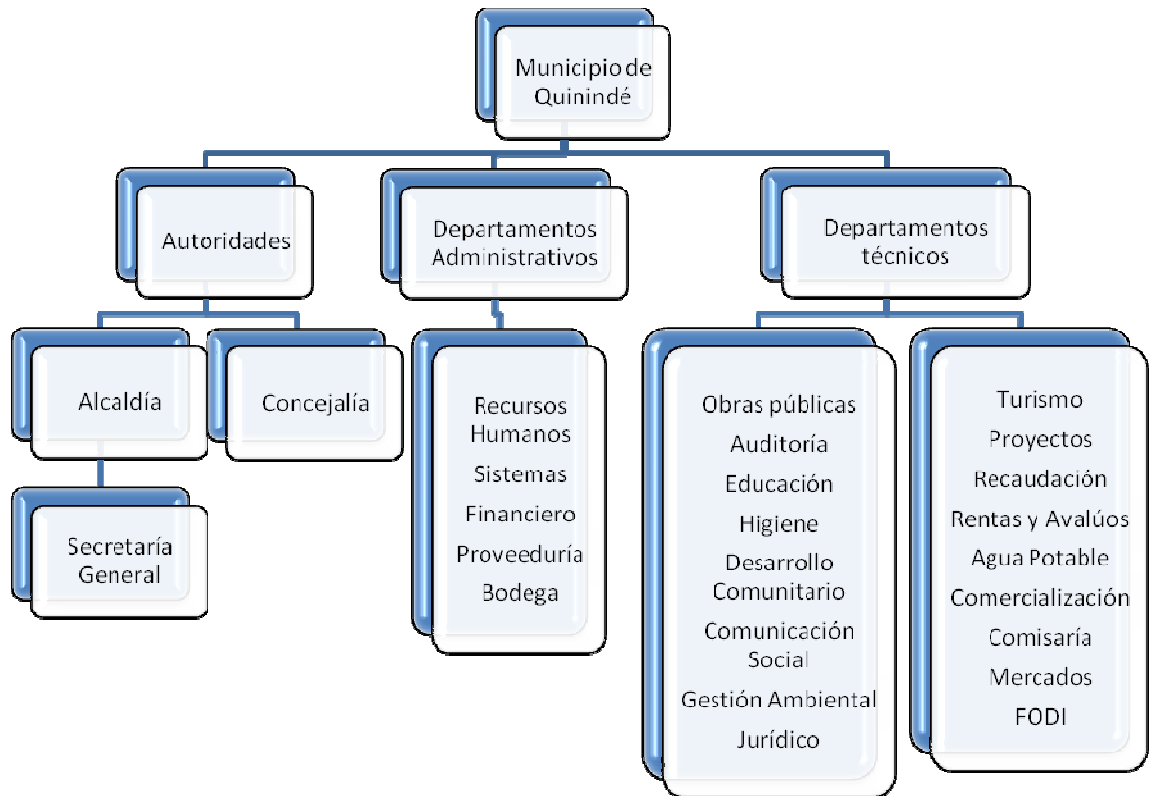


Figura 1.1. Estructura organizacional del Municipio de Quindé

## DEPARTAMENTO INFORMÁTICO

El Municipio del cantón Quindé, como la mayoría de entidades públicas, presenta un departamento informático, encargado de la administración de los servicios y aplicaciones presentes en la red operante. Está formado por un Jefe departamental y dos asistentes.

Dentro de este departamento se maneja toda la administración de la red, ayuda al usuario, configuración y monitoreo de equipos de red, mantenimiento y revisión de cableado estructurado, arreglo y mantenimiento de estaciones de trabajo.

## ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS

### 1.4.1 INSTALACIONES DEL MUNICIPIO

El Municipio del cantón Quinindé funciona en un edificio de tres pisos y una superficie amplia (*edificio principal*), donde trabajan todos los empleados municipales distribuidos en los diferentes departamentos. A más de estas instalaciones, se dispone de dos departamentos ubicados en un edificio aledaño al edificio municipal (*edificio 2*), cuya estructura está formada por una construcción de una sola planta.

A una distancia aproximada de 100 metros, se encuentran las oficinas de tres departamentos municipales, en una construcción de igualmente una planta, cuya denominación será descrita como *edificio 3*.

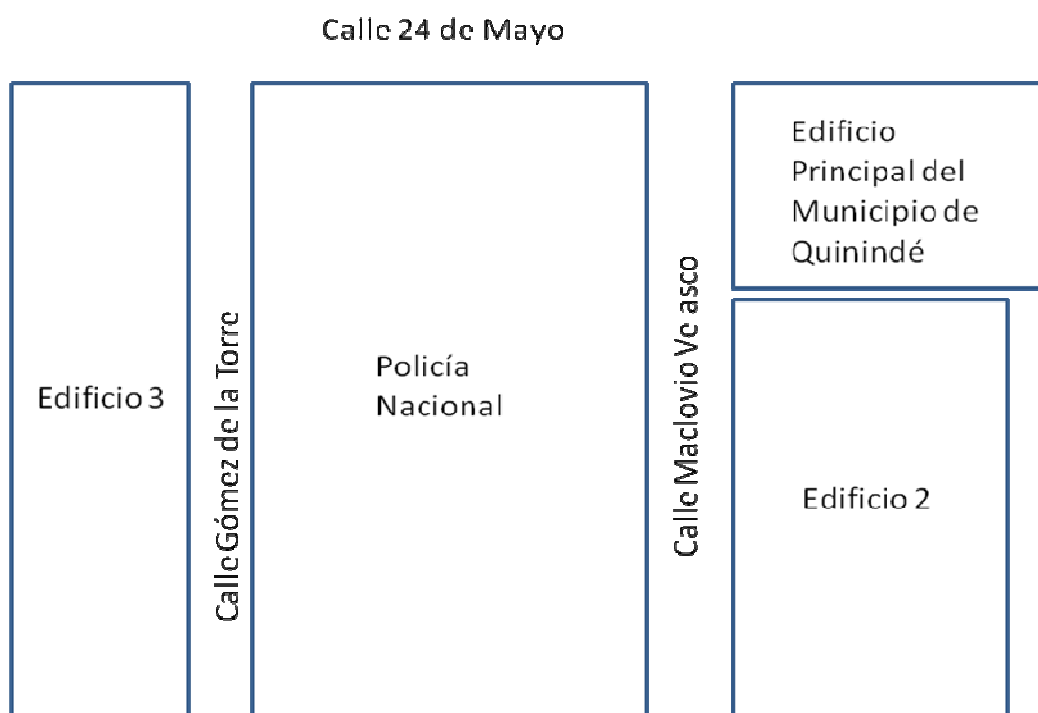


Figura 1.2. Croquis de ubicación de las instalaciones del Municipio de Quinindé.

En la tabla 1.1 se muestra la distribución departamental en el Municipio de Quinindé.

DEPARTAMENTO	PISO	EDIFICIO
Recaudación	Primer piso	Principal
Rentas		
Avalúos		
Recursos Humanos		
Proveeduría		
Bodega		
Obras públicas	Segundo piso	
Sistemas		
Auditoría		
Finanzas		
Concejalía		
Higiene		
Desarrollo comunitario	Tercer piso	
Secretaría General y Archivo		
Jurídico		
Alcaldía		
Comunicación Social		
Gestión Ambiental		
Turismo		
Proyectos		
Recepción		
Agua Potable	Planta baja	Edificio 2
Comercialización		
Comisaría Municipal	Planta alta	Edificio 3
Mercados		
FODI		

Tabla 1.1 Distribución departamental en las instalaciones del Municipio

## 1.4.2 EQUIPAMIENTO

### 1.4.2.1 Equipos de red

La tabla 1.2 muestra la cantidad de equipos presentes dentro de las instalaciones del Municipio del Cantón Quinindé.

ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	N° PUERTOS LAN	CANTIDAD
a	Switch	Cisco	Catalyst 2950	24	1
b	Switch	Cisco	Catalyst 2960	24	2
c	Switch	D-link	DES-1008D	8	2
d	Switch	Encore	ENH908-NWY	8	1
e	Wireless Router	Linksys	WRT54G	4	1
f	Router ADSL	TP-Link	TD 8840	4	1

Tabla 1.2 Equipos de red presentes en el edificio del Municipio

En las instalaciones del Municipio del cantón Quinindé, se han implementado dos redes totalmente independientes. La una es utilizada netamente para administración pública a través de una aplicación detallada más adelante, y la otra red únicamente para el acceso a Internet. Entonces las estaciones de trabajo únicamente pueden acceder a una de las redes, pero no a las dos, es decir que una o dos estaciones de trabajo de cierto departamento acceden al sistema propio del Municipio, mientras otras únicamente acceden a internet.

De esta manera, el switch especificado en el ítem a, es el encargado de la administración únicamente de los equipos conectados al sistema SAM (Sistema de Administración Municipal), en el cual se desarrollan todos los sistemas y aplicaciones propios de la gestión municipal, mientras que los otros equipos de red, se encuentran interconectados para brindar los recursos de Internet a las estaciones de trabajo.

### 1.4.2.2 Estaciones de trabajo.

La tabla 1.3 presenta la cantidad de estaciones de trabajo existentes en las instalaciones del Municipio.

<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SISTEMA OPERATIVO</b>
Primer Piso	20	Windows XP Service Pack 2
Segundo Piso	17	Windows XP Service Pack 2
Tercer Piso	15	Windows XP Service Pack 2
Edificio 2	2	Windows XP Service Pack 2
Edificio 3	5	Windows XP Service Pack 2

Tabla 1.3 Estaciones de trabajo por piso

La tabla 1.4 muestra la cantidad de estaciones por cada departamento.

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Recaudación	4
Rentas	3
Avalúos	7
Recursos Humanos	2
Proveeduría	2
Bodega	2
Obras públicas	4
Sistemas	2
Auditoría	4
Finanzas	2
Concejalía	1
Higiene	2
Desarrollo comunitario	2
Secretaría General y Archivo	4
Jurídico	5

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Comunicación Social	1
Gestión Ambiental	2
Turismo	1
Proyectos	2
Agua Potable	1
Comercialización	1
Comisaría municipal	2
Mercados	1
FODI	2
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>

Tabla 1.4 Estaciones de trabajo por departamento

Existen varias estaciones de trabajo que están sin utilizar. Esto se debe a dos motivos principales, el primero es por la falta de un punto de red, o por la espera en la adquisición de un nuevo equipo. Así está prevista la compra de nuevas estaciones de trabajo para varios empleados que no cuentan con ellas.

De igual manera, varias estaciones de cada departamento no se encuentran conectadas ni a la red de administración ni tampoco a la red de acceso a Internet. En la tabla 1.5, se muestra el número de estaciones conectadas a la red de administración del municipio, especificadas por departamento.

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>ESTACIONES CONECTADAS</b>
Recaudación	4
Rentas	3
Avalúos	4
Comercialización	1
Sistemas	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>

Tabla 1.5 Estaciones conectadas al sistema de administración municipal

De estas estaciones de trabajo, del departamento de Avalúos, existen dos equipos que están en modo de pruebas pues se encuentran utilizando un nuevo programa piloto para la administración de los servicios municipales, pero antes de entrar a estas pruebas, se encontraban conectadas al sistema antiguo de administración.

En la tabla 1.6, se muestra el número de estaciones conectadas a la red de acceso a Internet, igualmente especificadas por departamento.

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>ESTACIONES CONECTADAS</b>
Proveeduría	1
Obras públicas	4
Auditoría	1
Finanzas	1
Concejalía	1
Sistemas	1
Higiene	2
Desarrollo comunitario	2
Secretaría General y Archivo	4
Jurídico	5
Comunicación Social	1
Gestión Ambiental	1
Turismo	1
Proyectos	1
Agua Potable	1
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>

Tabla 1.6 Estaciones conectadas a la red de acceso a Internet

En la tabla 1.7, se indican el número de estaciones de trabajo que no se encuentran conectadas a ninguna de las redes.

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>ESTACIONES SIN CONEXIÓN</b>
Avalúos	3
Recursos Humanos	2
Proveeduría	1
Bodega	2
Auditoría	3
Finanzas	1
Gestión Ambiental	1
Proyectos	1
Comisaría municipal	2
Mercados	1
FODI	2
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>

Tabla 1.7 Estaciones no conectadas a ninguna red

El número de usuarios sin estación de trabajo es bastante significativo, aproximadamente unos 150 usuarios, de los cuales, cerca de 85 empleados municipales no requieren estaciones de trabajo, debido a que sus labores son en exteriores (empleados de campo). Por tal motivo, en el proceso de reingeniería se tomarán en cuenta todos los usuarios que dispongan o requieran estación de trabajo, para brindarles los suficientes recursos de red.

#### **1.4.2.3 Servidores.**

La tabla 1.8 indica los servidores presentes en la red de datos, incluyendo sus características principales.

El servidor *server.QUININDE.local*, brinda el servicio SAM, a todos los equipos enganchados hacia la red de administración. Existe un servidor adicional, el servidor



*administración.mquininde.local*, el cual brinda un servicio nuevo de administración municipal, pero este se encuentra en modo de pruebas, por lo que solo tiene a su cargo a 2 estaciones de trabajo.

NOMBRE	MARCA	MODELO	PROCESADOR	MEMORIA RAM	DISCO DURO	SERVICIO
server.QUININDE.local	HP	ProliantML 350	Intel Xeon E5320 1.86 GHz	1 GB	146 GB	SAM
administración.mquininde.local	HP	Proliant DL380 G5	Intel Xeon E5430 2.66 GHz	3 GB	72 GB	AME
S/N <sup>4</sup>	Clon	-	Pentium IV 2.80 GHz	1 GB	80 GB	Proxy

Tabla 1.8 Servidores de la red de datos

Los servicios implementados en la red de datos del Municipio de Quinindé son los siguientes:

- **SAM (Sistema de Administración Municipal).**

Este servicio es un programa informático instalado en las estaciones de trabajo mencionadas en la tabla 1.5. Este programa está dedicado a todo el monitoreo y administración de los servicios municipales, entre los cuales están avalúos, bases de datos para recaudación y rentas. Este programa brinda un servicio DHCP hacia los equipos que lo utilizan.

- **AME (Asociación de Municipalidades del Ecuador)**

Este es un programa conjunto entre las diferentes municipalidades del Ecuador, es un software encargado de la administración pública e interconexión con otros Gobiernos municipales. El programa está en modo de pruebas, pues solo está instalado en dos estaciones de trabajo del departamento de Avalúos y su servidor para su operación.

---

<sup>4</sup>Este servidor no posee un nombre DNS (Fuente: Depto. Sistemas Municipio de Quinindé)

**PROXY.**

Dentro de la red de datos del municipio del Cantón Quinindé, se encuentra instalado un servidor proxy, el cual permite la navegación de las estaciones de trabajo mencionadas en la tabla 1.6, a través de un servicio DHCP hacia las mismas. Este Proxy trabaja sobre el programa WinProxy, dentro del cual se encuentran implementados mecanismos de filtrado de páginas de Internet, es decir, existe el bloqueo de páginas que impidan el trabajo y rendimiento del personal.

**ANÁLISIS LÓGICO DE LA RED DE DATOS**

El hablar del análisis lógico de la red de datos, se refiere a la topología, tecnología y modelo usados en la red, es decir, las características de funcionamiento y operación de la red. Aquí se establecen también a las políticas de acceso y uso de los recursos de red distribuidos por departamento o usuario.

**1.5.1 TOPOLOGÍA Y MODELO DE RED**

Existen dos redes totalmente independientes en el Municipio de Quinindé. Pero todas son administradas por el Departamento de Sistemas. Es decir que cada una dispone de recursos totalmente diferentes para los usuarios conectados a la misma.

En las tablas 1.5, 1.6 y 1.7, se indica el número de equipos conectados a la red de Internet y los equipos conectados a la red de uso de SAM, así como las estaciones que no se encuentran conectadas a ninguna de las dos redes.

En la figura 1.3 se muestra el diagrama de la red de acceso a Internet.

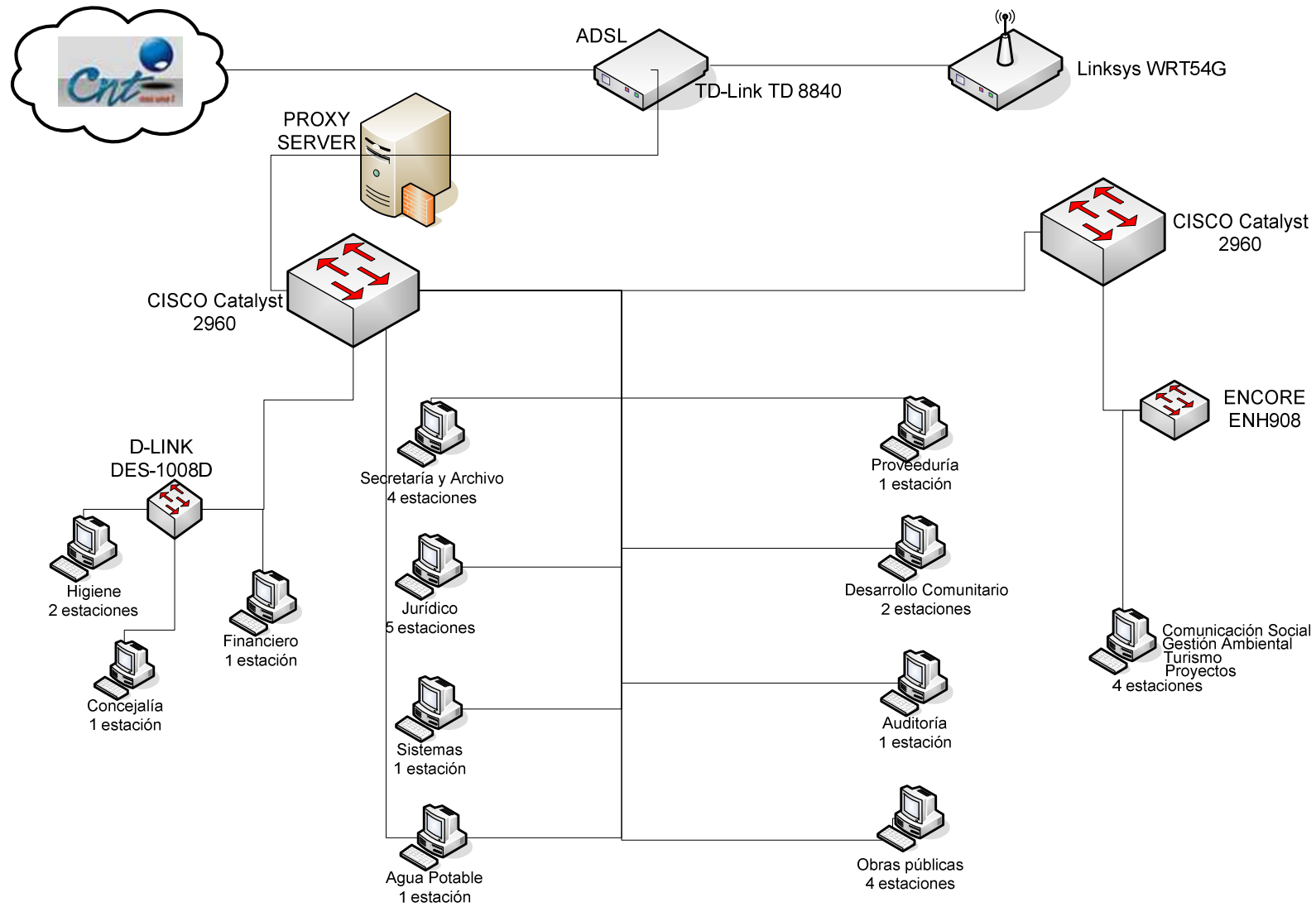


Figura 1.3 Red de acceso a Internet del Municipio

El acceso a Internet es a través de un enlace ADSL, contratado a la empresa CNT. El servicio que brinda es de carácter corporativo con una velocidad de 1024 Mbps, el cual se distribuye a todos los usuarios conectados a esta red. Cabe mencionar que no existe ningún manejador de ancho de banda ni políticas de lectura de tráfico interno.

En la figura 1.4 se puede apreciar el modelo de la red de uso del sistema SAM.

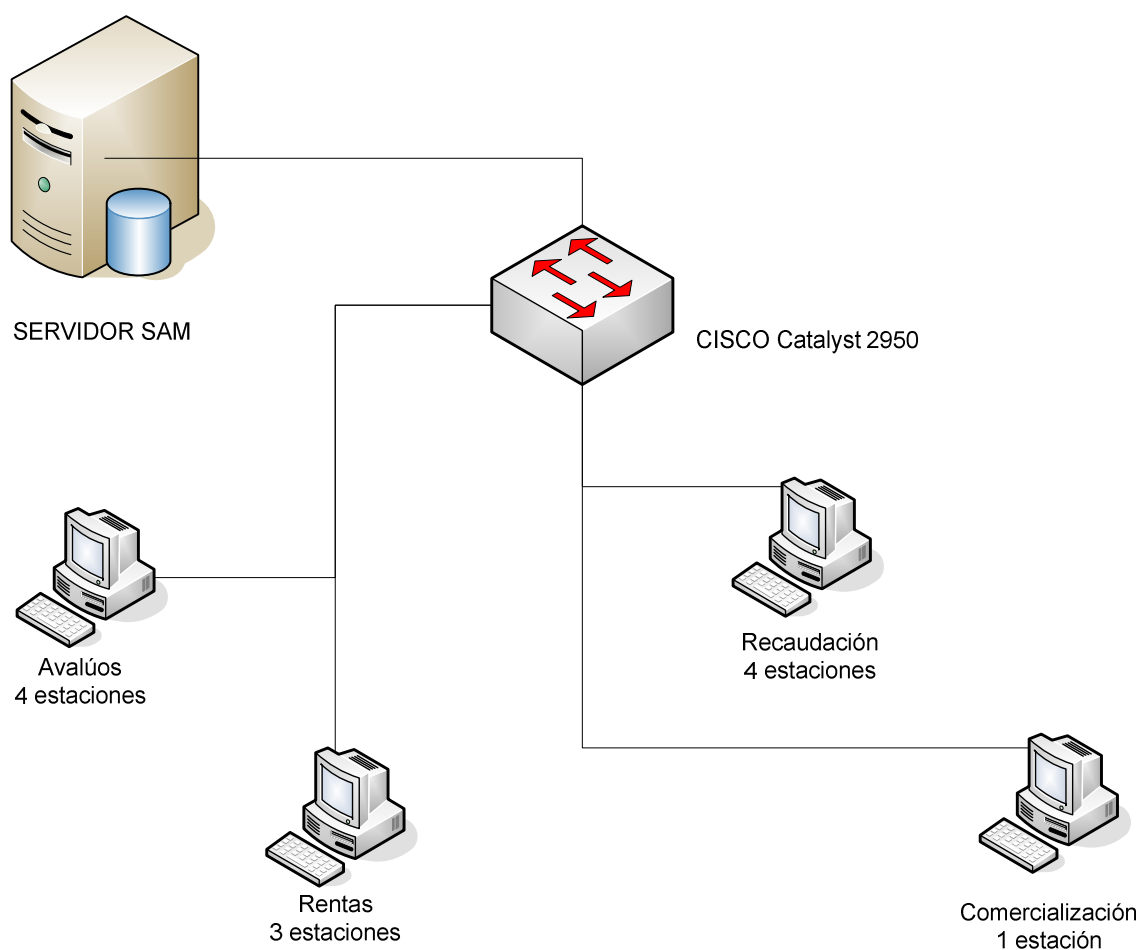


Figura 1.4. Red de servicio SAM

### 1.5.2 DIRECCIONAMIENTO IP

Se manejan dos direcciones de red. Para el manejo del sistema SAM, el servidor provee un rango de direcciones clase A privada, mientras que para el manejo de Internet, se usa una dirección de red clase C también privada. Cabe recalcar que los servidores poseen una IP estática. En la tabla 1.9, se detalla el direccionamiento de la red existente.

SERVICIO	DIRECCIÓN IP DE RED	RANGO DE DIRECCIONES IP	MÁSCARA DE SUBRED	DIRECCION IP DE BROADCAST
SAM	10.0.0.0	10.10.1.2 – 10.255.255.254	255.0.0.0	10.255.255.255
INTERNET	192.168.0.0	192.168.0.2 – 192.168.0.254	255.255.255.0	192.168.0.255

Tabla 1.9 Rango de direcciones IP para estaciones

En la tabla 1.10, se indican las direcciones IP de los servidores y su respectiva máscara de subred.

SERVIDOR	DIRECCIÓN IP	MÁSCARA DE SUBRED
SAM	10.10.1.1	255.0.0.0
INTERNET	192.168.0.1	255.255.255.0

Tabla 1.10 Direcciones IP de cada servidor

### 1.5.3 INTERCONEXIÓN

El Municipio cuenta con dos edificios adicionales al principal, donde funcionan varios departamentos y existen estaciones de trabajo. El edificio 2, aledaño al Municipio, se

interconecta a la red central mediante cable UTP categoría 5e, el cual, está instalado sobre el aire, sin ningún tipo de protección.

Mientras que para el edificio 3, el cual se encuentra a una distancia de unos 200 metros aproximadamente, no existen instalado ningún tipo de interconexión, es decir que estas oficinas y sus estaciones de trabajo se encuentran totalmente aisladas, sin acceso a los recursos de red ni Internet.

#### **1.5.4 POLÍTICAS DE SEGURIDAD**

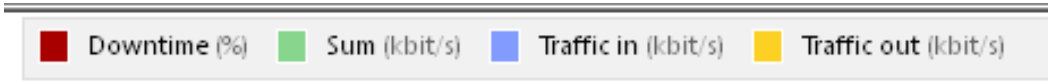
No existen equipos especializados en seguridad de la red. De igual manera no existen políticas de seguridad informática, no existiendo un acceso restringido al área de servidores y equipos de red.

El único mecanismo de seguridad informática presente dentro de la red del Municipio, es el uso de contraseñas para inicio de sesión en el Sistema Operativo, ya que no existe un servidor de directorio activo encargado de administrar las cuentas de usuario y sus recursos.

#### **1.5.5 TRÁFICO DE RED**

Para realizar las medidas de tráfico de las dos redes del Municipio de Quinindé, se utilizó el software PRTG (*PaesslerRouterTrafficGrapher* o *Graficador de Tráfico de Ruteo de Paessler*), el cual permite tomar medidas de tráfico entrante, saliente y promedio de una interfaz de red. De igual manera, se pueden visualizar los resultados tomando ciertos intervalos de tiempo, los cuales fueron de un día, dos días y un mes. Estos datos permiten dimensionar en un futuro las aplicaciones y servicios de la red, pues muestra el valor pico del tráfico circulante.

Para todos los gráficos de reporte de tráfico se utiliza la siguiente leyenda, para poder analizar efectivamente los valores:



**1.5.5.1 Red de Sistema de Administración Municipal (SAM)**

Este software se instaló en una estación del departamento de Avalúos, la cual permitirá conocer el tráfico tanto en horas pico como en horas normales de trabajo.

Dicha estación presentó un inconveniente, pues la hora del sistema operativo presentaba un adelanto de ocho horas. Por tal motivo en los reportes y gráficas de la medición de tráfico la hora verdadera equivale a 7 horas menos de la hora mostrada en los resultados. Así por ejemplo, si en el reporte se indican las 15:30, en realidad son las 8:30.

De esta manera los resultados de medición de tráfico y uso de los recursos de la red de SAM, se muestran en las figuras 1.5, 1.6 y 1.7, donde se representan los valores pico, tomados en una mañana, dos días y un mes respectivamente.

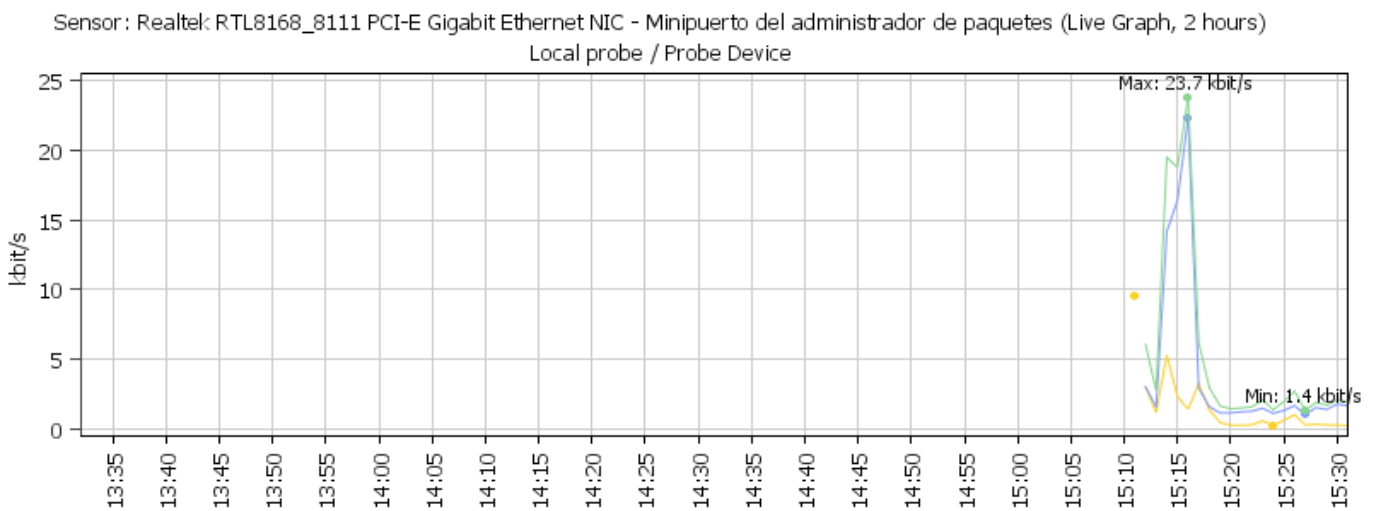


Figura 1.5. Tráfico de la red SAM, en periodo de dos horas.

**Channels**

Channel	Last Value (Volume)	Last Value (Speed)
Sum	10 KByte	1 kbit/s
Traffic in	7 KByte	1 kbit/s
Traffic out	2 KByte	0,31 kbit/s

Fi

gura 1.6 Valores de tráfico entrante y saliente.

En la figura 1.5 se muestran los valores en volumen y velocidad del tráfico de datos en la red SAM, tomando un periodo de 2 horas. Es decir que a las 08h30 aproximadamente se tiene el pico de tráfico de 23.7 kbps.

