

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REDISEÑO DE LA RED DE DATOS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PUJILÍ PARA EL
SOPORTE DE MULTISERVICIOS Y LA INTERCONEXIÓN CON SUS
DEPENDENCIAS

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN

MILTON JAVIER MADRID HERRERA

javamahecat@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. WILLIAMS FERNANDO FLORES CIFUENTES.

fernando.flores@epn.edu.ec

Quito, Julio 2012

DECLARACIÓN

Yo, Milton Javier Madrid Herrera, 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.

Milton Javier Madrid Herrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Milton Javier Madrid Herrera, bajo mi supervisión.

Ing. Williams Fernando Flores Cifuentes

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Fernando Flores por su valiosa guía y sus conocimientos impartidos para llegar a la culminación del presente proyecto.

A todo el personal del GADM del Cantón Pujilí por toda esa colaboración brindada durante la elaboración del presente proyecto, en especial al Abg. Rubén Jácome por su predisposición y colaboración.

A toda mi familia y amigos quienes de una u otra forma colaboraron con la realización de este proyecto.

Milton Javier Madrid Herrera

DEDICATORIA

A Dios, por toda esa sabiduría recibida.

A mis padres por todo ese apoyo y fuerza brindada para poder alcanzar una de mis metas profesionales. A mis hermanos que siempre han estado dándome su apoyo incondicional.

A mi esposa e hijo que son mi inspiración e impulso para seguir cumpliendo mis metas y sueños.

A todos quienes creyeron en mí.

Milton Javier Madrid Herrera

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 MODELOS DE REFERENCIA	1
1.2.1 MODELO DE REFERENCIA OSI	1
1.2.2 MODELO TCP/IP	3
1.3 RED DE DATOS	4
1.3.1 TIPOS DE REDES	4
1.3.1.1 Redes de Área Local	4
1.3.1.1.1 Características de las Redes de Área Local	5
1.3.1.2 Redes de Área Metropolitana	5
1.3.1.2.1 Características de las redes MAN (Metropolitan Area Network)	6
1.3.1.3 Redes de Área Extendida	6
1.3.1.3.1 Características de las Redes de Área Extendida	7
1.3.2 TOPOLOGÍAS DE RED	7
1.3.2.1 Topología en Anillo	7
1.3.2.2 Topología en Árbol o Jerárquica	8
1.3.2.3 Topología en Malla	9
1.3.2.4 Topología en Bus	9
1.3.2.5 Topología en Estrella	10
1.4 TECNOLOGÍA ETHERNET	10
1.5 SERVICIOS DE TIEMPO REAL	12
1.5.1 SERVICIO DE TELEFONÍA IP	12
1.5.1.1 Estándar H.323	13
1.5.1.2 Protocolos de H.323	13
1.5.1.3 Componentes de H.323	13
1.5.1.4 Estándar SIP (Session Initiation Protocol - Protocolo de Inicio de Sesiones)	15

1.5.1.5	Protocolos de SIP	15
1.5.1.6	Componentes de SIP	16
1.5.2	SERVICIO DE VIDEOVIGILANCIA SOBRE IP	16
1.5.2.1	Componentes Videovigilancia	17
1.5.2.2	Ventajas de la Video Vigilancia	17
1.6	SEGURIDAD EN LAS REDES.....	18
1.6.1	PARÁMETROS PARA ESTABLECER POLÍTICAS DE SEGURIDAD ...	18
CAPÍTULO 2		20
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTÓN PUJILÍ		20
2.1	INTRODUCCIÓN	20
2.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN	20
2.2.1	MISIÓN.....	20
2.2.2	VISIÓN	21
2.2.3	OBJETIVOS	21
2.2.4	ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL	22
2.3	ENCUESTA AL PERSONAL DEL GADM DE PUJILÍ	26
2.3.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA	26
2.3.2	USUARIOS DEL GOBIERNO MUNICIPAL Y DEPENDENCIAS	36
2.3.2.1	GADM del Cantón Pujilí	36
2.3.2.1.1	Palacio Municipal.....	36
2.3.2.1.2	Biblioteca Municipal	37
2.3.2.2	Patronato de Amparo Social “Niño de Isinche”.....	38
2.3.2.3	Bodegas Municipales	38
2.3.2.4	Hogar de Vida	39
2.4	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED PASIVA DEL GADM DEL CANTÓN PUJILÍ Y SUS DEPENDENCIAS	39
2.4.1	CABLEADO ESTRUCTURADO	39
2.4.1.1	Cuarto de Telecomunicaciones	40
2.4.1.2	Cuarto de Equipos.....	40
2.4.1.3	Cableado Vertical	41

2.4.1.4	Cableado Horizontal.....	42
2.4.1.5	Área de Trabajo.....	43
2.5	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED ACTIVA DEL GOBIERNO MUNICIPAL Y SUS DEPENDENCIAS.....	43
2.5.1	DIAGRAMA ACTUAL DE LA RED DE DATOS	43
2.5.2	DIRECCIONAMIENTO IP.....	45
2.5.3	EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED.....	47
2.5.3.1	Equipos de Conectividad.....	47
2.5.3.2	Servidores	48
2.5.4	SERVICIOS Y APLICACIONES	48
2.5.4.1	Sistema Informático SIG-AME.....	49
2.5.4.2	Lector de Huella	49
2.5.4.3	Acceso a Internet	49
2.5.4.4	Telefonía en el Gobierno Municipal y Dependencias	50
2.6	SEGURIDAD EN EL GOBIERNO MUNICIPAL.....	52
2.7	REQUERIMIENTOS PARA LA NUEVA RED MULTISERVICIOS	53
CAPÍTULO 3	54
REDISEÑO DE LA RED.....		54
3.1	INTRODUCCIÓN	54
3.2	SERVICIOS SOPORTADOS POR LA RED MULTISERVICIOS	54
3.2.1	ACCESO A INTERNET	55
3.2.1.1	Acceso a Páginas Web	55
3.2.1.2	Correo Electrónico.....	56
3.2.1.3	Descarga de Archivos	56
3.2.1.4	Mensajería Instantánea.....	57
3.2.1.5	Dimensionamiento del Acceso a Internet	57
3.2.2	TELEFONÍA IP	59
3.2.2.1	Canales hacia la PSTN	61
3.2.3	VIDEOVIGILANCIA IP.....	63
3.2.4	SIG-AME	66
3.2.5	LECTOR DE HUELLA	66

3.3	DIMENSIONAMIENTO DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS HACIA LAS DEPENDENCIAS	67
3.3.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DATOS	67
3.3.2	DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE VOZ	68
3.3.3	CAPACIDAD ESTIMADA PARA LOS ENLACES INALÁMBRICOS.....	69
3.4	DISEÑO DE LA RED PASIVA	71
3.4.1	DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE RED	71
3.4.2	DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO	73
3.4.2.1	Palacio Municipal	74
3.4.2.1.1	Cuarto de Equipos	74
3.4.2.1.2	Cuarto de Telecomunicaciones	76
3.4.2.1.3	Cableado Horizontal	78
3.4.2.1.4	Cableado Vertical	81
3.4.2.1.5	Área de Trabajo	82
3.4.2.2	Dependencia Patronato Municipal.....	83
3.4.2.2.1	Cuarto de Equipos	83
3.4.2.2.2	Cuarto de Telecomunicaciones	84
3.4.2.2.3	Cableado Horizontal	85
3.4.2.2.4	Cableado Vertical	86
3.4.2.2.5	Área de Trabajo	86
3.4.2.3	Dependencia Bodegas Municipales	87
3.4.2.3.1	Cuarto de Equipos	87
3.4.2.3.2	Cableado Horizontal	87
3.4.2.3.3	Área de Trabajo	88
3.4.2.4	Dependencia Hogar de Vida	88
3.4.2.4.1	Cuarto de Equipos	89
3.4.2.4.2	Cableado Horizontal	89
3.4.2.4.3	Área de Trabajo	90
3.5	DISEÑO DE LA RED ACTIVA	90
3.5.1	DISEÑO LÓGICO.....	91
3.5.1.1	Distribución de VLANs	91

3.5.1.1.1	Palacio Municipal	91
3.5.1.1.2	Patronato Municipal	92
3.5.1.1.3	Bodegas Municipales.....	93
3.5.1.1.4	Hogar de Vida.....	93
3.5.1.2	Direccionamiento IP	94
3.5.1.3	Diagrama Lógico de la Nueva Red para el soporte de Multiservicios 95	
3.5.2	EQUIPOS DE CONECTIVIDAD	98
3.5.2.1	Palacio Municipal	98
3.5.2.1.1	Cuarto de Equipos	98
3.5.2.1.2	Cuarto de Telecomunicaciones	100
3.5.2.2	Patronato Municipal.....	101
3.5.2.2.1	Cuarto de Equipos	101
3.5.2.2.2	Cuarto de Telecomunicaciones	101
3.5.2.3	Bodegas Municipales	102
3.5.2.3.1	Cuarto de Equipos	102
3.5.2.4	Hogar de Vida	103
3.5.2.4.1	Cuarto de Equipos	103
3.5.3	INTEGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP	104
3.5.4	INTEGRACIÓN DE LA VIDEOVIGILANCIA IP.....	107
3.5.4.1	Ubicación.....	108
3.5.4.2	Seguridad	108
3.5.4.3	Equipos	108
3.5.4.4	Monitoreo	109
3.5.5	INTEGRACION de LA RED INALÁMBRICA	109
3.5.5.1	Ubicación.....	110
3.5.5.2	Seguridad	110
3.5.5.3	Equipos	110
3.5.6	SERVIDORES	111
3.5.6.1	Ventajas	111
3.5.6.2	Desventajas.....	112

3.5.7 REUTILIZACIÓN DE EQUIPOS	113
3.6 POLÍTICAS DE SEGURIDAD	114
3.6.1 POLÍTICAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA RED	114
3.6.2 POLÍTICAS PARA HARWARE Y SOFTWARE DE LA RED	115
3.6.3 POLÍTICAS PARA USUARIOS DE LA RED	115
CAPÍTULO 4	117
COSTOS REFERENCIALES, IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS	117
4.1 INTRODUCCIÓN	117
4.2 COSTOS REFENCIALES DE LA RED PASIVA	117
4.2.1 CANALETAS Y ACCESORIOS.....	117
4.2.2 TUBERÍA Y ACCESORIOS.....	118
4.2.3 CABLES Y ACCESORIOS	119
4.2.4 RACKS Y ACCESORIOS.....	120
4.2.5 COSTO TOTAL DE LA RED PASIVA	120
4.3 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED ACTIVA	121
4.3.1 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD	121
4.3.1.1 Alternativa CISCO	121
4.3.1.1.1 Router.....	122
4.3.1.1.2Switch Central y Servidores.....	122
4.3.1.1.3Switch de Acceso	124
4.3.1.1.4Teléfonos IP.....	125
4.3.1.1.5Cámaras IP.....	126
4.3.1.1.6Access Point.....	127
4.3.1.1.7Costo referencial de la alternativa CISCO	128
4.3.1.2 Alternativa HP	128
4.3.1.2.1 Router.....	129
4.3.1.2.2Switch Central y Servidores.....	129
4.3.1.2.3Switch de Acceso	130
4.3.1.2.4Teléfonos IP.....	131
4.3.1.2.5Cámaras IP.....	132

4.3.1.2.6	Access Point	132
4.3.1.2.7	Costo referencial de la alternativa HP	133
4.3.1.3	Alternativa D-Link	134
4.3.1.3.1	Router	134
4.3.1.3.2	Switch Central y Servidores	135
4.3.1.3.3	Switch de Acceso	135
4.3.1.3.4	Teléfonos IP	136
4.3.1.3.5	Cámaras IP	137
4.3.1.3.6	Access Point	138
4.3.1.3.7	Costo referencial de la alternativa D-Link	138
4.3.2	SERVIDORES	139
4.3.2.1	Alternativa IBM	139
4.3.2.2	Alternativa HP	140
4.3.2.3	Alternativa SUN	141
4.3.3	ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA	142
4.3.4	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	143
4.4	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	143
4.4.1	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD Y SERVIDORES	144
4.4.1.1	Configuración de Routers y Switches	145
4.4.1.2	Servidor de Telefonía IP sobre Asterisk	145
4.4.1.2.1	Sip.conf	149
4.4.1.2.2	Features.conf	150
4.4.1.2.3	Voicemail.conf	152
4.4.1.2.4	Meetme.conf	153
4.4.1.2.5	Extensions.conf	153
4.4.1.2.6	Cdr_pgsql.conf	157
4.4.1.2.7	Configuración Teléfono IP	159
4.4.1.2.8	Configuración Softphone	159
4.4.1.3	Servidor de Videovigilancia sobre ZoneMinder	160
4.4.1.3.1	Configuración cámara IP	165

4.4.1.4 Servidor de correo sobre Zimbra.....	165
4.4.2 PRUEBAS	169
4.4.2.1 Telefonía IP	169
4.4.2.2 Videovigilancia IP	174
4.4.2.3 Correo Electrónico.....	177
4.4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	178
CAPÍTULO 5	180
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	180
5.1 CONCLUSIONES	180
5.2 RECOMENDACIONES.....	182
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
LIBROS Y FOLLETOS	183
PROYECTOS DE TITULACIÓN	183
PÁGINAS WEB.....	184
ANEXOS	186
ANEXO 1	186
ANEXO 2	186
ANEXO 3	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo en Capas OSI.....	2
Figura 1.2 Modelo TCP/IP.....	3
Figura 1.3 Diagrama de una red LAN.....	5
Figura 1.4 Diagrama de una red MAN.....	6
Figura 1.5 Diagrama de una red WAN.....	7
Figura1.6 Topología en Anillo.....	8
Figura 1.7 Topología en Árbol.....	8
Figura 1.8 Topología en Malla.....	9
Figura 1.9 Topología en Bus.....	9

Figura 1.10 Topología en Estrella.	10
Figura 1.11: Diagrama de capas del estándar H.323.	15
Figura 2.1 Diagrama de Bloques del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí.	25
Figura 2.2 Computador para trabajar.	27
Figura 2.3 Tipo de computador.	27
Figura 2.4 Tipo de procesador.	28
Figura 2.5 Memoria RAM	28
Figura 2.6 Capacidades de disco duro.....	29
Figura 2.7 Tecnología de la tarjeta de red.....	29
Figura 2.8 Sistemas operativos.	30
Figura 2.9 Conexión a internet.	30
Figura 2.10 Velocidad de internet.....	31
Figura 2.11 Aplicaciones frecuentes.	31
Figura 2.12 Si tiene o No Telefonía.....	32
Figura 2.13 Líneas telefónica o extensiones.....	33
Figura 2.14 Telefonía individual o compartida.....	33
Figura 2.15 Llamadas promedio por hora.....	34
Figura 2.16 Llamadas telefónicas/hora fuera del GADM.....	34
Figura 2.17 Llamadas telefónicas/hora al interior del GADM.....	35
Figura 2.18 Impresora es individual o compartida.....	35
Figura 2.19 Acceso a internet Inalámbrico dentro del GADM.....	36
Figura 2.20 Equipo de la Dirección Financiera.....	40
Figura 2.21 Nodo 1 Palacio Municipal-Informática.....	41
Figura 2.22 Nodo 2 del Palacio Municipal-Secretaria General.....	41
Figura 2.23 Cuarto de Equipos Patronato Municipal.....	41
Figura 2.24 Cableado Vertical Biblioteca Municipal.	42
Figura 2.25 Cableado UTP del Palacio Municipal-Obras Públicas.....	43
Figura 2.26 Diagrama de la Red Actual del GADM del Cantón Pujilí.....	44
Figura 2.27 Diagrama Lógico de Red de Datos.....	46
Figura 2.28 Equipos de Acceso.....	47
Figura 2.29 Lector Biométrico.....	49

Figura 2.30 Diagrama de la Telefonía en el GADM.....	52
Figura 3.1 Número de canales hacia la PSTN.	62
Figura 3.2 Diagrama de los enlaces inalámbricos a cada dependencia.....	70
Figura 3.3 Distancias recomendadas par cableado horizontal.....	79
Figura 3.4 Diagrama Lógico de la Nueva Red.....	97
Figura 4.1 Router de la alternativa Cisco.	122
Figura 4.2 Switch central de la alternative Cisco.....	123
Figura 4.3 Switches de acceso de la alternativa Cisco.	124
Figura 4.4 Teléfonos IP de la alternativa Cisco.....	125
Figura 4.5 Cámara IP de la alternativa Cisco.....	126
Figura 4.6 Access Point de la alternativa Cisco.	127
Figura 4.7 Router de la alternativa HP.	129
Figura 4.8 Switch central y para servidores de la alternativa HP.	130
Figura 4.9 Switch de Acceso de la alternativa HP.....	131
Figura 4.10 Teléfono IP de la alternativa HP.....	131
Figura 4.11 Cámara Vivotek IP8362.	132
Figura 4.13 Router de la alternativa D-Link.....	134
Figura 4.14 Switch central y servidores de la alternativa D-Link.	135
Figura 4.15 Swithes de acceso de la alternativa D-Link.....	136
Figura 4.16 Teléfono IP de la alternativa D-Link	137
Figura 4.17 Cámara IP de a alternativa D-Link.	137
Figura 4.18 Access Point de la alternativa D-Link.....	138
Figura 4.19 Servidor IBM System x3550.....	140
Figura 4.20 Servidor HP ProLiant DL360 G7.	141
Figura 4.21 Servidor SUN FIRE X4170 M2.....	141
Figura 4.22 Diagrama del prototipo a implementarse.....	144
Figura 4.25 Consola de comandos de asterisk.	147
Figura 4.26 Archivo de configuración chan_dahdi.conf.....	148
Figura 4.27 Archivo de configuración dahdi-channels.conf	149
Figura 4.28 Configuración del contexto general en sip.conf.....	150
Figura 4.29 Configuración de los canales SIP en sip.conf	151

Figura 4.30 Configuración del archivo features.conf.	151
Figura 4.31 Archivo de configuración voicemail.conf.	152
Figura 4.32 Archivo de configuración meetme.conf.	153
Figura 4.33 Configuración general del archivo extensions.conf.	154
Figura 4.34 Contextos creados para dar privilegios a los canales SIP.....	154
Figura 4.35 Contextos <i>interno</i> y <i>buzon_voz</i> del extensions.conf.....	155
Figura 4.36 Contextos de salida hacia la red PSTN y celular	155
Figura 4.37 Contextos para el manejo de salas de conferencia.....	156
Figura 4.38 Contexto <i>ivr_menu</i> del archivo extensions.conf	156
Figura 4.39 Configuración del archivo pg_hba.conf	157
Figura 4.40 Tabla cdr creada en postgres.....	158
Figura 4.41 Configuración del archivo cdr_pgsql.conf.....	158
Figura 4.42 Conexión con la base de datos asteriskDB a través de pgadmin3.....	159
Figura 4.43 Configuración del teléfono IP Grandstream	160
Figura 4.44 Configuración de un canal SIP en zoiper.	160
Figura 4.45 Creación de la base zm en mysql	161
Figura 4.46 configuración de la base de datos zm	162
Figura 4.47 Ingreso a ZonMinder.	162
Figura 4.48 Configuración de la pestaña General	163
Figura 4.49 Configuración de la pestaña Origen	164
Figura 4.50 Monitor de prueba de la cámara IP.	164
Figura 4.51 Configuración cámara IP Foscam	165
Figura 4.52 Configuración del archivo named.com	166
Figura 4.53 Configuración del archivo gadmcp.gob.ec.zone.....	166
Figura 4.54 Prueba de resolución del dominio	167
Figura 4.55 Configuración del password para administrador de Zimbra.	168
Figura 4.56 Consola de administración de Zimbra.	168
Figura 4.56 Cuentas de usuario del servidor Zimbra.....	169
Figura 4.57 Llamada entre dos extensiones de la PBX.....	170
Figura 4.58 Recepción desde un softphone.....	170
Figura 4.59 Funcionalidad del buzón de voz de Asterisk.	171

Figura 4.60 Correo electrónico desde Asterisk.....	171
Figura 4.61 Funcionalidad de la salas de conferencia.	172
Figura 4.62 Transferencia de llamadas.	173
Figura 4.63 Registro de las llamadas en la base de datos de Postgresql.	173
Figura 4.64 Llamada hacia la PSTN desde la PBX del prototipo.	174
Figura 4.65 Interfaz principal de ZoneMinder.	175
Figura 4.67 Eventos capturados por la cámara de prueba.....	176
Figura 4.68 Mandos de movimiento de la cámara de prueba.	176
Figura 4.69 Correo de prueba enviado a un usuario.	177
Figura 4.70 Mensajería instantánea en Zimbra.	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tecnologías Ethernet	11
Tabla 2.1 Usuarios del Palacio Municipal.....	37
Tabla 2.2 Usuarios del Edificio Biblioteca Municipal	38
Tabla 2.3 Usuarios de la Dependencia “Patronato Municipal”.....	38
Tabla 2.4 Usuarios de la Dependencia “Bodegas Municipales”.....	39
Tabla 2.5 Usuarios de la Dependencia Hogar de Vida.....	39
Tabla 2.5: Equipos de Conectividad.....	48
Tabla 2.6: Servidores del Gobierno Municipal y dependencias.....	48
Tabla 2.7: Líneas telefónicas y extensiones del Gobierno Municipal y Dependencias.	51
Tabla 3.1: Capacidad de las aplicaciones hacia el internet.....	58
Tabla 3.2: Cálculo de la capacidad requerida por dependencia.....	59
Tabla 3.3: Principales códec para compresión de voz	59
Tabla 3.4 Tamaño de un paquete de voz para un enlace inalámbrico	61
Tabla 3.5: Formatos de video en función de su resolución y compresión	63
Tabla 3.6: Tamaño de encapsulamiento que introducen los protocolos.....	64
Tabla 3.7: Capacidad de los servicios de datos de la intranet.....	67

Tabla 3.8: Capacidad para datos requerida de cada dependencia	68
Tabla 3.9: Cálculo de la capacidad simultánea para voz en cada dependencia	69
Tabla 3.10: Calculo de la capacidad para voz de cada dependencia.....	69
Tabala3.11: Capacidad requerida por cada enlace inalámbrico.....	70
Tabla 3.12: Total de puntos de red a considerarse en el cableado estructurado	72
Tabla 3.13: Puntos de red hacia el Cuarto de Equipos	75
Tabla 3.14: Elementos activos y pasivos del rack R01	76
Tabla 3.15: Puntos de red hacia el Cuarto de Telecomunicaciones.....	77
Tabla 3.16: Elementos activos y pasivos del rack R02	77
Tabla 3.17: Capacidad de canaletas plásticas.	79
Tabla 3.18: Elementos del cableado horizontal Palacio Municipal	80
Tabla 3.19: Elementos de cableado vertical del Palacio Municipal	82
Tabla 3.20: Accesorios para el área de trabajo Palacio Municipal	83
Tabla 3.21: Puntos de red edificio Biblioteca General.....	83
Tabal 3.22: Elementos activos y pasivos del rack R03	84
Tabla 3.23 Puntos de red edificio Patronato Municipal	84
Tabal 3.24: Elementos activos y pasivos del rack R04	85
Tabla 3.25: Elementos del cableado horizontal Patronato Municipal	85
Tabla 3.26: Elementos de cableado vertical del Patronato Municipal	86
Tabla 3.27: Elementos para el área de trabajo Patronato Municipal.....	86
Tabla 3.28: Puntos de red de las Bodegas Municipales.....	87
Tabal 3.29: Elementos activos y pasivos del rack R05	87
Tabla 3.30: Elementos del cableado horizontal Bodegas Municipales.....	88
Tabla 3.31: Elementos para el área de trabajo Bodegas Municipales.....	88
Tabla 3.32: Puntos de red del Hogar de Vida.....	89
Tabla 3.33: Elementos activos y pasivos del rack R06	89
Tabla 3.34: Elementos del cableado horizontal Bodegas Municipales.....	90
Tabla 3.35: Elementos para el área de trabajo Hogar de Vida.....	90
Tabla 3.36: Direccionamiento IP de la Nueva Red.....	95
Tabal 3.37: Direcciones IP utilizadas y libres de cada subred.....	95
Tabla 3.38: Características del router de la red.....	99

Tabla 3.39 Características de los switches de la red.	100
Tabla 3.40 Características del switch del cuarto telecomunicaciones del NI.	102
Tabla 3.41 Características del switch de las dependencias BM y HV.	103
Tabla 3.42 Características de los teléfonos IP.	107
Tabla 3.43 Características de las cámaras IP.	109
Tabla 3.44 Características de los access points.	111
Tabla 3.45: Equipos reutilizables para la nueva red.	114
Tabla 3.46 Resumen de equipos para la nueva la red.	114
Tabla 4.1: Costo total de las canaletas y accesorios.	118
Tabla 4.2: Costo total de la tubería conduit y accesorios.	119
Tabla 4.3: Costo total de cables y accesorios.	119
Tabla 4.4: Costo total de rack y accesorios.	120
Tabla 4.5: Costo referencial de la red pasiva.	121
Tabla 4.6: Costo referencial de alternativa CISCO.	128
Tabla 4.7: Costo referencial de alternativa HP.	133
Tabla 4.8: Costo referencial de alternativa D-Link.	139
Tabla 4.9 Costos referencial del servidor de la alternativa IBM.	140
Tabla 4.10 Costo servidor de la alternativa HP.	141
Tabla 4.11: Costo servidor de la alternativa SUN.	142
Tabla 4.12 Costo total del proyecto.	143

RESUMEN

Se realiza el Rediseño de la Red de Datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pujilí para el soporte de multiservicios y la interconexión con sus dependencias, en base a fundamentos teóricos e información recopilada del Palacio Municipal y de sus dependencias. También se presenta un costo referencial del proyecto, como también se implementa un prototipo de la red rediseñada.