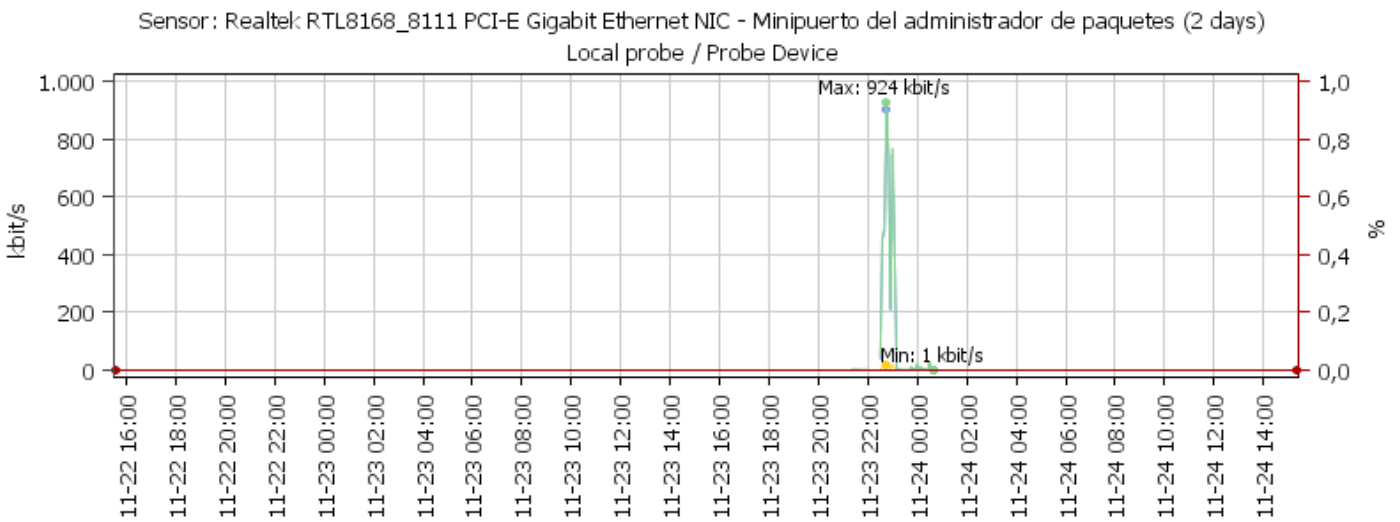


Figura 1.7 Tráfico de la red SAM en periodo de dos días.

Los datos de tráfico de la red, como se puede apreciar en las figuras 1.7 a 1.12, los datos fueron tomados durante el mes de noviembre, mes en el cual, se obtuvo la aprobación de las autoridades del Municipio de Quindé. Por tal motivo, todas las proyecciones para la respectiva reingeniería de la red, se tomarán en cuenta en base a los datos obtenidos.

Los valores exactos obtenidos en las mediciones de tráfico diario se muestran en la tabla 1.11, con fecha 24 de Noviembre 2009.



MEDICIÓN	HORA	TRÁFICO ENTRANTE		TRÁFICO SALIENTE	
		CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)	CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)
<b>DIARIO</b>					
1	16:35	13	2	2	0.28
2	16:15	13	2	2	0.28
3	15:55	10	1	2	0.31
4	15:35	11	2	3	0.36
5	15:15	7	1	2	0.31
6	14:55	13	2	8	1
7	14:35	10	1	5	1
8	14:15	8	1	2	0.27
9	13:55	11	2	4	1
10	13:35	9	1	2	0.32
11	13:15	9	1	2	0.27
12	12:55	9	1	2	0.29
13	12:35	9	1	4	0.49
14	12:15	12	2	10	1
15	11:55	22	3	24	3
16	11:35	164	22	10	1
17	11:15	120	16	17	2
18	10:55	104	14	39	5
19	10:35	12	2	9	1
20	10:15	22	3	22	3
21	09:55	58	8	70	10
<b>TOTAL</b>		646	-	242	-
<b>PROMEDIO</b>		31	4	12	2

Tabla 1.11 Tráfico diario de red SAM

Debido a la característica de la hora de la máquina explicada previamente, se puede apreciar en la gráfica que la hora de mayor uso de la red SAM es a partir de las

15h00, generando un tráfico pico de datos de 924 kbps. De igual manera los datos de tráfico promedio en un período diario de entrada están sobre los 31 kbps y de salida 12 kbps.

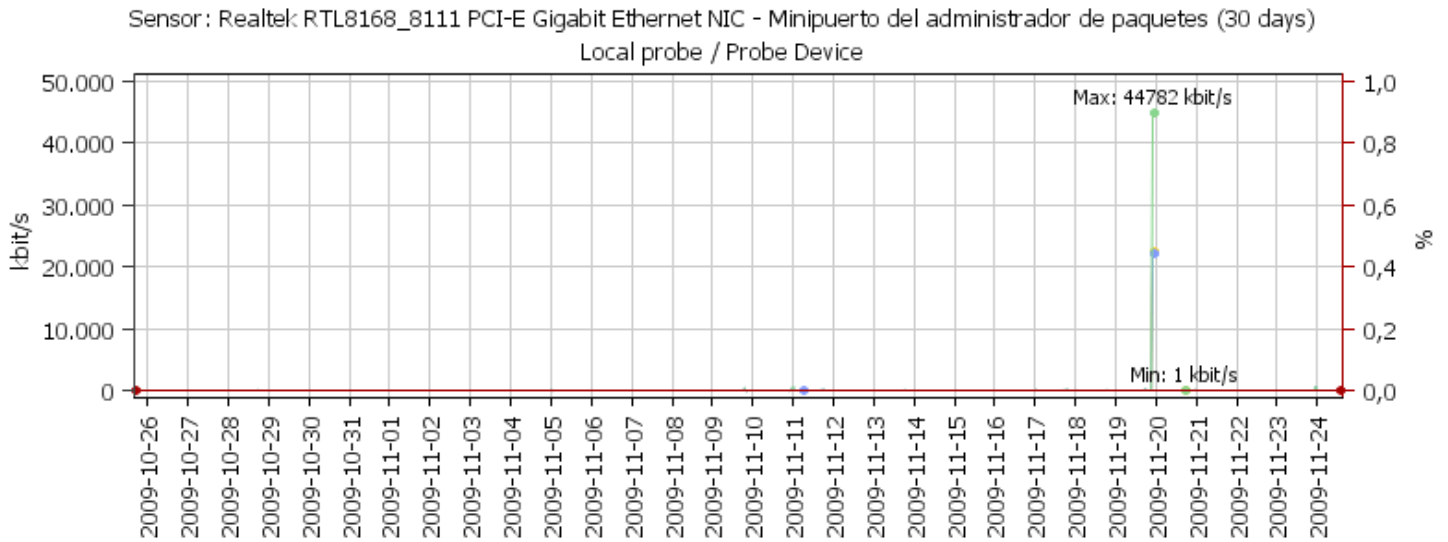


Figura 1.8. Tráfico mensual de la red SAM

Al igual que para el tráfico diario, el tráfico mensual se muestra en la tabla 1.12. Para esta tabla se tomaron en cuenta 10 mediciones, con lo cual se puede tener una visión mucho más clara de la situación de esta red. El programa PRTG, en sus reportes muestra también el valor promedio y el valor total del periodo de tiempo que se dispuso para el monitoreo, de igual manera para un usuario de la red, tomando en cuenta el departamento con mayor uso de los recursos de red indicado por el personal de Sistemas.

MEDICIÓN	DIA	TRÁFICO ENTRANTE		TRÁFICO SALIENTE	
		CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)	CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)
<b>MENSUAL</b>					
<b>1</b>	24-11-2009	1475	5	323	1
<b>2</b>	23-11-2009	15592	35	579	1
<b>3</b>	20-11-2009	130827	468	3428	12
<b>4</b>	19-11-2009	323	1	117	0.44
<b>5</b>	18-11-2009	272	1	137	1
<b>6</b>	16-11-2009	18667	51	844	2
<b>7</b>	13-11-2009	952	4	210	1
<b>8</b>	11-11-2009	331	1	52	0.12
<b>9</b>	06-11-2009	325	1	33	0.07
<b>10</b>	04-11-2009	50	1	3	0.03
<b>11</b>	30-10-2009	35515	136	1209	5
<b>12</b>	29-10-2009	431	1	278	1
<b>TOTAL</b>		13621920	-	12663762	-
<b>PROMEDIO</b>		166321	491	154436	456

Tabla 1.12 Tráfico mensual de la red SAM

Gracias a los datos obtenidos, se puede verificar que existen días en los cuales, los valores se incrementan considerablemente respecto a otros, pero adicionalmente no son tan elevados los gastos de tráfico generados. Esto se debe a que existen días, principalmente los días en los que se realiza el pago de impuestos y manejos de contabilidad, en los cuales los usuarios de red requieren acceso al servidor. Adicionalmente no todos los usuarios acceden a este servicio, por lo que el mismo no presenta algún tipo de saturación.

Mensualmente se genera una velocidad promedio de 491 kbps de entrada y una velocidad promedio de 456 kbps de salida, teniendo como mayores día de tráfico, los mediados de mes. Estos valores, claramente indican que el acceso a la red SAM fácilmente caben en una red Fast Ethernet de 100 Mbps.

### 1.5.5.2 Red de uso de Internet

Al igual que en la red de SAM, en la red de Internet, se procedió a instalar en el departamento de Auditoría, específicamente en la sección de tesorería, estación que tiene asignado recursos de red mucho más exigentes que para otros usuarios. Estos recursos se los generó en el servidor Proxy de acceso a Internet exclusivamente a este equipo. Por tanto los resultados de esta medición reflejan los valores pico de tráfico circulante en esta red.

Las figuras 1.9 y 1.11 muestran los resultados de tráfico de Internet tomado como periodo de tiempo de una mañana y dos días respectivamente.

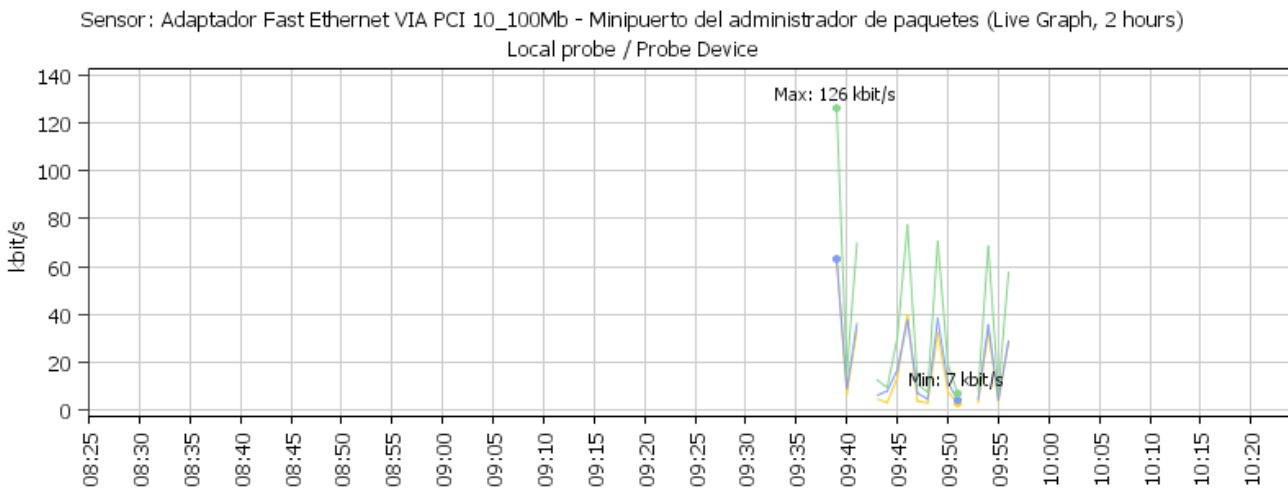


Figura 1.9 Tráfico de Internet en periodo de dos

Channels

Channel ▾	Last Value (Volume)	Last Value (Speed)
Sum	107 KByte	15 kbit/s
Traffic in	61 KByte	9 kbit/s
Traffic out	46 KByte	7 kbit/s

horas

Figura 1.10 Valores de tráfico entrante y saliente de Internet

En la figura 1.10 se muestran los valores en volumen y velocidad del tráfico de datos en la red de acceso a Internet, tomando un periodo de 2 horas.

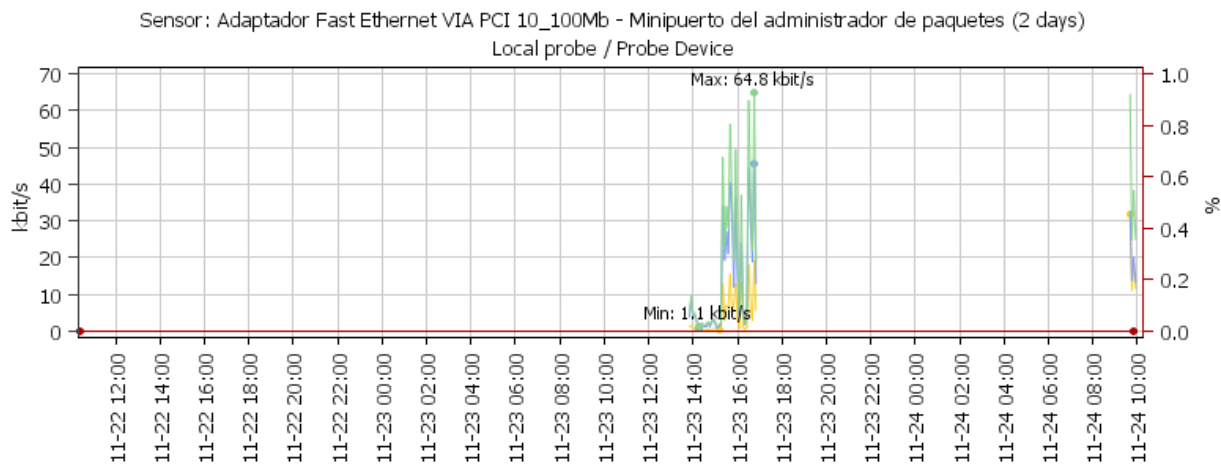


Figura 1.11 Tráfico de Internet en periodo de 2 días.

La tabla 1.13 presenta los resultados exactos del tráfico diario en la red de Internet.

MEDICIÓN	HORA	TRÁFICO ENTRANTE		TRÁFICO SALIENTE	
		CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)	CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)
<b>DIARIO</b>					
1	16:00	508	14	410	11
2	15:30	251	33	243	32
3	15:00	164	22	215	32
4	14:30	120	16	210	31
5	14:00	104	14	245	11
6	12:30	115	15	243	14
7	12:00	106	17	254	30
8	11:30	128	14	285	10
9	11:00	100	50	254	2
10	10:30	98	35	250	15
<b>TOTAL</b>		1694	-	2609	-
<b>PROMEDIO</b>		168	64.8	259	25

Tabla 1.13 Tráfico diario de acceso a Internet

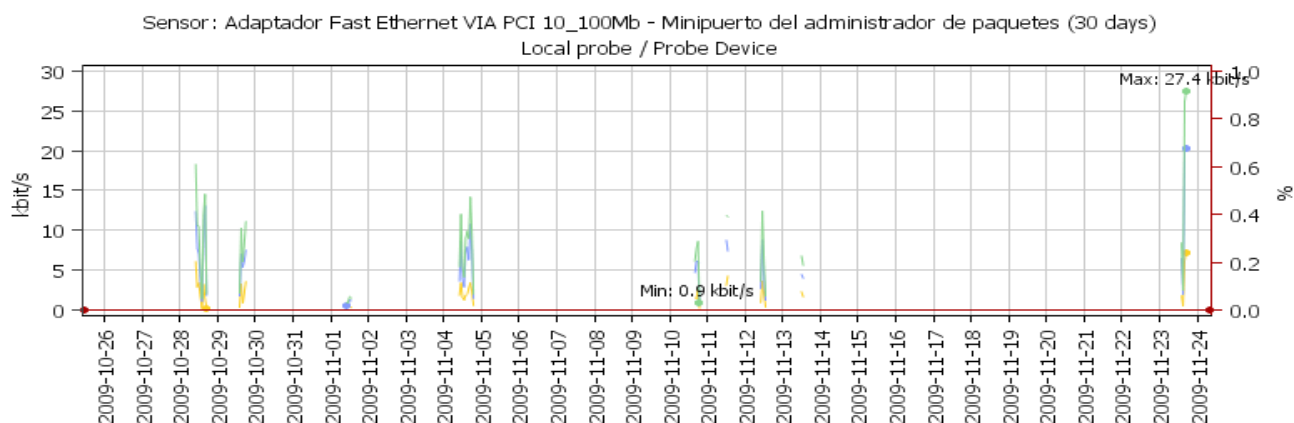


Figura 1.12 Tráfico de Internet mensual

La figura 1.12 muestra el tráfico de datos de Internet tomando en cuenta un periodo de medición de un mes. La tabla 1.14 presenta los resultados de tráfico tomando en cuenta un periodo de un mes.

MEDICIÓN	DIA	TRÁFICO ENTRANTE		TRÁFICO SALIENTE	
		CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)	CANTIDAD (KBytes)	VELOCIDAD (Kbps)
<b>MENSUAL</b>					
<b>1</b>	24-11-2009	6601	20	2343	7
<b>2</b>	23-11-2009	8783	20	2721	6
<b>3</b>	20-11-2009	868	2	228	1
<b>4</b>	12-11-2009	130827	22	247	2
<b>5</b>	11-11-2009	7546	20	650	7
<b>6</b>	10-11-2009	7214	27	2041	7
<b>7</b>	05-11-2009	18667	7	250	1
<b>8</b>	02-11-2009	6523	18	239	2
<b>9</b>	30-10-2009	4587	27	1956	8
<b>10</b>	29-10-2009	985	27	386	7
<b>TOTAL</b>		11192601	-	10121061	-
<b>PROMEDIO</b>		19432	25	154436	7

Tabla 1.14 Tráfico mensual de acceso a Internet

Debido a que no existe ninguna otra aplicación o servicio operando en la red, solo se pueden tomar medidas de tráfico de acceso a Internet y el uso de la red de administración municipal.

Mediante el resultado de los datos de velocidades de acceso a Internet, tanto en tráfico entrante, es decir download, y tráfico saliente, upload, se puede estimar un resultado que permita dimensionar un nuevo enlace de Internet adecuado para todos los usuarios.

En lo que se refiere a un uso diario del recurso de Internet, se obtienen valores de velocidad de entrada promedio de 64 kbps y 25 kbps de salida, con un pico de 126 kbps. Todo esto teniendo las horas de mayor uso en la mañana en el período de 9h00 a 11h00 y en la tarde de 14h00 a 17h00.

Mientras que en un período mensual, de la misma manera que en el acceso a la Red SAM, no todos los usuarios disponen de acceso al servicio, justamente por tener separadas las dos redes de manera independiente. Las gráficas muestran valores, en los cuales en ciertos días se accede a Internet y en otros días no, y es justamente por el motivo explicando previamente. Estos valores promedios mensuales de tráfico de Internet por usuario en entrada es de 25 kbps y salida 7 kbps, con un tráfico pico de 27 kbps.

En base a estos resultados, se podrá definir el dimensionamiento tanto de la red interna como de la salida a Internet,

## **ANÁLISIS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

Dentro de las instalaciones del Municipio de Quinindé, no se cuenta con un cableado estructurado certificado, pues el cableado horizontal, atraviesa las oficinas sin apegarse a ninguno de los estándares establecidos.

### **1.6.1 CABLEADO HORIZONTAL**

El cableado horizontal está instalado con cable UTP categoría 5e, desde el patch panel hacia cada punto cercano a las estaciones de trabajo. Este cableado horizontal solo se ha realizado para puntos de datos y no para puntos de voz ni video.

Ha sufrido varias modificaciones y deterioro, por este motivo no cumple con las normas propuestas por la ANSI EIA/TIA. Estas modificaciones se han dado debido al corte de cables durante la remodelación del edificio municipal, o a la presencia de roedores, los cuales han mordisqueado el anterior sistema de cableado. Por tal motivo para no detener el trabajo de la red, se han instalado cables de red sin ningún apego a las normas.

### **1.6.2 CABLEADO VERTICAL**

No existe un medio de transmisión para cableado vertical. Pues cada estación de trabajo accede directamente hacia el patch panel, es decir que existe un solo rack. Por tanto no existe un backbone, o armarios de telecomunicaciones en ninguno de los pisos del edificio principal, al cual se conecten los puntos de red. Únicamente se conectan hacia equipos activos (switch) ubicados en el trayecto, los cuales están colocados en cualquier sitio, sean mesas, escritorios o archiveros. Es decir que no existe un cableado vertical entre pisos o peor aún hacia los otros dos edificios.

En cuanto a las otras instalaciones, los edificios 2 y 3, debido a que no se encuentran interconectados hacia la red municipal, no presentan ningún sistema de cableado.



### **1.6.3 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES**

No existe un cuarto de telecomunicaciones especializado, puesto que los equipos de red, y su respectivo y único rack, además de los servidores están ubicados e instalados dentro de las oficinas del Departamento de Sistemas.

Tampoco existen armarios de telecomunicaciones en los otros pisos del edificio principal, que permitan la conexión de un sistema vertical hacia el sitio donde se encuentra el rack de telecomunicaciones. En cuanto al edificio 2, a pesar de tener estaciones de trabajo, únicamente existe un tendido de cable directamente hacia el rack principal, mas no un armario apropiado.

Mientras que en el edificio 3, que es el que se encuentra más alejado, debido a que no tiene conexión a los recursos de la red, no tiene armario de telecomunicaciones para conectar las diferentes estaciones de trabajo de los departamentos presentes en este edificio.

Referente a las políticas de seguridad sobre el acceso a los equipos de conectividad y servidores, no existe alguna normativa o control de acceso, pues debido a que se encuentra dentro de las oficinas del Departamento de Sistemas, los empleados pueden ingresar sin ningún inconveniente, quedando vulnerable la manipulación de los equipos y sus conexiones. Adicionalmente las condiciones ambientales y de temperatura no son las óptimas.

#### **1.6.3.1 Racks.**

Existe un solo rack, donde confluyen ambas redes. Está conformado de 3 patch panels instalados, dos adheridos al rack, y otro sin estar debidamente ajustado hacia las regletas del mismo, pues se encuentra colgado.

Sobre la superficie de un switch están ubicados los equipos instalados por el ISP para el acceso a Internet, es decir del Router Wireless y el Modem; y a continuación el resto de equipos.

La distribución de equipos instalados en el rack se muestra en la figura 1.13

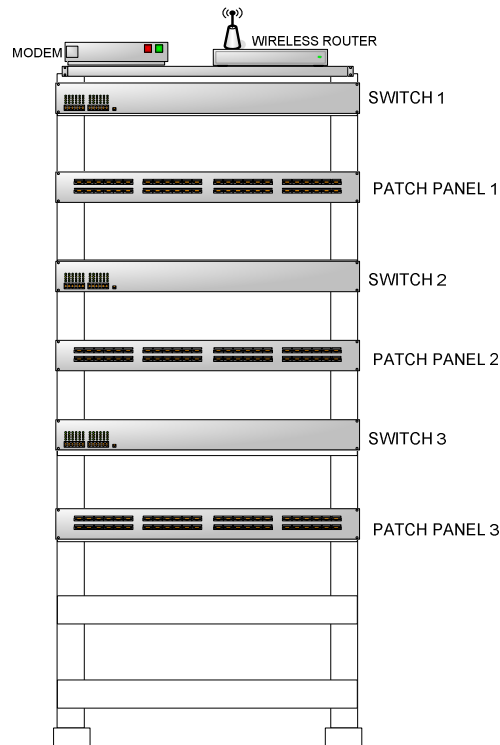


Figura 1.13 Distribución de equipos en rack

El servidor SAM, se encuentra conectado directamente con el *Switch 1*, el cual a través del *Patch Panel 1*, se conecta con los diferentes equipos que utilizan este servicio.

El *Modem ADSL*, se conecta de manera directa al *Wireless Router* al Servidor Proxy, el cual se interconecta hacia el *Switch 2* y *Switch 3*, los cuales se interconectan con los usuarios de Internet a través del *Patch Panel 2* y *Patch Panel 3*.

La forma de conexión de los equipos en el rack de equipos está indicada en la figura 1.14.

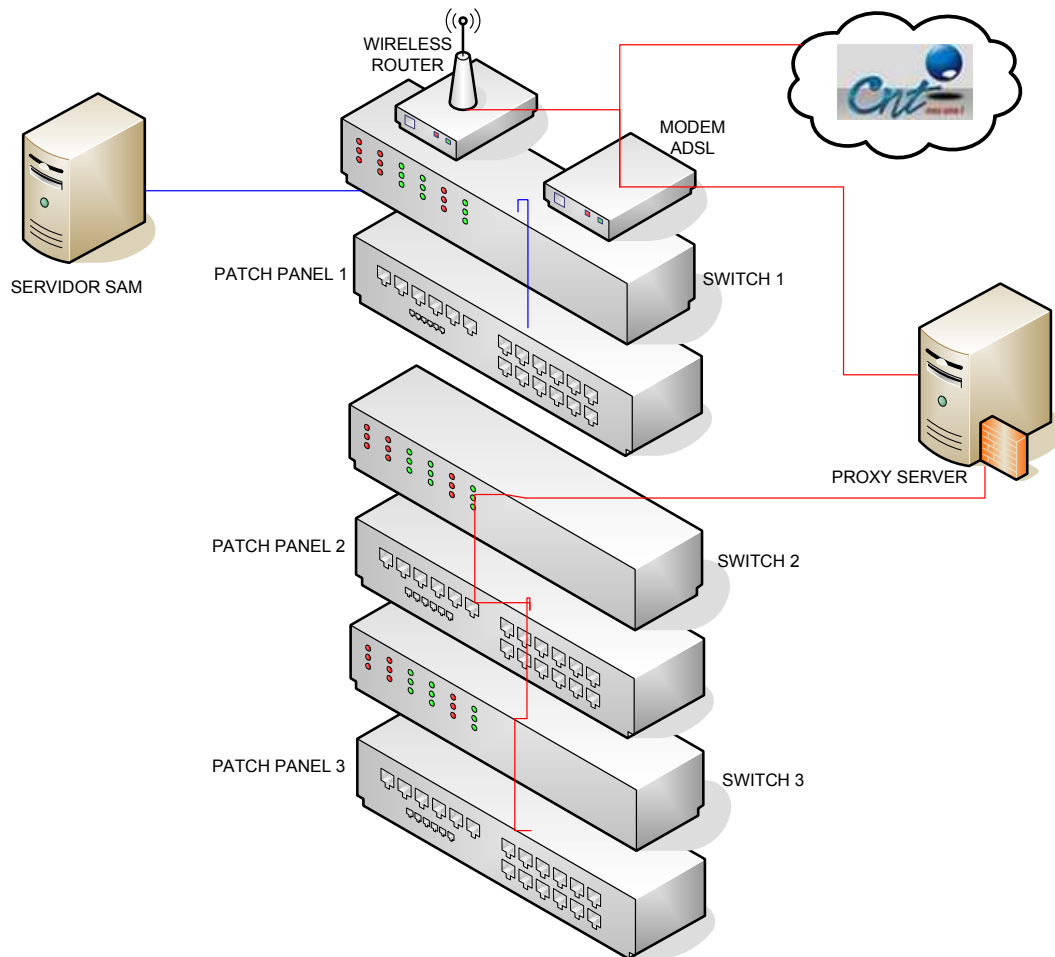


Figura 1.14 Conexiones de equipos en rack

### 1.6.3.2 Sistemas de respaldo de energía.

No existe ningún UPS, que proteja a la red de cualquier apagón o pérdida de energía. Pero cabe recalcar que se ha realizado la respectiva cotización para la compra de un UPS de 3000 VA, para su instalación.

#### 1.6.4 PUNTOS DE RED

Dentro de las instalaciones del Municipio de Quinindé, se disponen de varios puntos de red, de los cuales la mayoría se encuentran en uso, mientras que otros puntos están instalados y listos para ser usados. Lastimosamente estos puntos de red, no están etiquetados ni ubicados adecuadamente.

De igual manera, existen proyectos de instalación de nuevos puntos de red, los cuales permitirían a nuevos usuarios conectarse a la red, pero estos planes no se los han desarrollado, y no existen diseños que puedan ejecutarse de manera apropiada para la implementación de nuevos puntos de red.

La tabla 1.15 muestra la cantidad de puntos de red totales en las instalaciones del edificio principal del Municipio de Quinindé.

DEPARTAMENTO	PISO	NÚMERO DE PUNTOS DE RED
Recaudación	Primer piso	4
Rentas		4
Avalúos		11
Recursos Humanos		2
Proveeduría		2
Bodega		2
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PISO</b>	<b>NUMERO DE PUNTOS DE RED</b>
Obras públicas	Segundo piso	4
Sistemas		2
Auditoría		2
Finanzas		4
Concejalía		1
Higiene		2
Desarrollo comunitario		2
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PISO</b>	<b>NUMERO DE PUNTOS DE RED</b>
Secretaría General y Archivo	Tercer piso	5
Jurídico		5
Alcaldía		2
Comunicación Social		1
Recepción		1
Gestión Ambiental		1
Turismo		1
Proyectos		1
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>59</b>

Tabla 1.15 Número de puntos de red por departamento

Muchos de estos puntos de red están instalados y conectados al patch panel, pero algunos se encuentran simplemente ubicados, pero no están ligados a ninguna regleta en el rack, es decir que solo existe el cable pero no está conectado a ningún patch panel en el cuarto de telecomunicaciones.

## ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE VOZ.

El Municipio de Quindé dispone de 10 líneas troncales, las cuales están distribuidas por departamento, ya que no existe un control ni registro de extensiones por usuario ni por departamento, es decir que no hay un detalle específico del número de extensiones ni los usuarios a las que pertenecen, ya que esta red de voz ha sido implementada hace aproximadamente 10 años y no ha tenido ningún tipo de mantenimiento ni revisión.

La tabla 1.16 muestra la distribución de las 10 líneas de voz existentes.

DEPARTAMENTO	NUMERO DE LINEAS
Contabilidad	2
Sistemas	1
Financiero	1
Concejalía	1
Recepción	1
Alcaldía	1
Planificación	1
Proveeduría	1
Auditoría	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

Tabla 1.16 Líneas de voz por departamento

### 1.7.1 EQUIPAMIENTO

El equipamiento telefónico está basado en una central telefónica marca PANASONIC modelo 16SLC instalado junto a la recepción. Esta central se encuentra obsoleta, y

las extensiones existentes van directamente al uso de ciertos usuarios sin manejar un registro ni control de las mismas.

Como se mencionó en el subtítulo 1.6.1, no existe ningún tipo de cableado estructurado para los puntos de voz. Simplemente cada una de las oficinas que cuentan con líneas disponen de un cable telefónico desde la acometida hacia su escritorio.

### **1.7.2 TRÁFICO DE VOZ**

Debido a que no existe una central telefónica funcionando, no se puede entrar a su software de administración para obtener los resultados del tráfico de voz y llamadas tanto entrantes como salientes, así como de los recursos utilizados, es decir que no se puede obtener un valor ni siquiera aproximado del uso de llamadas a celular, nacionales o internacionales.

Por tal motivo, para obtener valores aproximados del tráfico de voz en el Municipio de Quindé, es necesario realizar estadísticas de llamadas, tomando en cuenta el número de llamadas entrantes y salientes por hora, y el tiempo promedio de duración por cada una de ellas.

Este análisis se realizó en Recepción, que es el lugar en donde más llamadas se reciben y se realizan durante todo el día. Para ningún departamento que posee las líneas troncales, existe salida a telefonía móvil, es decir que las llamadas únicamente se dan para teléfonos convencionales.

Luego de la observación realizada, se pudieron obtener los datos necesarios para obtener medidas de tráfico de telefonía en la red actual. Obteniendo un mayor volumen de llamadas telefónicas tanto entrantes como salientes, los días miércoles en el lapso de 10:00 a 13.00, con una hora pico de 11:00 a 12.00.