En el capítulo 1, se realiza una recopilación de la información necesaria para el proyecto: conceptos, normas y definiciones de los servicios que soportará la red rediseñada como son datos, voz y video.

En el capítulo 2, se realiza una encuesta al personal del GADM del Cantón Pujilí para conocer el estado de sus computadores, las aplicaciones que frecuentemente utilizan y la disposición de telefonía en cada uno de sus puestos de trabajo. Se realiza la tabulación de las encuestas realizadas. Se detalla la situación actual de la red activa y pasiva. También se describe la seguridad que existe en la Institución como también los requerimientos para el rediseño de la red.

En el capítulo 3, se lleva a cabo el Rediseño de la Red de Datos del GADM de Cantón Pujilí para el soporte de multiservicios y la interconexión con sus dependencias. Se realiza el cálculo del tráfico tanto de datos, voz y video que circulará por la red. Se realiza el dimensionamiento de los enlaces a las dependencias. Se realiza el diseño de la red pasiva como es el cableado estructurado del Palacio Municipal y cada una de sus dependencias. También se realiza el diseño de la red activa el cual abarca el diseño lógico, equipos de conectividad, integración de la telefonía IP, videovigilancia, red inalámbrica, servidores y reutilización de equipos. Se detalla las políticas de seguridad de la nueva red para la administración, hardware, software y los usuarios.

En el capítulo 4, se establece el costo referencias del proyecto, como es la infraestructura de la red pasiva y activa en base al análisis de tres marcas de equipos existentes en el mercado. También se realiza la implementación, pruebas y análisis de resultados del prototipo de la nueva red multiservicios.

En el capítulo 5, se establecen las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Como anexos, se presentan los documentos más relevantes del presente proyecto.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto pretende llevar a cabo el Rediseño de la red de datos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pujilí para el soporte de multiservicios y la interconexión de sus dependencias.

Es de mucha importancia este proyecto de titulación, ya que permite integrar voz, datos y video en una sola infraestructura de red y pretende ayudar al desarrollo del GADM del Cantón Pujilí en el ámbito tecnológico, y estar al día en cuanto a los avances que se tiene para las comunicaciones de una empresa.

El disponer de una red de datos que soporte multiservicios es de mucha importancia hoy en día, como también permite ser convergente con nuevas tecnologías presentes en el mercado.

La disponibilidad de la red de una empresa es de verdad valiosa mas cuando se trata de una entidad pública es lo que busca este proyecto de titulación, ya que se tiene información muy importante tanto para los usuarios que tiene acceso a dicha información como para el país entero, de ahí la importancia de tener una infraestructura activa y pasiva de acorde a las necesidades que presenta la institución.

El presente proyecto también permite la interconexión con las dependencias del GADM de Pujilí ya que es de mucha importancia el intercambio de información entre usuarios de dichas dependencias y del Gobierno Municipal.

Para entidades públicas y empresas privadas que necesiten realizar un rediseño de su red de datos, pueden utilizar dicho proyecto de titulación.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratará sobre el modelo de referencia OSI (Open System Interconnection - Interconexión de Sistemas Abiertos) y TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), para la transmisión de la información, conceptos fundamentales de las redes de datos, sus topologías y tecnologías más comunes en el mercado y las que actualmente son las más utilizadas.

Se hablará de los servicios en tiempo real que soporta las redes de datos como es telefonía IP y videovigilancia. Estos servicios que hacen de una red de datos una red multiservicios.

También se analizará la importancia de la seguridad en las redes de datos, se presentará parámetros para crear políticas de seguridad para mantener segura la información de una empresa, debido a que hoy en día la información se ha tornado de vital importancia.

1.2 MODELOS DE REFERENCIA

1.2.1 MODELO DE REFERENCIA OSI ¹

El modelo OSI está basado en una propuesta desarrollada por la ISO (International Organization for Standardization - Organización Internacional para la Estandarización) como un primer paso hacia la estandarización internacional de los protocolos utilizados en varias capas. El modelo se llama OSI de ISO porque tiene

¹ TANENBAUM, Andrew; Redes de Computadoras; Cuarta Edición, 2001

que ver con la conexión de sistemas abiertos, es decir, que pueden permitir la comunicación con otros sistemas. Está constituido por siete capas como se observa en la figura 1.1.



Figura 1.1 Modelo en Capas OSI.

- **Capa Física:** Realiza la transmisión a nivel de bits por el canal de comunicaciones.
- **Capa de Enlace de Datos:** Esta capa administra la notificación de errores, la topología y el control de flujo.
- **Capa de Red:** Determina como se enrutan los paquetes desde su origen a su destino.
- **Capa de Transporte:** Acepta los datos que provienen de las capas superiores, divide en unidades más pequeñas si es necesario, pasa a la capa de red y se asegura de que todas las piezas lleguen correctamente al otro extremo.
- **Capa de Sesión:** Permite que los usuarios de máquinas diferentes establezcan sesiones entre ellos.
- **Capa de Presentación:** Revisa la sintaxis y la semántica de la información transmitida.

- **Capa de Aplicación:** Suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario final. Estos servicios de red incluyen acceso a archivos, aplicaciones e impresión.

1.2.2 MODELO TCP/IP²

El modelo TCP/IP a diferencia del modelo OSI, consta solo de cuatro capas como se observa en la figura 1.2, cada una de estas capas define un paquete conocido como PDU (Protocol Data Unit – Unidad de Datos de Protocolo).

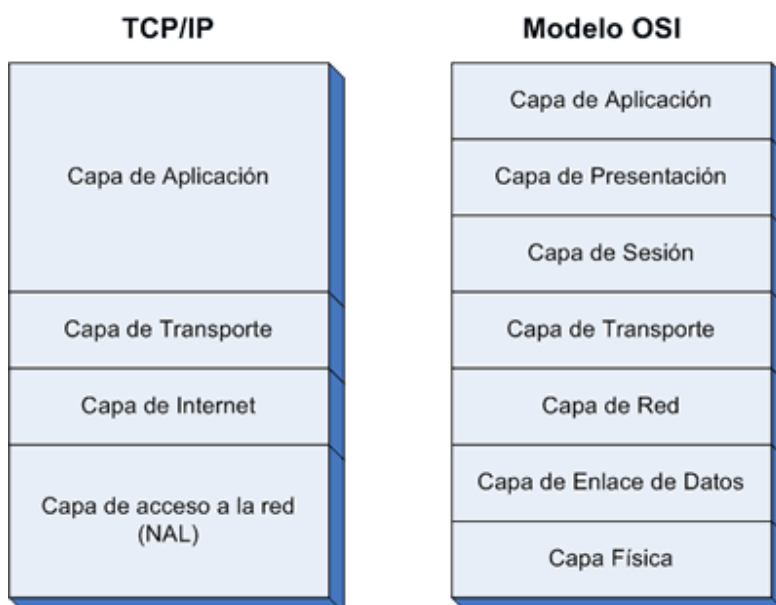


Figura 1.2 Modelo TCP/IP.

- **Capa de Acceso a la Red:** Los protocolos de esta capa proporcionan al sistema los medios para enviar datos a otros dispositivos conectados a la red.
- **Capa de Internet:** El protocolo más importante de esta capa y base de toda la Internet es el IP. Este protocolo proporciona los servicios básicos de transmisión de paquetes sobre los cuales se construyen todas las redes TCP/IP.

² VINUEZA Mónica, Redes de Área Local, Quito, 2009.

- **Capa de Transporte:** Los protocolos más importantes de esta capa son el TCP y el UDP (User Datagram Protocol - Protocolo de Datagrama de Usuario). El primero se encarga de los servicios de envío de datos con detección y corrección de errores. El UDP proporciona servicios de envío de datagramas sin conexión.
- **Capa de Aplicación:** En esta capa contiene una variedad de protocolos que se necesitan frecuentemente. Hay muchos protocolos de aplicación, la mayor parte proporcionan servicios de usuario y constantemente se añaden nuevos servicios. Como por ejemplo HTTP (Hypertext Transfer – Transferencia de Hipertexto), FTP (File Transfer Protocol – Protocolo de Transferencia de Archivos), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – Protocolo de Transferencia Simple de Archivos), DNS (Domain Name System – Sistema de Nombres de Dominio), etc.

1.3 RED DE DATOS

Es la conexión de dos o más computadoras que utilizan un mismo sistema de comunicaciones. La red de datos tiene como objetivo principal la comunicación de las computadoras, así mismo el compartir información, aplicaciones en tiempo real y recursos de la red.

Las redes de datos en la actualidad se han vuelto indispensables, ya que han evolucionado de tal manera que se puede enviar voz, datos y video a través de una misma infraestructura de red.

1.3.1 TIPOS DE REDES

1.3.1.1 Redes de Área Local

Constituyen las redes privadas, las cuales tienen una cobertura pequeña. Estas redes son usadas para la interconexión de computadores personales y estaciones de

trabajo, dentro de una empresa. Las redes LAN (Local Área Network – Red de Área Local) permiten compartir recursos, archivos, texto y gráficos localmente.



Figura 1.3 Diagrama de una red LAN.

1.3.1.1.1 Características de las Redes de Área Local³

- Tecnología broadcast con el medio de transmisión compartido.
- Capacidad de transmisión comprendida entre 1 Mbps y 1 Gbps.
- Uso de un medio de comunicación privado.
- La simplicidad del medio de transmisión que utiliza.
- La facilidad con que se pueden efectuar cambios en hardware y software.
- Gran variedad y número de dispositivos conectados.
- Posibilidad de conexión con otras redes.
- Limitante de 100 m, puede llegar a más si se usan repetidores.

1.3.1.2 Redes de Área Metropolitana

Las redes de área metropolitana permiten la interconexión de redes LAN a nivel regional e incluso nacional, en las empresas estas redes ayudan a compartir

³VINUEZA Mónica, Redes de Área Local, Quito, 2009.

recursos, archivos, texto y gráficos con estaciones de trabajo que se encuentren en diferentes ciudades.

1.3.1.2.1 Características de las redes MAN (Metropolitan Area Network)

- Redes que se extienden sobre áreas geográficas de tipo urbano.
- Puede ser privada o pública y puede cubrir varias localidades en una ciudad.
- Son implementadas por los proveedores de servicio de Internet.
- Redes de alto rendimiento.
- Redes de alta velocidad

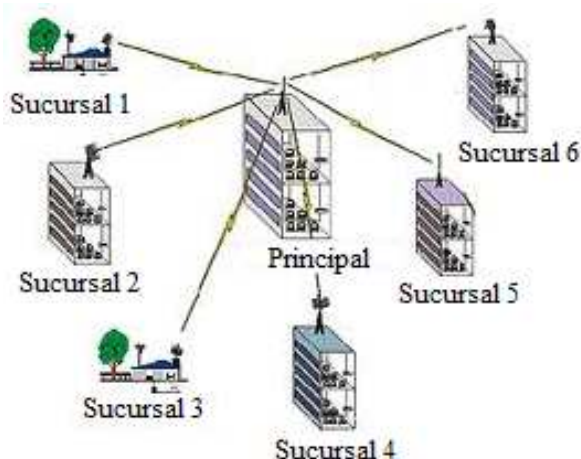


Figura 1.4 Diagrama de una red MAN.

1.3.1.3 Redes de Área Extendida

Las redes de área extendida permiten la interconexión de redes LAN ubicadas en áreas geográficas grandes como es un país o un continente.

Las redes de área extendida permiten a las empresas estar comunicadas a larga distancia y compartir recursos de la red.

1.2.1.3.1 Características de las Redes de Área Extendida⁴.

- Conecta múltiples LAN entre sí a través de grandes distancias geográficas.
- Compartición de los recursos de la red sin importar la distancia a la que se encuentre.
- Son redes punto a punto, las cuales se interconectan para que los host que se encuentran las subredes puedan comunicarse y así permitir la navegación en internet.
- A la mayor de estas redes se las denomina Store and Forward o de conmutación de paquetes.



Figura 1.5 Diagrama de una red WAN.

1.3.2 TOPOLOGÍAS DE RED

Es la disposición física en la que se conectan una red de ordenadores. A continuación se describen las topologías más comunes.

1.3.2.1 Topología en Anillo

En esta topología las estaciones se conectan formando un anillo. Cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera. Cada estación tiene

⁴ HIDALGO Pablo, Redes de Área Extendida, Quito, 2010

un receptor y un transmisor que hace la función de repetidor, pasando la señal a la siguiente estación del anillo. Cuando una estación pierde conexión todas son afectadas debido a que se pierde la conexión en todo el anillo.

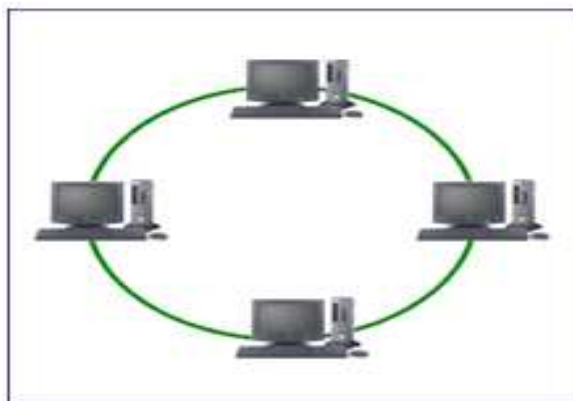


Figura1.6 Topología en Anillo.

1.3.2.2 Topología en Árbol o Jerárquica

Esta topología presenta los nodos conectados en forma de árbol. Desde una visión topológica, la conexión en árbol es parecida a una serie de redes en estrella interconectadas. En esta topología la falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones.



Figura 1.7 Topología en Árbol.

1.3.2.3 Topología en Malla

La Red en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más de los otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si esta topología está completamente conectada no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.

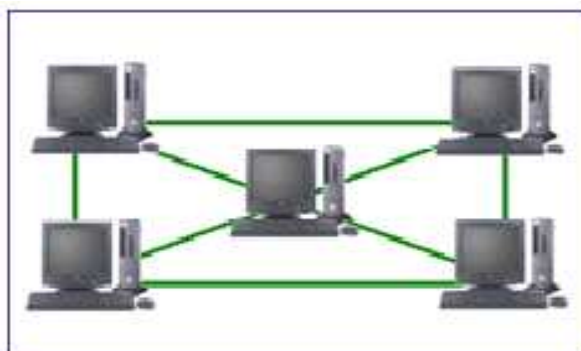


Figura 1.8 Topología en Malla.

1.3.2.4 Topología en Bus

Esta topología tiene todos sus nodos conectados directamente a un canal y no tiene ninguna otra conexión entre nodos. Físicamente cada estación está conectada a un cable común, por lo que se pueden comunicar directamente, aunque la ruptura del cable hace que las estaciones queden incomunicadas.

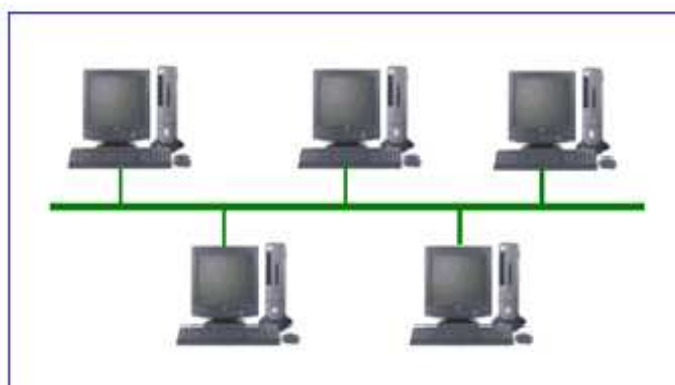


Figura 1.9 Topología en Bus.

1.3.2.5 Topología en Estrella

En esta topología todas las estaciones están conectadas por separado a un centro de comunicaciones, concentrador, conmutador o nodo central, pero no están conectadas entre sí. Esta red crea una mayor facilidad de supervisión y control de información ya que para pasar los mensajes deben pasar por el concentrador o conmutador, el cual gestiona la redistribución de la información a los demás nodos. La fiabilidad de este tipo de topología es mucho mejor debido a que si un ordenador falla no afecta en nada a la red entera, puesto que cada ordenador se conecta independientemente al concentrador o conmutador.

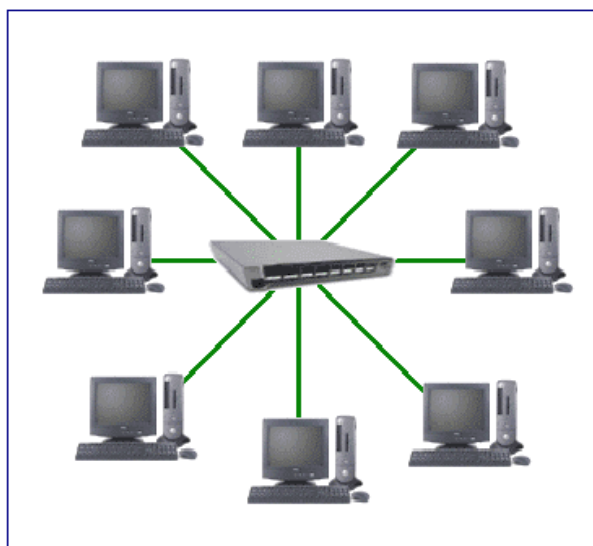


Figura 1.10 Topología en Estrella.

1.4 TECNOLOGÍA ETHERNET

Ethernet es hoy en día es la tecnología LAN dominante en el mundo. Ethernet no solo es una tecnología sino una familia de tecnologías LAN que ayudan a la interconexión de computadoras. Las especificaciones de Ethernet admiten diferentes medios, anchos de banda y velocidad de transmisión. Sin embargo en la mayoría, el

formato de trama básico y el esquema de direccionamiento son iguales para toda la familia de Ethernet.

Abreviatura	Nombre	Medio de Transmisión	Velocidad	Distancia	Topología
10Base2	Ethernet delgado (Thin Ethernet)	Cable coaxial (50 Ohms) de diámetro delgado	10 Mb/s	185 m	Bus
10Base5	Ethernet grueso (Thick Ethernet)	Cable coaxial de diámetro ancho (10,16 mm)	10Mb/s	500 m	Bus
10Base-T	Ethernet estándar	Par trenzado (categoría 3)	10 Mb/s	100 m	Estrella
100Base-TX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Doble par trenzado (categoría 5)	100 Mb/s	100 m	Estrella
100Base-FX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Fibra óptica multimodo (tipo 62,5/125)	100 Mb/s	2 km	No permite el uso de hubs.
1000Base-T	Ethernet Gigabit	Doble par trenzado (categoría 5)	1000 Mb/s	100 m	Estrella
1000Base-LX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica monomodo o multimodo	1000 Mb/s	550 m	Estrella
1000Base-SX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica multimodo	1000 Mbit/s	550 m	Estrella
10GBase-SR	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo	10 Gbit/s	500 m	Estrella
10GBase-LX4	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo	10 Gbit/s	500 m	Estrella

Tabla 1.1 Tecnologías Ethernet

Para que varias estaciones accedan a los medios físicos y a otros dispositivos de red, Ethernet trabaja con un control de acceso al medio llamado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones).

En la tabla 1.1 se presenta las diferentes tecnologías Ethernet, con las características de ancho de banda, tipo de medio de transmisión, velocidad de transmisión y distancia a la que puede alcanzar.

1.5 SERVICIOS DE TIEMPO REAL

El crecimiento de las redes IP han llevado a que se desarrollen técnicas avanzadas para el envío de la información y optimización de los recursos de la red, haciendo posible la digitalización de la voz, priorización del tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real. Los estándares nuevos para la transmisión de voz y video en tiempo real han hecho que las redes de datos se conviertan en la prioridad en las empresas, optimizando recursos económicos y brindando un mejor servicio que va de la mano con la tecnología.

1.5.1 SERVICIO DE TELEFONÍA IP⁵

VoIP es una tecnología que permite integrar en una misma red, la transmisión de paquetes de voz y datos, mediante la utilización del protocolo IP. Permitiendo establecer de esta manera llamadas de voz sobre conexiones IP.

La telefonía IP es toda un sistema donde a más de enviar la voz sobre IP, se integra la salida hacia la Red Telefónica conmutada y permite ofrecer diferentes servicios como son conferencias, grabación de mensajes de voz, etc. y permite además abaratar los costos de las llamadas de voz locales, nacionales e internacionales, por

⁵http://www.grc.upv.es/docencia/tdm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20%281%29.pdf

los que las empresas hoy en día optan por este servicio debido a que adquiere una relación costo beneficio favorable para la empresa. A continuación se detallan los estándares utilizados por la telefonía IP.

1.5.1.1 Estándar H.323

El estándar H.323 creado por la ITU (Internacional Telecommunication Union – unicon Internacional de Telecomunicaciones), para la transmisión de voz, video y datos multimedia, a través de las redes basadas en conmutación de paquetes sin calidad de servicio (QoS) garantizada.

1.5.1.2 Protocolos de H.323

H.323 junto a varios protocolos más permiten la transmisión de voz y video a través del protocolo IP (ver figura1.11), los cuales se describen a continuación:

- **Q.931:** Señalización general de llamada.
- **H.225:** Control de llamadas: señalización, registro y admisión, y señalización/empaquetamiento del stream de voz.
- **H.235:** Seguridad y cifrado.
- **H.245:** Señalización de control y la apertura/cierre de canales multimedia.
- **UDP, RTP y RTCP:** Transporte del contenido multimedia.
- **G.711, G.722, G.723, G.728 y G.729:** Códecs para audio.
- **H.261, H.263 y H.264:** Códecs para video.

1.5.1.3 Componentes de H.323

H.323 define los siguientes componentes principales para un sistema de comunicaciones en red:

- **Terminal:** permite establecer conferencias bidireccionales de audio y opcionalmente de video y datos. Un terminal H.323 consta de:
 - Interfaces de usuario: cámaras, monitores, micrófonos, aplicaciones de datos, etc.
 - Códecs de vídeo (opcional) y audio.
 - Canal de datos.
 - Unidad de control que gestiona de los protocolos RAS, H.245 y H.225.
 - Capa H.225 para definición de mensajes.
 - Interfaz con la red por paquetes.
- **Gatekeeper:** se considera el punto central en la topología de una red H.323. los gatekeepers no son necesarios para llamadas entre terminales H.323 dentro de una misma red, pero sí lo son cuando se desea compatibilidad con las redes de telefonía. Es de mucha utilidad los gatekeepers ya que proporcionan:
 - Control de ancho de banda disponible en la red H.323, con el que puede limitar el número de conexiones simultáneas y así evitar problemas de congestión en la red que pueda reducir la calidad de servicio.
 - Conversión de números de teléfonos estándar a direcciones nativas H.323. Esto es indispensable cuando queremos establecer una comunicación con la red de telefonía tradicional.
 - Control de admisión de gateways y terminales en una zona H.323, gestionada a través de mensajes H.225 o RAS.
 - Gestión de los elementos: terminales, gateways y MCUs, pertenecientes a la zona.
- **MCU (Multipoint Control Units - Unidad de Control Multipunto):** es un punto final encargado de dar soporte a las conferencias entre tres o más

puntos finales H.323. Un MCU consta de un controlador multipunto (MC) y uno o más procesadores multipunto (MP).

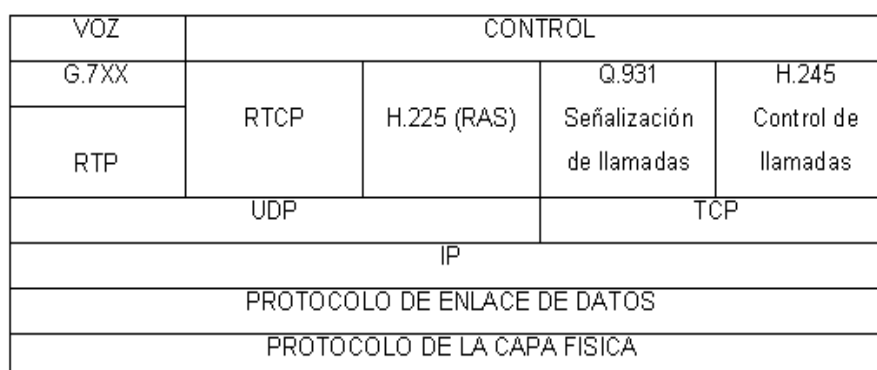


Figura 1.11: Diagrama de capas del estándar H.323.

1.5.1.4 Estándar SIP (Session Initiation Protocol - Protocolo de Inicio de Sesiones)

Es un protocolo de señalización para el establecimiento, mantenimiento y terminación de sesiones interactivas entre usuarios; estas sesiones pueden ir desde una llamada de voz a una distribución de contenidos multimedia. El protocolo SIP está basado en el paradigma de petición/respuesta como HTTP y SMTP.

1.5.1.5 Protocolos de SIP

- **SDP (Session Description Protocol - Protocolo de Descripción de Sesión):** es el protocolo empleado para describir una sesión multimedia, que consiste en un conjunto de flujos de medios (audio, vídeo o datos) que existen durante un determinado tiempo.
- **RTP (Real-time Transport Protocol - Protocolo de Transporte de Tiempo real) / RTCP (Real Time Control Protocol – Protocolo de Control de RTP):** estos protocolos son utilizados para el transporte de voz y video.
- **H.261:** permite la encapsulación de contenidos multimedia.

1.5.1.6 Componentes de SIP

SIP define cinco componentes lógicos, que pueden ser implementados en dispositivos físicos como teléfonos IP o bien aplicaciones de software; en cualquier caso un mismo dispositivo puede incluir uno o más componentes lógicos.

- **Agente de Usuario:** es una aplicación que se utiliza para iniciar y terminar las sesiones. El cliente usuario-agente se encarga de realizar peticiones SIP, mientras que el servidor usuario-agente notifica al usuario cuando se recibe una petición y responde a dicha petición dependiendo de la acción tomada por el usuario.
- **Servidor de Redirección:** acepta una petición SIP y envía una respuesta al cliente que contiene las direcciones de los servidores con los que debe contactar el cliente.
- **Servidor Proxy:** Contiene las funciones del servidor y cliente, actúa como un intermediario que realiza peticiones en nombre de otros clientes; para ello interpreta la cabecera del mensaje y la reescribe identificando al proxy como el que inicia la solicitud, recibe la respuesta del destinatario y se la reenvía al cliente.
- **Servidor de Registro:** almacena o actualiza en una base de datos la información de contacto del usuario que realiza la petición.
- **B2BUA (Back to Back User Agent):** mantiene el estado de la llamada y participa activamente en ella, enviando peticiones y respuestas.

1.5.2 SERVICIO DE VIDEOVIGILANCIA SOBRE IP

La tecnología de vigilancia sobre IP permite digitalización del video a través de las cámaras IP, este flujo de información puede ser enviado por la red de datos de una empresa, permitiendo la supervisión local y/o remota de las grabaciones de video.

Esta nueva tecnología utiliza una misma infraestructura de red permitiendo la centralización de los servicios como es de datos, voz y video; abaratando costos y aprovechando mejor los recursos de la empresa.

La videovigilancia hace que los espacios poco vulnerables puedan ser monitoreados a través de este servicio, ayudando así a mantener seguro los espacios físicos e integridad de los que trabajan en la empresa.

1.5.2.1 Componentes Videovigilancia

- **Cámara IP:** Captura el vídeo y lo envía a través de la red IP para ser almacenado en el servidor de video, estas cámaras pueden ser fijas o móviles y tener una entrada de audio.
- **Network Video Recorder / Servidor de vídeo:** Capta y distribuye la señal de vídeo, tanto en modo local como remoto.
- **Grabador de vídeo:** La grabación puede ejecutarse de manera continua o programada automáticamente por horas, activación por movimiento, detección de eventos específicos, etc.
- **Dispositivos de visualización:** Los dispositivos más extendidos son los tradicionales monitores o pantallas.

1.5.2.2 Ventajas de la Video Vigilancia

Las cámaras de red pueden usarse para vigilar áreas sensibles. Las imágenes en vídeo pueden ser monitorizadas desde salas de control. A continuación se presenta las ventajas de tener videovigilancia:

Mayor productividad, está comprobado que en ambientes con videovigilancia los empleados o trabajadores se dedican más a realizar su trabajo, pierden menos

tiempo en tareas inútiles y se cometen menos ilícitos como pueden ser robo de propiedad de la empresa.

Alertas en caso de intrusos, humo u otras situaciones anormales, ya que las cámaras se pueden conectar a sensores de humo, de apertura de puertas u otros sensores y enviar alertas vía SMS (Short Message Service) o correo.

Registro de entradas y salidas, al colocar una cámara en el acceso principal se puede aprovechar su capacidad de detección de movimiento para tomar una fotografía de todas las personas que ingresan.

1.6 SEGURIDAD EN LAS REDES

La protección de la información es muy importante en una empresa, por ese motivo se deben implementar políticas de seguridad en donde se mantenga la información protegida contra cualquier amenaza externa y sobre todo interna.

Al momento de implementar políticas de seguridad, se debe tener en cuenta la integridad física y lógica de la información.

1.6.1 PARÁMETROS PARA ESTABLECER POLÍTICAS DE SEGURIDAD ⁶

Las políticas de seguridad son de mucha utilidad para salvaguardar la información de una empresa, a continuación tenemos unos parámetros básicos para establecer políticas de seguridad:

- Involucrar a las áreas propietarias de los recursos o servicios, pues ellos poseen la experiencia y son fuente principal para establecer el alcance y las definiciones de violaciones a la política de seguridad informática.

⁶http://www.arcert.gov.ar/webs/manual/manual_de_seguridad.pdf

- Comunicar a todo el personal el desarrollo de las políticas de seguridad de la información, los beneficios y riesgos de los recursos y bienes de la empresa.
- Identificar quién tiene la autoridad para tomar decisiones, son ellos los responsables de salvaguardar los activos críticos de la funcionalidad de cada área u organización.
- Desarrollar un proceso de monitoreo periódico de las políticas de la empresa, que permitan una actualización oportuna.
- No dar por hecho algo que es obvio. Hacer explícito y concreto los alcances y propuestas de seguridad, con el propósito de evitar sorpresas y malos entendidos en el momento de establecer los mecanismos de seguridad para la información.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTÓN PUJILÍ

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará el levantamiento de información de la red de datos del GADM del Cantón Pujilí, donde se dará una descripción breve de la institución, se analizará la situación actual relacionada al número de usuarios de la red, al estado de las aplicaciones de voz, datos, video y demás aplicaciones que maneja el Gobierno Municipal, en base a los resultados obtenidos se realizará el rediseño de la red multiservicios, permitiendo mejorar los servicios y las tareas administrativas de la institución.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN⁷

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pujilí es un ente gubernamental encaminado a la administración de los recursos sociales, culturales y económicos para el engrandecimiento del cantón Pujilí.

2.2.1 MISIÓN

Dinamizar los proyectos de obras y servicios con calidad y oportunidad, que aseguren el desarrollo social y económico de la población, con la participación directa y efectiva de los diferentes actores sociales, dentro de un marco de transparencia, ética institucional y el uso óptimo de los recursos humanos altamente comprometidos, capacitados y motivados.

⁷ <http://www.municipiopujili.gob.ec>

2.2.2 VISIÓN

El Gobierno Municipal de Pujilí, para los próximos años se constituirá en un ejemplo del desarrollo local y contará con una organización interna, altamente eficiente, que genere productos y servicios compatibles con la demanda de la sociedad, capaz de asumir los nuevos papeles vinculados con el desarrollo, con identidad cultural y de género, descentralizando y optimizando los recursos.

2.2.3 OBJETIVOS⁸

- Contribuir al fomento y protección de los intereses locales.
- Planificar e impulsar el desarrollo físico del Cantón, sus áreas urbanas y rurales, realizando las obras y servicios que fueran necesarios para una convivencia humana, plausible de la comunidad pujilense, obteniendo como fin la dotación de servicios básicos como: agua potable de calidad, alcantarillado, energía eléctrica, adoquinado de calles, aceras y bordillos
- Acrecentar el espíritu de integración de todos los actores sociales y económicos, el civismo y la confraternidad de la población para lograr el creciente progreso del Cantón.
- Coordinar con otras entidades, el desarrollo y mejoramiento de la cultura, de la educación y la asistencia social.
- Investigar, analizar y recomendar las soluciones más adecuadas a los problemas que enfrenta el Municipio, con arreglo a las condiciones cambiantes, en lo social, político y económico.

⁸ <http://www.municipiopujili.gob.ec>

- Estudiar la temática municipal y recomendar la adopción de técnicas de gestión racionalizada y empresarial, con procedimientos de trabajo uniformes y flexibles, tendientes a profesionalizar y especializar la gestión del gobierno local.
- Auspiciar y promover la realización de reuniones permanentes para discutir los problemas municipales, mediante el uso de mesas redondas, seminarios, talleres, conferencias, simposios, cursos y otras actividades de integración y trabajo.
- Capacitación de los recursos humanos, que apunte a la profesionalización de la gestión municipal, complementando la formación académica con miras a lograr que la gestión gubernamental se desenvuelva dentro de un ambiente ético y de transparencia, caracterizado por la aplicación de criterios técnicos y científicos a fin de crear condiciones apropiadas para impulsar la investigación, el desarrollo tecnológico, cultural y la implementación de cambios que requiere Pujilí, para alcanzar su desarrollo económico y social.

2.2.4 ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL⁹

El GADM del Cantón Pujilí de acuerdo a la nueva ley de Gobiernos Municipales se encuentra organizado de la siguiente manera:

- **Alcaldía**

Es la encargada del manejo de la institución y atención a los sectores que conforman el cabildo. También es el encargado de las relaciones entre gobiernos municipales de la provincia de Cotopaxi y del país.

- **Auditoria Interna**

Este departamento es el encargado de realizar auditorías dentro del Gobierno Municipal, y vigilar que los recursos del estado se manejen de buena manera.

⁹ Informe Anual del Alcalde del GADM del Cantón Pujilí.

- **Relaciones Públicas**

Esta dirección es la encargada de las relaciones con el medio exterior, en el cual también se encuentra el departamento de compras públicas.

- **Asesoría Jurídica**

Esta dirección es la encargada de llevar en orden todos lo relacionado con la parte jurídica de la institución.

- **Secretaría General**

Este departamento tiene la función de ayudar al departamento de la alcaldía, aquí también se encuentra la Vicealcaldía.

- **Planificación Estratégica**

Esta dirección es la encargada de la elaboración de los planes estratégicos y operativos anuales de la Institución, en base al diagnóstico de las necesidades básicas insatisfechas y potencialidades del cantón.

- **Dirección Administrativa**

Esta dirección es la encargada de la parte administrativa del Gobierno Municipal, el cual está compuesto por:

- Recursos Humanos: son los encargados del personal que labora en la institución, como es permisos, control de asistencia, etc.
- Informática: son los encargados de las aplicaciones y de la red interna del gobierno municipal.
- Servicios Institucionales: encargados de la coordinación de los servicios que dispone de la institución.

- **Dirección Financiera**

Esta dirección tiene la función de manejar los recursos económicos que ingresan al Gobierno Municipal y presentar informes a los organismos de control. Esta dirección cuenta con los departamentos de:

- Contabilidad: son el personal que lleva la contabilidad de la institución.
- Rentas: es el personal encargado de las declaraciones y exoneraciones a nivel del SRI.

- Tesorería: es el personal encargado de la recaudación del dinero proveniente de los impuestos prediales, multas y demás.

- **Dirección de Obras Públicas**

Esta dirección está encargada de la realización y el mantenimiento de las obras dentro de cantón Pujilí, así mismo de la fiscalización de las obras contratadas, esta dirección cuenta con los departamentos:

- Urbanismo: personal encargado de la organización de la urbe.
- Operación y Mantenimiento: es el personal encargado del manejo de las obras en el cantón.
- Fiscalización: es el personal encargado de verificar que las obras realizadas por contratistas se entreguen bajo los parámetros establecidos en los contratos.

- **Avalúos y Catastros**

Esta dirección tiene la función de realizar los avalúos y catastros de los predios urbanos y rurales del cantón Pujilí.

- **Servicios Públicos y Desarrollo Comunitario**

Esta dirección tiene la función de trabajar con la colectividad pujilense para el desarrollo y mejoramiento del buen vivir dentro del cantón Pujilí. Esta dirección está formada por o siguientes departamentos:

- Educación y Cultura: es el personal encargado de difundir la cultura del cantón por medio de la educación a sus ciudadanos.
- Desarrollo Social: es el personal encargado ayudar con el desarrollo social del cantón por medios de proyectos.
- Turismo: esta área es la encargada de difundir el turismo a nivel nacional e internacional.
- Gestión Ambiental: esta área es la encargada de la realización de proyectos para mantener la naturaleza y prevenir la destrucción ambiental en el cantón tanto en las zonas rurales como en las zonas urbanas. También es la encargada del manejo adecuado de la basura que se recolecta en el cantón.

Dependencias:

- **Patronato Municipal de Amparo Social “Niño de Isinche”**

Esta dependencia tiene como función el ayudar en especial a la niñez y adolescencia pujilense. Los servicios que presta son de nutrición, odontología y tareas dirigidas.

- **Bodegas Municipales (Rancho Alegre)**

Esta dependencia tiene por función el mantenimiento de la maquinaria pesada que dispone el Gobierno Municipal para el mantenimiento vial y recolección de desechos.

- **Hogar de Vida “Luis Maldonado Tamayo”**

Esta dependencia tiene la función de prestar ayuda al adulto mayor del cantón Pujilí.

En la figura 2.1 se muestra el Diagrama de Bloques Organizacional del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí.

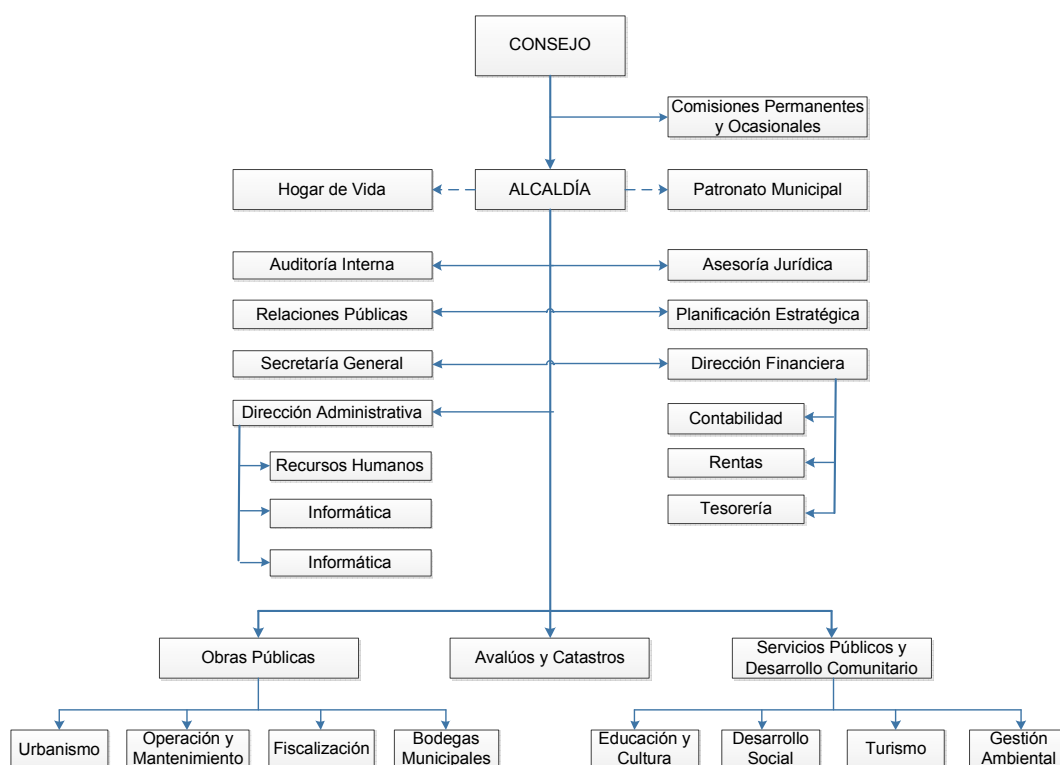


Figura 2.1 Diagrama de Bloques del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí.

Para la obtención de datos y aplicaciones que se maneja dentro del Gobierno Municipal, se realizará una encuesta para la recopilación de la información necesaria para tener una visión del estado de la red. Además se realizará el levantamiento de información referente al cableado estructurado y los equipos activos de la red de la institución.

2.3 ENCUESTA AL PERSONAL DEL GADM DE PUJILÍ

Se realizó una encuesta al personal que labora en las instalaciones del Gobierno Municipal de Pujilí, que consta de cuatro partes, primero se les consultó sobre el hardware y software que disponen para trabajar, segundo si disponen de telefonía para la comunicación dentro y fuera de la institución, tercero sobre los periféricos que manejan y cuarto sobre la parte inalámbrica en la empresa. Estas preguntas se realizaron para poder conocer el estado actual de la red, el número de usuarios y que aplicaciones estos utilizan, para poder realizar el rediseño y dimensionamiento de la nueva red para el soporte de multiservicios. El formato de la encuesta se muestra en el Anexo 1.1.

2.3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A continuación se presentan los resultados obtenidos después de realizada la encuesta al personal del Gobierno Municipal de Pujilí. En el Anexo 1.1 se observa las encuestas realizadas a los empleados.

1. ¿Tiene un computador individual para trabajar?

Se ha visto necesario esta pregunta debido a que se obtiene el número de usuarios que disponen de un computador para acceder a la red actual. En la figura 2.2 se indica el porcentaje de trabajadores que disponen o no de un computador para trabajar.

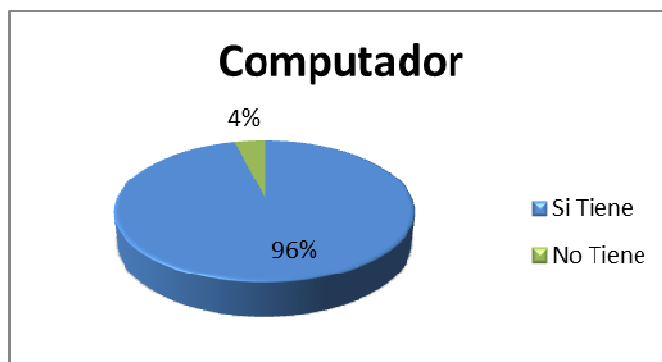


Figura 2.2 Computador para trabajar.

¿Qué tipo de computadora tiene?

Esta pregunta nos ayuda a conocer que tipo de computador disponen los empleados del Gobierno Municipal.

La figura 2.3 muestra el porcentaje de trabajadores que utilizan un computador de escritorio, laptop o no disponen de uno para realizar sus labores cotidianas dentro del Gobierno Municipal.

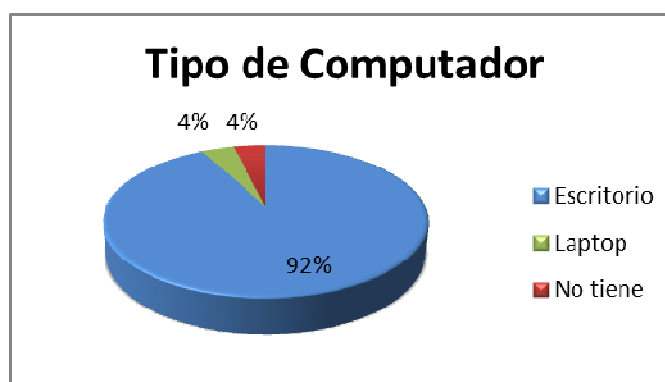


Figura 2.3 Tipo de computador.

¿Qué características tiene el computador que utiliza?

Esta pregunta está enfocada al conocimiento de las características del computador para el acceso a la red y a las aplicaciones más frecuente.

En la figura 2.4 se observa los tipos de procesadores que tienen las computadoras en las que laboran los empleados del Gobierno Municipal.