La tabla 1.17 presenta los resultados en promedio del número de llamadas telefónicas realizadas dentro del Municipio.

PERIODO	LLAMADAS ENTRANTES	DURACIÓN APROXIMADA POR LLAMADA	LLAMADAS SALIENTES	DURACIÓN APROXIMADA POR LLAMADA
10:00 – 11:00	49	8 minutos	16	5 minutos
11:00 – 12:00	52	11 minutos	25	6 minutos
12:00 – 13:00	48	7 minutos	18	5 minutos

	CANTIDAD / HORA (Promedio)	DURACIÓN / LLAMADA (Promedio)
Llamadas entrantes	50	9 minutos
Llamadas salientes	20	5 minutos

Tabla 1.17 Llamadas telefónicas en Recepción

Mediante estos valores se puede obtener el tráfico en Erlangs.<sup>5</sup>

- Llamadas entrantes:

$$\text{Tráfico Erlang: } 9 \frac{\text{min}}{\text{llamada}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \times \frac{50 \text{ llamada}}{\text{hora}} = 7.5 \text{ Erl}$$

- Llamadas salientes:

$$\text{Tráfico Erlang: } 5 \frac{\text{min}}{\text{llamada}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \times \frac{20 \text{ llamada}}{\text{hora}} = 1.67 \text{ Erl}$$

Estos valores muestran el uso que se le está dando al canal telefónico, es decir que mientras se está utilizando el canal en tráfico de voz entrante (llamadas entrantes), de tal manera que 8 líneas de las 10 disponibles están constantemente siendo ocupadas para recibir llamadas en un período de una hora.

<sup>5</sup>Unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico.



En cuanto al tráfico de voz saliente (llamadas entrantes), de las 10 líneas, 2 se utilizan para realizar llamadas, dejando libres las otras 8 líneas.

Analizando de manera conjunta las llamadas entrantes y salientes, en un período de una hora, se tiene una probabilidad alta de que 8, 9 o las 10 líneas se encuentren siendo ocupadas, entonces si algún funcionario requiere realizar una llamada, o un ciudadano requiere comunicarse con algún estamento del Municipio encontrará la mayoría del tiempo las líneas ocupadas.

Gracias a estos valores, se podrán dimensionar la cantidad de líneas troncales requeridas para evitar que la mayoría de llamadas se pierdan.

## **1.8 RESUMEN DEL ESTADO ACTUAL**

De los datos obtenidos en la revisión de la red actual del Municipio de Quinindé, se obtuvieron resultados que permiten ratificar el mal uso de los recursos de red, así como de la ineficiente infraestructura tecnológica.

Un ejemplo claro se puede verificar en la red de datos, pues existen departamentos que no están interconectados a ninguna de las dos redes, y las estaciones de trabajo únicamente se utilizan para uso de aplicaciones sencillas. De igual manera no existe una intranet o un manejo de información y comunicación interno como correo electrónico ni extensiones telefónicas.

También, las políticas de red y uso de recursos son mal manejados al tener departamentos aislados, generando retardos en la gestión municipal y la atención a la comunidad.

En lo que se refiere a los reportes de tráfico de datos generado dentro de la institución, debido a la restricción al uso de ciertos recursos a ciertos departamentos, es decir que debido a que algunas estaciones están conectadas solo al sistema

municipal y otras solo a Internet, los resultados no dan cantidades grandes de tráfico generado. De esta manera el tráfico resultante no es tan alto, pues los empleados hacen uso ineficiente de los recursos de red.

Al hablar del cableado estructurado, preocupa que la red actual del Municipio de Quinindé no cuente con un sistema eficiente, pues en muchos casos, se debe pasar sobre los cables con cuidado de no pisarlos o romperlos. De igual manera el cableado culmina en un rack instalado inadecuadamente en el Departamento de Sistemas, al cual tiene acceso cualquier empleado o persona pública.

Al hablar del sistema de red de voz, existe una central telefónica la cual no brinda su servicio pues no está configurada ni programada. Las líneas telefónicas existentes únicamente van dirigidas hacia ciertos departamentos pero sin una administración o alguna troncal de acceso. Esto genera que la comunidad cuando intente comunicarse con alguna entidad o departamento interno de gestión municipal no pueda hacerlo, pues no existe ni siquiera un mecanismo de call center donde se atiendan las quejas y denuncias de la comunidad.

Estos son los principales motivos por los cuales la red del Municipio de Quinindé requiere de un nuevo sistema de comunicaciones, diseñado para soportar crecimiento y escalabilidad. Este proyecto pretende dejar sentadas las bases tecnológicas para que la futura de red de comunicaciones de esta entidad de administración pública soporte los avances y demandas del país.

El grupo de figuras a continuación, muestran el estado del cableado estructurado y la red actual del Municipio de Quinindé.





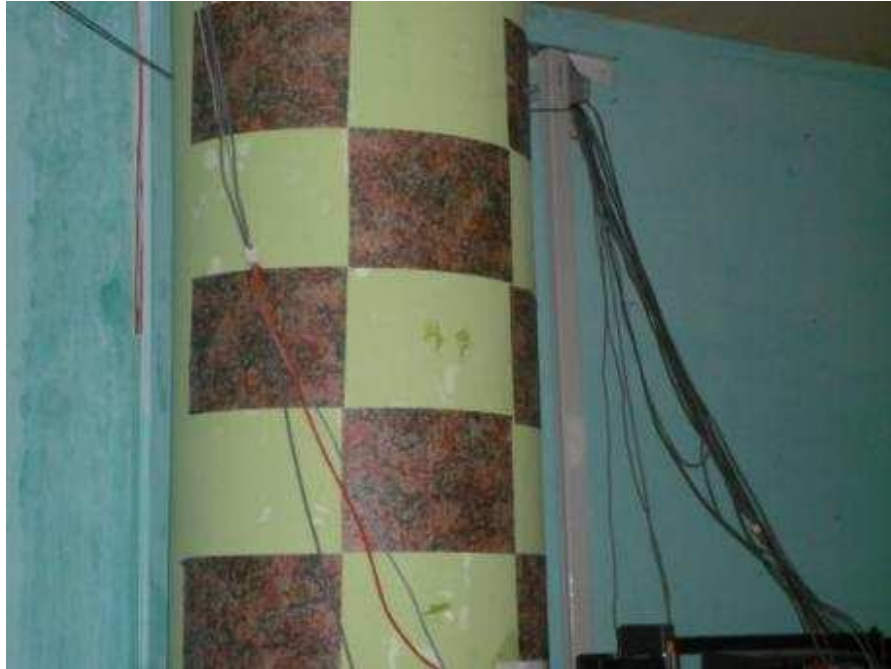




Figura 1.15. Imágenes del estado del cableado y cuarto de telecomunicaciones del Municipio de Quinindé

# CAPITULO 2

## **CAPÍTULO 2. REINGENIERÍA DE LA RED DE VOZ Y DATOS**

Luego de haber realizado un análisis tanto de la red de voz como de la red de datos, se obtuvieron conclusiones importantes sobre el estado de cada una de ellas, sus recursos, servicios y aplicaciones actuales, y principalmente las falencias presentes en todos los niveles. Gracias a este análisis previo, se pueden tomar en cuenta varios aspectos relevantes para realizar el proceso de reingeniería. Estos aspectos se centran principalmente en las políticas de la red y el futuro crecimiento de la misma, tanto en infraestructura, aplicaciones y en número de usuarios.

### **2.1 RED DE DATOS**

#### **2.1.1 CRECIMIENTO INSTITUCIONAL**

Durante los últimos años, dentro del Municipio de Quinindé, no ha existido un incremento considerable de empleados de oficinas. Por este motivo, para realizar el proceso de reingeniería se tomará en cuenta un crecimiento de la demanda de un 30%, es decir que en un plazo de 10 años que tendrá como tiempo de validez técnica este proyecto, el crecimiento de usuarios será el estipulado anteriormente. Estos criterios se los toma en cuenta en base a dos parámetros específicos, el crecimiento de la población y de la extensión urbana del cantón, el cual genera mayor cantidad de requerimientos a largo plazo dentro la administración municipal, y por últimos los criterios de diseño de redes de área local o empresarial, los cuales mencionan tener en cuenta un estimado aproximado de crecimiento del 30% de usuarios de red, para dimensionarla adecuadamente.



Dentro de este 30% que se tomarán en cuenta como criterio de crecimiento de red, se analizarán varios aspectos que pueden ser variables en el tiempo de validez de este proyecto, tales como, incremento de empleados de oficina: 5%<sup>6</sup>; incremento de puntos de red a los existentes actualmente, de acuerdo a las 46 estaciones conectadas en la actualidad y los futuros puntos de red a desarrollarse: 20%, y por último un 5% adicional referente a una futura interconexión hacia las juntas parroquiales rurales del cantón, tomando en cuenta las 5 parroquias rurales con dos estaciones de trabajo por Junta Parroquial.

Pero cabe recalcar que muchos de los empleados existentes en la actualidad no disponen de una estación de trabajo, por lo que en los criterios de diseño, se los tomarán en cuenta.

### **2.1.2 POLÍTICAS EN LA RED**

Las empresas deben mantener políticas de seguridad físicas, tales como restricción de acceso a diferentes áreas como: área de equipos, tesorería, recaudación, entre otras, cámaras de seguridad, bitácoras de ingreso, mecanismos y equipos de control a los diferentes edificios, y políticas de seguridad informáticas. De esta manera se pueden realizar procesos de auditorías y controles más exactos para llegar a determinar cualquier tipo de problemas que se presenten.

Los recursos de la red deben ser usados únicamente para fines laborales, es decir que no se deben facilitar la capacidad de red ni infraestructura para el uso doméstico y personal.

El acceso a Internet debe ser restringido a ciertas páginas de interés, y las aplicaciones propias de la web, de acuerdo al departamento que los vaya a utilizar. Se deben restringir totalmente páginas de redes sociales e intercambio de mensajes. Así como páginas de contenido para adultos (pornografía y violencia),

---

<sup>6</sup> Fuente: Departamento de RRHH, Municipio de Quinindé.

streaming de audio y video. En lo que se refiere a tipos de tráfico web, se deben bloquear sin ningún tipo de restricción el tráfico Peer to Peer (P2P) mediante firewalls o proxys especializados.

El acceso a carpetas compartidas entre usuarios debe ser totalmente administrado por el Departamento de Sistemas del Municipio, es decir, que debe controlar y otorgar los permisos adecuados a las personas que necesiten usar los recursos de estas carpetas.

Igualmente, el acceso a servidores y cuarto de equipos, debe ser de manera exclusiva para personal autorizado. Cuando se dé el caso de algún mantenimiento del armario de telecomunicaciones por cualquier motivo, se deben llevar bitácoras con horas de ingreso y salida del área, así como el motivo del ingreso a las instalaciones.

En cada estación de trabajo existirán dos tipos de perfiles: el perfil de usuario (usuario de la estación) y el perfil de administrador, cuyas claves serán conocidas únicamente por el personal encargado del departamento de tecnologías y sistemas.

Cada usuario dispondrá de su respectiva contraseña para ingresar a la red, siendo el empleado el único responsable del cuidado de la misma. El cambio de contraseña deberá ser administrado por el servidor de Directorio Activo, y deberá tener un cambio obligatorio cada 45 días para mantener estándares de seguridad informática.

El software que dispone la red del municipio, es neta y exclusivamente para uso laboral, y cualquier programa o aplicación adicional deberá tener la autorización del Jefe del departamento de Sistemas.

### **2.1.3 REQUERIMIENTOS**

Para realizar una reingeniería adecuada tanto de la red de voz como la red de datos, se deben tener claros todos los requerimientos necesarios para permitir una correcta

funcionalidad de las mismas. Por tal motivo los requerimientos deben ser precisos y concretos al momento de plantearlos.

Los parámetros a tomarse en cuenta en la red de datos son los siguientes:

- Aspectos físicos.
- Tipos y grupos de usuarios.
- Aplicaciones.
- Cableado estructurado.
- Seguridades:
  - Físicas:
    - ✓ Control de acceso a cuartos de equipos.
    - ✓ Control de acceso a áreas con equipos de cableado estructurado.
  - Hardware:
    - ✓ Protección de equipos contra factores externos: climáticos, robo, daño material.
  - Software:
    - ✓ Passwords y restricción de permisos para accesos a equipos de networking.
    - ✓ Antivirus y Antiespías de protección de la red.
- Topología y modelo de red.

### **2.1.3.1 Aspectos físicos**

Como se mencionó en el Capítulo 1, literal 1.2.1, el Municipio del cantón Quinindé consta de tres instalaciones. En este proceso de reingeniería, no se modificará la distribución física de los diferentes departamentos, es decir que cada uno de ellos permanecerá en su misma ubicación y cumpliendo las mismas funciones.

Pero los edificios secundarios, es decir el edificio 2 y edificio 3, que no se encuentran conectados a la red, serán tomados en cuenta para la interconexión, es decir, que los

---

departamentos que se encuentran aislados de la red municipal, podrán formar parte de la misma como cualquier otro departamento, con capacidad de uso de los diferentes recursos que disponga la red, así como de sus aplicaciones.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la atención a la comunidad debe mejorar notablemente en esta entidad pública, por tal motivo, se creará un módulo adicional para atención a los usuarios a través de un CALL CENTER.

En cuanto a los equipos de red propiamente dichos, estarán ubicados en un área específica y adecuada a los estándares establecidos, es decir que se establecerán las posiciones y ubicación del cuarto de telecomunicaciones, con sus respectivas seguridades físicas, como control de acceso a personal adecuado y manipulación. Mientras que para los pisos que tendrán tan solo un armario de telecomunicaciones, estos estarán ubicados en un sitio adecuado con su respectivo revestimiento y seguridad, de tal manera que los empleados no puedan acceder o manipular el sistema de cableado o equipos de networking de manera sencilla.

Este cuarto de telecomunicaciones y los armarios adicionales, se ubicarán en un área cuya ventilación y espacio físico sean los adecuados. Adicionalmente para su ubicación física se tomará en cuenta la distancia hacia los departamentos y hacia cada armario de telecomunicaciones, de tal manera que se ubiquen en una posición céntrica hacia los diferentes puntos de red.

### **2.1.3.2 Tipos y grupos de usuarios.**

El Municipio consta de diferentes clases de usuarios, es decir que presenta empleados de oficina con estaciones de trabajo, empleados de exteriores y empleados de oficina sin acceso a estaciones de trabajo. Cada uno de estos grupos tiene una forma de uso de la red que difiere entre ellos.

Por tal motivo, los empleados y usuarios de la red municipal, se dividirán en grupos de usuarios en función de las actividades que desarrollen en su cargo dentro de la entidad.

Así se formarán los siguientes grupos de usuarios:

**Grupo Administrativo.-** Formado por los departamentos:

- Recursos Humanos.
- Bodega.
- Proveduría.
- Sistemas.
- Financiero.
- Secretaría General y Archivo.

**Grupo Técnico.-** Formado por los departamentos:

- Obras públicas.
- Avalúos.
- Rentas.
- Recaudación.
- Dirección de turismo.
- Dirección de Gestión Ambiental.
- Unidad de Proyectos.
- Agua Potable.
- Auditoría.
- Higiene.
- Jurídico.

**Grupo Comunidad.-** Formado por los departamentos:

- Concejalía.
- Comunicación social.
- Desarrollo comunitario.
- Comercialización.

- Dirección de mercados y camal.
- FODI.
- Comisaría.
- Call Center.

Dentro de cada grupo, existirán ciertos tipos de usuarios. Esto es, que en cada grupo existirán usuarios que tengan más privilegios en uso de recursos que otros, como por ejemplo los Jefes de departamentos.

### **2.1.3.3 Servicios a desarrollarse**

Como se indicó en el capítulo anterior, las aplicaciones presentes son: Acceso a Internet y al sistema de administración municipal (SAM). Estas aplicaciones son totalmente independientes, es decir que los usuarios que usen uno de los dos servicios no disponen del otro. Este mecanismo de uso de la red no es adecuado, por tal motivo se manejará la misma red para todos los usuarios, teniendo en cuenta los grupos y tipos de usuario, para poder manejar de una mejor manera los recursos y las aplicaciones.

Las aplicaciones y servicios que formarán parte de la red son las siguientes:

- Servicio de Correo electrónico.
- Servicio de Directorio Activo.
- Servicio de acceso a Internet.
- Servicio DNS.
- Servicio de Archivos Compartidos.
- Servicio de aplicación de Sistema de Administración Municipal (SAM).

Cada estación de trabajo deberá presentar un perfil de funcionamiento, el cual se aplicará de acuerdo a los permisos de cada usuario, tanto para acceso a recursos de red y aplicaciones, como para instalación de programas y software adicional.

---

Cada usuario tendrá acceso a las aplicaciones indicadas. Con la característica de que el servicio de Internet presentará restricciones de acuerdo a las políticas internas del Municipio, lo que quiere decir que existirá restricción a páginas web con contenido crítico (pornografía, violencia, etc), tráfico P2P, redes sociales (Facebook, Twitter y similares), correo electrónico externo (Hotmail, Gmail, Yahoo y similares).

Se contará con un servidor WEB, el cual deberá ser implementado en un equipo con características hardware y software específico para ello, lo que permitirá que la ciudadanía y cualquier funcionario puedan enterarse de las noticias principales y actividades generales del Municipio del Cantón.

Se implementará un servidor DHCP, únicamente que asignará direccionamiento dinámico a los equipos inalámbricos, es decir que únicamente los Routers wireless constarán de este servicio, ya que todas las estaciones de trabajo, así como servidores y equipos de red presentarán direcciones IP estáticas, configuradas en el perfil de administrador del equipo, de tal manera que los usuarios no tengan acceso a modificar sus propiedades. El funcionamiento y distribución del direccionamiento IP estará a cargo del personal del Departamento de Sistemas. Este direccionamiento IP será de manera estática, es decir que cada máquina dispondrá de su dirección de red configurada manualmente en su estación de trabajo, mas no a través de un servidor.

Al igual que los demás servicios, la nueva red dispondrá de un servidor de Correo electrónico, el cual permitirá que los empleados, los diferentes departamentos y la propia comunidad puedan interactuar mediante el uso de esta herramienta. Este servidor debe ser uno de los más importantes en características físicas y lógicas, pues debe soportar tanto la cantidad de usuarios, como el flujo de datos que a través de este servicio, se originará.

En cuanto al servidor de DNS, por sus propias características y las de la red a desarrollarse, no requiere un equipo exclusivo para brindar dicho servicio, y puede implementarse en un equipo que brinde otro tipo de servicios adicionales que tampoco requieran un equipo propio. Dentro de este mismo equipo, se podría tomar

en cuenta la implementación de un servidor de Impresión, para manejar de mejor manera las impresoras de red existentes.

De igual manera, se puede dejar una base de recursos de red, si en un futuro sería necesaria alguna aplicación adicional, como por ejemplo un servidor adecuado para interconexión entre todas las parroquias principales del cantón, de tal manera que todos los gobiernos seccionales estén unidos a una misma red.

#### **2.1.3.4 Cableado estructurado.**

El sistema de cableado estructurado será diseñado de tal manera que sea capaz de soportar aplicaciones de voz, tales como VoIP, la cual formará parte de la nueva red de voz de las instalaciones del Municipio de Quinindé.

Cada departamento debe tener un adecuado número de puntos de red, permitiendo que cada funcionario de algún departamento que disponga de una estación de trabajo tenga acceso a los recursos y aplicaciones de la red, y de igual manera, si un departamento necesita el incremento de personal o de usuarios, el sistema sea capaz de soportar dicho crecimiento (escalabilidad).Aclarando este concepto, si algún estamento requeriría de más puntos de red de los que posee, el diseño, debe ser capaz de afrontarlo eficientemente. Así mismo, estarán dispuestos los puntos necesarios de red para los routers inalámbricos y las impresoras de red.

En otras palabras el diseño del cableado estructurado, presentará los criterios necesarios para soportar escalabilidad y crecimiento del mismo.

En el diseño del cableado estructurado (el cual se presentará más adelante), cada punto será etiquetado adecuadamente, tanto en el lugar de aplicación como en el rack de comunicaciones al que se interconecte. Esta etiquetación servirá como base para la administración, auditoría, certificación y mantenimiento del sistema de cableado.



Entonces, para la nueva distribución de los puntos de red por departamento, se tomará en cuenta que existirá un único punto de red por usuario, dadas las características y requerimientos planteados por el Municipio de Quinindé, a pesar de que las normas para estructura de sistemas de cableado estructurado indican la instalación de dos puntos de red.

De tal manera que el punto instalado servirá no solo para acceso a la red de datos, sino también para acceso a la red de voz, ya que al utilizar teléfonos IP, estos disponen de dos puertos RJ45, el uno que va conectado al punto de red, y el otro que permite la conexión a la estación de trabajo. Pero no todos los usuarios tendrán acceso a la red de voz con telefonía IP, debido a que sus funciones y obligaciones no requieren uso de dichos recursos de red, por tal motivo dispondrán únicamente de un punto de red de datos.

Adicionalmente debido a la adhesión de los departamentos que se encuentran en los edificios exteriores al municipio a la red, se tomarán en cuenta los puntos de red necesarios para su interconexión.

En las tablas a continuación se puede apreciar la distribución de los nuevos puntos de red por piso y por cada departamento. Cabe mencionar que todos estos puntos de red, servirán para conectarse a la red de datos, pero no todos dispondrán del servicio de la red de voz, pues como se menciona más adelante en la sección de la reingeniería de la red de voz, la cantidad de usuarios de la misma es menor que de la red de datos. A continuación se detallarán la cantidad de puntos de red dentro del edificio principal, diferenciados por cada piso y departamento.

▪ **Edificio Principal (Primer Piso)**

DEPARTAMENTO	PISO	NÚMERO DE PUNTOS DE RED
Recaudación	Primer piso	4
Rentas		4
Avalúos		11
Recursos Humanos		2
Proveeduría		2
Bodega		2
Impresoras de red		2
Puntos libres (backup)		2
WirelessRouter		1
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>

▪ **Edificio Principal (Segundo Piso)**

DEPARTAMENTO	PISO	NÚMERO DE PUNTOS DE RED
Obras públicas	Segundo piso	4
Sistemas		2
Auditoría		2
Finanzas		4
Concejalía		1
Higiene		2
Call Center		3
Dirección de Educación		2
Tesorería		2
Contabilidad		4
Puntos libres (Backup)		2
Impresoras de red		2
WirelessRouter		1
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>

▪ **Edificio Principal (Tercer Piso)**

DEPARTAMENTO	PISO	NÚMERO DE PUNTOS DE RED
Secretaría General y Archivo	Tercer piso	5
Jurídico		5
Alcaldía		10
Comunicación Social		1
Recepción		1
Gestión Ambiental		1
Turismo		1
Proyectos		1
Desarrollo Comunitario		5
Puntos libres (backup)		2
Wireless Router		1
Impresoras de red		2
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>96</b>

A continuación, se detallan los puntos de red de los otros dos edificios del Municipio de Quindé: Edificio 2 y Edificio 3.

▪ **Edificio 2**

DEPARTAMENTO	PISO	NUMERO DE PUNTOS DE RED
Agua Potable	Planta baja	1
Comercialización		1
Puntos libres (backup)		2
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>4</b>

- **Edificio 3**

DEPARTAMENTO	PISO	NUMERO DE PUNTOS DE RED
Comisaría Municipal	Planta alta	2
Mercados		1
FODI		2
Puntos libres (backup)		1
Impresora de red		1
Punto de Bridge		1
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>8</b>

Tabla 2.1 Nueva distribución de puntos de datos

<b>TOTAL DE PUNTOS DE DATOS</b>	<b>108</b>
---------------------------------	------------

Tabla 2.2 Total puntos de datos

## 2.2 RED DE VOZ

Como se indicó en el análisis previamente realizado, en toda la infraestructura de la red de voz existente en el Municipio, se identificaron varias deficiencias al igual que en la red de datos, las mismas que requieren una reingeniería para mejorar sus prestaciones.

### 2.2.1 CRECIMIENTO INSTITUCIONAL

Como es normal en la mayoría de las entidades tanto privadas como públicas, gran parte de los empleados de oficina o de escritorio poseen una extensión telefónica para poder comunicarse, es decir que en cada uno de los puestos de trabajo existen equipos telefónicos que permiten a los empleados comunicarse tanto interiormente como hacia la comunidad.

Por tal motivo el crecimiento en lo que se refiere a la red de voz, es significativo, puesto que la mayoría de empleados no disponen de acceso a esta red. Entonces a cada uno de los usuarios dispondría de acceso a esta red. Al igual que en la red de datos se tomará en cuenta un futuro crecimiento aproximado del 30% para diez años.

Este 30% de crecimiento, se basa en los mismos criterios tomados en cuenta para el posible crecimiento de la red de datos: 5% de crecimiento de empleados de oficina, pero se diferencia en un 25% de incremento de usuarios de voz, pues tomando en cuenta que en la actualidad no existe una red de voz definida en uso.

### **2.2.2 POLÍTICAS EN LA RED**

En lo que se refiere a la red de voz, las políticas son más sencillas, pero las mismas deben tener aspectos de seguridad y uso adecuado por parte de los empleados.

Al igual que en la red de datos, solo personal autorizado son los encargados de realizar cualquier modificación en la central o en la distribución, administración y designación de los recursos telefónicos. Cada usuario o empleado debe ser responsable del uso de su extensión telefónica y sus llamadas.

Cada empleado dispondrá de una clave específica, la cual será otorgada por el Departamento de Sistemas, quienes serán los encargados de la administración y gestión de la red. Esta clave será empleada para realizar todas y cada una de las llamadas externas, es decir que si algún empleado requiere llamar a cualquier número externo fuera del Municipio, requiere digitar esta clave para poder obtener el respectivo tono de marcado. Esto en base a la central telefónica, en donde los

---

empleados, para un control de llamadas y el uso de extensiones son asignados un password para obtener recursos telefónicos.

De esta manera se podrán obtener los datos necesarios para reportes e informes que se obtendrán de la Central Telefónica, donde se informarán las diferentes llamadas que se realizan por cada uno de los usuarios. Así se pueden realizar procesos de auditorías y manejo de gastos en lo que se refiere a costos telefónicos. Cabe recalcar que para comunicarse entre extensiones dentro del Municipio, simplemente debe marcarse la extensión adecuada.

Con estas políticas, la red de voz podrá ser utilizada de manera más eficiente y no para ser empleada de forma irresponsable generando gastos económicos inadecuados.

Al igual que en las políticas actuales de red, se mantendrán únicamente las llamadas a teléfonos convencionales locales y nacionales. Únicamente los miembros del Consejo Cantonal, esto es, el Alcalde y los diferentes Concejales tendrán acceso a una clave que les permitirán más privilegios en uso de los recursos telefónicos como por ejemplo las llamadas a teléfonos móviles y llamadas internacionales.

Cabe recalcar que ciertos usuarios de ciertos departamentos no dispondrán de acceso a la red de voz, pues dadas sus funciones dentro de la organización y los roles que cumplen, no requieren del uso de un dispositivo telefónico. Todo esto basado en los requerimientos planteados por el personal administrativo y de Sistemas. En los Departamentos que conste un solo punto convergente de voz y datos, este punto será de uso del Jefe de área o la persona principal del departamento.

### **2.2.3 REQUERIMIENTOS**

A diferencia de la red de datos, la red de voz presentará requerimientos de manera conjunta.



### 2.2.3.1 Número de extensiones y usuarios.

A diferencia de la red actual de voz, cada empleado presentará su propia extensión de trabajo, previamente asignado por los departamentos administrativos de acuerdo a su cargo y sus funciones dentro del Municipio. Entonces la nueva distribución de la red de voz será la siguiente:

- **Edificio Principal (Pisos 1 y 2)**

DEPARTAMENTO	PISO	EXTENSIONES
Rentas	Primer piso	3
Avalúos		8
Recursos Humanos		2
Proveeduría		2
Bodega		2
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>
DEPARTAMENTO	PISO	EXTENSIONES
Obras públicas	Segundo piso	3
Sistemas		2
Auditoría		2
Tesorería		2
Finanzas		4
Concejalía		1
Higiene		2
Call Center		3
Dirección de Educación		2
Contabilidad		4
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>



▪ **Edificio Principal (Piso 3)**

DEPARTAMENTO	PISO	EXTENSIONES
Secretaría General y Archivo	Tercer piso	5
Jurídico		4
Alcaldía		1
Comunicación Social		1
Recepción		1
Gestión Ambiental		1
Turismo		1
Proyectos		1
Desarrollo Comunitario		5
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>62</b>

▪ **Edificio 2**

DEPARTAMENTO	PISO	EXTENSIONES
Agua Potable	Planta baja	1
Comercialización		1
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>2</b>

▪ **Edificio 3**

DEPARTAMENTO	PISO	EXTENSIONES
Comisaría Municipal	Planta alta	1
Mercados		1
<b>TOTAL EDIFICIO</b>		<b>2</b>

<b>TOTAL DE USUARIOS DE RED DE VOZ</b>	<b>66</b>
--	-----------

Tabla 2.3 Nueva distribución de puntos de voz para Telefonía IP.

### 2.2.3.2 Tipos y grupos de usuarios.

Los grupos de usuarios de la red de voz se dividirán en dos grupos:

- **Grupo Directivo.** Formado por el Consejo Cantonal del Quinindé: Alcalde y Concejales.
- **Grupo Empleado.** Formado por todos los empleados.

### 2.2.3.3 Cableado estructurado.

La red de voz, con sus 66 usuarios de telefonía IP, utilizará el mismo sistema de cableado estructurado que la red de datos, debido a que se utilizará un único punto de red, el cual irá conectado al equipo telefónico, y desde este hacia la estación de trabajo.

### 2.2.3.4 Número de líneas troncales

De acuerdo al análisis de tráfico telefónico realizado se puede realizar un estimado de líneas troncales que se necesitarían en la red del Municipio de Quinindé, teniendo en cuenta las cifras indicadas en el literal 1.7.2.

De acuerdo a estos resultados el tráfico que se tomará en cuenta para realizar el cálculo de líneas troncales será el tráfico entrante, pues el sistema debe estar diseñado de tal manera que la mayoría de llamadas entrantes sean receptadas, provocando que la ciudadanía no presente molestias por la no respuesta a una llamada.

Debido a este criterio se tendrá en cuenta un factor de probabilidad de pérdida de 1% de llamadas, el cual es un valor estándar de GOS (Grade of Service), definido como la probabilidad de que una llamada falle. Esto quiere decir, que en un sistema de

comunicación, con todos los canales ocupados rechazará, debido a la congestión, a cualquier llamada adicional a las anteriores, es por eso que existirán llamadas perdidas en la transmisión.<sup>7</sup> Entonces la relación usada para este cálculo es la siguiente:

$$A = C_A \times t_m$$

$$A = \frac{1}{T} (n \times t_m)$$

Donde:

- A: Tráfico total
- $C_A$ : Número de ocupaciones ofrecidas por término medio en la unidad de tiempo al grupo de salida.
- $t_m$ : Tiempo medido de ocupación de las líneas de salida.
- T: Período de observación

$$A = \frac{50 \frac{\text{llamadas}}{\text{hora}} \times 9 \frac{\text{minutos}}{\text{llamada}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}}{1 \text{ hora}}$$

$$A = 7,5 \text{ Erl}$$

De acuerdo a la fórmula deducida de la Probabilidad de pérdida – distribución Erlang

B:

$$E_{1,N}(A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}}$$
<sup>8</sup>

Donde:

- N: Número de órganos (líneas de servicio).
- A: Tráfico ofrecido.
- $E_{1,N}(A)$ : Probabilidad de pérdida.