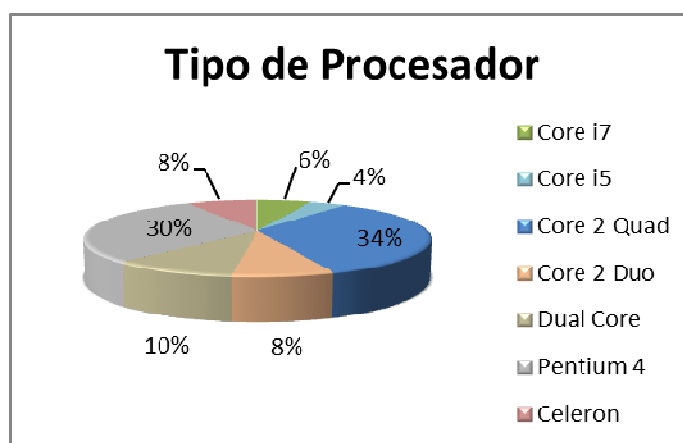


Figura 2.4 Tipo de procesador.

En la figura 2.5 observamos los porcentajes de las distintas capacidades de memoria RAM (Random Access Memory – Memoria de Acceso Aleatorio) que tienen las computadoras del Gobierno Municipal.

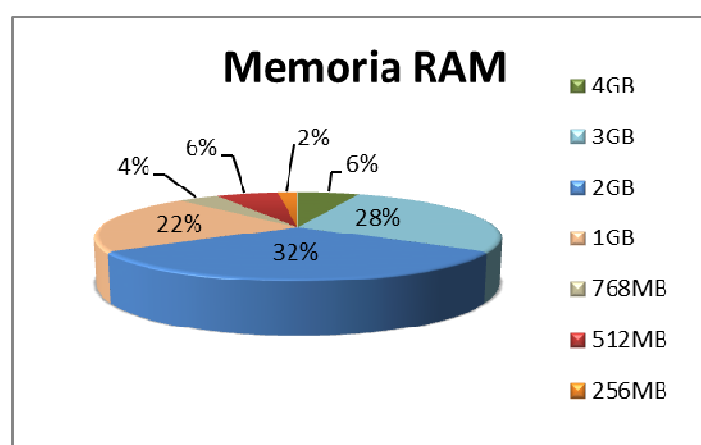


Figura 2.5 Memoria RAM

La figura 2.6 se muestra los porcentajes de las distintas capacidades de disco duro que tienen los computadores del Gobierno Municipal.

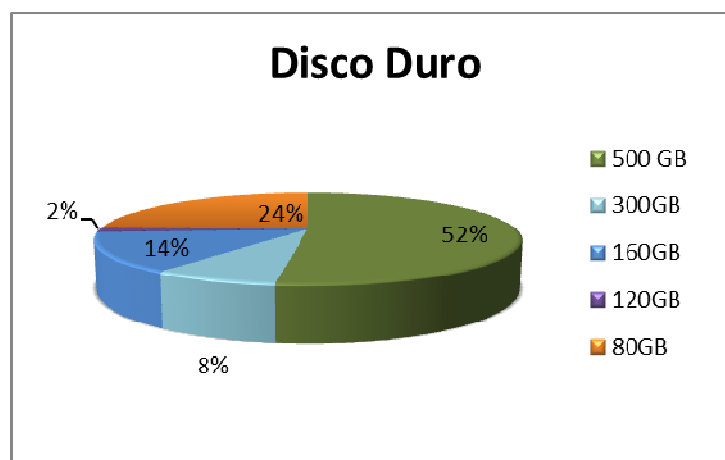


Figura 2.6 Capacidades de disco duro

La figura 2.7 muestra por porcentajes de las tarjetas de red que las computadoras del Gobierno Municipal utilizan para conectarse a la red de datos.

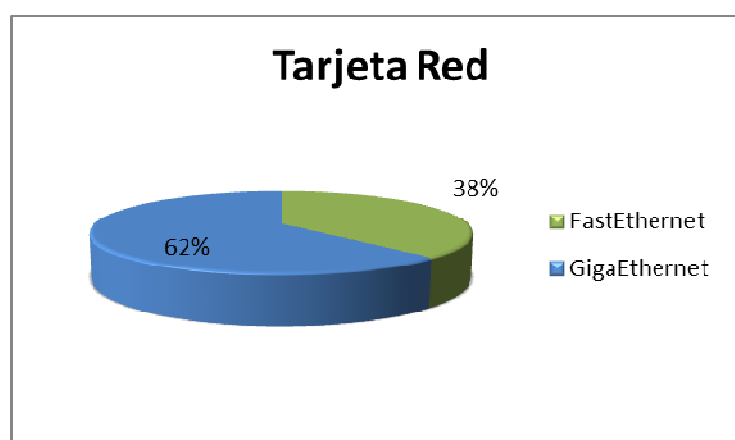


Figura 2.7 Tecnología de la tarjeta de red.

¿Qué sistema operativo tiene el computador que utiliza?

En la figura 2.8 se observa los porcentajes de los sistemas operativos que se encuentran instalados en las computadoras del Gobierno Municipal, para el uso de los empleados.

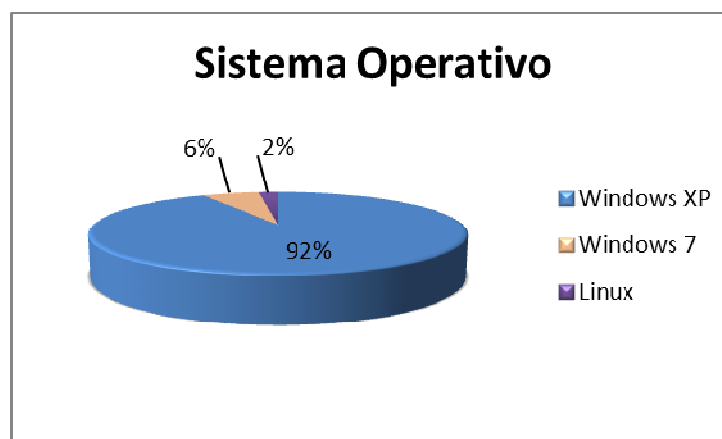


Figura 2.8 Sistemas operativos.

¿Tiene conexión a internet?

La figura 2.9 muestra porcentaje de empleados que tienen o no conexión a internet en el Gobierno Municipal.

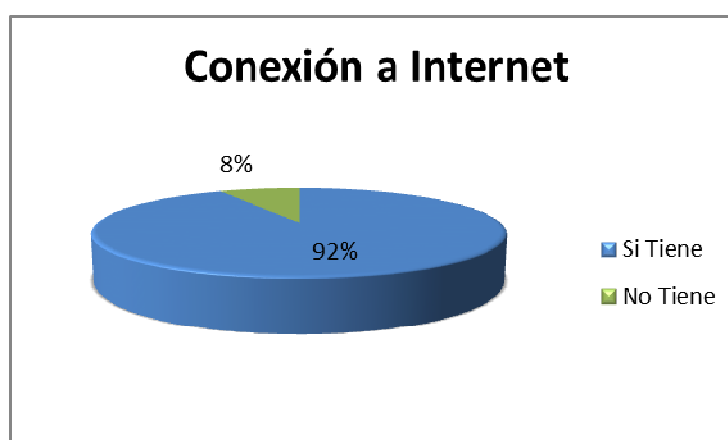


Figura 2.9 Conexión a internet.

El internet es: rápido, normal, lento.

La figura 2.10 muestra el porcentaje de empleados que creen que la velocidad al internet es rápida lo que quiere decir que una página se demora en cargar de 0 a 10 segundos, normal de 10 a 30 segundos y lenta más de 30 segundos.

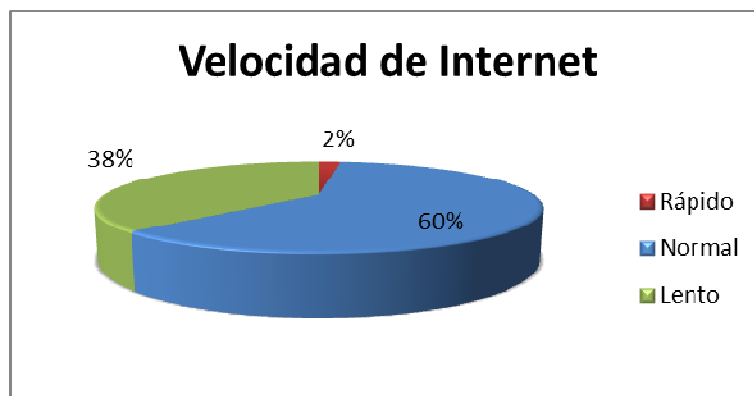


Figura 2.10 Velocidad de internet.

¿Qué aplicaciones más frecuentes utiliza en su computador?

La figura 2.11 muestra el porcentaje de las aplicaciones utilizadas con más frecuencia por los empleados del Gobierno Municipal.

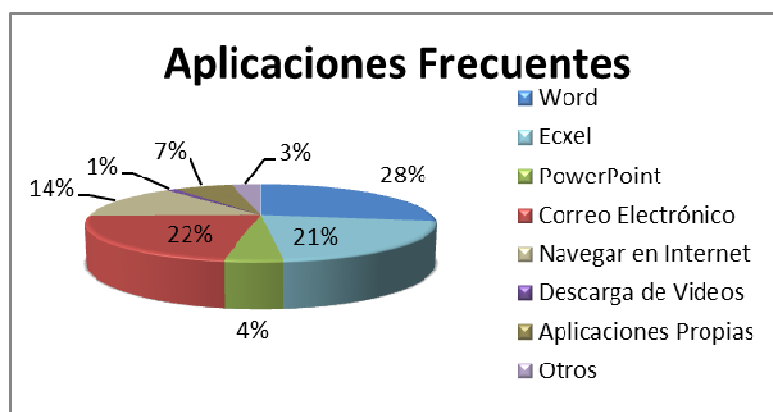


Figura 2.11 Aplicaciones frecuentes.

En esta primera parte de la encuesta se tiene el porcentaje de usuarios que disponen de un computador para realizar las labores cotidianas y cuantos usuarios tienen acceso a la red de datos del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí.

Las computadoras que se manejan en el GADM en su totalidad trabajan con procesador Intel, discos duros de buena capacidad de almacenamiento, memoria

RAM de 1GB, la conexión a la red de la institución en su mayoría lo hacen a través de una tarjeta Gigabit Ethernet.

El sistema operativo que se utiliza es Windows XP, debido a que disponen de las licencias y por su compatibilidad con programas que se manejan en la institución¹⁰.

Las aplicaciones más frecuentes es navegar en internet, correo electrónico, herramientas de Microsoft Office y aplicaciones propias.

2. Tiene: línea telefónica y/o extensión, no tiene teléfono.

Esta pregunta tiene el propósito conocer el porcentaje de empleados que disponen del servicio de telefonía dentro de la institución.

La figura 2.12 muestra el porcentaje de empleados que disponen de una línea telefónica hacia la PSTN (Public Switched Telephone Network - Red Telefónica Pública Conmutada) o extensión, para comunicarse dentro y fuera del Gobierno Municipal.

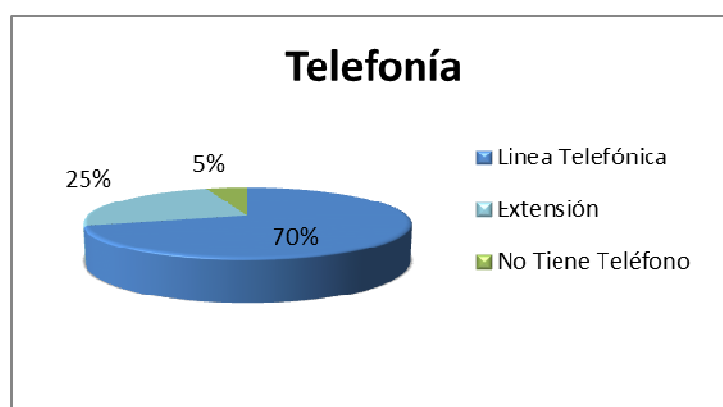


Figura 2.12 Si tiene o No Telefonía

¿Cuántas líneas telefónicas y/o extensiones tienen?

¹⁰ Dirección Administrativa-Informática, Ing. Carlos Arroyo.

La figura 2.13 muestra el porcentaje de empleados que dispone de una línea telefónica y/o extensión en su lugar de trabajo para poderse comunicar dentro y fuera de la institución.

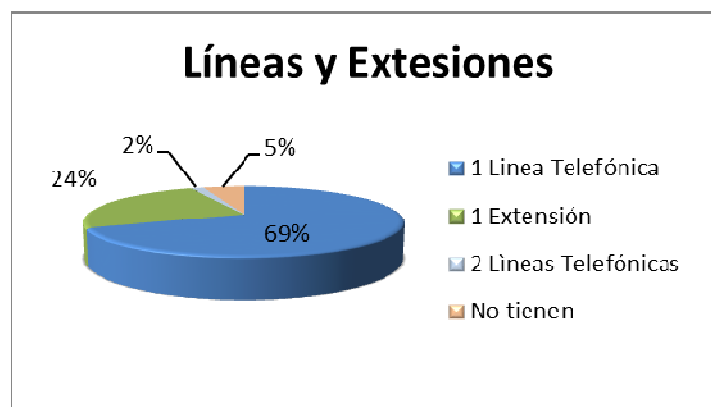


Figura 2.13 Líneas telefónica o extensiones

¿Las Líneas telefónicas y extensiones son individuales o compartidas?

La figura 2.14 muestra el porcentaje de empleados que disponen de una línea telefónica y/o extensión y estas son individuales o la comparten con otros empleados.

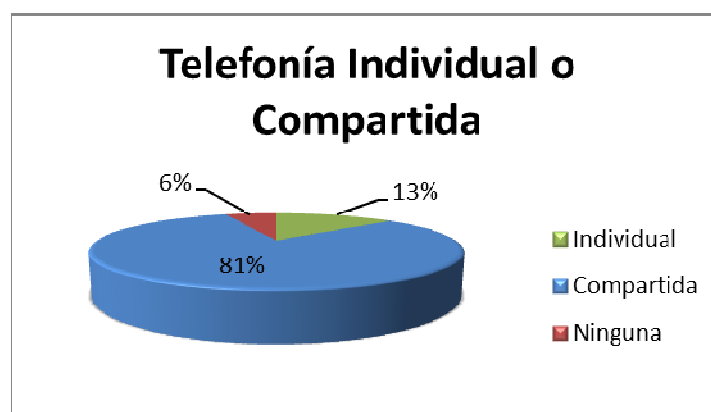


Figura 2.14 Telefonía individual o compartida

¿Cuántas llamadas telefónicas promedio realiza por hora?

La figura 2.15 muestra el porcentaje de llamadas totales realiza durante una hora un empleado del Gobierno Municipal.

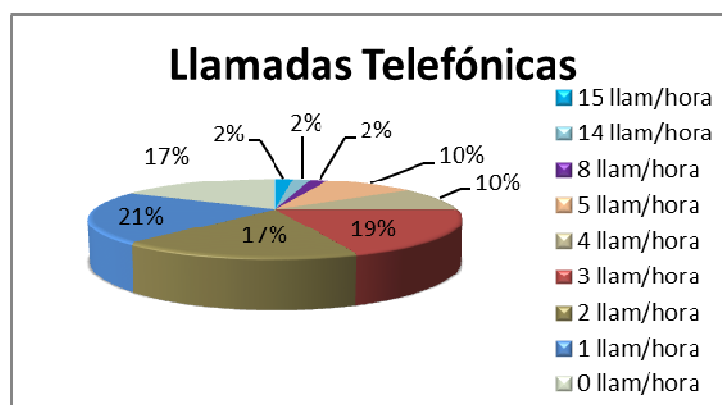


Figura 2.15 Llamadas promedio por hora

¿Cuántas llamadas telefónicas promedio realiza por hora, al exterior del GADM de Pujilí?

La figura 2.16 muestra el porcentaje de empleados que realizan de 0 a 5 llamadas por hora hacia los exteriores del Gobierno Municipal.

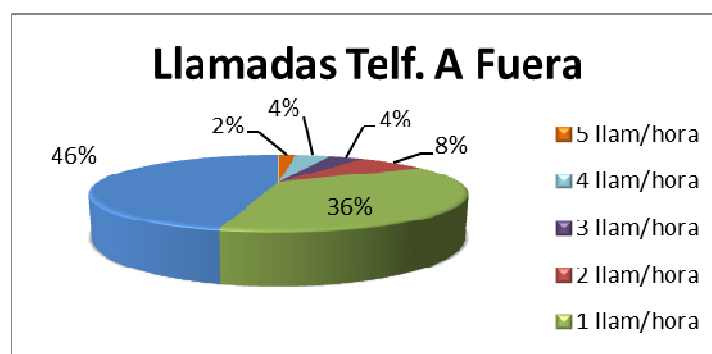


Figura 2.16 Llamadas telefónicas/hora fuera del GADM.

¿Cuántas llamadas telefónicas promedio realiza por hora, al interior del GADM de Pujilí?

La figura 2.17 muestra el porcentaje de empleados que realizan de 0 a 20 llamadas por hora al interior del Gobierno Municipal.

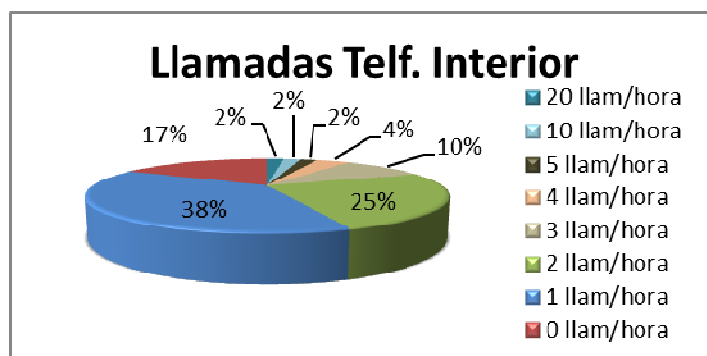


Figura 2.17 Llamadas telefónicas/hora al interior del GADM

Las preguntas relacionadas a la telefonía existente en el Gobierno Municipal nos da una idea de cuánto tráfico se genera dentro de la institución, para poder realizar el rediseño de la red actual y dimensionar el tráfico del servicio telefónico de la nueva red para el soporte de multiservicios.

3. ¿Tiene impresora individual o compartida?

La figura 2.18 muestra el porcentaje de empleados que disponen de una impresora individual o la comparten con otros empleados.

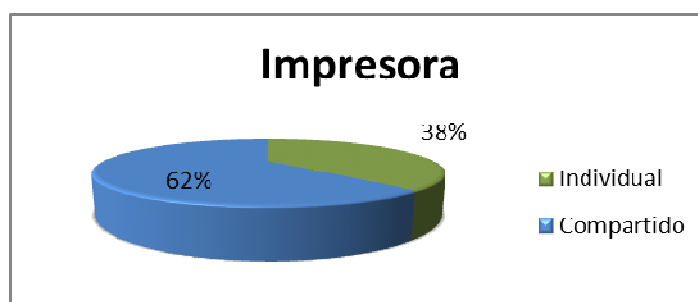


Figura 2.18 Impresora es individual o compartida

La mayoría de empleados disponen de una impresora pero está compartida con empleados que se encuentra dentro de la misma dirección o área de trabajo, tenemos impresoras individuales y multifunción (impresora, copiadora y escáner).

4. ¿Tiene acceso inalámbrico a internet?

Esta pregunta permite conocer si la institución dispone de una red inalámbrica para el acceso a internet de los empleados.

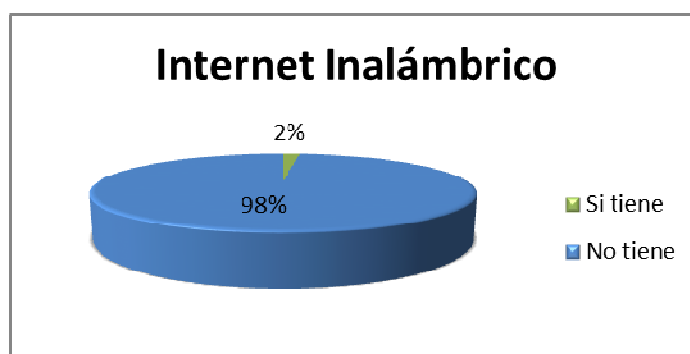


Figura 2.19 Acceso a internet Inalámbrico dentro del GADM

Para el acceso a la red inalámbrica que disponen en el Palacio Municipal a través de los equipos como son routers inalámbricos, el personal no tiene acceso a la cave debido a que informática no se las proporciona debido a que estos equipos no soportan muchos usuarios y no se tiene mucha cobertura ya que son equipos para hogares, debido a esto ninguno de los empleados tienen acceso a la red inalámbrica.

2.3.2 USUARIOS DEL GOBIERNO MUNICIPAL Y DEPENDENCIAS

Los usuarios del Gobierno Municipal se encuentran distribuidos en cada una de las direcciones ubicadas en el Palacio Municipal, Biblioteca Municipal y Patronato Municipal, los demás usuarios pertenecen a cada una de sus dependencias.

2.3.2.1 GADM del Cantón Pujilí

2.3.2.1.1 *Palacio Municipal*

El Palacio Municipal en sus instalaciones funcionan la mayoría de direcciones que conforman el GADM del Cantón Pujilí. También está conformado por tres salones de convenciones. En la tabla 2.1 se muestra la distribución de los usuarios que tiene esta edificación.

Nº	Departamento	# Usuarios
1	Alcaldía	2
2	Dirección Administrativa	3
3	Informática	1
4	Talento Humano	2
5	Auditoría Interna	1
6	Dirección Financiera	13
7	Compras Públicas	2
8	Avalúos y Catastros	4
9	Secretaría General	3
10	Vicealcaldía	3
11	Archivo	1
12	Asesoría Jurídica	4
13	Dir. Obras Publicas	9
TOTAL		48

Tabla 2.1 Usuarios del Palacio Municipal

2.3.2.1.2 *Biblioteca Municipal*

El edificio del Biblioteca Municipal funcionan otras direcciones del GADM. También funciona la Biblioteca Municipal que está abierta a la ciudadanía y cuenta con un centro de cómputo para el acceso a internet de los usuarios de la misma. En la tabla 2.2 se muestra el número de usuarios que tiene esta edificación.

Nº	Departamento	# Usuarios
1	Biblioteca	15
2	Planificación Estratégica	2
3	Turismo	2
4	Relaciones Públicas	2
TOTAL		21

Tabla 2.2 Usuarios del Edificio Biblioteca Municipal

2.3.2.2 Patronato de Amparo Social “Niño de Isinche”

Cuenta con una edificación de dos plantas en donde funcionan las oficinas de la misma. El patronato está encargado del desarrollo, nutrición y cuidado de la niñez pujilense. En la tabla 2.3 se muestra los usuarios en esta dependencia.

Nº	Departamento	# Usuarios
1	Patronato Municipal	9
2	Desarrollo Social	4
3	Medio Ambiente	2
TOTAL		15

Tabla 2.3 Usuarios de la Dependencia “Patronato Municipal”

2.3.2.3 Bodegas Municipales

Cuenta con una edificación de una sola planta en la que funcionan las oficinas de los encargados de las Bodegas Municipales, donde se guarda la maquinaria pesada y demás instrumentaría que tiene el Gobierno Municipal. En la tabla 2.4 se muestra los usuarios que tiene esta dependencia.