<sup>7</sup> Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/garduno\\_a\\_f/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo1.pdf)

<sup>8</sup> Fuente: Ingeniería de tráfico de Telecomunicaciones: Ing. Hugo Carrión. Pag 40

**Erlang B Traffic Table**

Maximum Offered Load Versus B and N  
B is in %

N/B	0.01	0.05	0.1	0.5	1.0	2	5	10	15	20	30	40
1	.0001	.0005	.0010	.0050	.0101	.0204	.0526	.1111	.1765	.2500	.4286	.6667
2	.0142	.0321	.0458	.1054	.1526	.2235	.3813	.5954	.7962	1.000	1.449	2.000
3	.0868	.1517	.1938	.3490	.4555	.6022	.8994	1.271	1.603	1.930	2.633	3.480
4	.2347	.3624	.4393	.7012	.8694	1.092	1.525	2.045	2.501	2.945	3.891	5.021
5	.4520	.6486	.7621	1.132	1.361	1.657	2.219	2.881	3.454	4.010	5.189	6.596
6	.7282	.9957	1.146	1.622	1.909	2.276	2.960	3.758	4.445	5.109	6.514	8.191
7	1.054	1.392	1.579	2.158	2.501	2.935	3.738	4.666	5.461	6.230	7.856	9.800
8	1.422	1.830	2.051	2.730	3.128	3.627	4.543	5.597	6.498	7.369	9.213	11.42
9	1.826	2.302	2.558	3.333	3.783	4.345	5.370	6.546	7.551	8.522	10.58	13.05
10	2.260	2.803	3.092	3.961	4.461	5.084	6.216	7.511	8.616	9.685	11.95	14.68
11	2.722	3.329	3.651	4.610	5.160	5.842	7.076	8.487	9.691	10.86	13.33	16.31
12	3.207	3.878	4.231	5.279	5.876	6.615	7.950	9.474	10.78	12.04	14.72	17.95
13	3.713	4.447	4.831	5.964	6.607	7.402	8.835	10.47	11.87	13.22	16.11	19.60
14	4.239	5.032	5.446	6.663	7.352	8.200	9.730	11.47	12.97	14.41	17.50	21.24
15	4.781	5.634	6.077	7.376	8.108	9.010	10.63	12.48	14.07	15.61	18.90	22.89
16	5.339	6.250	6.722	8.100	8.875	9.828	11.54	13.50	15.18	16.81	20.30	24.54
17	5.911	6.878	7.378	8.834	9.652	10.66	12.46	14.52	16.29	18.01	21.70	26.19
18	6.496	7.519	8.046	9.578	10.44	11.49	13.39	15.55	17.41	19.22	23.10	27.84
19	7.093	8.170	8.724	10.33	11.23	12.33	14.32	16.58	18.53	20.42	24.51	29.50
20	7.701	8.831	9.412	11.09	12.03	13.18	15.25	17.61	19.65	21.64	25.92	31.15
21	8.319	9.501	10.11	11.86	12.84	14.04	16.19	18.65	20.77	22.85	27.33	32.81
22	8.946	10.18	10.81	12.64	13.65	14.90	17.13	19.69	21.90	24.06	28.74	34.46
23	9.583	10.87	11.52	13.42	14.47	15.76	18.08	20.74	23.03	25.28	30.15	36.12
24	10.23	11.56	12.24	14.20	15.30	16.63	19.03	21.78	24.16	26.50	31.56	37.78
25	10.88	12.26	12.97	15.00	16.13	17.51	19.99	22.83	25.30	27.72	32.97	39.44

Figura2.1. Tabla de valores de Erlang B con GOS (1%)<sup>9</sup>

De acuerdo al tráfico estimado y con una probabilidad de pérdida del 1%, el cálculo de líneas troncales se basará en la tabla Erlang B<sup>10</sup> dando como resultado **15 líneas troncales**.

## 2.3 REINGENIERÍA DE LA RED DE VOZ Y DATOS INTEGRADA

A partir de ahora, se realizará un proceso de reingeniería de manera integrada, esto es, que se tomarán en cuenta aspectos de diseño que permitan una convergencia entre las dos redes.

<sup>9</sup><http://www.sis.pitt.edu/~dtipper/2110/erlang-table.pdf>

<sup>10</sup>Erlang es una unidad adimensional utilizada como una medida estadística de intensidad de tráfico.

### 2.3.1 MODELO DE RED

La nueva red del Municipio del Cantón Quinindé debe contar con las principales características de una red corporativa, estas son: escalabilidad, confiabilidad y administración. Estas características deben estar claramente definidas y enfocadas a una operación eficiente.

Por tal motivo, para este propósito, en la reingeniería de red del Municipio del Cantón Quinindé se utilizará un **modelo jerárquico**. Este tipo de red es de fácil implementación, fácil administración y gestión, factible de escalabilidad y posee capacidad de redundancia.

El modelo jerárquico, como su nombre lo dice, posee diferentes escalas para su operación y gestión. Estas escalas o capas son: Acceso, Distribución y Core (núcleo).

**Capa de Acceso.**- Esta es la escala a la cual se conectan todos los usuarios finales de la red, es decir que cada estación de trabajo, impresoras de red o cualquier equipo o terminal que se conecte a la red, debe hacerlo directamente a esta capa. El flujo de datos, que circula por este nivel, es desviado a la siguiente capa: la de distribución.

Los principales componentes de red activos, presentes en este nivel son los switches a los que se conectan los usuarios de la red. El número de estos equipos dependerá del número de puntos de red utilizados por cada planta o por cada departamento.

**Capa de Distribución.**- Esta capa es el nexo entre la capa de acceso y la capa de core. Aquí, se realiza la segmentación de la red, las diferentes subredes, políticas de control y acceso a recursos de red.

Se colocarán dos switches de distribución en el edificio principal, al cual se conectarán todos los switches de acceso, facilitando la escalabilidad de la red. Además cada uno de los switches de distribución irán conectados hacia el switch de la capa de core

**Capa de Core.-** Esta es la capa base del modelo de red. Aquí se encuentran ubicados todos los servidores de aplicaciones de la red, el Router de conexión y la central telefónica IP.

En esta capa se encuentra un único Switch, el cual es el encargado de las conexiones mencionadas anteriormente.

## 2.3.2 TECNOLOGÍA DE RED

### 2.3.2.1 Tráfico

Las redes de datos actuales tienden a la convergencia, esto quiere decir que a través de un mismo medio de transmisión se puedan utilizar varios servicios. En otras palabras por el mismo medio se pueda transmitir datos, voz y video.

Para la selección de la tecnología de red, se debe tener en cuenta las mediciones de tráfico realizadas en el capítulo 1. Para lo cual la información se obtendrá de las tablas 1.12 y 1.14, las cuales muestran el tráfico mensual de las dos aplicaciones presentes en la red, mismos que están basados en un solo usuario de dos departamentos diferentes. Un usuario que utiliza únicamente la red SAM y el otro que utiliza la red de acceso a Internet.

APLICACIÓN	TRÁFICO PROMEDIO IN	TRÁFICO PROMEDIO OUT
	Kbps	
<b>SAM</b>	491	456
<b>Internet</b>	25	7

Tabla 2.4. Tráfico promedio de aplicaciones

Debido a que la nueva red estará unificada, se tomará en cuenta este tráfico usando la suma de ambos valores individuales de los dos usuarios diferentes, como que

fuera para un único usuario. De esta manera se estima el tráfico que un único usuario, que tendría el acceso a ambos recursos de red (SAM e Internet) presentará. Entonces el tráfico total estimado para un usuario sería el siguiente:

	TRÁFICO IN	TRÁFICO OUT
	Kbps	
<b>USUARIO MENSUAL</b>	516	463

Tabla 2.5 Tráfico total estimado por usuario en un mes

A través de este estimado de tráfico, se puede obtener un promedio diario y por hora.

	TRÁFICO IN	TRÁFICO OUT
	Kbps	
<b>USUARIO DIARIO</b>	23.45	21.04

Tabla 2.6 Tráfico total estimado por usuario en un día

	TRÁFICO IN	TRÁFICO OUT
	Kbps	
<b>USUARIO HORA</b>	2.93	2.63

Tabla 2.7 Tráfico total estimado por usuario en una hora

Para la estimación de tráfico diario y por hora, se tomaron en cuenta 22 días laborables por mes y 8 horas por día.

De acuerdo a la tabla 2.7, se puede notar que el tráfico por usuario es bajo para el uso de las aplicaciones SAM y acceso a Internet, por lo cual, el acceso al resto de aplicaciones como Correo electrónico y uso de la red de voz, pueden ser aplicados sin ningún inconveniente, pues no generan problemas de sobrecarga o saturación de la red.

## **INTERNET**

De acuerdo a los valores de uso de Internet, se requeriría que los usuarios dispongan de una velocidad de conexión de 23.45 kbps para downlink (tráfico

entrante) y 21.04 kbps para uplink (tráfico saliente), con lo que se tendrá un enlace promedio de 22.25 kbps cada uno. Esta es una velocidad baja para el uso del servicio de Internet, en donde las velocidades están cercanas a los 128kbps a 256 kbps por usuario. Entonces tomando a consideración que los usuarios no presenten problemas de lentitud o saturación de la red, y de acuerdo a la cantidad de usuarios que se dispondrá en la red, el enlace mínimo por usuario debería ser de 256 kbps, la cual es una velocidad aceptable y estandarizada en los diferentes planes comerciales para usuarios únicos.

Pero al tratarse de una entidad pública y teniendo en cuenta la cantidad de empleados, se requiere un enlace dedicado de internet hacia toda la red del Municipio de Quinindé, que perfectamente soporte el tráfico de cada usuario de red. Para enlaces dedicados de Internet existen varias ofertas en el mercado de diferentes proveedores que ofrecen enlaces simétricos, es decir que la velocidad Uplink sea la misma que la velocidad de Downlink, siendo esta la más importante, pues es la velocidad con la que la información se presenta en los diferentes exploradores. Por tanto para la nueva red del Municipio de Quinindé se necesitará un enlace dedicado y simétrico de Internet. Así el enlace de Internet requerido sería de:

<b>INTERNET</b>	
<b>CANTIDAD DE USUARIOS</b>	108
<b>VELOCIDAD / USUARIO</b>	256 kbps
<b>TOTAL ENLACE</b>	27648 kbps

Tabla 2.8 Enlace de Internet requerido

De esta manera, el enlace de Internet requerido, para que cada usuario disponga de una velocidad promedio de 256 kbps, la cual es una velocidad aceptable para un usuario que no requiere aplicaciones que consuman mucho ancho de banda, será un enlace de 27.648 Mbps, pero en el mercado se contratan enlaces de 27 Mbps o



de 28 Mbps<sup>11</sup>, por tanto y tomando en cuenta siempre criterios de ingeniería, el valor que se requiere contratar es el valor inmediatamente superior, por tanto el enlace que se requerirá es el siguiente:

<b>ENLACE DE INTERNET REQUERIDO</b>	<b>SIMÉTRICO DE 28 Mbps.</b>
-------------------------------------	------------------------------

### 2.3.2.2 Tipos de tecnología de red

Existen varios tipos de tecnología de redes de área local, entre las que se destacan la tecnología Ethernet, Token Ring y LAN inalámbricas o WLAN. De estas la tecnología más utilizada es Ethernet, de la cual se mencionará una breve síntesis de sus características, pues es la tecnología sobre la cual está basada la red actual del Municipio de Quinindé.

**Ethernet.**<sup>12</sup>-La red tipo Ethernet es un modelo de acceso al medio de transmisión a través de la técnica CSMA/CD (Acceso Múltiple por detección de portadora con detección de colisiones). Esta técnica se basa principalmente en la forma de acceso al medio de transmisión por parte de las estaciones, es decir que cuando una de ellas requiere acceder a transmitir podrá hacerlo si al escuchar el enlace, este se encuentra libre. Si el medio está siendo ocupado, la estación debe escuchar hasta que el medio se libere, solo entonces puede transmitir. Si la estación detecta altos voltajes, reflejan que ha existido alguna colisión, entonces se deja de transmitir, mientras las estaciones que colisionaron esperan un cierto intervalo de tiempo que reduce las probabilidades de colisiones futuras.

Ethernet se desarrolla sobre el estándar IEEE 802.3, de la cual surgen varios estándares adicionales que han mejorado las prestaciones de esta tecnología.

<sup>11</sup> Fuente: [www.movistar.com.ec](http://www.movistar.com.ec). Corporación Telefónica Ecuador.

<sup>12</sup>Fuente: <http://www.paginasprodigy.com/campechedigital/arielmedina1978/ethernet.htm>

Ethernet presenta velocidades de 10 Mbps, 100 Mbps (Fast Ethernet) y de 1 Gbps, conocida como Gigabit Ethernet.

El formato de la trama Ethernet es el siguiente:

Preámbulo	Destino	Fuente	Tipo	Datos	CRC
8 octetos	6 octetos	6 octetos	2 octetos	64-1500 octetos	4 octetos

- **Preámbulo:** ayuda a la sincronización.
- **CRC:** ayuda a la detección de errores en la transmisión.
- **Tipo:** Permiten identificar las tramas tipo Ethernet.

Pero gracias a la aparición del switch o conmutador, se eliminó la técnica de acceso al medio, pues cada estación que envía su trama de datos, se direcciona al destino adecuado a través de los puertos del Switch, sin generar colisiones. Es por esto que se conoció a este nuevo modelo como Ethernet Conmutado, igualmente con las mismas velocidades de transmisión.

### 2.3.2.3 Selección de la tecnología de red.

Como se mencionó previamente, la tecnología a utilizar en la nueva red del Municipio de Quindé será la tecnología Ethernet. Basados en las estimaciones de tráfico de red, la capa de acceso presentará tecnología Ethernet Conmutada a 100 Mbps, mientras que para las capas de distribución y core, se utilizará tecnología Gigabit Ethernet (1 Gbps), debido a que estas capas serán las encargadas de realizar la diferenciación de tráfico y estarán formadas por los diferentes servidores que brindarán los servicios necesarios para la red.

Así el uso de las tecnologías de red será de acuerdo al siguiente esquema:

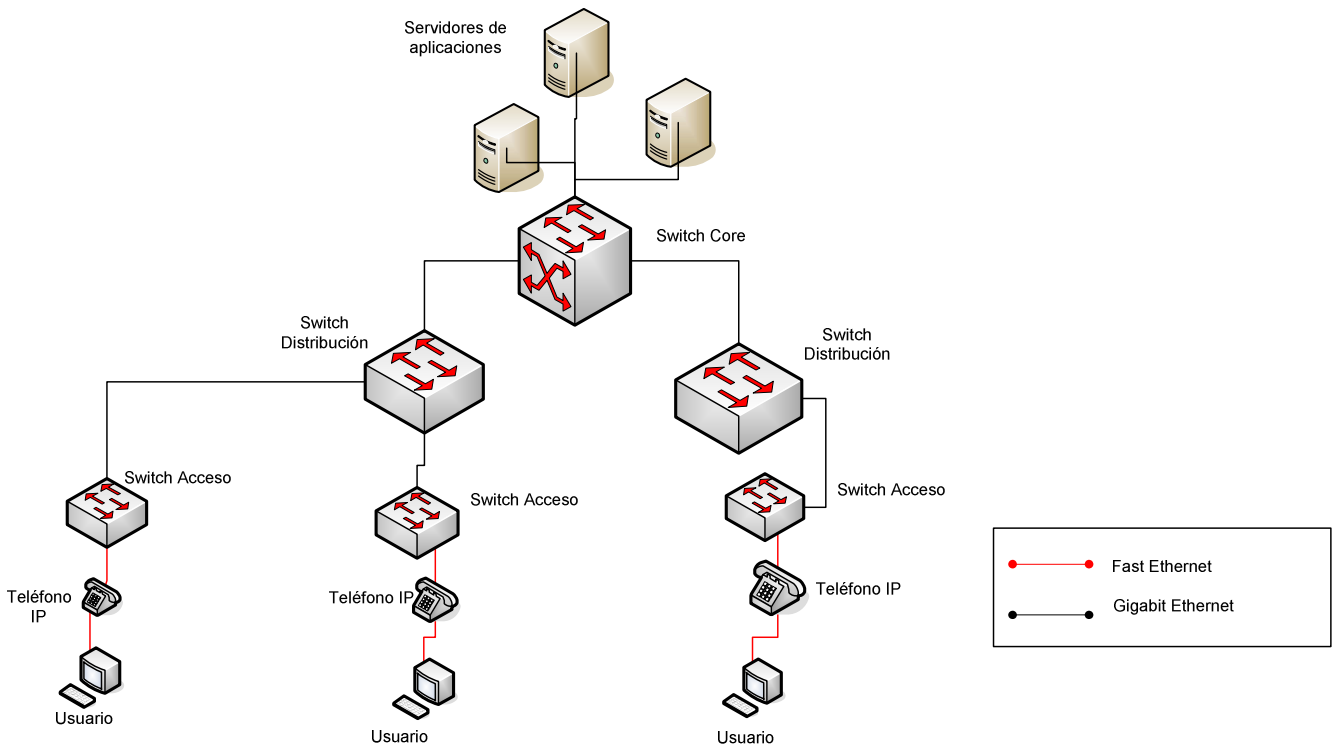


Figura 2.2. Modelo de tecnología de red

### 2.3.4 CABLEADO ESTRUCTURADO

El Sistema de cableado estructurado es el principal componente de la red pasiva. Este sistema debe ser capaz de soportar todas las aplicaciones que se ejecutarán en la red, es decir voz y datos principalmente.

Cada punto de red que se ubique para las estaciones de trabajo deberá tener la capacidad de transmitir datos y voz al mismo tiempo, además de presentar los estándares esenciales de los organismos pertinentes.

Se usará el estándar EIA/TIA 606 A: **Administración para la infraestructura de Telecomunicaciones de edificios comerciales**, dentro del cual se generaliza el uso de cuartos de telecomunicaciones, etiquetación de cables y puntos de red, canaletas y todas las características de un sistema de cableado estructurado.

Cada cable irá por ductos apropiados y canaletas. Estas canaletas serán decorativas y recorrerán las instalaciones de los tres edificios. Cada jack estará ubicado con su respectivo faceplate etiquetado indicando el número del punto de red en el sistema. De igual manera cada cable tendrá su propia etiqueta a fin de que al conectarse al patch panel y puerto del equipo activo respectivos, se sepa diferenciar a que puerto pertenece cada punto.

#### **2.3.4.1 Cuarto de telecomunicaciones.**

El Municipio de Quinindé está formado de tres edificios, por tanto cada edificio presentarán su armario de telecomunicaciones. Pero estos armarios variarán de acuerdo a los departamentos que presentan dichos edificios.

##### ***Cuarto de telecomunicaciones Edificio 3.***

Aquí funcionan tres departamentos, por lo cual de acuerdo a las tablas 2.1 y 2.3, correspondientes a los números de puntos de datos y voz en este edificio, se tendrán 8 puntos de red.

Este edificio tendrá un único armario de telecomunicaciones, el cual estará formado por un rack pequeño de 24U con un patch panel de 24 puertos, de los cuales serán utilizados los puertos necesarios, un switch de acceso y una regleta de energía eléctrica para alimentar al equipo activo y al bridge.

Será denominado como **AT-3**.

Estará ubicado en la Comisaría Municipal en la parte superior de la esquina trasera del local, con su respectiva protección.

### ***Cuarto de telecomunicaciones Edificio 2.***

Aquí funcionan dos departamentos. Este edificio estará formado de un armario de telecomunicaciones simple, es decir, que estará constituido de un rack adecuado de 24U para los 4 puntos de red y el switch de acceso. Además dispondrá de su regleta de alimentación eléctrica.

Será denominado como **AT-2**.

Estará ubicado en la esquina superior derecha trasera de las oficinas de Agua Potable, con su respectiva protección.

### ***Cuarto de telecomunicaciones Edificio principal.***

En este edificio se encontrará la principal infraestructura del sistema de cableado estructurado.

De acuerdo a las características del edificio, se necesitará un solo cuarto de telecomunicaciones completo, el cual será denominado **CT**, mismo que estará formado por un par de racks de acuerdo al diseño del sistema de cableado estructurado de 44U.

En el primero de estos racks se ubicarán todos los equipos de conectividad de red y un número de patch panels necesario para cubrir el diseño. Este será el rack donde confluyan todos los puntos de red del sistema. En el segundo rack estarán ubicados los servidores y la central telefónica IP. Este rack también debe conectarse al rack principal.

Este cuarto de telecomunicaciones presentará un sistema de puesta a tierra y niveles de temperatura regulados por mecanismos de aire acondicionado suficientes para mantener a los equipos en funcionamiento adecuado. Adicionalmente se tendrá la instalación de un UPS capaz de soportar la carga del sistema.

Estará ubicado en la parte delantera de la oficina del Departamento de Sistemas, con sus respectivas seguridades y políticas de acceso, al cual solo tendrán permiso de ingreso las personas encargadas de la administración de la red.

Adicional a este cuarto principal de telecomunicaciones se deberá tener un armario pequeño denominado **AT-P3**, el cual estará ubicado en el tercer piso, en la oficina de Archivo. Este armario de telecomunicaciones estará formado por un rack adecuado de 24U a los 35 puntos de red de este piso y con la facilidad de instalación de los equipos activos necesarios, además de la regleta de alimentación eléctrica.

Y al igual que en el tercer piso de este edificio, existirá un armario de las mismas características denominado **AT-P1**, el cual se ubicará en una esquina superior trasera de la oficina de Recaudación. Este pequeño rack de 24U permitirá la interconexión de toda la planta baja del edificio principal.

El cuarto de telecomunicaciones deberá tener las siguientes características físicas:

- La altura será la misma que el lugar donde se ubicará: 2.5m.
- El sistema de climatización debe funcionar todo el tiempo a una temperatura de máximo 24°C.
- Constará de un sistema UPS de protección para alimentación eléctrica, a parte de los tomacorrientes respectivos.

#### **2.3.4.2 Cableado Horizontal.**

Cableado horizontal está definido como el segmento de cableado que se encuentra entre la estación de trabajo y el equipo de activo de red. Como por ejemplo entre el computador de un usuario y un switch de acceso.

De acuerdo a los estándares ANSI/EIA/TIA el cableado horizontal no puede exceder los 100 m, por tal motivo el medio de transmisión existente entre la estación de trabajo y el equipo activo no debe superar esta distancia. El principal medio de transmisión que se utilizará en el cableado horizontal será cable UTP basado en el estándar EITA/TIA 568-A<sup>13</sup>, el cual regula todo lo concerniente a sistemas de

---

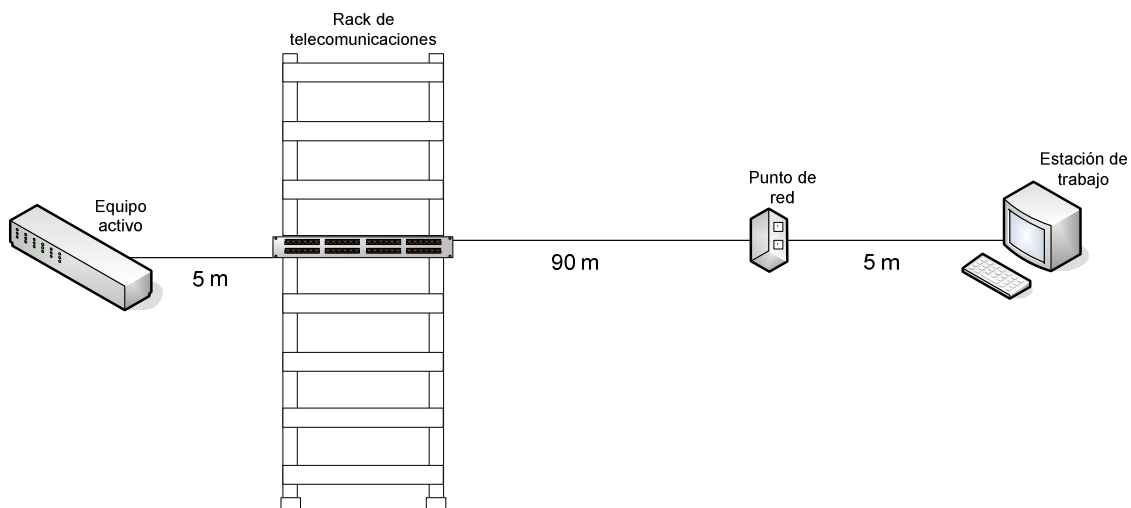
<sup>13</sup>CommercialBuildingTelecommunicationsCablingStandard (Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales)

cableado estructurado para edificios comerciales, cuyas características principales son:

- Establece los requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina.
- Topologías y distancias recomendadas.
- Parámetros de medios de comunicación que determinan el rendimiento.
- Disposiciones de conexión y sujeción para asegurar la interconexión.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a ella soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años. Su propósito principal es el de establecer un cableado estándar genérico de telecomunicaciones para respaldar un ambiente multiproveedor, y permitir la planeación e instalación de un sistema de cableado estructurado para construcciones comerciales. Se diferencia en la Norma 568-B, en la ubicación de los pares en los conectores.<sup>14</sup>

Así la figura 2.2 muestra la forma de conexión entre las estaciones de trabajo y el equipo activo.



Fi

gura 2.3 Forma de cableado horizontal

<sup>14</sup> Fuente: <http://obedhr.blogspot.com/>

### 2.3.4.3 Cableado Vertical.

Cableado vertical está definido como el segmento de cableado que se encuentra entre cuartos de telecomunicaciones o entre armarios de telecomunicaciones. En el caso de la red del Municipio de Quinindé, el cableado vertical será de tipo estrella, es decir que todos los armarios de telecomunicaciones: AT-1, AT-2 y AT-3 irán conectados cada uno hacia el cuarto de telecomunicaciones principal CT. El medio de transmisión a usar para cableado vertical será UTP Categoría 6.

De acuerdo a las normas de ANSI/EIA/TIA, la distancia del cableado vertical si la aplicación que se usa es de datos es de 90m. Así la figura de conexión para el cableado vertical será la siguiente:

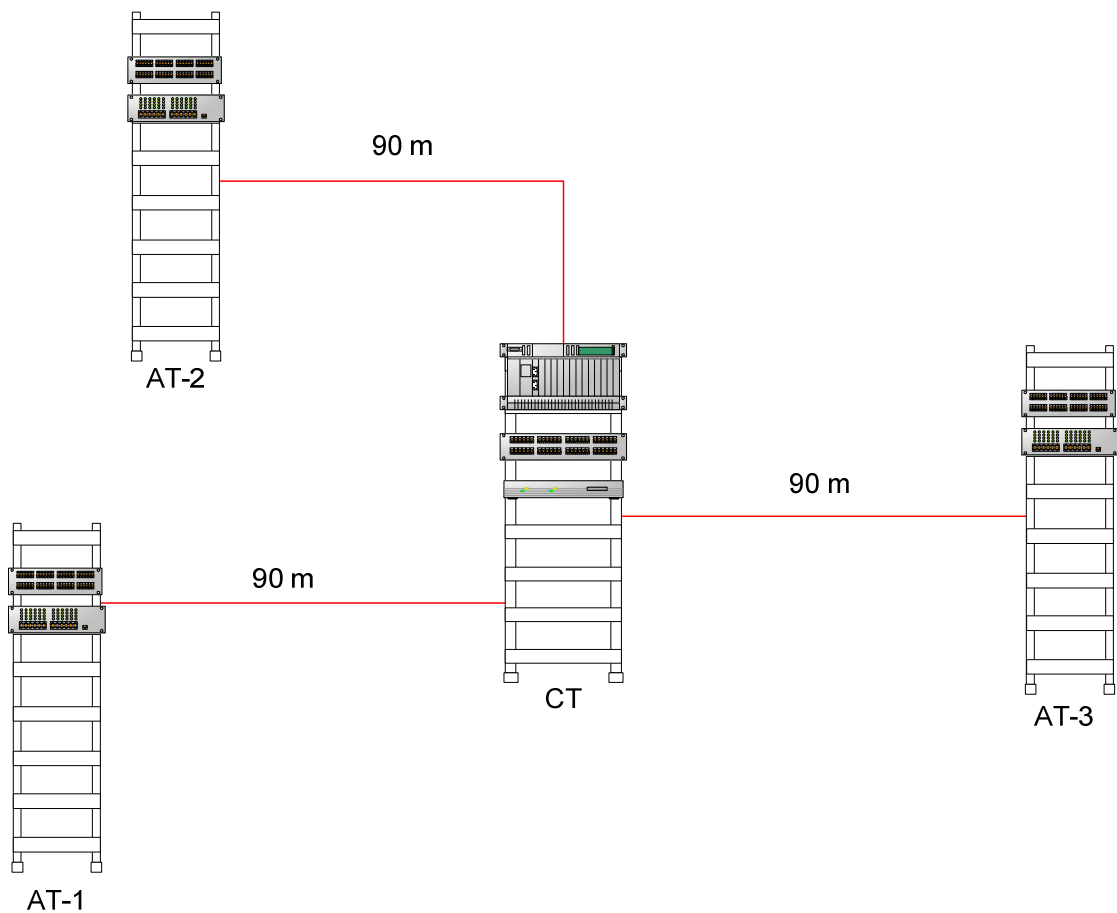


Figura 2.4 Forma de cableado vertical



#### 2.3.4.4 Medio de transmisión.

Como se mencionó en los puntos anteriores, la base del cableado en la red del Municipio de Quinindé será el cable UTP de 4 pares.

En lo que se refiere al cableado horizontal, se utilizará cable UTP Categoría 6, debido a que por su fácil manejo e instalación será más sencillo el manejo entre ductos y canaletas. Como se indicó previamente el estándar a utilizar será 568 –A.

En lo que se refiere a cableado vertical, debido a las características de tráfico y la cantidad de usuarios no se requiere una instalación de fibra óptica, por lo que únicamente se necesitará cable UTP categoría 6, el cual presenta mejoría en características físicas puesto que es más rígida que la categoría 5 haciéndola más robusta ante cortes y humedad; y mejoría en características de transmisión pues presenta mayor capacidad en ancho de banda.

#### 2.3.4.5 Rollos de cable.

De acuerdo a los estándares de cableado estructurado, se tomarán en cuenta las distancias máximas y mínimas medidas desde el punto de red en el jack hasta el cuarto de equipos correspondiente. De tal manera que se obtengan datos de longitud media, factores de seguridad del 10%, holgura de 2m tomando en cuenta posibles cambios de posición de las estaciones de trabajo, o cambios del tendido de cableado, número de corridas y número de rollos. Adicionalmente se debe tener en cuenta que cada rollo de cable UTP tiene un valor normalizado de 305m.

$$L_{med} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} \quad \text{Longitud Media}$$

$$L_{m_{10}} = L_{med} \times 10\% \quad \text{Longitud media con factor de seguridad 10\%}$$

$$L_{med_f} = L_{m_{10}} + 2m \quad \text{Longitud media final con holgura de 2m}$$

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} \quad \text{Número de corridas}$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}}^{15} \quad \text{Número de rollos por piso.}$$

Los cálculos respectivos, se harán por cada piso de cada edificio, de la siguiente manera:

### **EDIFICIO PRINCIPAL**

#### Primer piso

$$L_{\text{max}} = 23 \text{ m}$$

$$L_{\text{min}} = 2.5 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}} = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} = \frac{23 + 2.5}{2} = 12.75 \text{ m}$$

$$L_{m_{10}} = L_{\text{med}} \times 10\% = 12.75 \times 1.1 = 14.025 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}_f} = L_{m_{10}} + 2\text{m} = 14.025 + 2 = 16.025 \text{ m}$$

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{16.025} = 19.032$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}} = \frac{30}{19.032} = 1.58 \text{ rollos}$$

**Total de rollos: 2 rollos**

#### Segundo piso

$$L_{\text{max}} = 36.5 \text{ m}$$

$$L_{\text{min}} = 6 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}} = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} = \frac{36.5 + 6}{2} = 21.25 \text{ m}$$

$$L_{m_{10}} = L_{\text{med}} \times 10\% = 21.25 \times 1.1 = 23.375 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}_f} = L_{m_{10}} + 2\text{m} = 23.375 + 2 = 25.375 \text{ m}$$

<sup>15</sup>Fuente: Folleto de Sistemas de Cableado estructurado, Ing. Fernando Flores

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{25.375} = 12.019$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}} = \frac{31}{12.019} = 2.57 \text{ rollos}$$

**Total de rollos: 3 rollos**

Tercer piso

$$L_{\text{max}} = 40.5 \text{ m}$$

$$L_{\text{min}} = 3 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}} = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} = \frac{40.5 + 3}{2} = 21.75 \text{ m}$$

$$L_{m_{10}} = L_{\text{med}} \times 10\% = 21.75 \times 1.1 = 23.925 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}_f} = L_{m_{10}} + 2\text{m} = 23.925 + 2 = 25.925$$

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{25.925} = 11.764$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}} = \frac{35}{11.764} = 2.97 \text{ rollos}$$

**Total de rollos: 3 rollos**

**EDIFICIO 2**

$$L_{\text{max}} = 21 \text{ m}$$

$$L_{\text{min}} = 4 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}} = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} = \frac{21 + 4}{2} = 12.5 \text{ m}$$

$$L_{m_{10}} = L_{\text{med}} \times 10\% = 12.5 \times 1.1 = 13.75 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}_f} = L_{m_{10}} + 2\text{m} = 13.75 + 2 = 15.75 \text{ m}$$

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{15.75} = 19.36$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}} = \frac{4}{19.36} = 0.20 \text{ m}$$

**Total de rollos: 1 rollo**

**EDIFICIO 3**Tercer piso

$$L_{\max} = 50 \text{ m}$$

$$L_{\min} = 3 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}} = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} = \frac{50 + 3}{2} = 26.5 \text{ m}$$

$$L_{m_{10}} = L_{\text{med}} \times 10\% = 26.5 \times 1.1 = 29.15 \text{ m}$$

$$L_{\text{med}_f} = L_{m_{10}} + 2 \text{ m} = 29.15 + 2 = 31.15 \text{ m}$$

$$\text{corridas} = \frac{L_{\text{rollo}}}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{L_{\text{med}_f}} = \frac{305}{31.15} = 9.79$$

$$\text{rollos} = \frac{\text{puntos}}{\text{corridas}} = \frac{8}{9.79} = 0.81 \text{ rollos}$$

**Total de rollos: 1 rollo**

La tabla 2.9 muestra el total de rollos por piso, por edificio y total final de rollos para el cableado estructurado de las edificaciones del municipio:

Edificio	Piso	Lmin	Lmax	Lmed <sub>f</sub>	Corridas	Rollos
Principal	Planta baja	2.5 m	23 m	16.03 m	19	2
	Segundo piso	6m	36.5 m	23.37 m	12.019	3
	Tercer Piso	3m	40.5 m	25.93 m	11.77	3
2	Planta baja	4 m	21 m	15.75 m	19.36	1
3	Segundo Piso	3m	50 m	31.15 m	9.79	1
<b>TOTAL DE ROLLOS</b>						<b>10</b>

Tabla 2.9. Cantidad de rollos de cable UTP cat. 6 para cableado horizontal

En cuanto a la estación de trabajo, la misma se ubicará a una distancia máxima de 5 metros del punto de red de manera que el patch cord no sobrepase dicha medida y se apegue a las normas de cableado estructurado para las estaciones de trabajo.

## 2.4 RED ACTIVA

La red activa está constituida por todos los elementos que requieren alimentación eléctrica para permitir la interconexión de la red. Entre los principales elementos activos están los Switches, el Router, el Firewall, Servidores, Wireless Routers, Teléfonos IP, entre otros.

Cada uno de los equipos requiere sus propias características tomando en cuenta las prestaciones de la red y la cantidad de usuarios. Existen equipos de conectividad que pueden tener características tan simples hasta las más complejas dependiendo de los servicios y aplicaciones que se implementarán en la red.

### 2.4.1 ESTACIONES DE TRABAJO

Las actuales estaciones de trabajo se mantendrán en la nueva red del Municipio de Quinindé. Estas estaciones son PCs de escritorio la cuales tienen como requerimientos mínimos los siguientes:

<b>EQUIPO</b>	<b>PROCESADOR</b>	<b>MEMORIA</b>	<b>SISTEMA OPERATIVO</b>	<b>TARJETA DE RED</b>
PC	Pentium IV	512 MB RAM	Windows XP Service Pack 2	10 / 100 Mbps Ethernet

Tabla 2.10. Características de estaciones de trabajo

---

Estos requerimientos permitirán que las estaciones de trabajo funcionen perfectamente con las nuevas prestaciones y aplicaciones de la red, especialmente de la red de voz.

#### **2.4.2 SERVIDORES**

De acuerdo a las características de las aplicaciones y servicios que se prestarán en la nueva red del Municipio de Quinindé, se utilizarán los siguientes servidores:

**SERVIDOR WEB.-** Este servidor permitirá la implementación de todas las páginas WEB del Municipio, las cuales permitirán un acceso mediante Intranet o para usuarios externos a través de la URL del Municipio.

Este servidor tendrá todas las características de alta disponibilidad y respuesta inmediata, para lo cual se montará sobre un Servidor Apache, el cual es uno de los más robustos y eficientes.

Debido a las características del Sistema Operativo Linux, la mayoría de servidores se implementarán sobre la base de este sistema operativo pues presenta mejores prestaciones y agilidad en la respuesta al servicio solicitado.

El servidor Apache será independiente del lenguaje que se utilice en el diseño e implementación de las diferentes páginas Web.

De igual manera en este servidor se implementará un servidor Proxy que maneje las políticas de acceso a Internet para todos los usuarios, por tanto se utilizará el mismo equipo servidor proxy existente en la red, como servidor WEB.

**SERVIDOR DE CORREO ELECTRONICO.-** Este es uno de los servidores más críticos e importantes de cualquier organización. Este servidor permitirá el intercambio de mensajes y correos electrónicos tanto internamente como hacia o desde el exterior.

De esta manera se tendrá un mejor rendimiento del personal pues se reducirá el tiempo de respuesta en ciertas diligencias y trámites diarios de la gestión municipal.

Los correos electrónicos podrán ser revisados dentro de la red interna de datos, pero adicionalmente, debido a las nuevas tendencias de comunicaciones, en las cuales se puede acceder remotamente a las diferentes aplicaciones de la intranet, sobre este servidor se implementará servicios OWA (Outlook Web Access), que es un servicio básicamente que permite acceder al buzón del servidor Exchange vía WEB, con las similitudes gráficas y de aplicación de la aplicación Outlook común. De esta manera se tendrán tiempos de respuesta y gestión más eficaces.

Para la implementación del servidor de correo electrónico se utilizará el protocolo POP3, el cual permite que los correos se descarguen directamente en el computador usuario y se borren del servidor, permitiendo que este tenga mucha más capacidad de atención a otros requerimientos.

Este servidor de correo electrónico se implementará sobre la base del Sistema operativo Windows 2008 Server en la aplicación Microsoft Exchange. Este Sistema operativo difiere de versiones anteriores como Windows 2003 Server, en aspectos de rendimiento en virtualización, seguridad, servicios y aplicaciones, pues se ejecuta sobre las nuevas versiones y plataformas Microsoft y Windows.

**SERVIDOR DE DIRECTORIO ACTIVO Y DNS.-** Estos dos servicios se implementarán sobre un mismo servidor. Este servidor será el mismo que se utilice para el servicio de correo electrónico.

Esto se debe a que la cantidad de usuarios presentes en la red no requiere un servidor específico para ambas aplicaciones. Entonces con un único servidor se podrán implementar los 2 servicios: Directorio Activo y DNS.

El servidor de directorio activo, permitirá administrar de manera centralizada los recursos de red otorgados para cada usuario. Así mismo permitirá mantener una administración sobre los perfiles y contraseñas de cada uno de los usuarios, así

como de la nomenclatura e identificación del personal en la red. Aquí se administrarán los grupos de trabajo mencionados en el literal 2.1.3.2, permitiendo que al enviar correos electrónicos masivos, se pueda distinguir las entidades y departamentos a los cuales se dirigen los mensajes.

Este servidor de Directorio activo corre sobre la aplicación propia del Sistema operativo Windows 2008 Server, donde se presentan todas las facilidades para dicha implementación.

En cuanto al servicio DNS, de igual manera se implementará sobre el mismo sistema operativo, pero manejando de manera adecuada los nombres a registrar en el espacio de nombres del dominio.

Este servicio permitirá que cada una de las estaciones de trabajo permanezca sobre un mismo dominio, generando menos vulnerabilidades en la seguridad de la red.

Cada estación de trabajo, cada servidor y cada uno de las impresoras de red tendrán su propio nombre en el servidor de nombres de dominio, permitiendo que se tenga un control y una gestión adecuada en la administración de la red. Además de permitir que las aplicaciones puedan funcionar de mejor manera desde cada una de las estaciones.

**SERVIDOR DE ARCHIVOS COMPARTIDOS.-** Este servicio facilitará que cada usuario tenga una carpeta exclusiva en un equipo diferente a su máquina. De esta manera en estas carpetas, los usuarios pueden mantener respaldos de su información. Estos respaldos permitirán que en caso de un daño de su estación de trabajo, la información no se pierda.

Pero este almacenamiento de información debe ser medida, es decir que en las carpetas compartidas no se puede mantener archivos que no sean útiles como música, fotografías o documentos que consuman recursos innecesariamente. Por este motivo el espacio de disco duro asignado a cada usuario será de 2.5 GB.

Al igual que para usuarios existirán carpetas por departamento donde se guardarán archivos y documentos que se utilicen en el día a día en la gestión de los mismos.



Cada carpeta sea de un usuario o de un departamento tendrá las respectivas políticas de acceso, es decir que dependiendo de la carpeta se tendrán políticas de lectura y escritura. Adicionalmente sobre este servidor se implementarán los puertos compartidos para el uso de las diferentes impresoras.

Para brindar este servicio no se requiere de un servidor con alta disponibilidad, pero sí de gran capacidad de disco duro para soportar la cantidad de información de todos los usuarios y departamentos. Mientras el sistema operativo sobre el cual estará implementado fácilmente puede ser Windows XP Service Pack 2, o a su vez para mantener un estándar fijo, se lo puede hacer sobre Windows 2008 Server. Aunque actualmente existen sistemas operativos mucho más modernos y con mayores características como Windows 7, el cual fácilmente puede ser implementado para brindar este servicio.

**SERVIDOR DE APLICACIÓN SAM.-** Esta es la aplicación propia del Municipio de Quinindé, donde se gestiona todo lo concerniente a la administración y gestión municipal, avalúos, catastros, recaudaciones de impuestos, entre otros.

Este servidor requiere de alta disponibilidad y confiabilidad. Adicionalmente debe tener la capacidad suficiente de soportar aplicaciones y recursos de bases de datos, referente a la aplicación.

Para el uso de este servicio, cada estación de trabajo que disponga del uso de esta aplicación deberá tener instalado el software necesario para acceder al servidor. Este servidor se basará en un sistema operativo Windows 2003 Server pues el software SAM tiene como requerimientos un sistema operativo basado en plataforma WIN32 para su instalación y funcionamiento. Lastimosamente aún no se han desarrollado los diferentes parches y actualizaciones de la aplicación que permita su implementación sobre Windows 2008 Server.

### 2.4.3 SWITCHES

Basados en las capas de red indicadas en el numeral 2.3.1, se necesitarán 3 tipos de switches: Acceso, Distribución y Core.

**Switch de Acceso.-** Este switch por ser el encargado de la conexión de todos los usuarios e impresoras de red, deberá tener la mayor cantidad de puertos necesarios para interconectar a todos y cada uno de los puntos de red presentes.

En el caso de los edificios secundarios del Municipio, es decir los edificios 2 y 3, no será necesario la instalación de switches de 48 puertos por lo cual con un solo switch de 24 puertos por cada edificio será suficiente. En cuanto a la velocidad de backplane, las características propias de la capa de acceso no requieren una velocidad de conmutación tan alta, pues los paquetes únicamente se direccionan hacia el switch de distribución quien es el encargado de realizar la diferenciación de paquetes y VLANs, por tanto una velocidad inferior a los 10 Mbps es adecuada para este equipo.

Las características principales que deberá cumplir el switch de acceso son las siguientes:

- 24 / 48 puertos RJ45 10/100 Mbps.
- 1 Puerto uplink o trunking RJ45 de 1 Gbps.
- Auto negociación de velocidad de puertos.
- Calidad de servicio (QoS).
- Rackeable.
- Manejo de VLANs.
- Conmutación de capa 2.
- Soporte de VoIP.
- Velocidad de conmutación mínima: 8700 Mbps.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Velocidad referencial.

**Switch de Distribución.-** Este equipo es el encargado de unir todos los switches de acceso. A uno de los switches de distribución se conectarán todos los switches de acceso del edificio principal, mientras que al segundo switch de distribución se conectarán los switch de acceso de los otros dos edificios.

Este switch será encargado de realizar la segmentación de la red, las listas de acceso, manejo de subredes y manejo de VLANs.

Las principales características que debe cumplir el switch de distribución deben ser:

- Número de puertos mínimo 8 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps.
- 1 Puerto uplink o trunking RJ45 1Gbps.
- Manejo y administración de VLANs.
- Auto negociación de velocidad de puertos.
- Conmutación a nivel de capa 2.
- Manejo de listas de acceso.
- Soporte de VoIP y telefonía IP.
- Rackeable.
- Velocidad de conmutación mínima: 16200 Mbps

**Switch de Core.-** A este switch irán conectados los equipos que brindan las aplicaciones a la red, es decir todos y cada uno de los servidores, el firewall de red, el Router, el enlace de Internet hacia el ISP y la central telefónica IP. Existirá un único switch de core que maneje todos los equipos mencionados.

Las principales características que debe cumplir el switch de core deben ser

- 8 puerto RJ45 10/100/1000 Mbps.
- 1 puerto uplink o trunking RJ45.
- Auto negociación de velocidad de puertos.
- Conmutación a nivel de capa 2 y 3.
- Protocolos IP, Telnet, SNMP v2.
- Manejo de listas de acceso.

- Manejo y administración de VLANs.
- Calidad de servicio (QoS).
- Rackeable.
- Soporte de VoIP y telefonía IP.
- Velocidad de conmutación mínima: 13500 Mbps.

A continuación se describe la cantidad de switches de los diferentes tipos que se necesitan para toda la nueva red en todos los edificios.

### **SWITCH DE ACCESO:**

Edificio Principal:

<b>PRIMER PISO</b>			
<b>Puntos de Red</b>	<b>Puertos Trunking</b>	<b>Total Puertos</b>	<b>Cantidad de Switches de Acceso</b>
30	1	31	1
<b>SEGUNDO PISO</b>			
<b>Puntos de Red</b>	<b>Puertos Trunking</b>	<b>Total Puertos</b>	<b>Cantidad de Switches de Acceso</b>
31	1	32	1
<b>TERCER PISO</b>			
<b>Puntos de Red</b>	<b>Puertos Trunking</b>	<b>Total Puertos</b>	<b>Cantidad de Switches de Acceso</b>
35	1	36	1

Tabla 2.11 Puertos requeridos para el Edificio Principal

Edificio 2:

<b>EDIFICIO 2</b>			
<b>Puntos de Red</b>	<b>Puertos Trunking</b>	<b>Total Puertos</b>	<b>Cantidad de Switches de Acceso</b>
4	1	5	1

Tabla 2.12 Puertos requeridos para el Edificio 2

Edificio 3:

<b>EDIFICIO 3</b>			
<b>Puntos de Red</b>	<b>Puertos Trunking</b>	<b>Total Puertos</b>	<b>Cantidad de Switches de Acceso</b>
8	1	9	1

Tabla 2.13 Puertos requeridos para el Edificio 3

De acuerdo a la distribución de los puntos de red se necesitarán 5 switches de acceso, de los cuales 3 deberán tener 48 puertos mientras que los otros dos tan solo con 24 puertos abastecerán la demanda.

Cada switch de acceso deberá tener su propio puerto Trunking el cual permitirá la interconexión con los switches de distribución. Adicionalmente al switch de acceso del edificio 3, su puerto de Trunking irá conectado directamente hacia el bridge inalámbrico el mismo que mediante un enlace punto-punto de radio se conectará hacia el switch de distribución respectivo.

#### **SWITCH DE DISTRIBUCION:**

Como se mencionó previamente existirán dos switches de distribución. Uno de ellos permitirá que 2 de los 3 switches de acceso del edificio principal y el switch del edificio 2, se interconecten. Mientras que al otro switch de distribución se conectarán los switches de acceso del edificio 3 y el restante switch del edificio principal. Cabe recalcar que en el puerto de conexión para con el switch de acceso del edificio 3 se conectará un bridge inalámbrico que permitirá la interconexión con dicho edificio a través del enlace punto-punto de radio.

#### **SWITCH DE CORE**

A este switch se conectarán los servidores WEB, SAM, DNS y Active Directory, Correo electrónico, Archivos Compartidos, Central Telefónica IP, Router de ISP para conexión a Internet.

La figura 2.5 muestra como es el esquema de conexión de los switches en la nueva red:

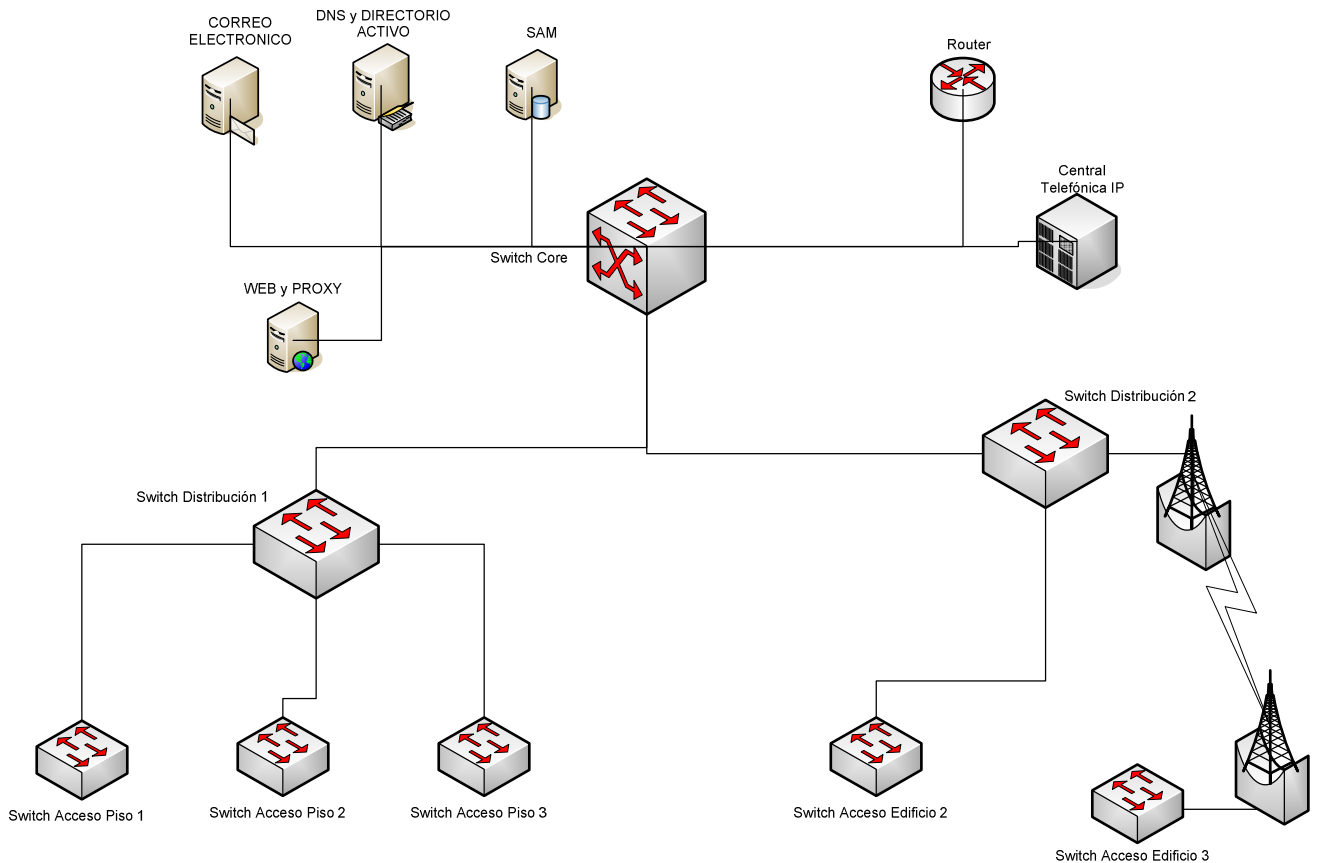


Figura 2.5 Esquema de conexión de switches.

#### 2.4.4 ROUTER.

El Router es el equipo que permitirá la interconexión entre las diferentes VLANs que se crearán en el entorno de la red Municipal, pues trabaja a nivel de capa 3, donde se realiza el enrutamiento necesario entre redes o subredes.

Para la red actual del Municipio de Quinindé no es necesario un Router con prestaciones y características que permitan la interconexión con otras redes externas, pues el presente proyecto únicamente se basa en un ambiente LAN. Pero

para un futuro es necesario dejar establecidas las características de un equipo que permita la interconexión con otras redes. Esta interconexión puede darse con las Juntas Parroquiales Rurales del cantón o con otros municipios de la provincia, por tal motivo se requiere dejar parametrizadas dichas características, para una futura y probable interconexión. En cuanto al número de interfaces físicas tan solo se requeriría una única interfaz. La conexión de las diferentes VLANs a desarrollarse se realizará a través de subinterfaces en las 2 interfaces físicas del Router.

Las características principales que debe poseer el Router son las siguientes:

- Auto negociación de velocidad de puertos.
- 2 Puertos Fast Ethernet.
- Protocolos Telnet, SNMP v2.
- 1 Puerto Serial (WAN).
- Manejo de listas de acceso.
- Calidad de servicio (QoS).
- Rackeable.
- Soporte de VoIP y telefonía IP.
- Protocolos de enrutamiento: estático, RIP, OSPF.
- Soporte de NAT.
- Soporte de VLANs. Protocolo IEEE 802.1q.

Para el caso de la nueva red del Municipio, se utilizará únicamente un Router, el cual se conectará al Switch de Core y permitirá la interconexión entre todas las subredes y VLANs existentes.

#### **2.4.5 TELEFONÍA IP.**

Dentro de los equipos que forman parte de la red de telefonía del Municipio de Quinindé, los principales son la Central Telefónica IP y los teléfonos IP propiamente.

La telefonía IP como su nombre lo dice se basa en protocolos de VoIP, de los cuales los más importantes y conocidos son: H.323, SIP, MGCP. Cada uno de estos protocolos tiene sus propias características a más de sus propios elementos.

Debido a las características de la nueva red y de las características de tráfico, en la cual se implementarán niveles y aplicaciones de Calidad de Servicio, el protocolo más óptimo para utilizarse será H.323, pues dentro de sus ventajas principales radican en la mencionada Calidad de servicio, implementado QoS de forma interna, además facilita el uso de llamadas en conferencia pues los paquetes que maneja son menos complejos. Este estándar se basa en dos protocolos principales RTP (Real Time Protocol) y RTCP (Real Time Control Protocol).

Existen varios códecs de audio con los que se trabaja en H.323 como G.711, G.723, G.728, pero el más utilizado es el códec G.729 que trabaja a 8 kbps, cuyas principales características son las siguientes:

CODEC	BIT RATE	PAYLOAD	PERIODO DE MUESTREO	PAQUETES POR SEGUNDO
G.729	8 kbps	20 bytes	20 ms	50 pps

Tabla 2.14 Características del Códec G.729

De acuerdo a estos datos, se puede calcular la capacidad necesaria para el tráfico de telefonía IP, tomando en cuenta este Códec y un período de 20 ms como muestreo.

Las tramas de RTP y RTCP tienen cada uno sus bytes de cabecera y payload, por lo que la capacidad de canal requerida se calculará de la siguiente manera:

- **Overhead Ethernet:** 22 Bytes
- **Cabecera IP:** 20 Bytes
- **Cabecera UDP:** 8 Bytes
- **Cabecera RTP:** 12 Bytes
- **Payload (Voz):** 20 Bytes
- **Tamaño total por paquete:** 82 Bytes



$$\text{Capacidad} = \frac{\text{paquetes}}{\text{seg}} \times \frac{\text{bytes}}{\text{paquete}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$\text{Capacidad} = 50 \frac{\text{paquetes}}{\text{seg}} \times 82 \frac{\text{bytes}}{\text{paquete}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$\text{Capacidad} = 32800 \text{ bps}$$

$$\text{Capacidad} = 32,8 \text{ Kbps}$$

En cuanto a la Central Telefónica IP y los teléfonos en sí, cada uno debe tener sus propias características mencionadas a continuación:

### **CENTRAL TELEFÓNICA IP**

Las centrales telefónicas como su nombre lo dice, son equipos donde se concentran todas las extensiones telefónicas. Básicamente debe cumplir con las siguientes características:

- Soporte de protocolo H.323.
- Puertos FXO y FXS.
- Soporte con códec G.729.
- Compatibilidad con protocolos de administración como SNMP.

Para los 66 usuarios de la red de voz, se utilizará una única Central telefónica IP, pues los edificios externos estarán conectados directamente a la red y no se necesitarán centrales en estas instalaciones.

Los puertos FXO y FXS se utilizarán en el caso de que se requieran teléfonos convencionales. De igual manera a la central telefónica irán conectadas las 15 líneas troncales vinculadas directamente a la PSTN.

### **TELÉFONOS IP**

Estos equipos son los terminales de voz, pero por trabajar de manera no tradicional, se requiere que estos teléfonos cumplan con ciertas características:

- Soporte de protocolo H.323.
- Soporte de códec G.729.
- Alimentación eléctrica.
- 2 Puertos Fast Ethernet (100 Mbps).

Cada uno de los 66 usuarios de la red de voz dispondrá de su teléfono IP adecuado con su propia extensión y regulado el tipo de llamadas salientes de acuerdo al grupo de usuarios al que se encuentre designado.

La distribución y cantidad de teléfonos IP va de acuerdo al número de usuarios existentes y distribuidos por edificio de la siguiente manera:

Edificio Principal:

<b>PRIMER PISO</b>	
<b>Usuarios de red de voz</b>	<b>Cantidad de Teléfonos IP</b>
17	17
<b>SEGUNDO PISO</b>	
<b>Usuarios de red de voz</b>	<b>Cantidad de Teléfonos IP</b>
25	25
<b>TERCER PISO</b>	
<b>Usuarios de red de voz</b>	<b>Cantidad de Teléfonos IP</b>
20	20

Tabla 2.15 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio Principal

Edificio 2:

<b>EDIFICIO 2</b>	
<b>Usuarios de red de voz</b>	<b>Cantidad de Teléfonos IP</b>
2	2

Tabla 2.16 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio 2

Edificio 3:

EDIFICIO 3	
Usuarios de red de voz	Cantidad de Teléfonos IP
2	2

Tabla 2.17 Cantidad de teléfonos IP requeridos para el Edificio 3

De esta manera el esquema de red en el cual se basará el sistema de telefonía IP en la red del Municipio de Quinindé es el mostrado en la figura 2.6.

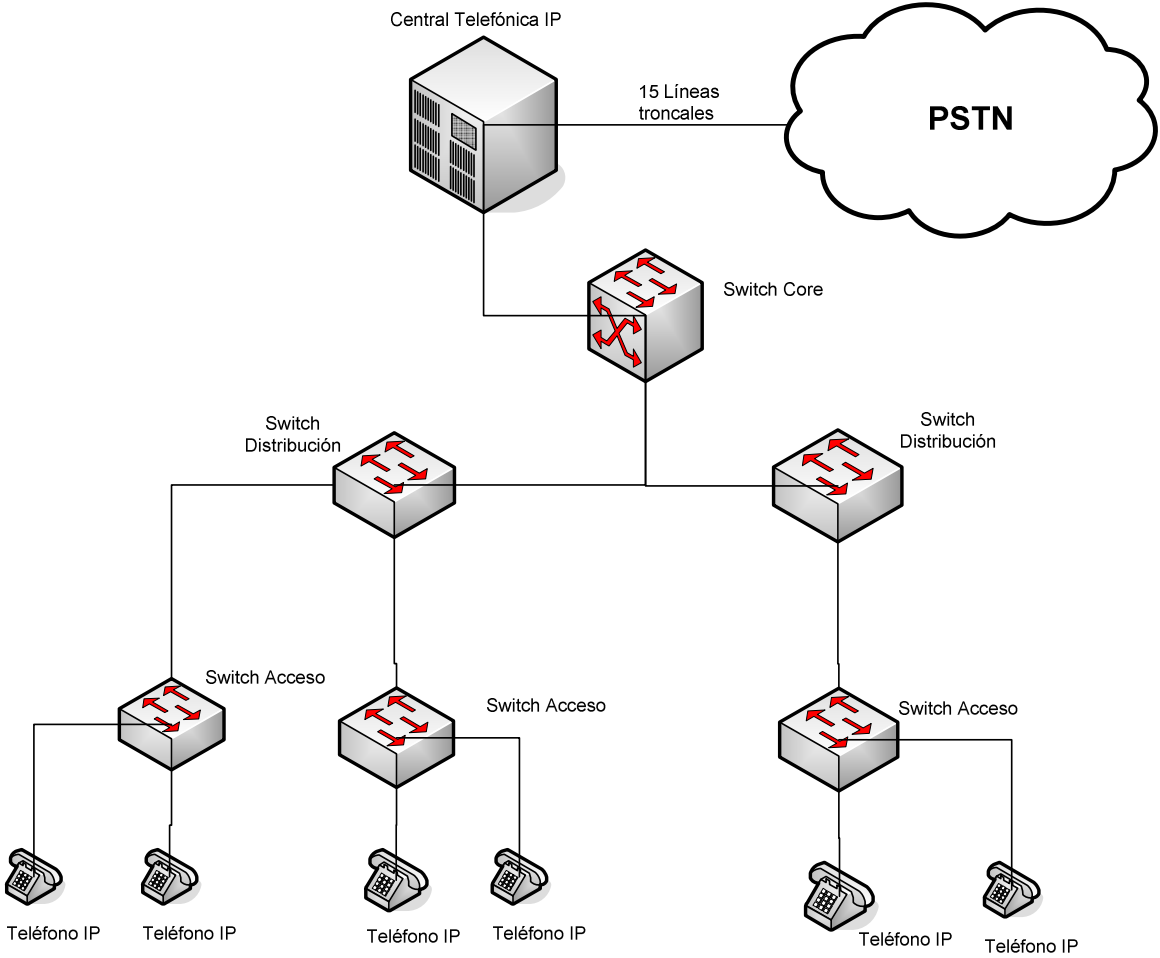


Figura 2.6. Modelo de conexión de red telefónica.