Nº	Departamento	# Usuarios
1	Bodegas Municipales	4
TOTAL		4

Tabla 2.4 Usuarios de la Dependencia “Bodegas Municipales”

2.3.2.4 Hogar de Vida

Cuenta con una edificación de una sola planta donde funcionan las oficinas de administración del Hogar de Vida “Luis Maldonado Tamayo”, el cual se encuentra sin comunicación con el Gobierno Municipal debido a la distancia que los separa. En la tabla 2.5 se indica el número de usuarios que tiene esta dependencia.

Nº	Departamento	# Usuarios
1	Hogar de Vida	4
TOTAL		4

Tabla 2.5 Usuarios de la Dependencia Hogar de Vida

2.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED PASIVA DEL GADM DEL CANTÓN PUJILÍ Y SUS DEPENDENCIAS

La situación actual del gobierno Municipal y sus dependencias es de estado similar, para lo cual se describirá la situación actual de la red que comprende el cableado estructurado. También se describirá la situación activa de la red que comprende los equipos para el acceso a la red de datos, servidores y además se identificará los servicios y aplicaciones que disponen los usuarios de la red.

2.4.1 CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado del Gobierno Municipal y las dependencias no está basado en las normas internacionales de cableado estructurado, actualmente no cuentan con elementos pasivos adecuados para el tendido y terminaciones del cableado, volviéndose este un factor importante dentro de la transmisión de la información debido a que se puede tener interferencia, daños físicos, etc.

2.4.1.1 Cuarto de Telecomunicaciones

Actualmente la red de datos del Gobierno Municipal no dispone de cuartos de telecomunicaciones como se especifica en las normas de cableado estructurado, ya que los equipos activos de la red se encuentran empotrados a la pared. No disponen de las debidas seguridades, control de temperatura y no cuentan con equipos pasivos como racks, organizadores de cables, patch panels, etc., como se observa en las figuras 2.20.



Figura 2.20 Equipo de la Dirección Financiera

En las dependencias no disponen de cuartos de telecomunicaciones ya que los equipos de conectividad se encuentran alojados en armarios de madera y empotrados a la pared, por lo que no cumplen con las normas de cableado estructurado.

2.4.1.2 Cuarto de Equipos

En el Palacio Municipal los cuartos de equipos no disponen de las condiciones de seguridad, temperatura y los elementos pasivos necesarios para tener un sitio acorde con las normas internacionales, en la figura 2.21 se puede observar los equipos.



Figura 2.21 Nodo 1 Palacio Municipal-Informática



Figura 2.22 Nodo 2 del Palacio Municipal-Secretaría General

En el Patronato Municipal el cuarto de equipos no dispone de un lugar especificado para los equipos activos de la red, se encuentran alojados en armarios de madera como se observa en la figura 2.23.



Figura 2.23 Cuarto de Equipos Patronato Municipal

2.4.1.3 Cableado Vertical

Actualmente el Palacio Municipal no dispone de cableado vertical debido a que tiene una sola planta y se encuentra dividido en dos redes completamente independientes.

El edificio de la Biblioteca Municipal tiene una conexión hacia el Patronato Municipal de cable UTP (Unshielded Twisted Pair) categoría 5e de aproximadamente 80 metros, esta se encuentra expuesta a las condiciones climáticas puesto que no dispone de protección para evitar el deterioro del cable como se muestra en la figura 2.24. Este enlace es utilizado para que las instalaciones del Patronato Municipal tengan acceso a internet.



Figura 2.24 Cableado Vertical Biblioteca Municipal.

Las dependencias como el Patronato Municipal, Hogar de Vida y Bodegas Municipales no disponen de cableado vertical ya que las edificaciones son de una sola planta y los usuarios no sobrepasan los 100 metros de distancia.

2.4.1.4 Cableado Horizontal

Actualmente el cableado horizontal de los edificios del Gobierno Municipal y dependencias tiene las mismas características. El cableado cuenta con cables UTP categoría 5e y conectores RJ45, directamente conectados a los equipos de conectividad. No disponen de canaletas, tubería conduit, racks, pach panels y organizadores de cables de acuerdo a las normas de cableado.

En la siguiente figura se muestra como se encuentra el cableado horizontal dentro del Gobierno Municipal y sus dependencias.



Figura 2.25 Cableado UTP del Palacio Municipal-Obras Públicas

Como se pudo observar el sistema de cableado no está en las condiciones adecuadas, por lo que se puede generar interferencias y bajo rendimiento en cada red. El etiquetado que se tiene en el cableado no es el adecuado ya que no sigue un formato y organización para poder identificar fácilmente el cableado.

2.4.1.5 Área de Trabajo

En el área de trabajo no cuenta con faceplate, Jack RJ45 y patch cords para la conexión del punto de red con la estación de trabajo ya que el cableado horizontal se conecta directamente a la estación de trabajo. Esto sucede en el Gobierno Municipal y las dependencias.

2.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED ACTIVA DEL GOBIERNO MUNICIPAL Y SUS DEPENDENCIAS

2.5.1 DIAGRAMA ACTUAL DE LA RED DE DATOS

La figura 2.26 se observa cómo se encuentra actualmente la red de datos del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí y sus dependencias.

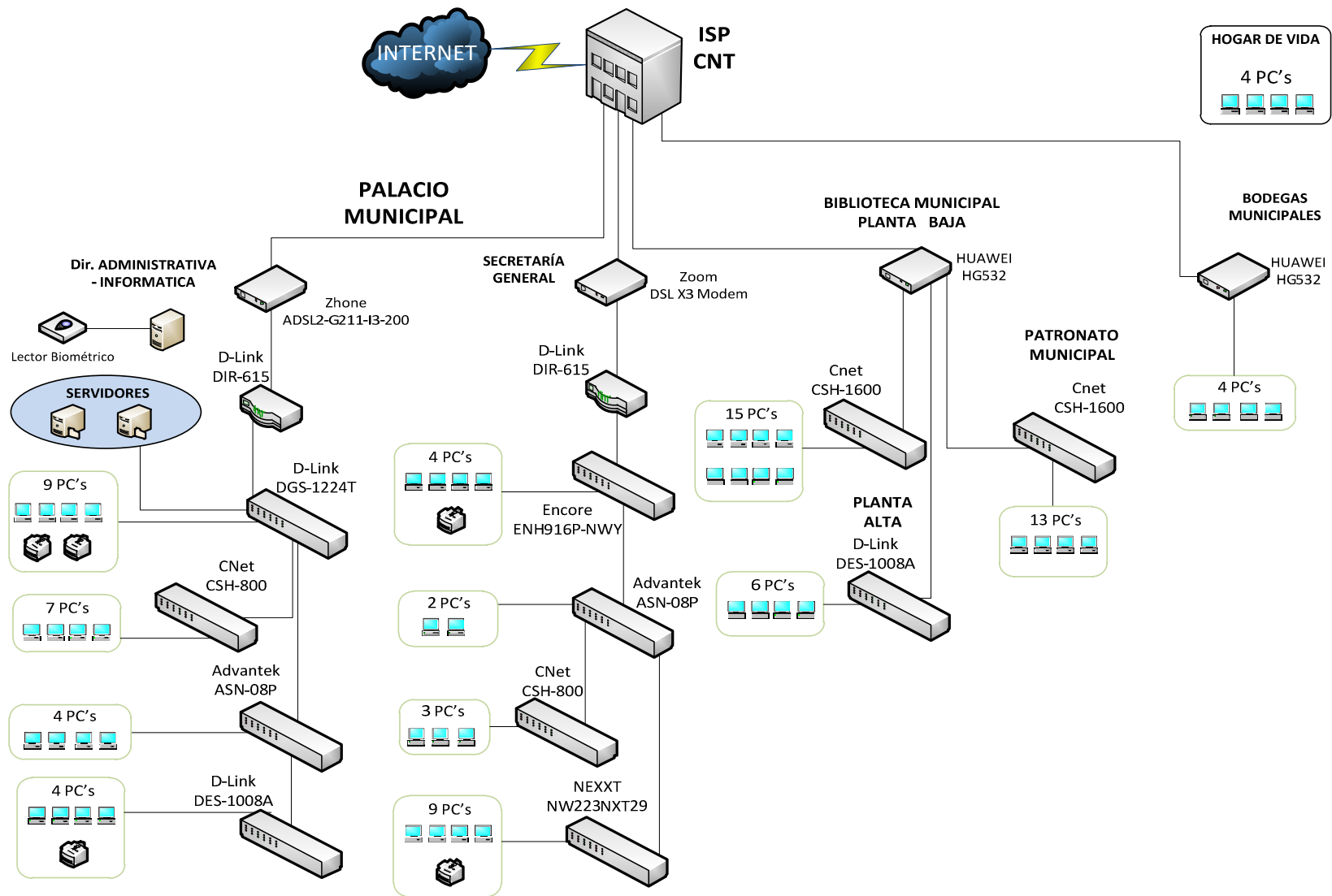


Figura 2.26 Diagrama de la Red Actual del GADM del Cantón Pujilí.

2.5.2 DIRECCIONAMIENTO IP

La red del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí actualmente opera con un direccionamiento IP privado, para lo cual se usa la red 192.168.1.0/24 en cada uno de sus nodos principales como se muestra en la figura 2.27. La asignación de las direcciones IP es de manera dinámica DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol - Protocolo de Configuración Dinámica de Host), para el Palacio Municipal se entrega las direcciones IP a través de los routers inalámbricos D-Link DIR-615 instalados en el área de Informática y en la Secretaría General como se observó en la figura 2.19, en la Biblioteca Municipal y las dependencias lo hacen a través de los módems Huawei HG532 que tiene instalado el proveedor de internet.

Los servidores son los únicos equipos activos que disponen de direcciones IP estáticas y se encuentran en las primeras direcciones IP de la red 192.168.1.0/24 del nodo que se encuentra en la Dirección Administrativa - Informática.

Para poder tener acceso a internet la institución, lo hace a través del ISP (Internet Service Provider - Proveedor de Servicios de Internet) que es el que realiza el NAT (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red) para tener el cambio de dirección IP privada a una pública y viceversa.

Las redes del Gobierno Municipal, no se encuentran divididas en subredes y no cuentan con VLANs (Virtual Local Area Network - Red de Área Local Virtual), esto causa que la administración y seguridad sea deficiente.

En la figura 2.27 se muestra el diagrama lógico de la red de datos actual del Gobierno Municipal de Pujilí.

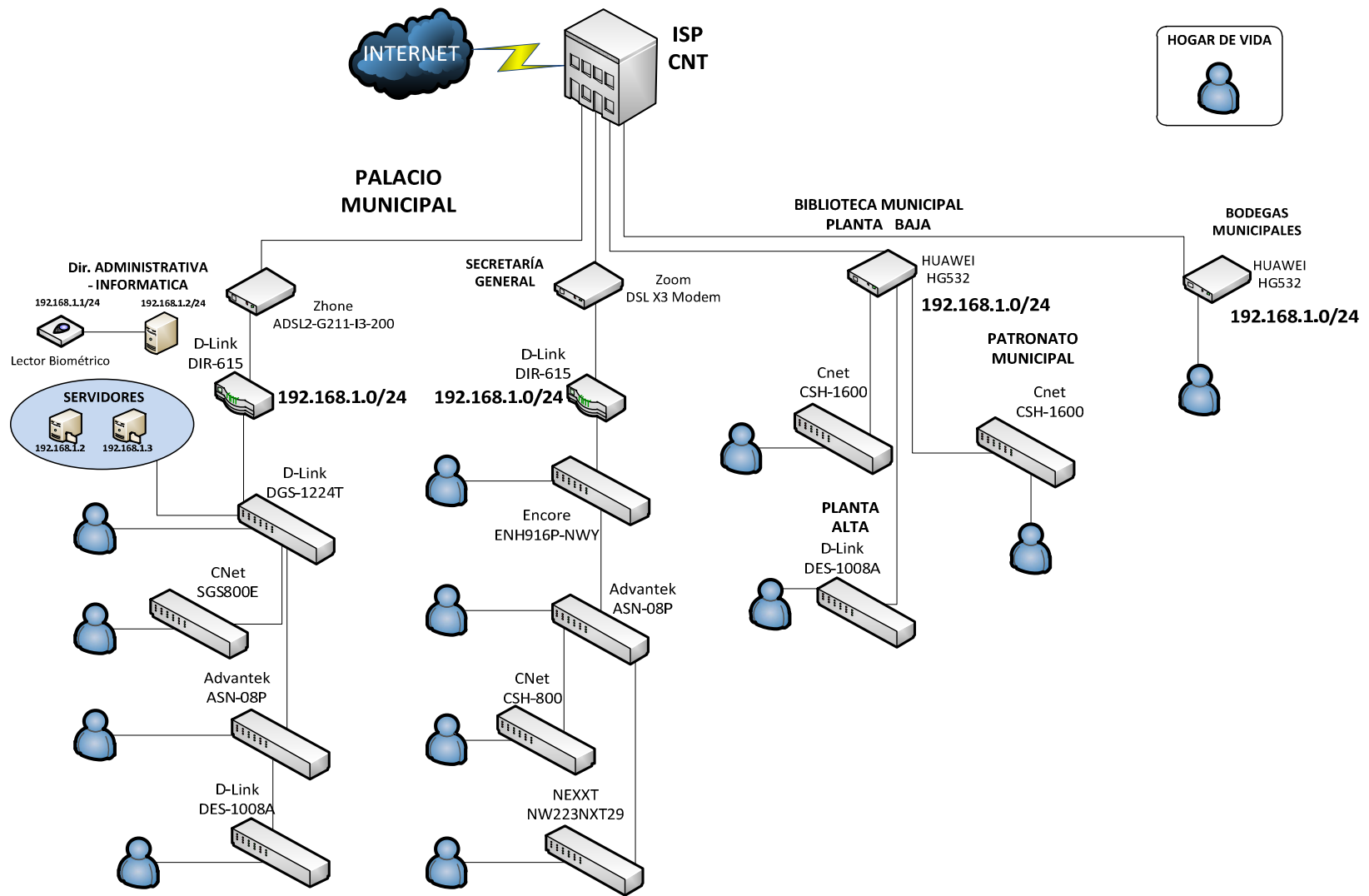


Figura 2.27 Diagrama Lógico de Red de Datos

2.5.3 EQUIPOS ACTIVOS DE LA RED

2.5.3.1 Equipos de Conectividad

Los elementos de conectividad que funcionan en las direcciones del Gobierno Municipal y dependencias, como switches de acceso y switches centrales la mayoría no cuentan con los parámetros técnicos adecuados para una empresa, en el Anexo 1.2 se puede ver los datasheets de los equipos. En la figura 2.28 se puede observar los equipos que funcionan como switch de acceso.



Figura 2.28 Equipos de Acceso

Los equipos que están funcionando en la red del Gobierno Municipal y sus dependencias corresponden a varios fabricantes D-Link, Cnet, Advantek, Encore y Nexxt, como se indica en la tabla 2.5.

Las Bodegas Municipales cuentan con el equipo que instaló el proveedor de servicios de internet, este equipo cuenta con cuatro puertos LAN para el acceso a internet, los usuarios están conectados a este equipo. En el Hogar de Vida no cuentan con ningún equipo de conectividad como se puede ver en la figura 2.26.

Descripción	Cantidad
<i>Palacio Municipal</i>	
D-Link 615	2
D-Link DGS-1424T	1
D-Link 1008A	1
CNet SGS800E	1
CNet CSH800	1
Advantek ASN-08P	2
Encore ENH916P-NWY	1
Nexxt NW223NXT29	1
<i>Biblioteca Municipal</i>	
Cnet CSH-1600	1
D-Link 1008A	1
<i>Patronato Municipal</i>	
Cnet CSH-1600	1
Total	13

Tabla 2.5: Equipos de Conectividad.

2.5.3.2 Servidores

Los servidores se encuentran conectados al switch ubicado en la Dirección Administrativa-Informática en el Palacio Municipal. En la tabla 2.6 se detallan los servidores que dispone la institución.

Servidor	Función	Sistema Operativo	Datos Almacenados
HP Proliant ML370 G5	Base de Datos	Windows Server 2003	SIG-AME
Intel Pentium 4	Base de Datos	Windows XP	Registro de Asistencia

Tabla 2.6: Servidores del Gobierno Municipal y dependencias.

2.5.4 SERVICIOS Y APLICACIONES

2.5.4.1 Sistema Informático SIG-AME

En el Gobierno Municipal se está implementando el sistema informático SIG-AME que facilita la automatización de las tareas de gestión y análisis de los Gobiernos Autónomos Descentralizados del Ecuador, con el fin de agilizar las tareas obligatorias y proporcionar absoluta seguridad en el manejo de operaciones en las áreas de contabilidad, administración financiera, avalúos y catastros, recaudaciones, tesorería, bodega, así como la interconexión con otras aplicaciones instaladas en las municipalidades, atendiendo los requerimientos de información hacia los Sistemas de Información del Gobierno Central¹¹.

2.5.4.2 Lector de Huella

En el Palacio Municipal cuenta con un lector de huella digital para el control de asistencia del personal que labora en el Gobierno Municipal, éste se encuentra conectado directamente a un servidor donde se almacena los datos como se muestra en la figura 2.29.



Figura 2.29 Lector Biométrico

2.5.4.3 Acceso a Internet

¹¹ http://www.ame.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=766&Itemid=281&lang=es

Actualmente el Gobierno Municipal dispone de cuatro enlaces corporativos hacia la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) como su proveedor de internet, cada enlace son a través del par de cobre telefónico con una relación de compartición de canal de 4 a 1. Los cuales tres enlaces son de 1024 kbps hacia el Palacio Municipal y la Biblioteca Municipal, el cuarto enlace es de 512 kbps que va hacia las Bodegas Municipales, estos accesos se los realiza a través de los modem instalados por el proveedor de internet, como se muestra en la figura 2.26.

2.5.4.4 Telefonía en el Gobierno Municipal y Dependencias

Actualmente la telefonía dentro del Gobierno Municipal se lo realiza a través de una central telefónica Panasonic KX-TA308 (ver Anexo 1.2 las especificaciones técnicas) que dispone de 6 líneas telefónicas hacia la PSTN y 16 extensiones. También dispone de líneas telefónicas directas desde la PSTN a las direcciones de la institución.

La central telefónica no permite la conexión con la red de datos, debido a que es una central analógica. Para proveer del servicio de telefonía se tiene tendido otro cableado dentro de las instalaciones de la institución.

En las dependencias el servicio de telefonía se tiene a través de líneas telefónicas directas desde la PSTN. En la tabla 2.7 se lista las direcciones del Gobierno Municipal y dependencias que disponen de líneas telefónicas y extensiones.

Nº	Descripción	Línea Telefónica	Extensión
----	-------------	------------------	-----------

<i>Palacio Municipal</i>			
1	Alcaldía	1	1
2	Auditoría Interna	1	
3	Compras Públicas		
4	Asesoría Jurídica	1	
5	Secretaría General		3
6	Planificación Estratégica	1	
7	Dirección Administrativa	1	2
8	Talento Humano		
9	Informática		
10	Dirección Financiera	2	4
11	Dirección de Obras Públicas		2
12	Avalúos y Catastros	1	
21	Central Telefónica	6	
<i>Biblioteca Municipal</i>			
13	Relaciones Públicas	1	
14	Planificación Estratégica	1	
15	Turismo		
<i>Patronato Municipal</i>			
16	Desarrollo Social	1	
17	Medio Ambiente		
18	Oficinas Patronato Municipal	2	
19	Bodegas Municipales	1	
20	Hogar de Vida	2	
Total		21	12

Tabla 2.7: Líneas telefónicas y extensiones del Gobierno Municipal y Dependencias.

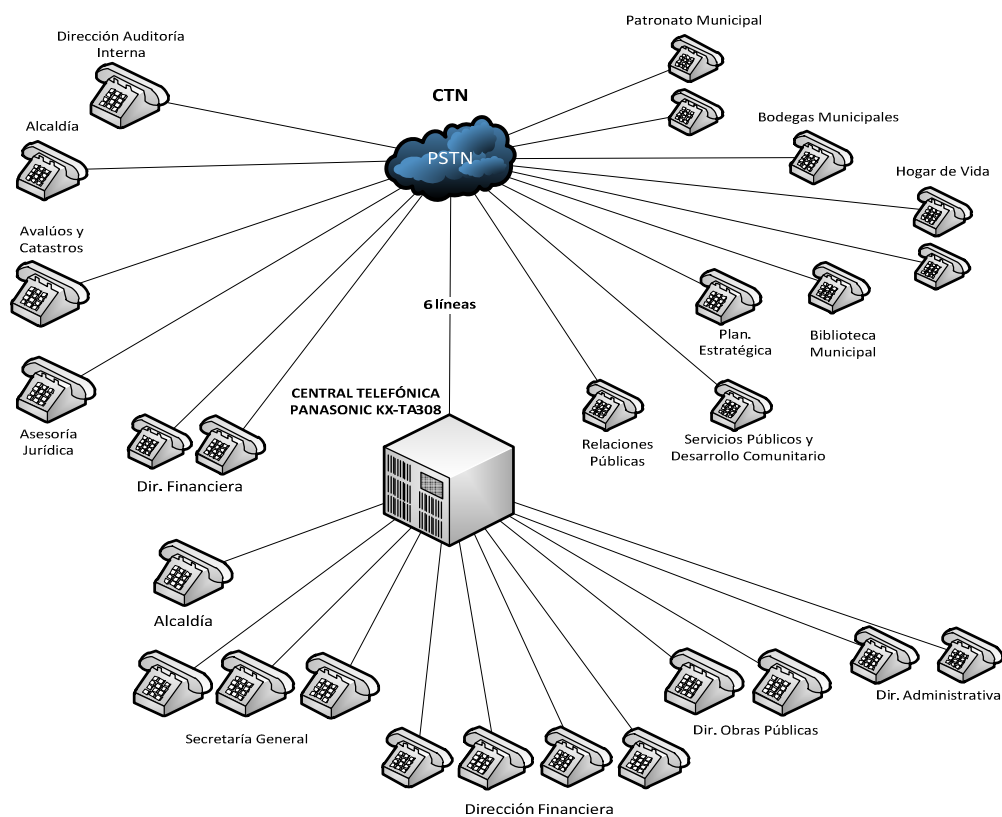


Figura 2.30 Diagrama de la Telefonía en el GADM

Como podemos observar en la figura 2.30, no todos los usuarios de los departamentos cuentan con una extensión ya que la central telefónica es muy pequeña para la demanda de usuarios que hay en el Gobierno Municipal y algunas de las extensiones no se las utiliza, por lo que los usuarios realizan pedidos para la contratación de líneas directas a la PSTN, lo cual presenta un gasto innecesario para la institución, ya que es solo es para comunicarse internamente.

2.6 SEGURIDAD EN EL GOBIERNO MUNICIPAL

Actualmente las redes de datos en el Gobierno Municipal y sus dependencias no cuentan con las respectivas seguridades en cuanto a equipos y a políticas de seguridad. No cuentan con firewalls para impedir que ingresen usuarios no autorizados desde el exterior del Gobierno Municipal.

La seguridad en cuanto a las instalaciones del Municipio se lo realiza a través de un guardia de seguridad que ronda solo el Palacio Municipal y Bodegas Municipales, las demás edificaciones no cuentan con ningún tipo de seguridad.