## 2.5 RED LÓGICA

La red lógica se basa en la distribución de los recursos y permisos entre cada uno de los departamentos. Es decir que a cada departamento se le otorgarán permisos para utilizar ciertos recursos de red o permisos para compartir recursos entre ellos.

Para esta distribución la red se dividirá en subredes, las cuales se asociarán a VLANs independientes. En el literal 2.1.3.2, se mencionó la forma de distribución de usuarios y grupos de cada uno de los departamentos del Municipio.

En base a esta distribución se formarán las diferentes VLANs y subredes, tomando en cuenta que existirán dos VLANs exclusivas, la una para el servicio de Telefonía IP y la otra exclusivamente para los servidores y para las diferentes impresoras de red. Esto es, que los diferentes departamentos cuya administración sea similar, sean asociados a una sola VLAN, mientras que el servicio de telefonía IP y los equipos servidores de red e impresoras, pertenezcan a una VLAN propia.

Entonces se tendrán cinco VLANs en la red del Municipio de Quinindé, las cuales se muestran en la tabla 2.18 con su respectiva nomenclatura:

VLAN	NOMBRE	DEPARTAMENTOS
<b>Administrativa</b>	VADMIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recursos Humanos + Recepción.</li> <li>▪ Bodega.</li> <li>▪ Sistemas.</li> <li>▪ Financiero.</li> <li>▪ Secretaría general y Archivo.</li> <li>▪ Proveduría.</li> <li>▪ Contabilidad.</li> </ul>
<b>Técnica</b>	VTEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obras Públicas.</li> <li>▪ Avalúos.</li> <li>▪ Rentas.</li> <li>▪ Recaudación.</li> <li>▪ Turismo.</li> <li>▪ Gestión Ambiental.</li> <li>▪ Proyectos.</li> <li>▪ Agua Potable.</li> <li>▪ Auditoría + Tesorería.</li> <li>▪ Higiene.</li> <li>▪ Jurídico.</li> <li>▪ Educación.</li> </ul>

<b>VLAN</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DEPARTAMENTOS</b>
<b>Comunidad</b>	VCOMUN	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcaldía + Concejalía.</li> <li>▪ Comunicación Social.</li> <li>▪ Desarrollo.</li> <li>▪ Comercialización.</li> <li>▪ Mercados.</li> <li>▪ FODI.</li> <li>▪ Comisaría.</li> <li>▪ Call Center.</li> </ul>
<b>Telefonía IP</b>	VTELEF	Todos los usuarios de telefonía IP.
<b>Servidores</b>	VSERV	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Servidor WEB.</li> <li>▪ Servidor Correo Electrónico.</li> <li>▪ Servidor DNS y Active Directory.</li> <li>▪ Servidor SAM.</li> <li>▪ Servidor de archivos compartidos.</li> <li>▪ Central Telefónica IP.</li> <li>▪ Impresoras de red.</li> <li>▪ Wireless Routers.</li> </ul>

Tabla 2.18 Clasificación de VLANS y subredes

Estas VLANs permitirán que los departamentos asociados a una de ellas puedan compartir sus recursos, pero mantendrán niveles de seguridad también, pues usuarios de departamentos no compatibles no podrán acceder a recursos de otros.

De igual manera el manejo de VLANs permitirá que exista una cantidad de recursos de red específicos para la VLAN de telefonía, la cual requiere de una capacidad constante para su funcionamiento.

Al igual que la VLAN de telefonía, la VLAN de servidores permitirá que exista mayor seguridad en estos equipos, los cuales son los más vulnerables a cualquier intento de ataque.

Las VLAN serán configuradas de manera que dentro de un mismo switch varios puertos pertenezcan a diferentes VLANs, es decir que en un switch de acceso pueden estar varias VLANs asociadas de acuerdo a la ubicación de los diferentes usuarios. Mientras que la comunicación entre cada VLAN se realizará en capa de

distribución, es decir que en los diferentes switches de distribución se configurarán los enlaces trunking.

Como se mencionó en un inicio el direccionamiento IP será de manera estático, es decir que a cada VLAN se le asignará una dirección de subred y a cada usuario una dirección IP fija de acuerdo a la VLAN y subred en la que se encuentre.

Debido a las características propias de la red integrada de voz y datos, en la cual se tendrá un único puerto para dos servicios, es decir que por el mismo puerto de switch se manejará el servicio de datos y voz, se utilizará una configuración de VLANs por MAC Address, gracias a lo cual se podrá diferenciar el equipo del cual proviene la información, si es un equipo terminal de datos o un equipo terminal de voz.

Como se mencionó se asignarán subredes asociadas a las diferentes VLANs, pero como existen varios departamentos por cada una, se procederá a asociar una subred a cada departamento dentro de cada VLAN.

### **2.5.1 DIRECCIONAMIENTO IP**

El direccionamiento para cada uno de los equipos y estaciones terminales será de tipo estático, es decir que cada usuario y equipo tendrá una dirección IP fija asignada de acuerdo a la subred y VLAN a la que pertenezca. También, en las políticas de red, esta dirección IP será configurada en el perfil de administrador y no podrá ser cambiada por el usuario salvo configuración por parte del personal del departamento de Sistemas encargado.

Para todo el direccionamiento de la red global del Municipio de Quinindé, se tendrá una dirección IP privada clase B, la cual será la dirección **172.20.0.0 / 16**

De acuerdo a las estimaciones de crecimiento mencionadas en el literal 2.1.1, en donde se detalla el porcentaje estimado de crecimiento y seguridad, se dejará un

rango de direcciones IP libres del 30% por cada VLAN y subred. De esta manera el direccionamiento IP para cada VLAN será tomando en cuenta el número total de hosts dentro de cada Departamento perteneciente a una VLAN, dividiendo cada uno, en el rango de direcciones IP específicas. Adicionalmente se tomará en cuenta el Gateway de cada VLAN, el cual será configurado como una subinterfaz en el Router para interconexión entre VLANs. Entonces el esquema de direccionamiento será el siguiente:

<b>VADMIN</b>					
<b>Dirección de Red</b>			<b>172.20.0.0</b>		
<b>Máscara</b>			<b>255.255.255.224</b>		
<b>Gateway</b>			<b>172.20.0.1</b>		
<b>Dirección de Broadcast</b>			<b>172.20.0.31</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>RRHH + Recepción</b>	3	4	255.255.255.224	172.20.0.2 172.20.0.5	1
<b>Bodega</b>	2	3	255.255.255.224	172.20.0.6 172.20.0.8	1
<b>Sistemas</b>	2	3	255.255.255.224	172.20.0.9 172.20.0.11	1
<b>Financiero</b>	4	6	255.255.255.224	172.20.0.12 172.20.0.17	2
<b>Secretaría</b>	5	7	255.255.255.224	172.20.0.18 172.20.0.24	2
<b>Proveeduría</b>	2	3	255.255.255.224	172.20.0.25 172.20.0.28	1
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>3</b>	

Tabla 2.19 Direccionamiento IP para la Vlan de Administración.

<b>VTEC</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.0.32</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.128</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.0.33</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.0.159</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Obras públicas</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.0.34 172.20.0.39	2
<b>Avalúos</b>	11	15	255.255.255.128	172.20.0.40 172.20.0.54	4
<b>Rentas</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.0.55 172.20.0.60	2
<b>Recaudación</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.0.61 172.20.0.66	2
<b>Turismo</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.0.67 172.20.0.68	1
<b>Gestión Ambiental</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.0.69 172.20.0.70	1
<b>Proyectos</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.0.71 172.20.0.72	1
<b>Agua Potable</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.0.73 172.20.0.74	1
<b>Auditoría + Tesorería</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.0.75 172.20.0.80	2
<b>Higiene</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.0.81 172.20.0.83	1
<b>Jurídico</b>	5	7	255.255.255.128	172.20.0.84 172.20.0.90	2
<b>Educación</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.0.91 172.20.0.93	1
<b>Contabilidad</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.0.94 172.20.0.99	2



<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>	<b>59</b>
---------------------------------------	-----------

Tabla 2.20 Direccionamiento IP para la Vlan Técnica

<b>VCOMUN</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.0.160</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.192</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.0.161</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.0.223</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Alcaldía + Concejalía</b>	11	15	255.255.255.192	172.20.0.162 172.20.0.176	4
<b>Comercialización</b>	1	2	255.255.255.192	172.20.0.177 172.20.0.178	1
<b>Mercados</b>	1	2	255.255.255.192	172.20.0.179 172.20.0.180	1
<b>FODI</b>	2	3	255.255.255.192	172.20.0.181 172.20.0.183	1
<b>Comisaría</b>	2	3	255.255.255.192	172.20.0.184 172.20.0.186	1
<b>Call Center</b>	3	4	255.255.255.192	172.20.0.187 172.20.0.190	1
<b>Desarrollo</b>	5	7	255.255.255.192	172.20.0.191 172.20.0.197	2
<b>Comunicación Social</b>	1	2	255.255.255.192	172.20.0.198 172.20.0.199	1
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>25</b>	

Tabla 2.21 Direccionamiento IP para la Vlan de Comunidad

<b>VSERV</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.0.224</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.224</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.0.225</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.0.255</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Servidores</b>	16	21	255.255.255.224	172.20.0.226 17220.0.246	5
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>8</b>	

Tabla 2.22 Direccionamiento IP para la Vlan de Servidores

A continuación, la tabla 2.23 muestra la asignación de direcciones IP para cada uno de los servidores y las diferentes impresoras de cada piso

<b>SERVIDOR</b>	<b>DIRECCION IP</b>
<b>Web</b>	172.20.0.226
<b>Correo electrónico</b>	172.20.0.227
<b>DNS y Directorio Activo</b>	172.20.0.228
<b>SAM</b>	172.20.0.229
<b>Archivos compartidos</b>	172.20.0.230
<b>Central telefónica IP</b>	172.20.0.231
<b>Impresora 1 (Piso 1)</b>	172.20.0.232
<b>Impresora 2 (Piso 1)</b>	172.20.0.233
<b>Impresora 3 (Piso 2)</b>	172.20.0.234
<b>Impresora 4 (Piso 2)</b>	172.20.0.235
<b>Impresora 5 (Piso 3)</b>	172.20.0.236
<b>Impresora 6 (Piso 3)</b>	172.20.0.237

<b>Impresora 7 (Edificio 3)</b>	172.20.0.238
---------------------------------	--------------

Tabla 2.23 Direcciones IP para cada servidor

<b>VTELEF</b>					
<b>Dirección de Red</b>			<b>172.20.1.0</b>		
<b>Máscara</b>			<b>255.255.255.128</b>		
<b>Gateway</b>			<b>172.20.1.1</b>		
<b>Dirección de Broadcast</b>			<b>172.20.1.127</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Teléfonos IP</b>	66	86	255.255.255.128	172.20.1.2 172.20.1.87	20
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>39</b>	

Tabla 2.24 Direccionamiento IP para la Vlan de Telefonía IP.

El direccionamiento IP realizado se basa en VLSM (*Variable Length Subnet Mask* o *Máscara de Subred de Longitud Variable*), es decir que de acuerdo a la cantidad de hosts requeridos por cada subred, en este caso cada VLAN, al ser variables en número, cada una de ellas presenta una máscara diferente acoplándose al requerimiento de direcciones, optimizando el uso de direcciones IP válidas por cada VLAN. A diferencia del uso de una máscara de subred constante, en la cual no se diferencia la cantidad de hosts por subred o VLAN, y de acuerdo a la que presenta mayor cantidad se realiza el direccionamiento. Mediante este esquema, existe un alto porcentaje de desperdicio de direcciones IP.

El esquema de direccionamiento, esta basado en la cantidad de hosts por VLAN. De acuerdo a este criterio, cada Departamento dentro una VLAN tiene sus direcciones IP dentro de una misma subred.

Si se toma en cuenta el esquema de direcciones sin VLSM, se tendría el siguiente direccionamiento IP:

<b>VTELEF</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.0.0</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.128</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.0.1</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.0.127</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Teléfonos IP</b>	66	86	255.255.255.128	172.20.0.2 172.20.0.126	20
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>39</b>	

<b>VSERV</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.0.128</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.128</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.0.129</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.0.255</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Servidores</b>	16	21	255.255.255.128	172.20.0.230 17220.0.250	5
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>104</b>	

<b>VTEC</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.1.0</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.128</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.1.1</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.1.127</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Obras públicas</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.1.2 172.20.1.7	2
<b>Avalúos</b>	11	15	255.255.255.128	172.20.1.8 172.20.1.22	4
<b>Rentas</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.1.23 172.20.1.29	2
<b>Recaudación</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.1.30 172.20.1.35	2
<b>Turismo</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.36 172.20.1.37	1
<b>Gestión Ambiental</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.38 172.20.1.39	1
<b>Proyectos</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.40 172.20.1.41	1
<b>Agua Potable</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.42 172.20.1.43	1
<b>Auditoría + Tesorería</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.1.44 172.20.1.49	2
<b>Higiene</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.1.50 172.20.1.52	1
<b>Jurídico</b>	5	7	255.255.255.128	172.20.1.53 172.20.1.60	2
<b>Educación</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.1.61 172.20.1.63	1
<b>Contabilidad</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.1.64 172.20.1.69	2

<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>	<b>59</b>
---------------------------------------	-----------

<b>VCOMUN</b>					
<b>Dirección de Red</b>				<b>172.20.1.128</b>	
<b>Máscara</b>				<b>255.255.255.128</b>	
<b>Gateway</b>				<b>172.20.1.129</b>	
<b>Dirección de Broadcast</b>				<b>172.20.1.255</b>	
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>Alcaldía + Concejalía</b>	11	15	255.255.255.128	172.20.1.130 172.20.1.144	4
<b>Comercialización</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.145 172.20.1.146	1
<b>Mercados</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.147 172.20.1.148	1
<b>FODI</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.1.149 172.20.1.151	1
<b>Comisaría</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.1.152 172.20.1.154	1
<b>Call Center</b>	3	4	255.255.255.128	172.20.1.155 172.20.1.158	1
<b>Desarrollo</b>	5	7	255.255.255.128	172.20.1.159 172.20.1.165	2
<b>Comunicación Social</b>	1	2	255.255.255.128	172.20.1.166 172.20.1.167	1
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>89</b>	

<b>VADMIN</b>					
<b>Dirección de Red</b>			<b>172.20.2.0</b>		
<b>Máscara</b>			<b>255.255.255.128</b>		
<b>Gateway</b>			<b>172.20.2.1</b>		
<b>Dirección de Broadcast</b>			<b>172.20.2.127</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Hosts</b>	<b>Hosts (Crecimiento 30%)</b>	<b>Máscara de red</b>	<b>Rango Direcciones IP</b>	<b>Direcciones IP Sobrantes</b>
<b>RRHH + Recepción</b>	3	4	255.255.255.128	172.20.2.2 172.20.2.5	1
<b>Bodega</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.2.6 172.20.2.8	1
<b>Sistemas</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.2.9 172.20.2.11	1
<b>Financiero</b>	4	6	255.255.255.128	172.20.2.12 172.20.2.17	2
<b>Secretaría</b>	5	7	255.255.255.128	172.20.2.18 172.20.2.24	2
<b>Proveeduría</b>	2	3	255.255.255.128	172.20.2.25 172.20.2.27	1
<b>Direcciones IP sobrantes / red</b>				<b>99</b>	

Tabla 2.25 Direccionamiento IP sin utilizar VLSM

Tal como se puede notar, en las direcciones IP desperdiciadas, el porcentaje en comparación con el esquema VLSM, es mucho mayor, por tal motivo, el mejor sistema a utilizarse será el de direccionamiento IP con VLSM.



En cuanto al Router cumplirá con las labores de comunicar las diferentes VLANs, es decir las interfaces del Router serán divididas en Subinterfaces, las mismas que serán configuradas como Default Gateways en las diferentes estaciones de trabajo.

Al dividir en VLANs con una subinterfaz diferente, se está realizando una división en dominios de Broadcast, los cuales permitirán que el rendimiento de la red no se sature, pues los problemas típicos en el tráfico de red, como tormentas de broadcast no afecten a todos los sistemas, en especial a la VLAN de voz, que es una de las más críticas por el servicio que brinda.

Así el Router principal dispondrá del siguiente esquema de direccionamiento para cada una de sus subinterfaces:

<b>ROUTER</b>			
<b>SUBINTERFAZ</b>	<b>DIRECCIÓN IP</b>	<b>MASCARA DE SUBRED</b>	<b>VLAN</b>
1	172.20.0.1	255.255.255.224	VADMIN
2	172.20.0.33	255.255.255.128	VTEC
3	172.20.0.161	255.255.255.192	VCOMUN
4	172.20.0.225	255.255.255.224	VSER
5	172.20.1.1	255.255.255.128	VTELEF

Tabla 2.26 Dirección IP asignada al Router principal.

Una vez revisado el esquema de direccionamiento, la topología lógica de red de acuerdo a las VLANs es el siguiente:

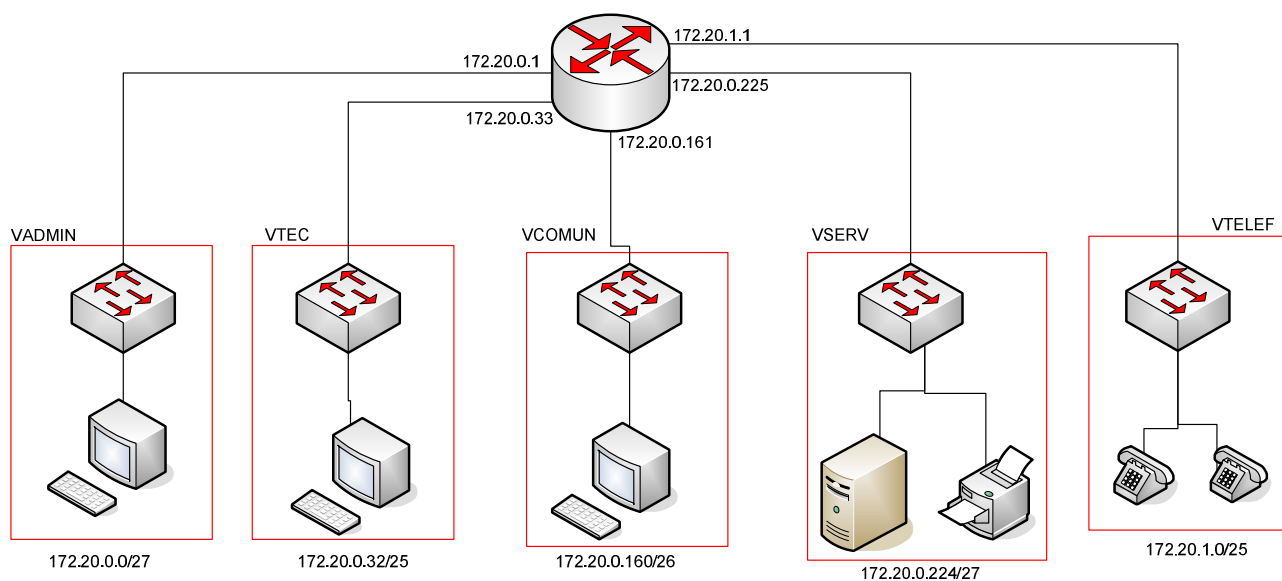


Figura 2.7. Esquema de la red lógica del Municipio de Quindé

La figura 2.8 muestra el esquema completo de la red integrada del Municipio de Quindé.

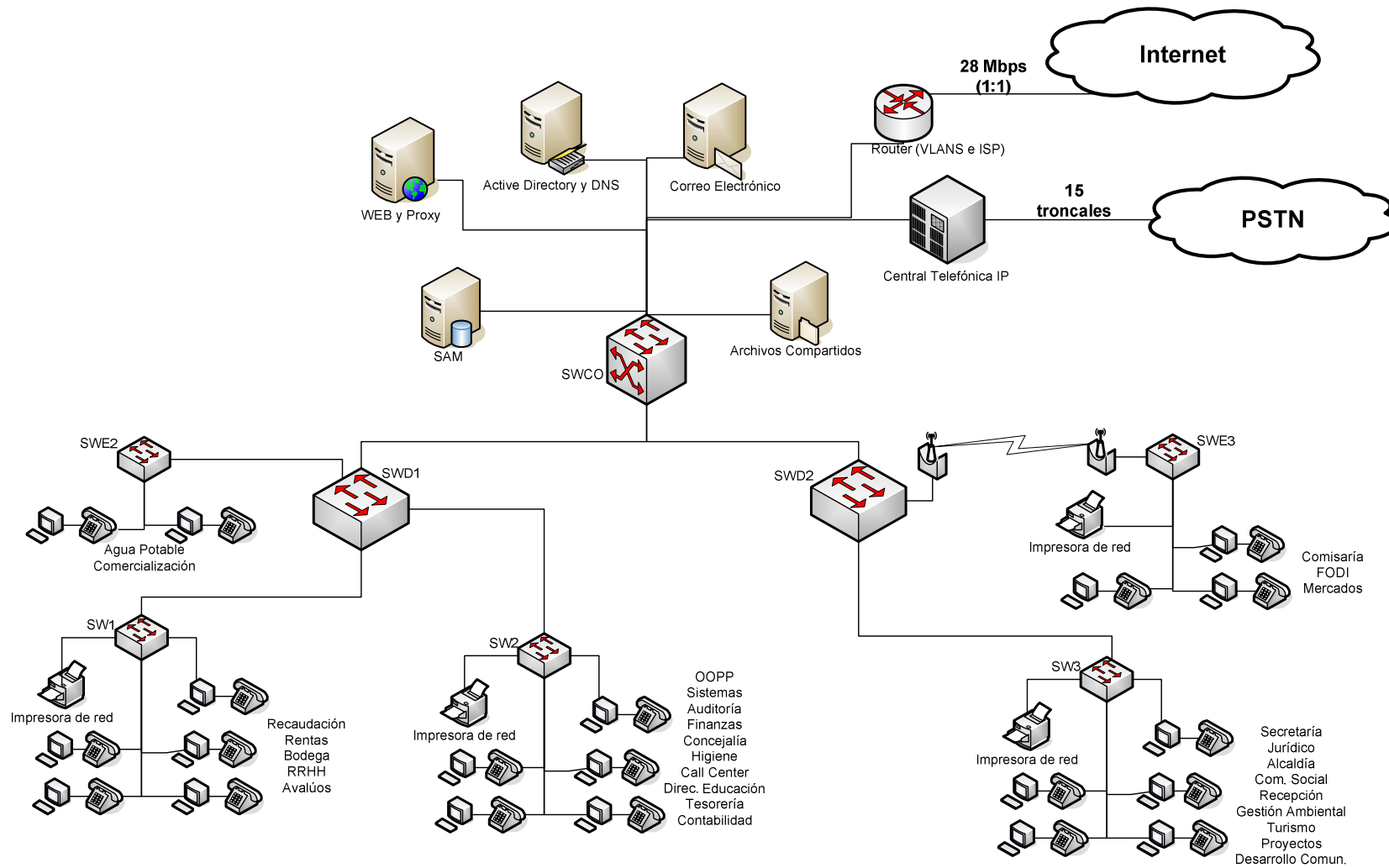


Figura 2.8. Esquema de la red integrada del municipio de Quindí

## 2.6 REUTILIZACIÓN DE EQUIPOS


Dentro de los equipos presentes en la actual red del Municipio de Quindé, existen varios, los cuales pueden ser reutilizados, facilitando que los costos del proyecto se reduzcan.

Estos equipos serán tomados en cuenta de acuerdo a su estado actual y sus características funcionales. En el caso de las estaciones de trabajo (computadores, laptops, entre otras.) todas y cada una pueden ser reutilizadas, pues están al día con el mantenimiento respectivo, tanto en hardware como en software.

A continuación se muestran las características de los equipos de red existentes en la red actual.

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
<b>(1) Switch Cisco Catalyst 2950</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Protocolo de gestión remota:</b>SNMP 1, SNMP 2, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, HTTP.</li> <li>▪ <b>Modo comunicación:</b>Semidúplex, dúplex pleno.</li> <li>▪ <b>Características:</b>Control de flujo, capacidad dúplex, concentración de enlaces, soporte VLAN, snooping IGMP, soporte para Syslog, Weighted Round Robin (WRR) queuing, actualizable por firmware.</li> <li>▪ <b>Cumplimiento de normas:</b> IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE</li> </ul>

	802.1x, IEEE 802.1s
--	---------------------

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
<b>(2) Switch Cisco Catalyst 2960</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Protocolo de gestión remota:</b> SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH, SSH-2.</li> <li>▪ <b>Modo comunicación:</b> Semidúplex, dúplex pleno.</li> <li>▪ <b>Tamaño de tabla de dirección MAC:</b> 8K de entradas</li> <li>▪ <b>Características:</b> Conmutación Layer 2, auto-sensor por dispositivo, negociación automática, concentración de enlaces, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, soporte para Syslog, Alerta de correo electrónico, snooping DHCP, soporte de Port Aggregation Protocol (PAgP), soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS)</li> <li>▪ <b>Cumplimiento de normas IEEE</b> 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ab (LLDP)</li> </ul>

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
<b>(2) Switch D-linkDES-1008D</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conmutación de capa 2.</li> <li>▪ <b>Estándares:</b> IEEE 802.3 10Base-T Ethernet Repeater, IEEE 802u 100Base-TX class II Fast Ethernet repeater y ANSI/IEEE Std 802.3 Nway auto-negotiation.</li> <li>▪ Conectores RJ-45.</li> <li>▪ <b>Transferencia</b> 10/100 Mbps Full Dúplex, autodetect.</li> <li>▪ <b>Método de transmisión</b> Store-and-forward.</li> <li>▪ <b>Filtering Address Table</b> 8 K pordispositivo</li> </ul>
<b>(1)SwitchEncoreENH908-NWY</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conmutación capa 2.</li> <li>▪ <b>Estándar:</b> IEEE 802.3 10BASE-T, IEEE 802.3u 100BASE-TX, IEEE 802.3x operación doble total y control de flujo.</li> <li>▪ <b>Interface:</b> Ocho puertos 10/100 Mbps RJ-45 NWay.</li> <li>▪ Soporte del protocolo NWay.</li> <li>▪ <b>Velocidad de red:</b> 10Mbps and 100Mbps Modo doble: Total y Medio</li> </ul>

Tabla 2.27. Características de los equipos de red actuales.

De los equipos mencionados, los switches de capa 2, no se podrían utilizar en la nueva red, debido a sus propias características y a las características propuestas para los switches de capa de acceso.

Debido a las características de los switches Cisco, estos podrían ser utilizados como cualquiera de los 5 switches de acceso. Entonces la distribución de estos switches será la siguiente:

EQUIPO	FUNCIONALIDAD
Switch Cisco Catalyst 2950	Switch de acceso Edificio 2
Switch Cisco Catalyst 2960	Switch de acceso Edificio 3
Switch Cisco Catalyst 2960	Switch de acceso Piso 3 Edificio Principal.

Tabla 2.28. Funcionalidad de equipos de red reutilizables.

En cuanto a los servidores, las características de los diferentes equipos existentes se muestran en la tabla 2.29.

HP Proliant ML350	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Procesador:</b> Intel Xeon EE5320</li> <li>▪ <b>Número de procesadores:</b> 1</li> <li>▪ <b>Núcleo de procesador disponible:</b> Quad</li> <li>▪ <b>Ranuras de memoria:</b> 18 ranuras DIMM</li> <li>▪ <b>Memoria:</b> RDIMM DDR3</li> <li>▪ <b>Ranuras de expansión:</b> 6</li> <li>▪ <b>Controlador de red:</b> (1) 2 Puertos 1 GbE NC326i</li> <li>▪ <b>Unidad:</b> 2 x SAS 2,5 6G 10.000 rpm 146 GB</li> <li>▪ <b>Tipo de fuente de alimentación:</b> Redundante conectable en caliente</li> <li>▪ <b>Controlador de almacenamiento:</b> Controlador integrado P410iHP Smart Array/256 MB</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Tipo de unidad óptica:</b> Unidad DVD-ROM</li> <li>▪ <b>Software de gestión remota:</b> Insight Control con iLOAdvanced</li> </ul>
--	--


<b>HP Proliant DL380 G5</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Procesador:</b> Intel Xeon</li> <li>▪ <b>Memoria RAM:</b> 4 GB (instalados) / 32 GB (máx.) - DDR2 SDRAM - Código de corrección de errores (ECC) avanzado - 667 MHz - PC2-5300</li> <li>▪ <b>Controlador de almacenamiento:</b> RAID (Serial ATA-150 / SAS ) - PCI Express x8 ( Smart Array P400 ) ; IDE ( IDE/ATA )</li> <li>▪ <b>Disco duro:</b> No</li> <li>▪ <b>Almacenamiento óptico:</b> Combinación de CD-RW / DVD</li> <li>▪ <b>Conexión de redes:</b> Adaptador de red - PCI Express x4 - Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet - Puertos Ethernet : 2 x Gigabit Ethernet</li> <li>▪ <b>Redundancia de alimentación:</b> Sí</li> </ul>

Tabla 2.29. Características de los servidores actuales.

Ambos servidores están siendo usados para las aplicaciones SAM y la aplicación de pruebas de AME. Debido a las características propias de cada uno de los servidores, y el estado actual en el que se encuentran, estos pueden ser reutilizados sin ningún tipo de problema, ya que sus prestaciones técnicas se adaptan sin inconveniente a las nuevas aplicaciones y servicios de la red del Municipio de Quindé.

Entonces, el primer equipo, el servidor **HP Proliant ML350**, seguirá siendo utilizado como el servidor de la aplicación SAM. Mientras que el segundo equipo, el servidor **HP Proliant DL380 G5**, se lo utilizará para el servicio de Correo electrónico, pues



posee capacidades más redundantes y características de confiabilidad más efectivas que el primer equipo.

Entonces los servicios de SAM y correo electrónico quedan cubiertos bajo los servidores existentes. Pero para el resto de aplicaciones: Servicio WEB, DNS y Directorio Activo y Archivos compartidos, requieren de nuevos equipos. Esto debido a que el servicio WEB debe presentar características de confiabilidad y disponibilidad la mayor parte del tiempo, y de igual manera, debe soportar el requerimiento de cantidad de usuarios en la red, tanto internamente como hacia el Internet. En cuanto al servicio de Directorio Activo y DNS por ser servicios internos, es decir que solo pueden hacer uso de los mismos, los usuarios de red, requiere de parámetros de confiabilidad y disponibilidad, esto en base a memoria y procesamiento de CPU.