2.7 REQUERIMIENTOS PARA LA NUEVA RED MULTISERVICIOS

Luego de recopilar información tanto del Gobierno Municipal como de sus dependencias, se procedió a establecer una conversación tanto con el personal de Informática y el alcalde del Gobierno Municipal, se analizó las encuestas e información recopilada y se obtuvieron las siguientes requerimientos que la institución necesita, para tener una red multiservicios:

La red multiservicios debe permitir:

- El envío de datos, voz y video por una misma infraestructura de red.
- Tener disponibilidad en todo momento.
- Soportar el número de usuarios actuales y el crecimiento a futuro.
- Converger a nuevas tecnologías.
- Tener un ancho de banda acorde con el tráfico generado por los usuarios.
- La administración de los usuarios de acuerdo a la dirección a la que pertenezcan.
- El acceso inalámbrico de los usuarios en el Palacio Municipal.
- Tráfico de cámaras de videovigilancia en el Palacio Municipal.
- Tener equipos de conectividad acorde a las necesidades.
- Tener un sistema de cableado de acuerdo a estándares y normas internacionales de cableado estructurado.
- Cada usuario disponga de un punto de datos y voz.
- Comunicación con las dependencias Patronato Municipal, Bodegas Municipales y Hogar de Vida.

CAPÍTULO 3

REDISEÑO DE LA RED

3.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se realiza el rediseño de la red del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí para el soporte de Multiservicios de acuerdo a tecnología actuales, los requerimientos del usuario y a las normas internacionales vigentes de cableado estructurado.

Para el rediseño de la red del Gobierno Municipal se calculará la capacidad necesaria de cada uno de los servicios que soportará la red, con esta capacidad se realizara el dimensionamiento de la capacidad necesaria para internet, el dimensionamiento de los enlaces a cada dependencia. También se realizará el diseño de la red inalámbrica, el diseño de la red pasiva y activa. También se plantearán políticas de seguridad.

3.2 SERVICIOS SOPORTADOS POR LA RED MULTISERVICIOS

En base a los requerimientos del Gobierno Municipal y dependencias se presenta los siguientes servicios y aplicaciones que la red Multiservicios soportará:

- Acceso a Internet
 - Acceso a Páginas Web
 - Correo Electrónico
 - Descarga de Archivos
 - Mensajería Instantánea
- Telefonía
- Videovigilancia

- SIG-AME
- Lector de Huella

A continuación se presenta el cálculo de la capacidad requerida por cada servicio y aplicación soportados por la nueva red.

3.2.1 ACCESO A INTERNET

Para obtener la capacidad requerida para acceder a internet de manera rápida y que las aplicaciones funciones adecuadamente primero se realizará el cálculo de cada una de las aplicaciones que necesita de este servicio para poder dimensionar el acceso a internet.

3.2.1.1 Acceso a Páginas Web

Para realizar el cálculo de la capacidad necesaria para el acceso a una página web se tomará como referencia el tamaño promedio de 320 KB¹² y con un tiempo de carga igual a 10 segundos, lo cual se tiene como referencia las encuestas.

$$C_{APW} = T_{APW} * t_{APW}$$

$$C_{APW} = \frac{320 \text{ KBytes}}{10 \text{ segundos}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$C_{APW} = 256 \text{ Kbps}$$

Dónde:

C_{APW} es la capacidad necesaria para el acceso a una página web.

T_{APW} es el tamaño promedio de una página web.

t_{APW} es el tiempo que se demora en cargarse la página web.

¹² <http://clickdirecto.com/estadisticas-web-de-google/>

3.2.1.2 Correo Electrónico

El cálculo de la capacidad requerida para un correo electrónico se lo realizará en base a un promedio en el GADM de 100 KB¹³ y el tiempo aceptable de descarga es de 10 segundos, lo cual se tiene como referencia las encuestas.

$$C_{CE} = T_{CE} * t_{CE}$$

$$C_{CE} = \frac{100 \text{ KBytes}}{10 \text{ segundos}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$C_{CE} = 80 \text{ Kbps}$$

Dónde:

C_{CE} es la capacidad necesaria para un correo electrónico.

T_{CE} es el tamaño promedio de un correo electrónico.

t_{CE} es el tiempo que se demora en descargarse un correo electrónico.

3.2.1.3 Descarga de Archivos

La capacidad necesaria para la descarga de archivos desde el internet se lo realizará en base a un tamaño promedio de 2 MB de un archivo y en un tiempo de descarga de 1 minuto.

$$C_{DA} = T_{DA} * t_{DA}$$

$$C_{DA} = \frac{2 \text{ MBytes}}{1 \text{ minuto}} * \frac{1024 \text{ Kbytes}}{1 \text{ Mbyte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}}$$

$$C_{DA} = 273,1 \text{ Kbps}$$

Dónde:

¹³ Departamento Administrativo-Informática, Ingeniero Carlos Arroyo.

C_{DA} es la capacidad necesaria para una descarga de un archivo.

T_{DA} es el tamaño promedio de un archivo a ser descargado.

t_{DA} es el tiempo que se demora en descargarse un archivo.

3.2.1.4 Mensajería Instantánea

La capacidad promedio para que un usuario pueda acceder a la mensajería instantánea es de:

$$C_{MI} = 2Kbps$$

3.2.1.5 Dimensionamiento del Acceso a Internet

Para el acceso a internet del Gobierno Municipal se considera un esquema centralizado en donde la conexión hacia el internet se encontrará en el Palacio Municipal, ya que el personal encargado del manejo de la red se encuentra en dicho edificio. Para el dimensionamiento del acceso a internet se tomará en cuenta las siguientes aplicaciones:

- Acceso a Páginas Web
- Correo Electrónico
- Descarga de Archivos
- Mensajería Instantánea

De acuerdo a las capacidades de cada una de las aplicaciones, se realiza el cálculo de la capacidad para el acceso a internet considerando la cantidad de usuarios que tiene acceso a este servicio y el índice de simultaneidad de cada aplicación. En la tabla 3.1 se muestra la capacidad simultánea de cada aplicación.

$$C_{\text{simultanea aplicación}} = C_{\text{Aplicación}} * I_{\text{Simultaneidad}}$$

Aplicación	Capacidad de la Aplicación	Índice de Simultaneidad	Capacidad Simultánea
Acceso a Páginas Web	256 Kbps	14 %	35,8 Kbps
Correo Electrónico	80 Kbps	22 %	17,6 Kbps
Descarga de Archivos	273,1 Kbps	3 %	8,2 Kbps
Mensajería Instantánea	2 Kbps	14%	0,3 Kbps

Tabla 3.1: Capacidad de las aplicaciones hacia el internet

De acuerdo la tabla 3.1 se calcula la capacidad de un usuario para acceder a las aplicaciones a través de internet.

$$C_{IU} = C_{APW-CS} + C_{CE-CS} + C_{DA-CS} + C_{MI-CS}$$

$$C_{IU} = 35,8Kbps + 17,6Kbps + 8,2Kbps + 0,3Kbps$$

$$C_{IU} = 61,9 Kbps$$

Dónde:

C_{IU} es la capacidad que necesita un usuario para acceder a las aplicaciones de internet.

La capacidad necesaria para el acceso a internet del Gobierno Municipal y de sus dependencias se calcula de la siguiente forma:

$$C_{AI} = N * C_{UI}$$

Dónde:

C_{AI} es la capacidad requerida para acceso a internet.

N es el número de usuarios que acceden al servicio de internet.

En la tabla 3.2 se muestra la capacidad requerida por el Gobierno Municipal y sus dependencias para acceder al servicio de internet.

Dependencia	Número de Usuarios	Capacidad Requerida
Palacio Municipal	48	2971,2 Kbps
Patronato Municipal	37	2290,3 Kbps
Bodegas Municipales	4	247,6 Kbps
Hogar de Vida	4	247,6 Kbps
Total	93	5756,7 Kbps

Tabla 3.2: Cálculo de la capacidad requerida por dependencia.

De acuerdo a la tabla 3.2 se observa que se requiere de una conexión hacia el internet de 5756,7 Kbps, realizando la conversión de unidades la capacidad necesaria es de 6 Mbps, con un crecimiento a futuro del 20% se tendría un ancho de banda de 7,2 Mbps.

3.2.2 TELEFONÍA IP

En vista que la telefonía analógica de la institución está ya obsoleta y no permite escalabilidad, es necesario migrar a la Telefonía IP que es una tecnología escalable y utiliza la misma infraestructura de la red de datos para proveer de este servicio a los usuarios.

CODEC	Tasa Binaria	Tamaño PDU	Tiempo de Encapsulación
G. 711	64 Kbps	160 Bytes	20 ms
G. 726	32 Kbps	80 Bytes	20 ms
G.729	8 Kbps	20 Bytes	20 ms
G. 723.1	6,3 Kbps	24 Bytes	30 ms
G. 723.1	5,3 Kbps	20 Bytes	30 ms

Tabla 3.3: Principales códec para compresión de voz

Para la transmisión de la voz a través de la red de comunicaciones, es necesaria la utilización de un códec que permita la transformación una señal analógica a una señal digital, también nos permite comprimir el audio y tener una calidad alta durante una conversación. La tabla 3.3 muestra los códec más utilizados en VoIP y especificados por la UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones).

De acuerdo a la tabla 3.3 se decide utilizar el códec G.729 ya que utiliza bajos recursos de ancho de banda y permite tener una buena calidad en una conversación. La capacidad necesaria para una conversación se tiene:

$$C_{CPF} = AB_C * \frac{l_{SC} + l_{LE}}{l_{SC}}$$

Dónde:

C_{CPF} es la capacidad requerida por flujo de voz para tener una conversación.

AB_C es el ancho de banda que utiliza el códec seleccionado.

l_{SC} es el tamaño del payload de una trama.

l_{LE} es el tamaño de la cabecera de una trama.

Debido a que una conversación necesita dos flujos de voz, uno en cada sentido, se debe multiplicar por dos al valor anteriormente calculado, se tiene:

$$C_C = 2 * C_{CPF}$$

Dónde:

C_C es la capacidad requerida para una conversación.

En la tabla 3.4 se muestra los tamaños de las cabeceras de los protocolos que intervienen en la transmisión de voz a través de la red utilizando el códec G.729.

Protocolo	Tamaño
Payload	20 Bytes
Cabecera RTP	12 Bytes
Cabecera UDP	8 Bytes
Cabecera IP	20 Bytes
Tamaño Total	60 Bytes

Tabla 3.4 Tamaño de un paquete de voz para un enlace inalámbrico

Para el cálculo de la capacidad para los enlaces inalámbricos hacia las dependencias se lo realizará con el tamaño de 60 Bytes.

$$C_{CPF} = 8 \text{ Kbps} * \frac{20 \text{ Bytes} + 40 \text{ Bytes}}{20 \text{ Bytes}}$$

$$C_{CPF} = 24 \text{ Kbps}$$

$$C_{CEI} = 2 * 24 \text{ Kbps}$$

$$C_{CEI} = 48 \text{ Kbps}$$

Dónde:

C_{CEI} es la capacidad total que se necesita para una conversación telefónica IP.

3.2.2.1 Canales hacia la PSTN

Para el cálculo del número de canales necesarios para que los usuarios puedan comunicarse hacia la PSTN se utilizará los datos obtenidos en la sección 2.3.

Se tiene:

$$A = C_A * t_m$$

Dónde:

A es la intensidad de tráfico.

C_A es el número de ocupaciones ofrecidas por término medio en la unidad de tiempo.

t_m es el tiempo medio de ocupación de las líneas de salida.

Con el tiempo medio de ocupación de las líneas de salida igual a 120s, tenemos:

$$A = 1 \frac{\text{llamada}}{3600s} * 120s$$

$$A = 0.0333 \text{ Erlangs}$$

Para obtener la intensidad de tráfico total generado hacia la PSTN, se tiene 81 usuarios que dispondrán de este servicio.

$$A_{\text{total}} = 0.0333 \text{ Erlangs} * 81 \text{ usuarios}$$

$$A_{\text{total}} = 2,624 \text{ Erlangs}$$

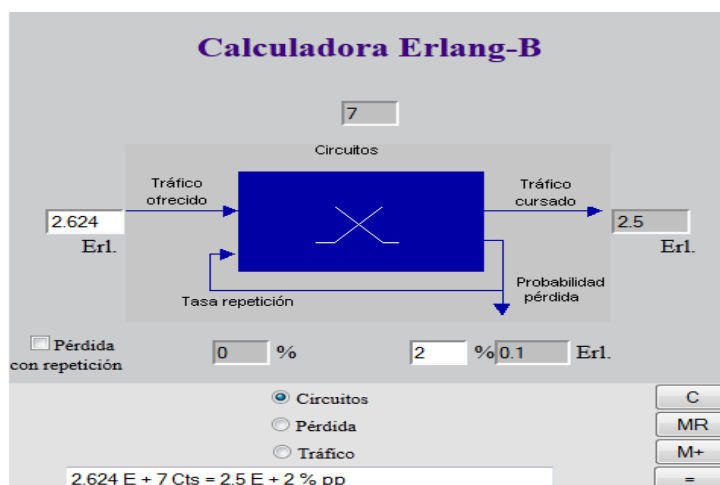


Figura 3.1 Número de canales hacia la PSTN.

Considerando un porcentaje de pérdidas del 2%¹⁴ para sistemas de telefonía se procede a encontrar el número de canales de voz hacia la PSTN. En base a la tabla de Erlang B (ver Anexo 2.1) o de herramientas online como se observa en la figura 3.1¹⁵ se obtiene 7 canales.

3.2.3 VIDEOVIGILANCIA IP

La seguridad de las instalaciones y de quienes trabajan en la institución es muy importante para la alcaldía, por ende se ve la necesidad de proveer del servicio de videovigilancia a través de la red de datos.

Resolución	Niveles de Compresión				
	MPEG1				MPEG-4
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Único
320 x 240	15 KB	12 KB	10 KB	9 KB	2 KB
640 x 480	58 KB	46 KB	39 KB	34 KB	8 KB

Tabla 3.5: Formatos de video en función de su resolución y compresión

Para la transmisión del video de la cámaras IP a través de la red LAN se toma como referencia los datos de la tabla 3.6 que nos muestra los formatos de video que son más utilizados para videovigilancia.

Para una visualización aceptable del video se considerará los siguientes factores:

- De 15 imágenes por segundo.
- Una resolución de 640 x 480.
- Compresión MPEG-4 a 8 KB

Para la realización de los cálculos se considerará que el valor 8 KB es de payload, para lo cual hay que añadir los encapsulamientos de cada uno de los protocolos que

¹⁴ SINCHE Soraya, Comunicaciones Inalámbricas, Quito, 2009.

¹⁵ <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>.

intervienen en la transmisión. En la tabla 3.6 se muestra los tamaños de cada encapsulado.

Protocolo	Tamaño
Cabecera RTP	12 Bytes
Cabecera UDP	8 Bytes
Cabecera IP	20 Bytes
Cabecera y Trailer Ethernet	26 Bytes
Tamaño Total	66 Bytes

Tabla 3.6: Tamaño de encapsulamiento que introducen los protocolos

Para el cálculo se considera que una trama tiene como información útil de 1452 Bytes.

$$N = \frac{T_T}{T_t}$$

$$N = \frac{8 \text{ KBytes}}{1452 \text{ Bytes}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KBytes}}$$

$$N = 5,63$$

Dónde:

N es el número de tramas que se necesita para enviar la información útil de la cámara IP.

T_T es el tamaño de total de la información útil.

T_t es el tamaño que acepta una trama sin encapsulamiento.

Realizado el cálculo se tiene que se envía 5 tramas de 1452 Bytes y una trama de 932 Bytes, para tener el número total de bits que se envían por el canal se tiene:

$$T = (5 * 1452 + 932 + 6 * 66) * 8 \text{ bits}$$

$$T = 67,09 \text{ Kbits}$$

Dónde:

T es el tamaño total de bits que se envía por el canal.

A continuación se calcula la capacidad con el valor de T :

$$C_V = \frac{15 \text{ imágenes}}{1 \text{ segundo}} * \frac{67,09 \text{ Kbits}}{1 \text{ imagen}}$$

$$C_V = 1006,4 \text{ Kbps}$$

Dónde:

C_V es la capacidad requerida para transmitir video a través de la red.

La instalación de las cámaras IP se realizará en el Palacio Municipal. La distribución de las mismas se lo hace en los sitios estratégicos que requieren de mayor seguridad de acuerdo a la necesidad del usuario, para eso se tiene 14 cámaras con las cuales se procede a calcular la capacidad de video.

$$C_{TV} = 14 * 1006,4 \text{ Kbps}$$

$$C_{TV} = 14 \text{ Mbps}$$

Dónde:

C_{TV} es la capacidad requerida para transmitir video de las 14 cámaras IP a través de la red.

3.2.4 SIG-AME

Para el cálculo de la capacidad que se necesita para acceder a la base de datos del Sistema Informático para Gobierno Municipales se considera que se transmite 100KB¹⁶ y un tiempo de acceso de 5 segundos de acuerdo a lo indicado por personal de Informática, se tiene:

$$C_{SIG-AME} = T_{SIG-AME} * t_{SIG-AME}$$

$$C_{SIG-AME} = \frac{100KBytes}{5 \text{ segundos}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}}$$

$$C_{SIG-AME} = 160 \text{ Kbps}$$

Dónde:

$C_{SIG-AME}$ es la capacidad que se necesita para acceder al sistema SIG-AME.

$T_{SIG-AME}$ es el tamaño promedio de la información enviada hacia el sistema SIG-AME.

$t_{SIG-AME}$ es el tiempo promedio de respuesta del sistema SIG-AME.

3.2.5 LECTOR DE HUELLA

Para el cálculo de la capacidad que se necesita para acceder a la base de datos del sistema biométrico se considera que se transmite 50KB y un tiempo de acceso de 2 segundo de acuerdo datasheet del equipo, se tiene:

$$C_{LB} = T_{LB} * t_{LB}$$

$$C_{LB} = \frac{50KBytes}{2 \text{ segundos}} * \frac{8 \text{ Kbits}}{1 \text{ KByte}}$$

$$C_{LB} = 200 \text{ Kbps}$$

Dónde:

¹⁶ Departamento Administrativo-Informática, Ingeniero Carlos Arroyo.

C_{LB} es la capacidad que envía el lector biométrico.

T_{LB} es el tamaño promedio de la información enviada hacia la base de datos.

t_{LB} es el tiempo promedio de respuesta de la base de datos del lector biométrico.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LOS ENLACES INALÁMBRICOS HACIA LAS DEPENDENCIAS

Para el cálculo de la capacidad de los enlaces inalámbricos desde las dependencias hacia el Palacio Municipal, se considerará el tráfico de los siguientes servicios:

- Datos
 - Correo Electrónico
 - SIG-AME
 - Lector de Biométrico
- Voz
 - Telefonía IP
- Acceso a Internet.

3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE DATOS

Para el determinar la capacidad simultánea que requiere cada uno de los servicios de la intranet, se considerará la capacidad de cada servicio y el índice de simultaneidad como se muestra en la tabla 3.7, de acuerdo a las encuestas realizadas.

Aplicación	Capacidad del Servicio	Índice de Simultaneidad	Capacidad Simultánea
Correo Electrónico	80 Kbps	22 %	17,6 Kbps
SIG-AME	160 Kbps	7 %	11,2 Kbps
Lector Biométrico	200 Kbps	3 %	6 Kbps

Tabla 3.7: Capacidad de los servicios de datos de la intranet

De acuerdo la tabla 3.7 se realiza al cálculo de la capacidad requerida por un usuario para acceder a los servicios de la intranet a través de los enlaces inalámbricos.

$$C_{DUI} = C_{CEC-CS} + C_{SIG-AME-CS} + C_{LB-CS}$$

$$C_{DUI} = 17,6 \text{ Kbps} + 11,2 \text{ Kbps} + 6 \text{ Kbps}$$

$$C_{DUI} = 34,8 \text{ Kbps}$$

Dónde:

C_{DUI} es la capacidad requerida de un usuario para acceder a las aplicaciones de datos de la intranet.

C_{CEC-CS} es la capacidad simultánea del correo electrónico corporativo.

$C_{SIG-AME-CS}$ es la capacidad simultánea requerida por SIG-AME.

C_{LB-CS} es la capacidad simultánea requerida por el lector biométrico.

En la tabla 3.8 se muestra la capacidad requerida para datos de cada dependencia.

$$C_{ED} = N * C_{DUI}$$

Dónde:

C_{ED} es la capacidad requerida de datos dentro del enlace inalámbrico.

Dependencia	Número de Usuarios	Capacidad Requerida Datos
Enlace al Patronato Municipal	22	765,6 Kbps
Enlace a las Bodegas Municipales	4	139,2 Kbps

Tabla 3.8: Capacidad para datos requerida de cada dependencia

3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE VOZ

Para obtener la capacidad de voz a través de un enlace inalámbrico se considera la capacidad requerida por usuario para establecer una conversación, el índice de simultaneidad para acceder a este servicio. En la tabla 3.9 se observa el cálculo de la capacidad simultánea para voz.

Dependencia	Capacidad voz	Índice Simultaneidad	Capacidad Simultánea Voz
Enlace al Patronato Municipal	48 Kbps	70%	33,6 Kbps
Enlace a las Bodegas Municipales	48 Kbps	50%	24 Kbps
Enlace al Hogar de Vida	48 Kbps	50%	24 Kbps

Tabla 3.9: Cálculo de la capacidad simultánea para voz en cada dependencia

En la tabla 3.10 se muestra la capacidad para voz requerida por cada dependencia dentro de un enlace inalámbrico.

$$C_{EVOZ} = N * C_{CEI}$$

Dónde:

C_{EVOZ} es la capacidad requerirá de voz a través del enlace inalámbrico.

Dependencia	Número de Usuarios	Capacidad Requerida Voz
Enlace al Patronato Municipal	22	739,2 Kbps
Enlace a las Bodegas Municipales	4	96 Kbps
Enlace al Hogar de Vida	4	96 Kbps

Tabla 3.10: Calculo de la capacidad para voz de cada dependencia

3.3.3 CAPACIDAD ESTIMADA PARA LOS ENLACES INALÁMBRICOS

La capacidad de cada enlace inalámbrico desde el Palacio Municipal hacia sus dependencias se tiene en base a la siguiente ecuación:

$$C_{EI} = C_{AID} + C_{ED} + C_{EVOZ}$$

Dónde:

C_{EI} es la capacidad requerirá para un enlace inalámbrico.

En la tabla 3.11 se muestra capacidad estimada de cada enlace inalámbrico desde el Palacio Municipal hacia cada dependencia, con un 20% de crecimiento a futuro.

Dependencia	Capacidad Estimada
Palacio Municipal - Patronato Municipal	4554.1 Kbps
Torre - Bodegas Municipales	579,4 Kbps
Torre - Hogar de Vida	412.32 Kbps
Palacio Municipal - Torre	991.7 Kbps

Tabala3.11: Capacidad requerida por cada enlace inalámbrico

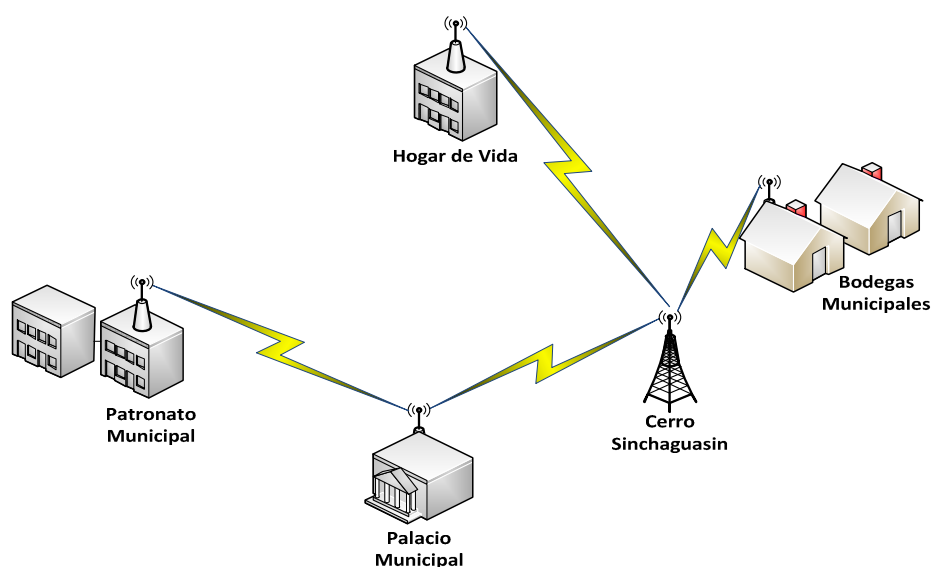


Figura 3.2 Diagrama de los enlaces inalámbricos a cada dependencia

Para que los usuarios de las dependencias del Gobierno Municipal puedan acceder a los servicios que ofrece la nueva red Multiservicios, tienen que pasar por la infraestructura inalámbrica mostrada en la figura 3.2.

3.4 DISEÑO DE LA RED PASIVA

Para el rediseño de la red para el soporte de multiservicios se considera al Gobierno Municipal se tomará como el "Palacio Municipal", la Biblioteca Municipal y Patronato Municipal, como una sola dependencia llamada "Patronato Municipal", debido a que las dos edificaciones se encuentran cercanas.

3.4.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE RED

Para la determinación de los puntos de red se tomarán en cuenta las extensiones de teléfono, computadores, cámaras IP, red inalámbrica e impresoras multifunción todos estos puntos del Palacio Municipal y de sus dependencias. En base a los requerimientos expuestos en la sección 2.7 se considera que un usuario tenga un punto de datos y voz.

En la tabla 3.12 se muestra el número de puntos de red de datos, voz y video distribuidos en cada dirección y dependencia del Gobierno Municipal.

Dirección	Datos	Voz	Video
<i>Palacio Municipal</i>			
Alcaldía	2	2	3
Dirección Administrativa	4	3	1
Talento Humano	2	2	
Informática	1	1	
Auditoría Interna	1	1	
Dirección Financiera	15	13	5

Compras Públicas	2	2	
Avalúos y Catastros	5	4	1
Secretaría General	4	3	1
Vicealcaldía	4	3	1
Archivo	1	1	
Asesoría Jurídica	5	4	
Dirección de Obras Publicas	10	9	2
Salón Amarillo	2		
Salón de Honor	2		
Salón de Sesiones	2	1	
Cuarto de Equipos		1	
Lector de Huella	1		
Red Inalámbrica	3		
<i>Patronato Municipal</i>			
Centro de Computo	15	1	
Planificación Estratégica	2	2	
Turismo	2	2	
Relaciones Públicas	2	2	
Desarrollo Social	4	4	
Medio Ambiente	2	2	
Oficinas Patronato Municipal	10	10	
<i>Bodegas Municipales</i>			
Oficinas Bodegas	4	4	
<i>Hogar de Vida</i>			
Oficinas Hogar de Vida	4	4	
Total	111	81	14

Tabla 3.12: Total de puntos de red a considerarse en el cableado estructurado

El número total de puntos de red es 206, los cuales se obtienen sumando los puntos de datos, voz y video que se tiene en la tabla 3.12.

3.4.2 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO¹⁷

El cableado del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí no cumple con las normas internacionales de cableado estructurado, por lo que la red no funciona adecuadamente, debido a esto se diseñará un nuevo cableado en base a las normas internacionales ANSI/TIA/EIA. Para el diseño se tendrá en cuenta lo siguiente:

Se selecciona Fast Ethernet como tecnología de red, permitiendo tener escalabilidad y gran ancho de banda para la transmisión de los datos a través de la red cableada.

Se utilizará cable UTP categoría 6 y la topología jerárquica, ya que permite la flexibilidad y escalabilidad necesaria para poder realizar cambios en las áreas de trabajo.

Al estar los edificios ya construidos y no disponer de ductería dentro de las paredes, se utilizará canaleta plástica decorativa y demás accesorios para no afectar la estética de los edificios.

En cuanto al etiquetado de los puntos de red en el Gobierno Municipal y sus dependencias se lo realizará de la siguiente manera:

- *Para identificar el edificio:*
 - PM: Palacio Municipal.
 - NI: Patronato Municipal.
 - BM: Bodegas Municipales.
 - HV: Hogar de Vida.

- *Para los puntos de datos, voz y video se tiene:*

¹⁷ VINUEZA Mónica, Cableado Estructurado, Quito, 2011.

Dxx: Datos - Número del punto de datos, las impresoras se toma como punto de datos.

Vxx: Voz - Número del punto de voz.

Cxx: Video - Número del punto de video.

- *Para los rack se tiene:*
Rxx: R - Número del rack.

- Para identificar los patch panels se tiene:
X: Letra mayúscula del abecedario.

3.4.2.1 Palacio Municipal

Para el cableado de esta localidad, los puntos de red que van desde las direcciones que se muestra en la tabla 3.13 se concentrarán en el Cuarto de Telecomunicaciones que se adecuará en el área donde funciona la Dirección Administrativa-Informática. En cuanto a los puntos de red que se muestra en la tabla 3.15 se concentrarán en el Cuarto de Equipos que será adecuado junto a la Alcaldía. La ubicación del Cuarto de Telecomunicaciones, Cuarto de Equipos y la distribución de los puntos de red se observan en el Anexo 3.2. Para la conexión entre el cuarto de telecomunicaciones y el cuarto de equipos se utilizará cableado vertical.

3.4.2.1.1 Cuarto de Equipos

Para el cuarto de equipos será ubicado junto a la alcaldía, será adecuado de acuerdo a la norma ANSI/EIA/TIA 569 cumpliendo con las siguientes consideraciones:

- Altura mínima de 2.60 metros, ideal 3 metros.
- Área mínima de 12 metros cuadrados.

- Aire acondicionado para mantener la temperatura entre 18 y 24 grados centígrados con una humedad entre 30 y 55 por ciento.
- Se debe colocar mínimo dos tomas eléctricas en circuitos separados.
- Proveer de extintores de incendios.
- Acceso solo a personal autorizado.

En el cuarto de equipos albergará al switch de distribución y acceso, conexión al ISP, servidores de la red y el cual tendrá redundancia a cada switch de acceso. Se concentrarán los puntos de red que se indica en la tabla 3.13 y la conexión vertical con el cuarto de telecomunicaciones.

Dirección	Datos	Voz	Video
Alcaldía	2	2	3
Secretaría General	4	3	1
Vicealcaldía	4	3	1
Archivo	1	1	
Asesoría Jurídica	5	4	
Dirección de Obras Publicas	10	9	2
Salón de Sesiones	2	1	
Cuarto de Equipos		1	
Lector de Huella	1		
Red Inalámbrica	1		
TOTAL	30	24	7

Tabla 3.13: Puntos de red hacia el Cuarto de Equipos

Se colocará un rack de piso de 44 U en el cuarto de equipos activos y pasivos que conecten a las áreas de trabajo y la conexión del cableado vertical. En la tabla 3.14 se indica los elementos que albergará el rack R01:

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Router	1	1
Switch central	1	1
Switch para los servidores	1	1
Switches de acceso	2	2
Patch panel de 24 puertos cat. 6	2	3
Patch panel de 48 puertos cat. 6	1	2
Bandejas de rack	3	3
Organizadores horizontales	5	10
Organizadores verticales	2	
Regletas de alimentación eléctrica	2	2

Tabla 3.14: Elementos activos y pasivos del rack R01

3.4.2.1.2 Cuarto de Telecomunicaciones

De acuerdo a la norma ANSI/EIA/TIA 569 el cuarto de telecomunicaciones debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- Permite la conexión del cableado vertical y horizontal.
- Área mínima de 6 metros cuadrados.
- Aire acondicionado para mantener la temperatura de los equipos activos de la red.
- Debe ser utilizado solo para funciones de telecomunicaciones.
- Si se excede la distancia máxima de 90 metros, se debe adicionar un cuarto de telecomunicaciones.
- Solo debe tener acceso personal autorizado.

Se ubicará un cuarto de telecomunicaciones en el área de la Dirección Administrativa-Informática, para dar flexibilidad con las áreas de trabajo de las direcciones que se indica en la tabla 3.15.

Dirección	Datos	Voz	Video
Dirección Administrativa	4	3	1
Talento Humano	2	2	
Informática	1	1	
Auditoría Interna	1	1	
Dirección Financiera	15	13	5
Compras Públicas	2	2	
Avalúos y Catastros	5	4	1
Salón Amarillo	2		
Salón de Honor	2		
Red Inalámbrica	2		
TOTAL	36	26	7

Tabla 3.15: Puntos de red hacia el Cuarto de Telecomunicaciones

Se colocará un rack cerrado de 24 U en el cuarto de telecomunicaciones ubicado en la Dirección Administrativa-Informática, el cual albergará los switch de acceso que provean de conectividad a las áreas de trabajo de la tabla 3.15. En la tabla 3.16 se muestra los elementos que albergará el rack R02.

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Switches de acceso	2	2
Patch Panel de 48 puertos cat. 6	2	4
Organizadores horizontales	3	6
Organizadores verticales	2	
Regleta de alimentación eléctrica	1	1

Tabla 3.16: Elementos activos y pasivos del rack R02

3.4.2.1.3 *Cableado Horizontal*

Este cableado se extiende desde el cuarto de telecomunicaciones hasta la terminación en la pared en el área de trabajo. Para el diseño del cableado horizontal se toma las siguientes consideraciones:

- Se utilizará cable UTP categoría 6 ya que brinda la capacidad necesaria y crecimiento a futuro para la transmisión de los servicios ofrecidos por la red.
- Los patch panels, conectores a la pared y patch cord deben ser categoría 6.
- La canalización del cableado horizontal y vertical, utilizará una tubería conduit principal que recorra cada región del edificio llevando a su destino cada punto de red.
- El cableado eléctrico no se encuentre muy próximo ya que genera interferencia electromagnética.
- Una distancia de 5 metros máximo desde el patch panel a los equipos de conectividad en el cuarto de telecomunicaciones y de 3 metros desde la terminación en la pared a los equipos de usuario (teléfonos, computadoras, cámaras, etc.) en el área de trabajo.
- La distancia máxima desde el área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones de 90 metros.
- Debe facilitar el mantenimiento, crecimiento y reubicación de equipos.
- No debe existir empalmes, derivaciones y puentes a lo largo del trayecto del cableado.

Para la selección de la canaleta plástica se considerará lo siguiente:

- Área del cable UTP categoría 6 de 6.1mm.
- Área de la canaleta.
- El porcentaje de utilización de 60%.
- Longitud de la canaleta de 2m.

En la figura 3.3 podemos observar las distancias del cableado horizontal.

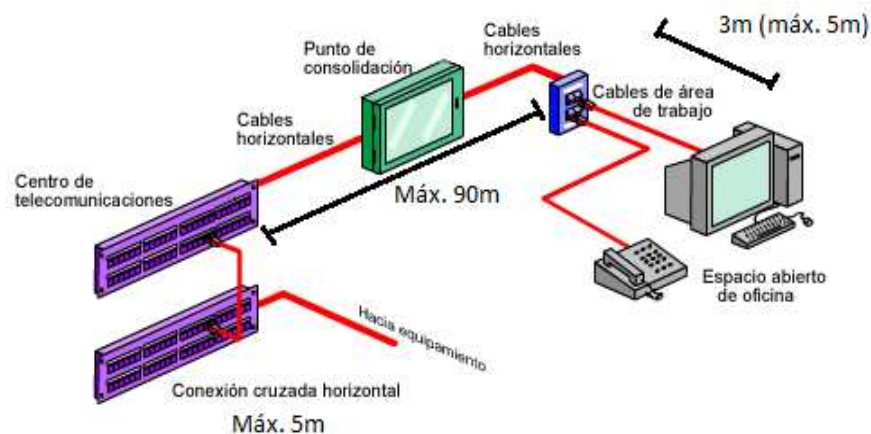


Figura 3.3 Distancias recomendadas par cableado horizontal

Como un ejemplo de cálculo se tiene la canaleta de 60mm x 40 mm:

$$N_{cables} = \frac{60mm * 40mm}{6.1mm^2} * 60\%$$

$$N_{cables} = 39$$

Dónde:

N_{cables} es el número de cables UTP categoría 6 que aloja la canaleta de 60x40.

Para las demás canaletas se realiza el mismo procedimiento. En la tabla 3.17 se indica las canaletas a ser utilizadas en el cableado horizontal.

Canaleta	Cantidad cables UTP cat. 6
Canaleta 60x40	39
Canaleta 40x25	16
Canaleta 32x12	6
Canaleta 20x12	2

Tabla 3.17: Capacidad de canaletas plásticas.

En la tabla 3.18 se indican los elementos que se utilizará para el cableado horizontal en el edificio del Palacio Municipal.

Material	Elemento	Cantidad (u.)
Plástico	Canaleta 60x40	8
	Canaleta 40x25	40
	Codo interno 40x25	4
	Adaptador T 40x25	10
	Canaleta 32x12	17
	Adaptador T 32x12	2
	Codo interno 32x12	2
	Canaleta 20x12	18
	Codo Plano 20x12	2

Tabla 3.18: Elementos del cableado horizontal Palacio Municipal

Para obtener el número de rollos que se necesita para el tendido horizontal en el Palacio Municipal, se utiliza el método aproximado y se tiene:

$$d_{corta} = 6m$$

$$d_{larga} = 49m$$

$$d_{promedio} = \frac{6m + 49m}{2}$$

$$d_{promedio} = 28m$$

Dónde:

d_{corta} es la distancia del punto más cercano.

d_{larga} es la distancia del punto más lejano.

$d_{promedio}$ es la distancia promedio del cable.

A la distancia promedio se añade 10% de holgura y 2,5 metros de terminación.

$$d_{promedio} = 28m + 2,8m + 2,5m$$

$$d_{promedio} = 33,3m$$

Para calcular el número de corridas por rollos de cable:

$$N_{corridas} = \frac{305 m}{33,3 m}$$

$$N_{corridas} = 9 \text{ corridas}$$

Para el cálculo de rollos de cable que se necesita, se toma en cuenta los puntos de red, se tiene:

$$N_{rollos} = \frac{130}{9}$$

$$N_{rollos} = 15 \text{ rollos de cable}$$

3.4.2.1.4 Cableado Vertical

El cableado vertical está formado por el cuarto de telecomunicaciones y el cuarto de equipos. El cableado vertical debe tener las siguientes consideraciones:

- Se utilizará cable UTP categoría 6 para soportar el tráfico de usuarios simultáneos.
- Se utilizará topología jerárquica.
- Flexibilidad para el soporte de los servicios brindados por la red.
- Distancia máxima de 90 metros.

- Velocidad del enlace a 1 Gbps.

Adicionalmente cada switch debe permitir la conexión a la velocidad de 1 Gbps. Los elementos para el tendido del cableado vertical del Palacio Municipal se indican en la tabla 3.19.

Material	Elemento	Cantidad (u.)
Metálico	Tubería Conduit 1 ½ "	15
	Codo 1 ½ "	3
	Unión 1 ½ "	9
	Cajetines de Revisión	8

Tabla 3.19: Elementos de cableado vertical del Palacio Municipal

3.4.2.1.5 Área de Trabajo

Consideraciones del área de trabajo:

- Tendrá dos puntos de red uno para datos y otro para voz
- Patch cords certificados de cable UTP categoría 6 con una distancia de 3 metros para conectar los equipos de usuario.
- Código de colores a utilizar T568B.

En la tabla 3.20 se indica los accesorios a utilizarse en el área de trabajo.

Accesorio	Cantidad (u.)
Cajetín sobrepuesto	81
Face plate simple	32
Face plate doble	49
Jack RJ45 categoría 6	130
Patch cord 3m cat. 6	130

Tabla 3.20: Accesorios para el área de trabajo Palacio Municipal

3.4.2.2 Dependencia Patronato Municipal

Esta dependencia está formada por dos edificios Biblioteca Municipal y Patronato Municipal. Para el cableado de los puntos de red que van desde la planta baja y primer piso del edificio de la biblioteca se concentrarán en un Cuarto de Equipos y los puntos de red de las oficinas del Patronato Municipal se concentrarán al Cuarto de Telecomunicaciones, como se muestra en los planos del Anexo 2.2. Para la conexión entre el cuarto de telecomunicaciones y cuarto de equipos se utilizará cableado vertical.

3.4.2.2.1 Cuarto de Equipos

Se ubicará en la planta baja del edificio de la Biblioteca Municipal, aquí se concentrarán los puntos de red de la planta baja y primer piso. En la planta baja funciona el centro de cómputo de la biblioteca. En el primer piso se encuentran las áreas de Turismo, Planificación Estratégica y Relaciones Públicas. Dichos puntos de red se indican en la tabla 3.21.

Dirección	Datos	Voz
Centro de Computo	15	1
Planificación Estratégica	2	2
Turismo	2	2
Relaciones Públicas	2	2
TOTAL	21	7

Tabla 3.21: Puntos de red edificio Biblioteca General

Para albergar los equipos activos y pasivos que se muestra en la tabla 3.22, se utilizará un rack cerrado de 12 U.

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Switch central	1	1
Switch de acceso	1	1
Patch panel de 24 puertos cat. 6	1	1
Patch panel de 48 puertos cat. 6	1	2
Organizadores horizontales	2	2
Regletas de alimentación eléctrica	1	1
Bandeja para rack	1	1

Tabal 3.22: Elementos activos y pasivos del rack R03

3.4.2.2.2 Cuarto de Telecomunicaciones

Se ubicará un cuarto de telecomunicaciones en el área donde funciona la presidencia del Patronato Municipal, se realizarán las adecuaciones necesarias para que funcione adecuadamente el cuarto de telecomunicaciones. Los puntos de red que se conectarán a este cuarto se muestran en la tabla 3.23.

Dirección	Datos	Voz
Desarrollo Social	4	4
Medio Ambiente	2	2
Oficinas Patronato Municipal	10	10
TOTAL	16	16

Tabla 3.23 Puntos de red edificio Patronato Municipal

Se utilizará un rack cerrado de 12U, el cual servirá para concentrar los puntos de red de las áreas de trabajo de Desarrollo Social, Medio Ambiente y las Oficinas del Patronato Municipal. En la tabla 3.24 se indican los elementos activos y pasivos que albergará el rack R04.

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Switch de acceso	1	1
Patch panel de 48 puertos cat. 6	1	2
Organizadores horizontales	1	2
Regletas de alimentación eléctrica	1	1

Tabal 3.24: Elementos activos y pasivos del rack R04

3.4.2.2.3 Cableado Horizontal

La distribución de puntos de red de cada edificio se indica en los planos que se tiene en el Anexo 2.2. En base al cálculo aproximado de cable UTP categoría 6 realizado para el Palacio Municipal, se tiene que la distancia más lejana de 25 metros y la distancia más corta de 5 metros, agregando 2,5 metros de terminación y 10% de holgura, se tiene una distancia promedio de 20.5 metros, como se tiene 46 puntos de red se necesita de 4 rollos de cable UTP categoría 6. Los elementos que se utilizan en el cableado para esta dependencia se indican en la tabla 3.25.

Material	Elemento	Cantidad (u.)
Plástico	Canaleta 40x25	37
	Codo interno 40x25	5
	Codo plano 40x25	10
	Adaptador T 40x25	12
	Canaleta 32x12	18
	Adaptador T 32x12	2
	Codo interno 32x12	2

Tabla 3.25: Elementos del cableado horizontal Patronato Municipal

3.4.2.2.4 Cableado Vertical

Para el cableado vertical que une el cuarto de telecomunicaciones con el cuarto de equipos se utilizará cable UTP categoría 6. Este cableado conectará los dos edificios de la dependencia con una distancia de 50 metros. En la tabla 3.26 se muestra los elementos para el tendido del cableado vertical.

Material	Elemento	Cantidad (u.)
Metálico	Tubería Conduit 1 ‘	25
	Unión 1 ‘	10
	Cajetines de Revisión	12

Tabla 3.26: Elementos de cableado vertical del Patronato Municipal

3.4.2.2.5 Área de Trabajo

Se tendrá solo puntos de datos y voz, se utilizará patch cords de 3 metros categoría 6 y para mantener uniformidad se utilizará código de colores T568B. En la tabla 3.27 se indica los elementos a utilizarse en el área de trabajo.

Accesorio	Cantidad (u.)
Cajetín sobrepuesto	31
Face plate simple	2
Face plate doble	29
Jack RJ45 categoría 6	60
Patch cord 3m cat. 6	60

Tabla 3.27: Elementos para el área de trabajo Patronato Municipal

3.4.2.3 Dependencia Bodegas Municipales

Los puntos de red de esta dependencia se muestran en la tabla 3.28. Todos estos puntos se concentran al cuarto de equipos que se ubicara en la misma área de las oficinas.

Dirección	Datos	Voz	Video
<i>Bodegas Municipales</i>			
Oficinas Bodegas	4	4	

Tabla 3.28: Puntos de red de las Bodegas Municipales

3.4.2.3.1 Cuarto de Equipos

Se adecuará un área dentro de las oficinas donde se colocará un rack cerrado de 12U, para albergar los equipos activos y pasivos de la red que se muestra en la tabla 3.29. También se tendrán los equipos para la conexión hacia el Palacio Municipal.

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Switch de acceso	1	1
Patch panel de 24 puertos cat. 6	1	1
Organizadores horizontales	1	2
Regletas de alimentación eléctrica	1	1
Bandeja para rack	1	1

Tabal 3.29: Elementos activos y pasivos del rack R05

3.4.2.3.2 Cableado Horizontal

La distribución de los puntos de red de esta dependencia se muestra en los planos de las Oficinas de las Bodegas Municipales en el Anexo 2.2. En base al cálculo aproximado de cable UTP categoría 6, se tiene que la distancia más lejana de 12 metros y la distancia más corta de 7 metros, agregando 2,5 metros de terminación y 10% de holgura, se tiene una distancia promedio de 13 metros, como se tiene 8 puntos de red se necesita de 1 rollo de cable UTP categoría 6. Los elementos que se utilizan en el cableado de esta dependencia se indican en la tabla 3.30.

Material	Elemento	Cantidad (u.)
Plástico	Canaleta 32x12	6
	Adaptador T 32x12	2
	Codo interno 32x12	2

Tabla 3.30: Elementos del cableado horizontal Bodegas Municipales

3.4.2.3.3 Área de Trabajo

Se tendrán solo puntos de datos y voz para cada usuario, se utilizará patch cords de 3 metros categoría 6 para conectar los equipos de usuario al punto en la pared. En la tabla 3.31 se indica los elementos a utilizarse en el área de trabajo.