Mientras que para el servidor de Archivos, no se requiere que el servidor presente características de procesamiento altas, pues su función principal debe ser almacenamiento de archivos e información, por tanto requiere mayores capacidades de Disco duro.

De tal manera que el equipo requerido para brindar los servicios respectivos es el siguiente:

**SERVIDOR HP PROLIANT ML350.** Debido a las características de este servidor, el cual facilita las operaciones de una mediana empresa, se considerará como base para los otros servicios de la red. Es decir que los servidores WEB, Archivos Compartidos, DNS y Directorio Activo se implementarán sobre este modelo de servidor, con la diferencia que dependiendo de la naturaleza del servicio y la aplicación, cambiarán parámetros de capacidad y memoria.

Este equipo presenta características de redundancia y expansión de memoria y disco duro, a más de un procesador de cuatro núcleos, capaz de soportar un alto procesamiento. A más de presentar tarjetas de red Gigabit Ethernet acordes al modelo de red jerárquico, donde los servidores se encuentran en la capa de Core a una tecnología de red Gigabit Ethernet.

---

## 2.7 RESUMEN GENERAL DEL PROCESO

Luego de haber realizado los diferentes procesos de reingeniería de la nueva red integrada del Municipio de Quindé, se establece un resumen sistemático de las diferentes fases de dicho proceso.

Existen tres fases principales en la reingeniería, estas son:

- **Fase I:** Levantamiento del estado actual de la red.
- **Fase II:** Reingeniería de una red de voz y datos integrada.
- **Fase III:** Selección de equipos,

### 2.7.1 FASE I

En esta parte del proyecto, se realiza una investigación experimental, visitando las instalaciones de la entidad, se conocen las edificaciones, la estructura departamental, las aplicaciones y servicios existentes en la red, se toman las diferentes muestras necesarias, con el fin de obtener valores reales del uso de los diferentes recursos. También se establecen la cantidad de usuarios existentes en la red, además de los usuarios de departamentos que no pertenecen al sistema debido a diferentes clases de problemas técnicos. Adicionalmente se verifican las falencias en lo que se refiere los dos tipos de redes existentes, su administración y uso eficiente de recursos.

Específicamente, en lo que se refiere a la red de datos, se puede apreciar que existen dos redes diferentes e independientes, la una para el uso del sistema de administración municipal y la otra para el acceso a Internet, cada una de las cuales están totalmente aisladas una de la otra, generando conflicto al no tener un sistema de administración de red centralizado, pues los usuarios que pertenecen a una red, no pueden pertenecer a la otra.

No existe una topología de red definida, pues hay equipos que únicamente se interconectan a la red a través de switches básicos no administrables, y los departamentos que se encuentran alejados del edificio principal, únicamente disponen de estaciones de trabajo sin conectarse a la red.

En lo que se refiere al cableado estructurado de los diferentes edificios, se pudo notar que este sistema requiere un nuevo diseño, pues ciertos tramos del cableado horizontal atraviesan el piso, es decir que una persona que transita por los corredores, debe caminar sobre los cables, lo cual evade todas las normas establecidas para un sistema de cableado estructurado certificado. Mientras que en los otros edificios adicionales, no se dispone de cableado. Los equipos de red, están en un cuarto, el cual no brinda las características de un cuarto de telecomunicaciones y cualquier persona tiene acceso a este lugar.

Mientras que el estado de la red de voz, es completamente inoperativo. Existe una central telefónica, la cual no se usa pues no existe administración sobre la misma y su estado y mala utilización ha ocasionado que ya no funcione. Las líneas telefónicas están distribuidas de una forma que existen departamentos sin uso de recursos telefónicos. De igual manera no existe un sistema de cableado exclusivo para la red de voz.

## **2.7.2 FASE II**

En esta fase del proyecto, se realiza un proceso de reingeniería a la red. En primer lugar, se definen las diferentes políticas de red y uso de los recursos. Se establecen los diferentes requerimientos tanto físicos como lógicos, se asignan grupos de usuarios y departamentos, de acuerdo a su afinidad técnica y administrativa, y se establecen los parámetros de los nuevos servicios, tales como correo electrónico, telefonía IP, servicios WEB, a desarrollarse en conjunto en la nueva red integrada.

En su segunda parte, se realiza la reingeniería propiamente dicha. Se establecen las nuevas tecnologías a utilizarse, así como los esquemas topológicos de la nueva red. De acuerdo a las mediciones obtenidas en la fase I, se pueden obtener los resultados de tráfico estimado para la nueva red, de tal manera que se tenga los criterios para seleccionar el tipo de red a utilizarse en cada nivel.

De igual manera en lo que se refiere a los aspectos netamente físicos, es decir basándose en el modelo OSI, en la capa física, con la respectiva selección de medios de transmisión, y el diseño del sistema de cableado estructurado, diseño y ubicación de los diferentes elementos, como cuarto de telecomunicaciones, cableados horizontal y vertical, longitudes de cableado, armarios de telecomunicaciones para los otros edificios, criterios decorativos para cableado y parámetros para control de acceso a cuartos y armarios de conectividad.

En la tercera parte, se procede a realizar el diseño por separado de la red activa y pasiva. En este proceso se involucran básicamente los equipos de conectividad de red, las estaciones terminales como computadores y teléfonos IP, los servidores de las diferentes aplicaciones y servicios, es decir se identifican las características necesarias de los equipos que se deben utilizar en los diferentes niveles de red.

Mientras que a nivel lógico de la red, se realiza el esquema de la administración, la separación de los diferentes departamentos a través de manejo de redes de área local virtuales VLANs, y el direccionamiento y etiquetamiento de las diferentes subredes y estructuras que conforman la red municipal.

### **2.7.3 FASE III**

Esta fase del proyecto se utiliza para elegir los equipos mencionados en la fase II. De igual manera se tienen características de diferentes equipos equivalentes para una selección adecuada dependiendo básicamente de las prestaciones técnicas y comerciales. Adicionalmente se hace un análisis de los equipos existentes para

verificar cuál de ellos puede ser reutilizado en el nuevo esquema de red, permitiendo que los costos del proyecto se reduzcan.

En una segunda parte, se realiza el análisis profundo de las diferencias entre los modelos equivalentes de los equipos de red, para que al momento de la selección, sea el equipo con mejores características que se adapte tanto técnicamente como comercial y administrativamente a los recursos del Municipio de Quinindé.

Una vez realizada la selección de equipos, se necesita obtener un valor económico total del proyecto, para lo cual se sumarán los costos tanto operativos, técnicos y recurrentes, tomando en cuenta que al ser una entidad de administración pública, se requieren ciertos procesos reglamentarios a cumplir.

# CAPITULO 3

## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y PRESUPUESTO DE EQUIPOS DE RED

En este capítulo se realizará el análisis y comparación de equipos de red que pueden ser seleccionados para la nueva red de voz y datos del Municipio de Quinindé.

Pero no solo se tomarán en cuenta los equipos activos, sino también los precios de equipos de la red pasiva, entre los cuales se tiene los cables de red categoría 6, patch cords, racks, conectores RJ45, jacks RJ45, cajetines, regletas eléctricas y patch panels.

### 3.1 RED PASIVA

#### 3.1.1 ELEMENTOS NECESARIOS

Haciendo referencia a los numerales **2.1.3.4**: Puntos de red de datos, **2.2.3.1**: Número de extensiones y usuarios de red de voz, y **2.3.4.1**: Cuarto y Armario de Telecomunicaciones, donde se enumeran los diferentes elementos de la red pasiva a tomarse en cuenta en la nueva red del Municipio de Quinindé, se tienen las siguientes características:

DESCRIPCION	CANTIDAD
Puntos de red datos	108
Puntos de red voz	66
Cuartos de telecomunicaciones	5

Tabla 3.1. Características de la red pasiva.

Con la cantidad de puntos de datos y voz que van a existir en la nueva red del Municipio de Quinindé, se definiría la cantidad de rollos de cable, patch cords, conectores, cajetines y jacks,

Gabinete de Piso	ALTURA	PROF mm.
Gabinete de Piso de 19" x 45 RU x 600 mm ancho	45 RU	1000
Gabinete de Piso de 19" x 45 RU x 600 mm ancho	45 RU	800
Gabinete de Piso de 19" x 45 RU x 600 mm ancho	45 RU	600
Gabinete de Piso de 19" x 42 RU x 600 mm ancho	42 RU	1000
Gabinete de Piso de 19" x 42 RU x 600 mm ancho	42 RU	800
Gabinete de Piso de 19" x 42 RU x 600 mm ancho	42 RU	600
Gabinete de Piso de 19" x 38 RU x 600 mm ancho	38 RU	1000
Gabinete de Piso de 19" x 38 RU x 600 mm ancho	38 RU	800
Gabinete de Piso de 19" x 38 RU x 600 mm ancho	38 RU	600
Gabinete de Piso de 19" x 24 RU x 600 mm ancho	24 RU	1000
Gabinete de Piso de 19" x 24 RU x 600 mm ancho	24 RU	800
Gabinete de Piso de 19" x 24 RU x 600 mm ancho	24 RU	600

Figura 3.1. Estándares de medidas de rack.

La figura 3.1 es el estándar existente para racks abiertos existentes en el mercado.<sup>17</sup>

La obtención de los valores de cada elemento, se obtuvo mediante la verificación de la cantidad de puntos de red que existirán, de los cuales cada uno requiere varios elementos tanto en el lado de usuario, como en el cuarto de telecomunicaciones y core del sistema. Un punto de red requiere de jacks para el cableado horizontal y patch panels, un patch cord, y un patch cord desde el patch panel hacia el equipo activo de red.

Es así que los valores a obtenerse serán los siguientes:

<sup>17</sup>Fuente:

[www.olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://www.olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)



- *Rollos de cable UTP Cat. 6:* 10 rollos para cableado horizontal y 2, para cableado vertical.
- *Conectores RJ45:* El desglose de conectores se muestra en la siguiente tabla:

<b>APLICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Puntos de red</b>	108	216
<b>Cableado vertical</b>	20	40
<b>Patch Cords (voz y datos)</b>	108+66= 174	348
<b>Servidores</b>	13	26
<b>Backup</b>	20	20
<b>TOTAL</b>		<b>650</b>

Tabla 3.2. Desglose de conectores RJ45.

- *Jacks RJ45:* Los jacks deben estar en similar cantidad a la mitad del número de conectores requeridos.

<b>APLICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Puntos de red</b>	108
<b>Patch panels</b>	160
<b>Backup para nuevos puntos</b>	104
<b>TOTAL</b>	<b>372</b>

Tabla 3.3. Desglose de jacks RJ45.

- *Face Plates:* Los face plates dependen de la cantidad de puntos de red a implementarse más una cantidad de backup por cualquier inconveniente que pueda presentarse: 108 face plates, uno por cada punto de red, y 12 face plates de backup.
- *Racks:* Los racks mencionados en los literales referentes al diseño de los cuartos y armarios de telecomunicaciones para el sistema de cableado estructurado, se requerirán 4 racks de 24 U para los armarios y un rack de 44 U para el cuarto de telecomunicaciones.
- *Patch panels:* Se necesitarán la siguiente cantidad de patch panels de 24 puertos para el diseño de la red pasiva del Municipio de Quindé:

APLICACIÓN	PUNTOS DE RED	CANTIDAD
Primer piso, Edificio Principal	30	2
Segundo piso, Edificio Principal	31	2
Tercer piso, Edificio Principal	96	4
Edificio 2	4	1
Edificio 3	8	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

Tabla 3.4. Desglose de patch panels de 24 puertos.

- *Regletas Eléctricas:* Se requieren 8 regletas eléctricas pues se necesitarán para energizar a los equipos activos de red de cada armario de telecomunicaciones, a más de los respectivos servidores, 4 de ellas para cada armario de los diferentes edificios, y las restantes 4 en el cuarto de telecomunicaciones energizando equipos de networking y servidores.
- *Canaletas Decorativas:* De acuerdo a los cálculos realizados para obtener el número de rollos para el cableado horizontal, se requerirán 8.13 rollos, y debido a que por estándar cada rollo tiene 305m, se tendría un aproximado de 2479.65m para canaleta decorativa, pero de este valor, se debe reducir, el que el cableado horizontal solo ciertos tramos pasan por la canaleta decorativa, y el resto por encima del cielo raso, por tal motivo se estima un aproximado de 1500m requeridos para este material.

Entonces de acuerdo a este desglose de materiales, se tendrán los siguientes valores de cantidades para cada elemento de la red pasiva:

<b>ELEMENTO</b>	<b>AREA DE USO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Rollos cable UTP Categoría 6 (305 m / rollo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cableado vertical.</li> <li>▪ Cableado horizontal</li> <li>▪ Patch cords</li> </ul>	12 rollos
Conectores RJ45	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cableado vertical.</li> <li>▪ Patch cords.</li> </ul>	650
Jacks RJ45	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cableado horizontal</li> <li>▪ Patch panels.</li> </ul>	372
Face Plates	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cableado horizontal</li> </ul>	120
Rack abierto 44 U	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuarto Telecomunicaciones</li> </ul>	1
Rack abierto 24 U	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Armario Telecomunicaciones</li> </ul>	4
Patch panel 24 puertos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuarto Telecomunicaciones</li> <li>▪ Armario Telecomunicaciones</li> </ul>	10
Regletas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuarto Telecomunicaciones</li> <li>▪ Armario Telecomunicaciones</li> </ul>	8
Canaleta Decorativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cableado Horizontal</li> </ul>	1500 m

Tabla 3.5. Cantidad de elementos de red pasiva.

### 3.1.2 COSTO DE ELEMENTOS

En el mercado existe gran cantidad de elementos para el diseño de sistemas de cableado estructurado, los cuales pueden variar en sus costos dependiendo de marcas y modelos, pero por lo general algunos de estos elementos son genéricos y el costo individual de los mismos es pequeño.

Por tal motivo se acudió a un proveedor específico para la obtención de los costos de los elementos a través de una proforma formal, la cual se encuentra en el ANEXO H. A continuación se desglosarán los costos tanto de materiales de forma individual y el total respectivo, tomando en cuenta el Impuesto de Valor Agregado IVA.

Los costos en el mercado para los elementos mencionados son los siguientes:

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO INDIVIDUAL (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Rollos cable UTP Categoría 6 /rollo	12	155	1860
Conectores RJ45	650	0.80	520
Jacks RJ45	372	3.80	1413.6
Face Plates	120	0.80	96
Rack abierto 44 U	1	174	174
Rack abierto 24 U	4	115	460
Patch panel 24 puertos	10	55	550
Regletas eléctricas	8	34.50	276
Canaleta decorativa /metro	1500 M	2.05	3075
<b>SUBTOTAL (USD)</b>			<b>8424,6</b>
<b>IVA (12%)</b>			<b>1010,95</b>
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>9435,55</b>

Tabla 3.6. Costo de elementos de red pasiva.

### 3.2 RED ACTIVA

Los costos de la red activa son los determinantes en cualquier proyecto similar a este. Esto se debe a que los equipos a utilizar presentan diferentes características las cuales hacen que los costos aumenten considerablemente.

En el mercado existen varias marcas de equipos de networking, cada una con sus propias características y manejo. De igual manera los precios pueden variar dependiendo de las funcionalidades adicionales que presenten y el rendimiento que

vayan a proveer a una red determinada, así como de los contratos remitidos con el proveedor respecto a soportes y garantías.

Recordando numeral **2.4**, las características de cada uno de los equipos activos de red tales como Switches de acceso, distribución, core, Router, Teléfonos IP y la Central telefónica IP, se detallarán a continuación.

### 3.2.1 SWITCH DE ACCESO

En esta capa de red existen equipos tan sencillos que únicamente brindan conectividad hasta equipos que permiten la convergencia de datos, es decir que se pueda transmitir datos, audio y video.

Estos equipos de acceso como característica peculiar deben presentar la mayor cantidad de puertos de conexión posibles, pues es el equipo activo de red al cual los usuarios se enganchan directamente.

Dadas las características que se requieren para estos equipos se han tenido en cuenta los siguientes switches de acceso:

➤ **Cisco Catalyst 2960 24 10/100 + 2T/SFP LAN Base Image**



**Características:**

<b>General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo de dispositivo: Conmutador.</li> <li>▪ Tipo incluido: Montable en bastidor - 1U.</li> <li>▪ Anchura: 44.5 cm.</li> <li>▪ Profundidad: 33.2 cm.</li> <li>▪ Altura: 4.4 cm.</li> <li>▪ Peso: 5.4 kg</li> </ul>
----------------	--

<b>Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memoria RAM: 64 MB</li> </ul>
<b>Conexión de redes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de puertos: 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX.</li> <li>▪ Puertos auxiliares de red: 2x10/100/1000Base-T/SFP (mini-GBIC)(señal ascendente).</li> <li>▪ Velocidad de transferencia de datos: 100 Mbps.</li> <li>▪ Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet.</li> <li>▪ Protocolo de gestión remota: SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH-2.</li> <li>▪ Modo comunicación: Semidúplex, dúplex pleno.</li> <li>▪ Tamaño de tabla de dirección MAC: 8K de entradas.</li> <li>▪ Indicadores de estado: Actividad de enlace, velocidad de transmisión del puerto, modo puerto duplex, alimentación, tinta OK, sistema.</li> <li>▪ Características: Auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP, alimentación mediante Ethernet (PoE), negociación automática, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, snooping DHCP, Quality of Service (QoS).</li> <li>▪ Cumplimiento de normas: IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ab (LLDP).</li> </ul>
<b>Expansión/Conectividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Total ranuras de expansion (libres): 2 ( 2 ) x SFP (mini-GBIC</li> </ul>
<b>Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 24 x red / energía - Ethernet 10Base-T/100Base-TX – RJ-45.</li> <li>▪ 2 x ordenador central de red (host) - Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ– RJ-45</li> </ul>
<b>Otros Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alimentación por Ethernet (PoE): Sí.</li> <li>▪ Dispositivo de alimentación: Fuente de alimentación interna.</li> <li>▪ Voltaje necesario: CA 120/230 V ( 50/60 Hz).</li> <li>▪ Características: Conector de sistema de alimentación redundante (RPS).</li> <li>▪ Software incluido: Cisco LAN Base software.</li> </ul>

Tabla 3.7. Características de equipo de acceso

Se debe tener en cuenta que este equipo ya se encuentra implementado en la red actual, por lo que los demás switches de acceso deben ser similares para evitar gastos en nuevos equipos, y que los dos equipos existentes queden inservibles.

### **Cisco Catalyst 2960 48 10/100 + 2 T/SFP LAN Base Image**

Este equipo presenta las mismas características que el equipo mencionado anteriormente con la diferencia de que este equipo tiene 48 puertos Fast Ethernet. Este equipo podrá ser utilizado en el edificio principal pues es el lugar donde existen mayor número de usuarios de red.

De las características y funcionalidades del equipo propuesto, se han tomado en cuenta las que coinciden con las requeridas para el equipo de este nivel de red. En la tabla 3.7 se muestran las funcionalidades que concuerdan con la nueva red del Municipio de Quinindé.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>EQUIPO REQUERIDO</b>	<b>EQUIPO PROPUESTO</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
▪ 24 / 48 puertos RJ45 10/100 Mbps.	✓	
▪ 1 Puerto uplink o trunking RJ45 de 1 Gbps.	✓	
▪ Auto negociación de velocidad de puertos.	✓	
▪ Calidad de servicio (QoS).	✓	
▪ Rackeable	✓	
▪ Manejo de VLANs.	✓	
▪ Conmutación de capa 2.	✓	
▪ Soporte de VoIP.	✓	

Tabla 3.8. Comparación de equipos de acceso

Luego de la comparación realizada, se puede clarificar que el equipo propuesto si puede ser utilizado en la nueva red, principalmente porque soporta las características de VoIP y QoS, las cuales permitirá la configuración de las diferentes VLANs a ser implementadas.

### 3.2.2 SWITCH DE DISTRIBUCIÓN

Los equipos pertenecientes a este nivel de red no requieren una cantidad grande de puertos de conexión, pues a este nivel se conectan todos los equipos de acceso. De esta manera el equipo de distribución propuesto es el siguiente:

- **Cisco Catalyst 3560V2 24 10/100 + 2 SFP Enhanced Image**



#### Características:

<b>General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo de dispositivo: Conmutador.</li> <li>▪ Tipo incluido: Montable en bastidor - 1U.</li> <li>▪ Anchura: 443 mm.</li> <li>▪ Profundidad: 295 mm.</li> <li>▪ Altura: 44 mm.</li> </ul>
----------------	---



<b>Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memoria RAM: 64 MB</li> </ul>
<b>Conexión de redes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de puertos: 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX.</li> <li>▪ Puertos auxiliares de red: 2x10/100/1000Base-T/SFP (mini-GBIC) (señal ascendente).</li> <li>▪ Protocolos de gestión: SNMP, SNMPv2, SNMPv3, RMON, Telnet, DNS, TACACS+, RADIUS</li> <li>▪ Características de red: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet</li> <li>▪ Control de Tormentas de Broadcast</li> <li>▪ Servidor DHCP.</li> <li>▪ Spanning tree protocol</li> <li>▪ Auto MDI/MDI-X</li> <li>▪ Soporte de VLANs: Hasta 1000</li> <li>▪ Tasa de transferencia (max): 1 Gbps</li> <li>▪ Full dúplex</li> <li>▪ Tasa de transferencia de datos(min/max): 10/100/1000 Mbps</li> <li>▪ Ancho de banda: 8 Gbps</li> <li>▪ Acceso a lista de control (ACL)</li> <li>▪ Soporte de SSH/SSL</li> <li>▪ Cumplimiento de estándares: IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z.</li> </ul>
<b>Expansión/Conectividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Total ranuras de expansión (libres): 2 ( 2 ) x SFP (mini-GBIC)</li> </ul>
<b>Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 24 x red / energía - Ethernet 10Base-T/100Base-TX – RJ-45.</li> <li>▪ 2 x ordenador central de red (host) - Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ– RJ-45</li> </ul>
<b>Otros Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consumo energético: 24 W.</li> <li>▪ Suministro de energía redundante (RPS)</li> <li>▪ Corriente de entrada: 0.3/0.5 A</li> <li>▪ Voltaje de entrada: 100 - 240 V</li> <li>▪ Software administrable</li> </ul>

Tabla 3.9. Características de equipo de distribución

Este equipo es el adecuado, pues presenta excelentes características en capacidades, puesto que para el nivel de distribución, se requiere un equipo que no genere latencias o retardos, a más de soportar tráfico de voz y QoS. Dentro de sus características principales, está las velocidades de transferencia, la cantidad de memoria, la cantidad de VLANs que puede manejar, las tarjetas de red de 1 Gbps que son las requeridas para este nivel, a más de los estándares IEEE que cumple, principalmente el estándar de QoS y control de listas de acceso para manejar niveles de seguridad (ACL).

Al igual que en el equipo de acceso, se debe realizar una comparación de las características y funcionalidades requeridas con las del equipo que se propone. Las principales características nuevamente son las de VoIP y QoS.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>EQUIPO REQUERIDO</b>	<b>EQUIPO PROPUESTO</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
▪ Número de puertos mínimo 8 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps.	✓	
▪ 1 Puerto uplink o trunking RJ45 1Gbps.	✓	
▪ Manejo y administración de VLANs.	✓	
▪ Conmutación a nivel de capa 2.	✓	
▪ Manejo de listas de acceso.	✓	
▪ QoS	✓	
▪ Rackeable.	✓	

Tabla 3.10. Comparación de equipos de distribución

Dada la comparación, se puede notar que el equipo propuesto si cumple con las especificaciones necesarias.

### 3.2.3 SWITCH DE CORE

El switch de core es el equipo donde confluyen todos los servidores de red, así como donde se unen todos los switches de distribución. Adicionalmente se integran los equipos que salen hacia redes externas, es decir que aquí van conectados el Router de Internet y la Central telefónica IP junto con sus respectivas líneas troncales. Así el equipo para este nivel de red es el siguiente:

- **Cisco Catalyst 3750E 24 10/100/1000+2\*10GE(X2),265W,IPB s/w**



#### Características:

<b>General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo de dispositivo: Conmutador.</li> <li>▪ Tipo incluido: Montable en bastidor - 1U.</li> <li>▪ Anchura: 445 mm.</li> <li>▪ Profundidad: 460 mm.</li> <li>▪ Altura: 44.5 mm.</li> <li>▪ Peso: 8300 g.</li> </ul>
<b>Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memoria RAM: 256 MB</li> </ul>
<b>Conexión de redes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de puertos: 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX.</li> <li>▪ Puertos auxiliares de red: 2x10/100/1000Base-T/SFP</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>Conexión de redes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Switch capa: L3</li> <li>▪ Cantidad de rutas: 11000</li> <li>▪ Tamaño de la tabla de direcciones: 12000 entradas</li> <li>▪ IP routing.</li> <li>▪ Tasa de transferencia (max): 1 Gbps</li> <li>▪ Ancho de banda: 64 Gbps</li> <li>▪ Velocidad de transferencia (paquete): 13.1 Mpps</li> <li>▪ Acceso a lista de control (ACL).</li> <li>▪ Soporte de Calidad de servicio (QoS).</li> <li>▪ Soporte de Multidifusión</li> <li>▪ Spanning tree protocol</li> <li>▪ Soporte de VLANs: Hasta 1005</li> <li>▪ Cumplimiento de estándares: IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE TX, and 1000BASE-T ports, IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol, IEEE 802.1p CoS Prioritization, IEEE 802.1Q VLAN.</li> <li>▪ Protocolos de gestión: RMON I and II standards, SNMPv1, SNMPv2c, and SNMPv3.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Interfaces</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1000BASE-T ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5E UTP cabling</li> <li>▪ 1000BASE-T SFP-based ports: RJ-45 connectors, 2-pair Cat-5E UTP cabling</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Otros Datos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consumo energético: 75 W.</li> <li>▪ Soporte de PoE: Si</li> <li>▪ Suministro de energía redundante (RPS)</li> <li>▪ Software administrable, basado en WEB.</li> </ul>

Tabla 3.11. Características de equipo de core.

La comparación de funcionalidades y características del equipo requerido con el equipo propuesto se muestra en la tabla 3.12.

CARACTERÍSTICAS		
EQUIPO REQUERIDO	EQUIPO PROPUESTO	
	SI	NO
▪ 8 puerto RJ45 10/100/1000 Mbps.	✓	
▪ 1 puerto uplink o trunking RJ45.	✓	
▪ Conmutación a nivel de capa 2 y 3.	✓	
▪ Protocolos IP, Telnet, SNMP v2.	✓	
▪ Manejo de listas de acceso.	✓	
▪ Manejo y administración de VLANs.	✓	
▪ Calidad de servicio (QoS).	✓	
▪ Rackeable.	✓	

Tabla 3.12. Comparación de equipos de core

Como se puede notar, el equipo cumple con las funcionalidades requeridas para este nivel, que es uno de los más críticos, pues aquí convergen todos los niveles de red y los servicios a brindarse, así como las salidas hacia redes externas, tanto Internet como la PSTN.

### 3.2.4 ROUTER

El Router es el equipo que permitirá la conexión entre las diferentes VLANs, subredes y permitirá una interconexión con la Internet. Es decir que aquí confluirá el modem o Router del ISP. Dadas las características básicas de un ruteador, se ha elegido al siguiente equipo:

➤ **Cisco Dual Ethernet Security Router with V.92 Modem Backup**



**Características:**

<p><b>General</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Montable en pared: 1U</li> <li>▪ Anchura: 32.36 cm.</li> <li>▪ Profundidad: 4.45 cm.</li> <li>▪ Altura: 24.64 cm.</li> <li>▪ Peso: 2800 g.</li> </ul>
<p><b>Memoria</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memoria RAM: 128 MB.</li> </ul>
<p><b>Conexión de redes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Codificación soportada en el Hardware: DES, 3DES, AES 128, AES 192, AES 256</li> <li>▪ Túneles IPSec Soportados: 50</li> <li>▪ Rendimiento Cisco IOS Firewall: 100 Mbps @ 1400 byte packets.</li> <li>▪ Protocolos de Routing: BGP, EIGRP, OSPF, RIPv1, RIPv2.</li> <li>▪ Soporte de IPv6.</li> <li>▪ Protocolos de QoS: Weighted Fair Queuing (WFQ), Class-Based WFQ (CBWFQ), Weighted Random Early Detection (WRED), Committed Access Rate (CAR), Resource Reservation Protocol (RSVP), Network-Based Application Recognition (NBAR), Differentiated Services (DIFFSERV), link fragmentation and interleaving (LFI), Low-Latency Queuing (LLQ)</li> <li>▪ Soporte de VLAN.</li> <li>▪ 802.1Q VLAN soportada en todos los puertos 10/100BASE-T</li> <li>▪ VLAN Configuradas: 8 VLANs</li> <li>▪ Protocolos de administración: SNMP v1, SNMP v2, RMON</li> </ul>

<b>Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puertos 10/100BASE-T para conexión WAN soportando DSL y cable modems y servicios de acceso Ethernet.</li> <li>▪ Seis puertos de switch 10/100BASE-T totalmente gestionados con 802.1Q VLAN y soporte 802.3af PoE</li> <li>▪ Un puerto RDSI S/T BRI.</li> <li>▪ Un puerto de modem analógico para V.92.</li> <li>▪ Puerto de Consola: Uno de hasta 115.2 kbps</li> </ul>
<b>Otros Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soporte PoE.</li> <li>▪ Suministro de energía externo.</li> <li>▪ Voltaje de entrada AC: 100 a 240 VAC.</li> <li>▪ Software administrable.</li> </ul>

Tabla 3.13. Características del router.

La comparación entre equipos se muestra en la tabla 3.14.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>EQUIPO REQUERIDO</b>	<b>EQUIPO PROPUESTO</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
▪ 2 Puertos Fast Ethernet.	✓	
▪ Protocolos Telnet, SNMP v2.	✓	
▪ 1 Puerto Serial (WAN).	✓	
▪ Manejo de listas de acceso.	✓	
▪ Calidad de servicio (QoS).	✓	
▪ Rackeable.		✓
▪ Protocolos de enrutamiento: estático, RIP, OSPF.	✓	

Tabla 3.14. Comparación de routers.

La característica que el equipo no cumple, es decir que no es rackeable, no es tan importante como para descartar al equipo, pues el mismo puede ir colocado sobre una de las bandejas del rack, o sobre un panel específico que no requiera los ajustes

de tornillos. Por tanto se puede concluir que el equipo cumple perfectamente con los requerimientos.

### 3.2.5 TELÉFONO IP.

Este dispositivo no posee características complejas, tan solo debe cumplir con los protocolos y estándares propuestos. Entonces el equipo que cumple con las características es el siguiente:

➤ **Cisco IP Phone 7911G**



**Características:**

<p><b>General</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anchura: 176.7 mm.</li> <li>▪ Profundidad: 203 mm.</li> <li>▪ Altura: 152 mm.</li> <li>▪ Peso: 900 g.</li> </ul>
<p><b>Teléfono</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Códecs de voz G.711a, G.711, G.729a, G.729b, G.729ab.</li> <li>▪ VoIP protocolos SCCP.</li> <li>▪ Full dúplex.</li> <li>▪ Protocolos de red admitidos DHCP.</li> <li>▪ Características de red 10/100BASE-T Ethernet, IEEE 802.1 p/q</li> </ul>



<b>Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectividad "Plug and play".</li> <li>▪ Puertos de entrada y salida (E/S) 2 x RJ45</li> </ul>
<b>Otros Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo IP.</li> <li>▪ Tono polifónico.</li> <li>▪ Micrófono mudo.</li> <li>▪ Identificador de llamadas.</li> <li>▪ Capacidad de transferencia de llamada.</li> <li>▪ Remarcado.</li> <li>▪ Llamada en espera.</li> </ul>

Tabla 3.15. Características del teléfono IP.

Este dispositivo no requiere una comparación exigente, es decir que el equipo que se escoja requiere cumplir con las funcionalidades básicas. De esta manera la tabla 3.13 muestra el cumplimiento de los requerimientos.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>EQUIPO REQUERIDO</b>	<b>EQUIPO PROPUESTO</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soporte de códec G.729.</li> </ul>	✓	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alimentación eléctrica.</li> </ul>	✓	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 Puertos Fast Ethernet (100 Mbps).</li> </ul>	✓	

Tabla 3.16. Comparación de teléfonos IP.

De las características mencionadas, el equipo propuesto cumple perfectamente con los requerimientos para la nueva red de telefonía IP.

### **3.2.6 CENTRAL TELEFÓNICA IP.**

La central telefónica IP básicamente administrará a todos los usuarios y los recursos asignados a ellos. De esta manera el equipo propuesto es el siguiente:

➤ **Cisco 2851 Voice Bundle w/ PVDM2-48,FL-CCME-100,SP Serv,128F/512D**



**Características:**

<b>General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anchura: 43.82 cm.</li> <li>▪ Profundidad: 43.82 cm.</li> <li>▪ Altura: 8.89 cm</li> <li>▪ Peso: 11.4 kg</li> <li>▪ Factor de forma Externo - modular - 2U.</li> </ul>
<b>Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memoria RAM: 256 MB (instalados) / 1 GB (máx.)</li> </ul>
<b>Telefonía IP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipo de dispositivo: Encaminador</li> <li>▪ Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet</li> <li>▪ Red / Protocolo de transporte IPSec</li> <li>▪ Protocolo de gestión remota: SNMP v2, SNMP v3</li> <li>▪ Características Cisco IOS SP services, protección firewall, criptografía 128 bits, cifrado del hardware, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, filtrado de URL, cifrado de 256 bits</li> <li>▪ Cumplimiento de normas IEEE 802.3af.</li> <li>▪ Códecs de voz: G.711, G.723.1, G.728, G.729, G.729a, G.729ab, G.726</li> <li>▪ Cancelación de eco (G.168)</li> <li>▪ Algoritmo de cifrado: DES, Triple DES, AES</li> </ul>
<b>Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Total ranuras de expansión (libres) 4 ( 4 ) x HWIC</li> <li>▪ 2 ( 2 ) x AIM</li> <li>▪ 1 ( 1 ) x NME-XD</li> <li>▪ 1 ( 1 ) x EVM</li> <li>▪ 3 ( 2 ) x PVDM</li> <li>▪ 2 slots de memoria</li> <li>▪ 1 Tarjeta CompactFlash</li> <li>▪ Interfaces 2 x red - Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45</li> <li>▪ 2 x USB</li> <li>▪ 1 x gestión - consola</li> <li>▪ 1 x red - auxiliar</li> </ul>

<b>Otros Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dispositivo de alimentación      Fuente de alimentación - interna</li> <li>▪ OS proporcionado: Cisco IOS SP services</li> <li>▪ Software incluido: Cisco CallManager Express (licencia para 72 teléfonos)</li> <li>▪ Sistema operativo requerido      Microsoft    Windows    98 Second Edition</li> </ul>
--------------------	---

Tabla 3.17. Características de la central telefónica IP.

Al igual que en todos los equipos anteriores, se realizará una comparación de los requerimientos y las funcionalidades ofrecidas, las cuales se muestran en la tabla 3.15.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>EQUIPO REQUERIDO</b>	<b>EQUIPO PROPUESTO</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
▪ Soporte de protocolo H.323.	✓	
▪ Soporte con códec G.729.	✓	
▪ Compatibilidad con protocolos de administración como SNMP.	✓	

Tabla 3.18. Comparación de central telefónica IP.

De las características mencionadas el equipo propuesto si cumple con las especificaciones requeridas.

### 3.2.7 COSTO DE EQUIPOS.

Los equipos propuestos se basan en una proforma formal, en base a la cual se tienen los siguientes precios:

<b>EQUIPO</b>	<b>FUNCION</b>	<b>COSTO INDIVIDUAL (USD)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Switch Cisco Catalyst 3560V2 24 10/100 + 2 SFP Enhanced Image	Switch Acceso	1572	2	3144
Switch Cisco Catalyst 3560V2 48 10/100 + 2 SFP Enhanced Image	Switch Acceso	2893	3	8679
Switch Cisco Catalyst 3560V2 24 10/100 + 2 SFP Enhanced Image	Switch Distribución	3140	2	6280
Switch Cisco Catalyst 3750E 24 10/100/1000+2*10GE(X2),265W,IPB s/w	Switch Core	5900	1	5900
Router Cisco Dual Ethernet Security with V.92 Modem Backup	Router	815	1	815
Cisco 2851 Voice Bundle w/ PVD2-48,FL-CCME-100,SP Serv,128F/512D	Central Telefónica IP	5899.61	1	5899.61
Cisco Unity Express Network Module Enhanced (8 Ports Incl.)	Módulos de Central Telefónica IP	2059.20	1	2059.20
Cisco IP Phone 7911G	Teléfono IP	142	66	9372
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>42148.81</b>
<b>IVA (12%)</b>				<b>5057.86</b>
<b>TOTAL (USD)</b>				<b>47206.67</b>

Tabla 3.19. Costo de elementos de red activa.

### 3.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE ELECCIÓN

Luego de exponer los costos de los diferentes equipos y elementos a utilizar en la nueva red del Municipio de Quindé, quedan dos alternativas de elección para la adquisición de los mismos.

Puesto que se ha mostrado el costo de todos los equipos siempre y cuando estos sean completamente nuevos, pero al realizar el análisis de los equipos existentes y sus características y funcionalidades que puedan ser útiles en la nueva red, tales como algunos de los switches existentes, se podría tener una alternativa más económica a la propuesta.

Recordando el equipo que se podrían reutilizar los dos equipos **Switch Cisco Catalyst 2960**. Sus características y funcionalidades se pueden reutilizar perfectamente en el nivel de acceso de la red. Poseen 24 puertos, lo que permitiría que sean usados en los edificios que no requieren muchas interfaces, como el Edificio 2 y Edificio 3.

Adicionalmente se requieren tomar en cuenta costos no incluidos en las proformas de los elementos de red pasiva y red activa. Estos costos se basan en la puesta a punto e implementación de la nueva red, trabajos físicos como perforación de paredes o cielos rasos para el cableado horizontal y vertical, y algunos gastos imponderables y variables que se pueden presentar. Para los cuales se tomará como un 2% del costo del proyecto total. Estos gastos imponderables, pueden surgir a lo largo de la implementación como daño o falta de algún material por daño o desperfecto de los otros elementos, materiales adicionales como brocas, clavos, tornillos, etc, o cualquier elemento adicional que no forme parte de un sistema de cableado estructurado.

De esta manera tomando en cuenta las características mencionadas se tienen dos alternativas:

#### **PRIMERA ALTERNATIVA:**

Se basa en una red totalmente nueva, es decir que se usen equipos completamente nuevos. Adicionalmente, el proveedor de los equipos entregaría los mismos con garantía 8x5x365 lo que quiere decir 8 horas, 5 días a la semana, los 365 días del año, y un soporte técnico con costos adicionales. Entonces tomando en cuenta

también los gastos imprevistos, el costo y beneficio de esta alternativa es la siguiente:

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Red pasiva	9435.55
Red activa	47206.67
Puesta a punto de red pasiva	1000
Puesta a punto de red activa	1000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>58642,22</b>
Imprevistos (2% del subtotal)	1100
Smart Care (garantía y soporte)	5320
<b>TOTAL</b>	<b>65062,22</b>

Tabla 3.20. Costo total de la primera alternativa.

En cuanto a los valores de puesta a punto de red pasiva y red activa, quiere decir, gastos de instalación y mano de obra, movilización, configuración de equipos, pruebas de certificación, prueba de equipos y viáticos.

### **SEGUNDA ALTERNATIVA:**

En esta alternativa como se mencionó previamente, el costo de la red activa disminuye, pues no se requerirían los dos equipos de acceso para los edificios secundarios.

<b>EQUIPO</b>	<b>NIVEL</b>	<b>COSTO INDIVIDUAL (USD)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Switch Cisco Catalyst 3560V2 48 10/100 + 2 SFP Enhanced Image	Switch Acceso	2893	3	8679
Switch Cisco Catalyst 3560V2 24 10/100 + 2 SFP Enhanced Image	Switch Distribución	3140	2	6280
Switch Cisco Catalyst 3750E 24 10/100/1000+2*10GE(X2),265W,IPB s/w	Switch Core	5900	1	5900
Router Cisco Dual Ethernet Security with V.92 Modem Backup	Router	815	1	815
Cisco 2851 Voice Bundle w/ PVDM2-48,FL-CCME-100,SP Serv,128F/512D	Central Telefónica IP	5899.61	1	5899.61
Cisco Unity Express Network Module Enhanced (8 Ports Incl.)	Central Telefónica IP	2059.20	1	2059.20
Cisco IP Phone 7911G	Teléfono IP	142	66	9372
<b>SUBTOTAL (USD)</b>				<b>39004.81</b>
<b>IVA (12%)</b>				<b>4680.58</b>
<b>TOTAL (USD)</b>				<b>43685.39</b>

Tabla 3.21. Costo de red activa sin dos equipos de acceso.

La diferencia con la primera alternativa, es que no se toma en cuenta dos equipos para nivel de acceso, los cuales no aplicarían ni a garantía ni a soporte técnico. De esta manera el costo total de la segunda alternativa se muestra en la tabla 3.22

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Red pasiva	9435.55
Red activa	43685.39
Puesta a punto de red pasiva	1000
Puesta a punto de red activa	1000
<b>SUBTOTAL</b>	<b>55120,94</b>
Imprevistos (2% del subtotal)	1100
Smart Care (garantía y soporte)	5320
<b>TOTAL</b>	<b>61540,94</b>

Tabla 3.22. Costo total de la segunda alternativa.

### 3.4 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En resumen, las dos alternativas son muy similares, la principal diferencia radica en la adquisición de equipos nuevos para el nivel de acceso, pues en una de las alternativas, no se adquirirían dos equipos, pues ya se tienen dos de ellos operando en la actual red, con un tiempo aproximado de operación desde su inicio de 2 años, por lo que tan solo se requeriría un upgrade al equipo para prolongar su tiempo de vida útil junto con el tiempo estimado de este proyecto.

Pero se debe tomar en cuenta también los costos que representan el mantenimiento de la red y su administración y operación. Estos costos no variarán y serán tomados en cuenta por un periodo de tiempo de 5 años. Adicionalmente en el año de lanzamiento del proyecto únicamente se tomará en cuenta el costo de la inversión, pues los gastos de mantenimiento corren a partir del primer año de funcionamiento.

Los gastos fijos están referenciados en la tabla 3.23. En donde se especifican los gastos en mantenimiento de red, tales como: pruebas de equipos, limpieza de los mismos, actualizaciones en software, cambios de hardware (slots, memoria) en caso de requerirse. Adicionalmente este trabajo debe ser realizado por personal técnico capacitado el cual también genera gastos de operación, pues debe estar certificado



para manipular o monitorear los equipos adecuadamente. Para lo cual los mismos empleados del Departamento de Sistemas pueden ser capacitados para aquello. Al igual que los equipos de red, los servidores requieren también actualizaciones de parches de Sistema operativo o de actualizaciones de antivirus y antiespías para mantener la seguridad dentro de las aplicaciones de red.

En cuanto al enlace dedicado de Internet, el valor mencionado se basa en los valores del mercado actual para el servicio de Internet dedicado de diferentes proveedores.

<b>GASTO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>COSTO ANUAL (USD)</b>
Mantenimiento de red	Semestral (USD.1000)	2000
Servicio Internet Dedicado	Mensual (USD. 1500)	18000
Gastos en personal técnico	Mensual (USD. 650)	7800
Mantenimiento de servidores	Semestral (USD. 500)	1000
<b>TOTAL</b>		<b>28800</b>

Tabla 3.23. Gastos anuales fijos

De esta manera se puede realizar el diseño de flujo de gastos, tomando en cuenta la inversión inicial y los gastos corrientes.

En las tablas 3.24 y 3.25, se indicarán los flujos de gastos tanto de la primera alternativa, como de la segunda alternativa respectivamente.

FLUJO DE FONDOS	Año 0	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento de red	-----	2000	2000	2000	2000	2000
Servicio Internet Dedicado	-----	18000	18000	18000	18000	18000
Gastos en personal técnico	-----	7800	7800	7800	7800	7800
Mantenimiento de servidores	-----	1000	1000	1000	1000	1000
Inversión en equipos	65062,22	-----	-----	-----	-----	-----
<b>TOTAL</b>	65062,22	28800	28800	28800	28800	28800

Tabla 3.24. Flujo de fondos neto para primera alternativa

FLUJO DE FONDOS	Año 0	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento de red	-----	2000	2000	2000	2000	2000
Servicio Internet Dedicado	-----	18000	18000	18000	18000	18000
Gastos en personal técnico	-----	7800	7800	7800	7800	7800
Mantenimiento de servidores	-----	1000	1000	1000	1000	1000
Inversión en equipos	61540,94	-----	-----	-----	-----	-----
<b>TOTAL</b>	61540,94	28800	28800	28800	28800	28800

Tabla 3.25. Flujo de fondos neto para segunda alternativa

Con estos valores se puede obtener valores que permitan realizar análisis de evaluación de proyectos. La evaluación del proyecto se lo hará mediante la herramienta VAC, que sirve para comparar alternativas de igual vida útil<sup>18</sup>.

### **VAC:**

Es el significado de Valor Actual de Costos. Es un indicador de Evaluación de proyectos utilizando indicadores costo – eficiencia, donde lo central es considerar todos los costos atribuibles al proyecto.

El valor actual de costos se utiliza cuando:

- Los beneficios son difíciles de valorar.
- Los beneficios de dos alternativas son idénticos.
- En ambos casos se busca la alternativa de mínimo costo.
- De esta manera el cálculo de VAC se da mediante la siguiente fórmula:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

- VAC: Valor actual de costos.
- $I_0$ : Inversión inicial.
- $C_t$ : Costos al final de período t.
- r: Tasa referencial.

Cuando se relaciona el VAC con alguna variable del proyecto, se convierte en indicador costo – eficiencia. Para la selección de una de las alternativas, se debe elegir aquella cuyo VAC sea el menor, manteniendo los mismos beneficios.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> <http://oscardenas.blogspot.com/2008/05/costo-beneficio-vs-costo-eficiencia.html>

<sup>19</sup> <http://www.eclac.org/ilpes/noticias/paginas/2/33602/TercerModulo.pdf>

### ***EVALUACIÓN DE PRIMERA ALTERNATIVA***

Los cálculos de VAC se realizan mediante la tabla 3.20. De esta manera el cálculo de VAC para la primera alternativa, con un  $r$  de 0.12 y un período de 5 años, es el siguiente:

$$VAC = 65062,22 + \frac{28800}{(1 + 0.12)^1} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^2} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^3} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^4} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAC = 65062,22 + \frac{28800}{(1 + 0.12)^1} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^2} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^3} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^4} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAC = 65062,22 + 25714.28 + 22959.18 + 20499.68 + 18303.14 + 16342.28$$

$$\mathbf{VAC = 168880,78}$$

### ***EVALUACIÓN DE SEGUNDA ALTERNATIVA***

Al igual que la evaluación de la primera alternativa, los cálculos de VAC para esta alternativa se realizarán mediante la tabla 3.21, dando los siguientes resultados:

$$VAC = 61540,94 + \frac{28800}{(1 + 0.12)^1} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^2} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^3} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^4} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAC = 61540,94 + \frac{28800}{(1 + 0.12)^1} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^2} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^3} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^4} + \frac{28800}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VAC = 61540,94 + 25714.28 + 22959.18 + 20499.68 + 18303.14 + 16342.28$$

$$\mathbf{VAC = 165359,5}$$

Dados los resultados del cálculo de VAC para las dos alternativas, se puede verificar que el VAC de la segunda alternativa es menor que el de la primera. Por tal motivo la segunda alternativa es la que se debe elegir, pues presenta menores costos de inversión con los mismos beneficios de la primera alternativa.

Por tanto la segunda alternativa, en la cual se realiza la adquisición de nuevos equipos de red para una nueva infraestructura, pero manteniendo dos de los equipos de la red actual, mermando los costos de inversión, debe ser la alternativa que se implementará dado el análisis de beneficios a futuro bajo diferentes valores de inversión.

# CAPITULO 4

## **CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A lo largo de la realización del proyecto de reingeniería de la red del Municipio del Cantón Quinindé, se pudo verificar las diferentes falencias presentes, las mismas que han sido la base primordial para un reajuste de criterios y planteamientos técnicos respecto a los nuevos servicios y aplicaciones que se deban implementar en la nueva red para empleados y usuarios.

En esta sección se mostrarán las diferentes conclusiones y recomendaciones que el presente proyecto ha dejado.

### **4.1 CONCLUSIONES**

Luego de realizado el análisis del estado actual de la red, se pudo notar la cantidad de usuarios que no tenían uso de la misma, ni de sus recursos ni de sus servicios. Esto básicamente merma las condiciones laborales, administrativas y de gestión propia de la entidad. Por tal motivo se propuso un esquema de red completamente nuevo en los que cada usuario disponga de acceso a los recursos y aplicaciones que brinde la nueva red. De esta manera, los procesos que se llevan a cabo dentro del Municipio, mejorarán considerablemente, pues los tiempos de respuesta y ejecución, no solo a la comunidad, sino también internamente, disminuirán de manera que la atención y gestión sean más eficientes.

Existen actualmente departamentos y usuarios, que por estar ubicados en edificios distantes del edificio principal, no disponen de acceso ni a los servicios municipales,

ni a una de las herramientas más útiles en la actualidad: el Internet. Estos departamentos también son importantes en el servicio a la comunidad, pues se tratan de comisarías y demás, que también regulan el entorno de la ciudad.

La nueva red de datos y voz del Municipio de Quinindé, ha sido diseñada para mejorar todos los aspectos administrativos y tecnológicos. De esta manera los beneficiados no solo serán los empleados, al utilizar servicios en línea, sino también la comunidad, que verá como sus requerimientos y solicitudes mejoran notablemente. Para esto, la nueva red dispone de nuevos servicios, como correo electrónico, acceso a Internet, obviamente de manera restringida, sistemas de administración municipal, y principalmente servicios de telefonía, que actualmente está totalmente mal administrada.

La nueva implementación dispondrá de un nuevo sistema de cableado estructurado, basado en todos los estándares y requerimientos propios de un sistema certificado. De igual manera, está diseñado con criterios de expansión, permitiendo en un futuro, el crecimiento de la red y de usuarios. Los elementos físicos involucrados en este nivel, han sido escogidos con criterios técnicos, para que las aplicaciones y servicios de los usuarios presenten los menores tiempos de retardo y sean eficaces en su ejecución. Este sistema se ha diseñado para que cada uno de los departamentos disponga de acceso a la red, no solo en el edificio principal, sino también, en los demás edificios.

La red de datos, presentaba restricción en el acceso a varias aplicaciones a la mayoría de usuarios. Por tal motivo, cada usuario dispondrá de acceso a todos los recursos de red, previamente asignados. Los nuevos servicios a implementarse, permitirán que se tenga una mejor interacción, tanto interna, entre empleados, como externa, hacia la comunidad, pues se dispondrá de servicios propios para



comunicación en línea. La infraestructura de red diseñada, en todos sus niveles, permitirá que todas estas aplicaciones y servicios, se ejecuten y se transmitan de manera confiable, dando como resultado una disponibilidad adecuada para que los usuarios no presenten caídas, intermitencias o degradaciones en el uso de las mismas.

En la nueva red de datos, adicionalmente se tendrá en cuenta un sistema de call center, encargado de recibir de parte de la comunidad: solicitudes, denuncias, quejas, requerimientos y sugerencias, a fin de evitar que se acerque a las instalaciones de la entidad. De igual manera al poseer un servicio Web, los ciudadanos podrán consultar en línea a través de Internet, noticias, proyectos, impuestos y demás información que el Municipio entregue a su comunidad a través de su respectivo portal Web.

Al igual que la red de datos, la red de voz requería un rediseño completamente nuevo, en el cual, se administre y asigne recursos a la mayoría de empleados y departamentos, de tal manera que exista una mejor interacción. Esta red de voz, se basa completamente en sistemas de telefonía IP, es decir que bajo el mismo medio de transmisión se enviarán aplicaciones de voz y datos. A tal punto que en un puesto de trabajo, cada usuario dispondrá únicamente de un punto de red, del cual vendrá la conexión al equipo telefónico, y del mismo hacia la estación de trabajo, generando un ahorro económico y de espacio en inversión de cableado y demás. Todas las configuraciones concernientes a este sistema se las hará en los niveles de red correspondientes, donde se implementarán criterios de calidad de servicio, niveles de ancho de banda y recursos de red, con el fin de mantener el servicio telefónico funcionando de manera adecuada, sin presentar los problemas básicos como latencias, pérdida de paquetes de voz o incluso voz robótica o degradación.

---

En cuanto a los diferentes equipos a utilizarse, sean estos switches, Router, teléfonos IP o la central telefónica IP, presentan una factibilidad técnica acorde a los requerimientos de la red. Es decir que las características físicas y operativas propiamente dichas, permitirán que no existan latencias o disminución de rendimiento en el uso de los diferentes sistemas y aplicaciones a implementarse. Esto quiere decir que los usuarios podrán hacer uso eficiente de los recursos de la red, sin observar o percibir síntomas de lentitud o falta de disponibilidad.

La marca CISCO, y sus diferentes equipos de Networking y conectividad, se caracterizan básicamente por su robustez y confiabilidad, pues sus características tanto de operación y mantenimiento, han logrado que la mayoría de empresas sean de mediano o gran tamaño implementen su sistema de comunicaciones en base a esta marca comercial, tanto por el soporte técnico como comercial, en cuanto a garantías se refiere. Por tanto y debido a los parámetros y requerimientos establecidos como condicionantes por parte del personal encargado de las tecnologías de información del Municipio, se han buscado los equipos que mejores cualidades técnicas puedan brindar a la Red, para su óptimo desempeño. Estos equipos están en la completa capacidad de soportar tanto el tráfico de red de acceso como el tráfico de core, a fin de evitar que existan cuellos de botella en horas de gran demanda de recursos. Adicionalmente se han investigado las características físicas con el fin de abastecer a la cantidad de usuarios reales y potenciales de la nueva red, no solo a corto plazo, si no a mediano, pues los requerimientos permitirán un operatividad de 10 años como mínimo.

En cuanto a costos de inversión y del proyecto, por tratarse de una entidad pública, se requiere que los mismos sean estudiados y adecuados a los respectivos presupuestos, pero sin sacrificar el beneficio que se obtendrá del mismo. Por tal motivo se obtuvo presupuestos y proformas formales de un proveedor específico, el cual ofrece características indispensables al momento de contratar: garantía y

soporte técnico. Para la elección de las alternativas propuestas, se utilizaron criterios de evaluación de proyectos, en el cual mediante proyecciones y cálculos de costos en tiempo actual con beneficios futuros, se realizó la elección de la mejor alternativa para la implementación de la nueva red.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

Dadas las nuevas características de la red, se requiere capacitar a cada uno de los empleados y usuarios sobre las políticas de red y uso de sus recursos y aplicaciones. De esta manera cada usuario se hará responsable tanto de su estación de trabajo y teléfono IP, así como de su uso y aplicación. Adicionalmente se les debe hacer conocer que bajo toda esta nueva tecnología e infraestructura, existe una inversión económica, la cual debe ser retribuida con su buen uso.

La administración de red, tanto como su monitoreo y gestión, deberá estar a cargo de un personal capacitado y correcto en sus funciones. Es decir que el personal del Departamento de Sistemas debe conocer todo el funcionamiento de la red, sus servicios, aplicaciones e infraestructura. De esta manera en caso de que surja alguna eventualidad, puedan resolverla de manera eficiente y eficaz. De igual forma se debe tener un control sobre el uso de los diferentes recursos, por parte de los usuarios, con el fin de evitar saturaciones en la red o malgasto de la misma.

El ingreso a los cuartos de equipos, debe ser mantenido a cargo de bitácoras y registros. De esta manera en caso de auditorías al área informática y tecnológica se puede verificar la información pertinente. De igual forma el personal de Sistemas deberá estar a cargo de administrar correctamente los servidores y aplicaciones,

asignando adecuadamente los respectivos recursos de red, para que los mismos no se saturen y presenten latencias a los requerimientos.

Se debe también llevar a cabo controles mensuales, semestrales y anuales de mantenimientos, tanto a las estaciones de trabajo, equipos telefónicos, como a los servidores y equipos de Networking. Estos mantenimientos pueden estar a cargo de personal técnico contratado bajo la supervisión del Departamento de Sistemas, o bajo la ejecución del mismo departamento. De esta manera el tiempo de vida útil de la red, no disminuirá y permitirá que la validez de este proyecto se mantenga.

El cantón presenta varias parroquias rurales, las cuales pueden integrarse a la Intranet del Municipio de Quinindé. Para lo cual se requerirían dimensionamientos de tráfico a nivel de de área extendida para cada una de las juntas parroquiales que lo hagan. El sistema diseñado, permite esta interconexión, únicamente se requería redimensionar el tráfico de salida a Internet, aumentándolo de acuerdo a las mediciones de tráfico obtenidas en cada localidad. Mediante este posible proyecto, el Cantón Quinindé estaría a la par de Entidades Municipales de ciudades grandes del Ecuador, mejorando así el nivel de vida de sus habitantes.

En los edificios externos, donde funcionan otros departamentos, por su distancia y para evitar tiempos altos de respuesta de parte del personal encargado de los servicios y aplicaciones de la red, se deberá capacitar a un empleado de cualquier departamento encargado de realizar algún proceso de troubleshooting, antes de escalar al Departamento de Sistemas para su revisión.

El comportamiento de la red, sus aplicaciones y recursos, pueden ir cambiando paulatinamente, o presentar cambios que pueden ser físicos o lógicos, como por ejemplo el aumento de departamentos, aumento de empleados, interconexión hacia redes externas, modificación de la estructura departamental y hasta cambio de espacios físicos (obras civiles), por tanto se deben realizar estudios periódicos del comportamiento de la red en base a los cambios que se estén presentando, para proceder con los reajustes necesarios, con el fin de no decaer en rendimiento de la red.

Los empleados del Departamento de Sistemas, encargados de la administración, operación y mantenimiento de la red, deben tener claro el funcionamiento de la nueva red, así como de los conocimientos básicos para brindar un soporte de Help Desk a los diferentes usuarios cuando estos presenten un problema. Estos conocimientos no necesariamente deben ser avanzados, pero si los suficientes para dar una solución de primera línea. Para lo cual se deben tomar en cuenta mecanismos de capacitación constante a dicho personal.

Se debe comunicar a la comunidad, la existencia de una nueva tecnología en el Municipio de Quinindé, haciendo hincapié en la forma en la que los requerimientos y solicitudes de los habitantes serán tratados de manera más eficiente, al evitar tiempos altos en procesos de ejecución administrativa.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

- [1] TANENBAUM, Andrew S; Redes de Computadoras. Cuarta Edición. Prentice Hall.2003.
- [2] STALLINGS, William; Comunicaciones y Redes de Computadoras. Séptima Edición. Pearson.2004.
- [3] COMER, Douglas E, STEVENS, David L; Interconectividad de con TPC/IP. Tercera Edición. Pearson.2000.

### FOLLETOS

- [4] Curriculum Academia de Networking CISCO CCNA. Módulos 1, 2, 3 y 4.
- [5] HIDALGO, Pablo. Folleto de LAN (Redes de Área Local). EPN.
- [6] HIDALGO, Pablo. Folleto de Redes TCP/IP. EPN.
- [7] FLORES, Fernando. Folleto de Sistemas de Cableado Estructurado. EPN.
- [8] CALDERON, Xavier. Apuntes de asignatura Administración y Gestión de Redes. EPN.
- [9] CHANCUSIG, Rodrigo. Apuntes de asignatura Evaluación de Redes. EPN.
- [10] CARRION, Hugo. Ingeniería de Tráfico de Telecomunicaciones. Revisión 4.

## **TESIS**

[11] CARRASCO Ruano, María Soraya; PARRA Mora, Esther María. Reingeniería de una red de datos corporativa para la Universidad de Las Américas, Sede Quito: Análisis, Lineamientos y aplicación. Julio 2007.

[12] ROMÁN Segovia, Francisco Javier. Reingeniería de la Intranet de la empresa Tecnomega C.A. Junio 2008

## **PÁGINAS WEB**

[13] ANÓNIMO

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/garduno\\_a\\_f/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo1.pdf)

[14] SIRGO J. A. / GONZALEZ, Rafael. TEMA 4B. Diseño de Redes Locales

<http://www.isa.uniovi.es/docencia/redes/Apuntes/tema4b.pdf>

[15] FERRER, Rodrigo. Diseño de redes LAN

[http://www.sisteseg.com/files/Microsoft\\_Word\\_-RED\\_LAN\\_Y\\_SU\\_TECNOLOGIA.pdf](http://www.sisteseg.com/files/Microsoft_Word_-RED_LAN_Y_SU_TECNOLOGIA.pdf)

[16] ANONIMO.

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/guevara\\_j\\_j/cap5.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/guevara_j_j/cap5.pdf)

[17] ANONIMO.

[http://www.almacen-informatico.com/CISCO\\_switch-catalyst--2950-series-WS-C2950-24\\_22682\\_p.htm](http://www.almacen-informatico.com/CISCO_switch-catalyst--2950-series-WS-C2950-24_22682_p.htm)

**[18]** ANONIMO

<http://www.abox.com/productos.asp?pid=597>

**[19]** ANONIMO

<http://www.pchardware.es/tienda/producto/redes/telefon%C3%AD-ip/cisco-ip-phone-7911g>

**[20]** ANONIMO

<http://www.masoportunidades.com.ar/aviso/3804268-cisco2821-ccme-k9-router-cisco-2821-voice-bundle-incluye-pvd-disponible-en-buenos-aires>

**[21]** ANONIMO

[http://www.olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://www.olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)

**[22]** ANONIMO

<http://www.microsoft.com/latam/windowsserver2008/evaluation/overview.msp>

**[23]** ANONIMO

[www.uv.es/montanan/redis/redis98.ppt](http://www.uv.es/montanan/redis/redis98.ppt)