Accesorio	Cantidad (u.)
Cajetín sobrepuesto	4
Face plate doble	4
Jack RJ45 categoría 6	8
Patch cord 3m cat. 6	8

Tabla 3.31: Elementos para el área de trabajo Bodegas Municipales

3.4.2.4 Dependencia Hogar de Vida

El total de puntos se concentrarán al cuarto de equipos que se adecuará en la Administración del Hogar de Vida, dichos puntos se indican en la tabla 3.32.

Dirección	Datos	Voz	Video
Hogar de Vida			
Oficinas Hogar de Vida	4	4	

Tabla 3.32: Puntos de red del Hogar de Vida

3.4.2.4.1 Cuarto de Equipos

Se colocará un rack cerrado de 12U, para albergar los equipos activos y pasivos de la red que se muestra en la tabla 3.33. También se tendrán los equipos del enlace inalámbrico hacia el Palacio Municipal para tener acceso a la red multiservicios.

Descripción	Cantidad	U. de Rack
Switch de acceso	1	1
Patch panel de 24 puertos cat. 6	1	1
Organizadores horizontales	1	2
Regletas de alimentación eléctrica	1	1
Bandeja para rack	1	1

Tabla 3.33: Elementos activos y pasivos del rack R06

3.4.2.4.2 Cableado Horizontal

La distribución de puntos de red de esta dependencia se indica en los planos del Hogar de Vida en el Anexo 2.2. En base al cálculo aproximado de cable UTP categoría 6, se tiene que la distancia más lejana de 17 metros y la distancia más corta de 8 metros, agregando 2,5 metros de terminación y 10% de holgura, se tiene una distancia promedio de 16,25 metros, como se tiene 8 puntos de red se necesita

de 1 rollo de cable UTP categoría 6. Los elementos que se utilizan en el cableado de esta dependencia se indican en la tabla 3.34.

Material	Accesorio	Cantidad (u.)
Plástico	Canaleta 32x12	13
	Adaptador T 32x12	2
	Codo interno 32x12	3

Tabla 3.34: Elementos del cableado horizontal Bodegas Municipales

3.4.2.4.3 Área de Trabajo

Se tendrán solo puntos de datos y voz para cada usuario, se utilizará patch cords de 3 metros categoría 6 para conectar los equipos de usuario. En la tabla 3.35 se indica los elementos a utilizarse en el área de trabajo.

Accesorio	Cantidad (u.)
Cajetín sobrepuesto	4
Face plate doble	4
Jack RJ45 categoría 6	8
Patch cord 3m cat. 6	8

Tabla 3.35: Elementos para el área de trabajo Hogar de Vida

3.5 DISEÑO DE LA RED ACTIVA

El diseño de la red activa abarca el diseño lógico donde se realizará la distribución de las VLANs y el direccionamiento IP de las direcciones ubicadas en el Palacio Municipal y en las dependencias del Gobierno Municipal. Así como también

describiremos las características que deben cumplir los equipos activos para la nueva red.

3.5.1 DISEÑO LÓGICO

3.5.1.1 Distribución de VLANs

Las VLANs es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Varias VLANs pueden coexistir dentro de un switch o de una red física. Son de mucha utilidad ya que permite reducir el tamaño del dominio de broadcast y ayuda a la administración de la red separando en segmentos lógicos una red de área local.

En el Palacio Municipal se encuentra distribuido por direcciones como se indicó en la sección 2.2.4, algunos de estas direcciones acceden a información propia por lo que se ha visto la necesidad de crear VLAN para el manejo de los usuarios de la red. También para manejar los servicios que se dispone dentro de la red multiservicios como es la telefonía IP y la videovigilancia.

3.5.1.1.1 *Palacio Municipal*

Las VLANs que se dispondrán en cada switch central y los de acceso en el Palacio Municipal son las siguientes:

- *Administración*
Está constituida por los equipos de conectividad son router, switch central y switches de acceso. A esta VLAN pertenecen 7 usuarios.
- *Informática*
Alberga al personal encargado de la red y los servidores (DHCP, DNS y correo electrónico corporativo). Esta VLAN está formada de 4 usuarios.

- *Telefonía*
Está formada por los usuarios que disponen de una extensión telefónica y la IP PBX (Internet Protocol Private Branch Exchange). Esta VLAN está constituida de 51 usuarios.
- *Videovigilancia*
Se encuentra conformada por las cámaras IP y su servidor. Esta VLAN está formada por 15 usuarios.
- *Alcaldía*
En esta VLAN se encuentran los usuarios de la Alcaldía, Secretaría General, Vicealcaldía. El total de usuarios que aloja son 10.
- *Empleados*
Esta VLAN aloja a los usuarios de la Dirección Administrativa, Talento Humano, Auditoría Interna, Compras Públicas, Archivo y Asesoría Jurídica que se encuentran en el Palacio Municipal, también el servidor control de asistencia y el lector de huella. El total de usuarios son 17.
- *SIGAME*
En esta VLAN se encuentran los usuarios de la Dirección Financiera, Avalúos y Catastros, Dirección de Obras Públicas y el servidor SIG-AME. El total de usuarios son 31.
- *Invitados*
En esta VLAN está conformada por los usuarios del Salón de Honor, Salón Amarillo y la Red Inalámbrica, el total de usuarios estimados son 19.

3.5.1.1.2 Patronato Municipal

Las VLANs que se dispondrán en los switches central y los de acceso en esta dependencia son las siguientes:

- *Administración*
Está constituida por los equipos de conectividad: switch central y switch de acceso de esta dependencia. El total de usuarios son 3.

- *Telefonía*
En esta VLAN se encuentran los usuarios que disponen de una extensión telefónica. El total de usuarios son 23.
- *Empleados*
Esta VLAN aloja a los usuarios de Relaciones Públicas, Planificación Estratégica, Desarrollo Social, Medio Ambiente y Turismo, direcciones que pertenecen al Gobierno Municipal. El total de usuarios son 12.
- *Invitados*
Aloja a los usuarios del centro de cómputo de la Biblioteca Municipal. El total de usuarios son 15.
- *Dependencias*
En esta VLAN se encuentran los 10 usuarios de las oficinas de esta dependencia.

3.5.1.1.3 Bodegas Municipales

Las VLANs que se dispondrán en el switch de acceso en esta dependencia son las siguientes:

- *Administración*
Está constituida por los equipos de conectividad: switch central y switch de acceso de esta dependencia. El total de usuarios son 1.
- *Telefonía*
En esta VLAN se encuentran los usuarios que disponen de una extensión telefónica. El total de usuarios son 4.
- *Dependencias*
En esta VLAN se encuentran los 4 usuarios de las oficinas de esta dependencia.

3.5.1.1.4 Hogar de Vida

Las VLANs que se dispondrán en el switch de acceso en esta dependencia son:

- *Administración*

Está constituida por los equipos de conectividad: switch central y switch de acceso de esta dependencia. El total de usuarios son 1.

- *Telefonía*

En esta VLAN aloja a los usuarios que disponen de una extensión telefónica en esta dependencia. El total de usuarios son 4.

- *Dependencias*

En esta VLAN se encuentran los 4 usuarios de las oficinas de esta dependencia.

3.5.1.2 Direccionamiento IP

Para el direccionamiento IP en el Gobierno Municipal se utilizará la red 172.16.0.0/23 ya que se tienen diferentes VLAN y la red 192.168.1.0/24 que actualmente utilizan no cubre el número de VLANs a utilizarse en el presente diseño. Se utiliza VLSM (Variable Length Subnet Masking) para para la distribución de las subredes a cada VLAN de acuerdo al número de usuarios y se considerará un 20% de crecimiento a futuro. En la tabla 3.36 se presenta cada una de las VLANs con su correspondiente subred, máscara, direcciones de host y dirección de broadcast.

VLAN	Subred	Máscara	Direcciones de Host	Broadcast
Telefonía	172.16.0.0	255.255.255.128	172.16.0.1 - 172.16.0.126	172.16.0.127
Invitados	172.16.0.128	255.255.255.192	172.16.0.129 - 172.16.0.190	172.16.0.191
SIGAME	172.16.0.192	255.255.255.192	172.16.0.193 - 172.16.0.254	172.16.0.255
Empleados	172.16.1.0	255.255.255.192	172.16.1.1 - 172.16.1.62	172.16.1.63
Dependencias	172.16.1.64	255.255.255.224	172.16.1.65 - 172.16.1.94	172.16.1.95
Videovigilancia	172.16.1.96	255.255.255.224	172.16.1.97 - 172.16.1.126	172.16.1.127
Administración	172.16.1.128	255.255.255.224	172.16.1.129 - 172.16.1.158	172.16.1.159
Alcaldía	172.16.1.160	255.255.255.240	172.16.1.161 - 172.16.1.174	172.16.1.159

Informática	172.16.1.176	255.255.255.240	172.16.1.177 - 172.16.1.190	172.16.1.191
-------------	--------------	-----------------	-----------------------------	--------------

Tabla 3.36: Direccionamiento IP de la Nueva Red.

La asignación de las direcciones IP se las realizará a través de un servidor DHCP, por lo que las primeras direcciones de cada subred no se asignarán de esta manera ya que serán utilizadas para el default gateway y servidores según sea el caso.

En la 3.37 se muestran las direcciones IP ocupadas y las direcciones libres para cada VLAN.

VLAN	Cantidad de hosts	IPs asignadas	IPs Libres
Telefonía	126	2	124
Invitados	62	1	61
SIGAME	62	2	60
Empleados	62	3	59
Videovigilancia	30	2	28
Dependencias	30	1	29
Administración	30	13	17
Alcaldía	14	1	13
Informática	14	4	10

Tabal 3.37: Direcciones IP utilizadas y libres de cada subred.

3.5.1.3 Diagrama Lógico de la Nueva Red para el soporte de Multiservicios

La nueva red del Gobierno Municipal y sus dependencias, permite la interacción de los actuales y nuevos servicios que se dispone en la institución. También permite tener una sola red en la que todos los usuarios puedan acceder a la red.

En la figura 3.4 se muestra la distribución de las VLAN's y de sus direcciones IP dentro de la nueva red.

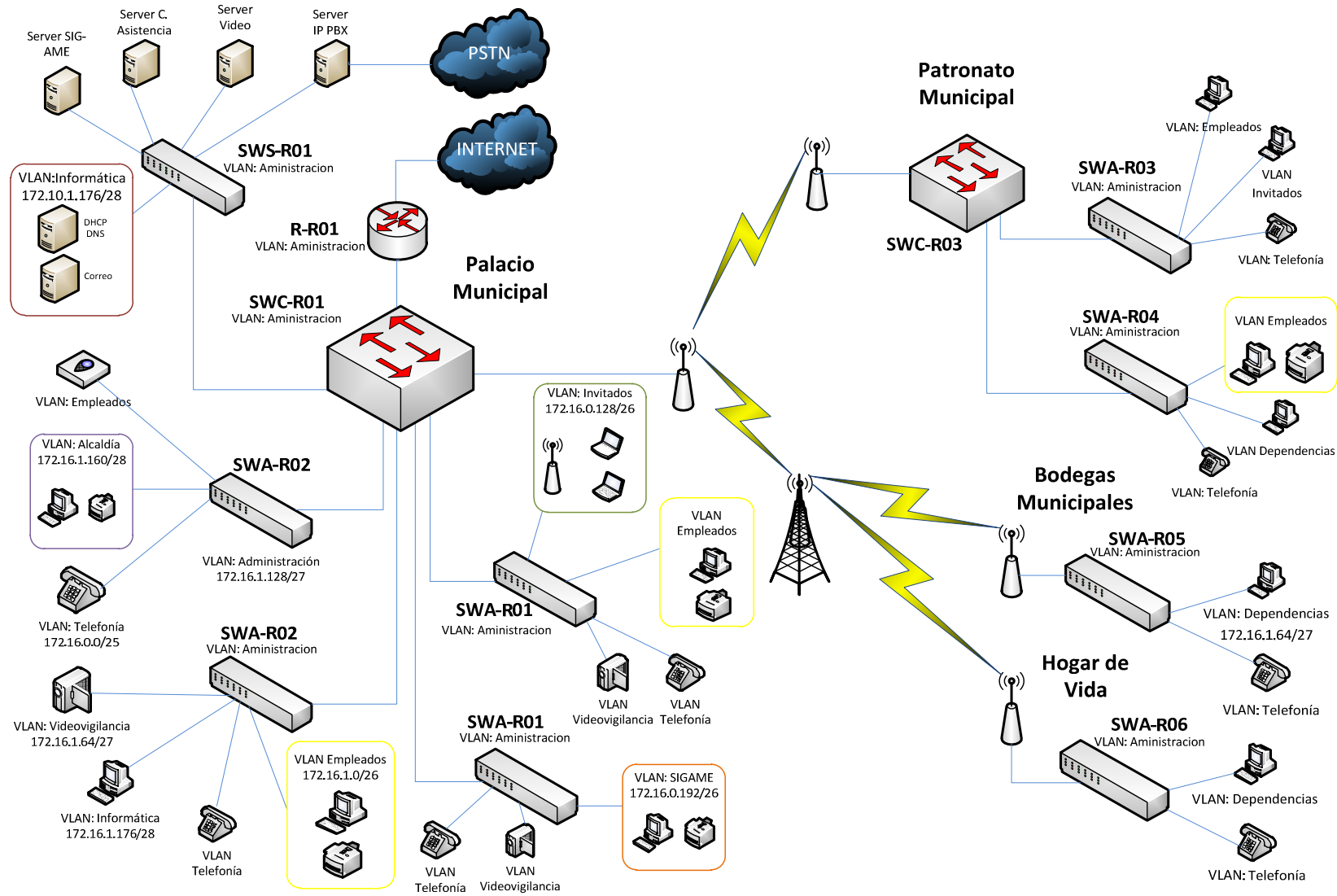


Figura 3.4 Diagrama Lógico de la Nueva Red.

3.5.2 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

A continuación se detallan algunas características de funcionamiento que debe cumplir la red de datos.

- Tener un sistema de cableado estructurado que soporte la transmisión de datos, voz y video. Esto fue realizado en la sección 3.4.
- Tener una mejor administración tanto a nivel lógico como a nivel físico. Esto fue realizado en la sección 3.5.1 y 3.4.
- Los equipos de conectividad como routers y switches, que conforman la red deben cumplir con ciertas características como permitir proveer de calidad de servicio para la transmisión de voz y video, PoE (Power Over Ethernet) el cual permite la alimentación eléctrica a través de la red Ethernet, para el funcionamiento de los terminales tales como: teléfonos, cámaras y access points.

Para que la red cumpla con estas características de debe adquirir equipos de conectividad que cumplan con ciertas funcionalidades.

3.5.2.1 Palacio Municipal

Para esta edificación de acuerdo al número de usuarios mostrados en las tablas 3.13 y 3.15, se necesitan 4 switches de acceso, también se deberá adquirir un switch central, un switch de servidores y un router. Estos equipos se encuentran distribuidos en el cuarto de equipos y el cuarto de telecomunicaciones.

3.5.2.1.1 Cuarto de Equipos

En este cuarto de equipos ubicado junto a la Alcaldía, se instalará el router, el switch central y dos switches de acceso.

El router permitirá la salida a internet y la conexión con el switch central a una velocidad de 100 Mbps. En la tabla 3.38 se indican las características mínimas que debe tener este equipo.

Equipo	Característica
Router	<ul style="list-style-type: none"> • 2 puertos 10/100 Mbps. • Capa 3. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Modo de conmutación full dúplex. • Protocolos de enrutamiento estático. • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet, Web.

Tabla 3.38: Características del router de la red.

El switch central tendrá conexión a los switches de acceso a una velocidad de 1 Gbps. Los switches de acceso permitirán la interconexión con los 61 puntos de red, estos se conectarán a una velocidad de 100 Mbps.

En la tabla 3.39 se indican las características mínimas del switches ubicados en el cuarto de equipos.

Equipo	Característica
Switch Acceso	<ul style="list-style-type: none"> • 48 puertos 10/100 Mbps. • 1 puerto 10/100/1000 Mbps. • Auto-negociación de la velocidad de los puertos. • Capa 2. • Velocidad de backplane: 11,6 Gbps. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d).

	<ul style="list-style-type: none"> • Autenticación de dispositivos conectados a los puertos (IEEE 802.1x). • Power Over Ethernet (IEEE 802.3af). • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet.
Switch Central	<ul style="list-style-type: none"> • 8 puertos 10/100/1000Mbps. • Auto-negociación de la velocidad de los puertos. • Capa 2. • Velocidad de backplane: 18 Gbps. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d). • Autenticación de dispositivos conectados a los puertos (IEEE 802.1x). • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet.
Switch Servidores	<ul style="list-style-type: none"> • 8 puertos 10/100/1000Mbps. • Auto-negociación de la velocidad de los puertos. • Capa 2. • Velocidad de backplane: 16 Gbps. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d). • Autenticación de dispositivos conectados a los puertos (IEEE 802.1x). • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet.

Tabla 3.39 Características de los switches de la red.

3.5.2.1.2 Cuarto de Telecomunicaciones

En este cuarto se encuentra ubicado en la Dirección Administrativa-Informática, aquí se necesitan dos switches de acceso los cuales permitirán la interconexión con los 69 puntos de red, los cuales deberán conectarse a una velocidad de 100 Mbps.

Los switches de acceso que se colocarán en este cuarto deben cumplir con las características presentadas en la tabla 3.39.

3.5.2.2 Patronato Municipal

Para esta dependencia de acuerdo al número de usuarios mostrados en las tablas 3.21 y 3.23, necesita dos switch de acceso y un switch central. Dichos equipos se encuentran distribuidos en el cuarto de equipos y el cuarto de telecomunicaciones.

3.5.2.2.1 Cuarto de Equipos

En este cuarto de equipos ubicado en la Biblioteca Municipal, se colocará el switch central y un switch de acceso.

El switch central tendrá conexión a los switches de acceso a una velocidad de 1 Gbps. Los switches de acceso permitirán la interconexión con los 28 puntos de red (16 en la planta baja y 12 en el primer piso), estos deben permitir conectarse a una velocidad de 100 Mbps.

Los switches central y de acceso que se colocarán en este cuarto deben cumplir con las características presentadas en la tabla 3.39.

3.5.2.2.2 Cuarto de Telecomunicaciones

En dicho cuarto ubicado en la presidencia del Patronato Municipal, se necesita un switch de acceso el cual permita la interconexión con los 32 puntos de red que se deberán conectar a una velocidad de 100 Mbps.

Los switches de acceso que se colocarán en este cuarto deben cumplir con las características que se presentada en la tabla 3.40.

Equipo	Característica
<p>Switch Acceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos 10/100 Mbps. • 1 puerto 10/100/1000 Mbps. • Auto-negociación de la velocidad de los puertos. • Capa 2. • Velocidad de backplane: 6,8 Gbps. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d). • Autenticación de dispositivos conectados a los puertos (IEEE 802.1x). • Power Over Ethernet (IEEE 802.3af). • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet, HTTP.

Tabla 3.40 Características del switch del cuarto telecomunicaciones del NI.

3.5.2.3 Bodegas Municipales

Para esta dependencia de acuerdo al número de usuarios mostrados en la tabla 3.28, se necesitará un switch de acceso. Dicho equipo se encuentra en el cuarto de equipos.

3.5.2.3.1 Cuarto de Equipos

En este cuarto ubicado en las oficinas de las Bodegas Municipales, se instalará el switch de acceso el cual permitirá la interconexión con los 8 puntos de red que se conectarán a una velocidad de 100 Mbps.

El switch de acceso que se colocará en este cuarto debe cumplir con las características mínimas de la tabla 3.41.

Equipo	Característica
<p style="text-align: center;">Switch Acceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 16 puertos 10/100 Mbps. • 1 puerto 10/100/1000 Mbps. • Auto-negociación de la velocidad de los puertos. • Capa 2. • Velocidad de backplane: 5,2 Gbps. • Calidad de Servicio (IEEE 802.1p). • Manejo de VLAN (IEEE 802.1q). • Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d). • Autenticación de dispositivos conectados a los puertos (IEEE 802.1x). • Power Over Ethernet (IEEE 802.3af). • Protocolos de administración: SNMP v1/2/3, Telnet, HTTP.

Tabla 3.41 Características del switch de las dependencias BM y HV.

3.5.2.4 Hogar de Vida

Para esta dependencia de acuerdo al número de usuarios mostrados en la tabla 3.32, se necesitará un switch de acceso el cual estará en el cuarto de equipos de esta dependencia.

3.5.2.4.1 Cuarto de Equipos

En este cuarto de equipos ubicado en las oficinas administrativas del Hogar de Vida, se colocará un switch de acceso el cual permitirá la interconexión con los 8 puntos de red que se conectarán a una velocidad de 100 Mbps.

El switch de acceso que se colocará en esta dependencia debe cumplir con las características presentadas en la tabla 3.41.

3.5.3 INTEGRACIÓN DE LA TELEFONÍA IP

Para la integración de la telefonía a la red de datos del Gobierno Municipal y sus dependencias, se utilizará una solución basada en software libre ya que es una entidad pública y se exige licencias gratuitas. Por lo cual se escogerá Asterisk como software para levantar el servidor de telefonía IP ya que corre sobre Linux.

A continuación se presenta algunas de las características de Asterisk:

- Funciona en un ordenador dedicado.
- Posibilidad de usar el sistema en virtualización.
- Capacidades de líneas de voz convencionales.
- Soporta líneas de telefonía analógica, líneas RDSI, accesos primarios, VoIP (voz a través de Internet).
- Transferencia de llamadas entre extensiones de la PBX, como a números de teléfono fuera del sistema de telefonía IP.
- Desvío de llamadas a una extensión si a la que se llama se encuentra ocupada o no contesta
- Parqueo de llamadas, lo cual nos permite dejan en espera a una llamada hasta realizar otra llamada.
- Llamada en espera, permite colocar en espera a una llamada ya sea interna como desde fuera de la PBX.
- Incorporar extensiones remotas, lo cual permite tener extensiones en otras localidades y poderse comunicar a través de internet.

- Grupos de llamadas, lo que permite delimitar los privilegios para la realización de llamadas.
- Identificador de llamante, permite tener identificador del número o extensión llamante.
- Operadora Digital, permite tener un menú la cual simula una operadora la cual indica pasos para poder acceder a la PBX.
- Música en espera y en transferencia, permite tener un sonido hasta que se realice la transferencia.
- Buzones de voz permite grabar un mensaje de voz si la extensión no se encuentra disponible.
 - Indicador visual de mensaje en espera, por lo que los teléfonos que soporten indicarán en su pantalla o por led que se tiene un mensaje de voz.
 - Permite el envío de mensajes del buzón de voz al correo electrónico.
 - Permite tener una interfaz web para acceder a los buzones de voz de cada extensión.
 - Permite tener gestión del buzón de voz mediante el terminal telefónico y página web
- Gestión de listas negras, lo cual permite trabajar con base de datos para la restricción de llamadas de acuerdo a la lista de números restringidos.
- Acciones a realizar según horarios y fechas.
- Salas de conferencia, permite establecer una conferencia con 2 o más terminales simultáneamente.
- Registro y listados de llamadas entrantes y salientes, esto se lo puede hacer a través de base de datos.
- A más de la configuración vía comandos permite tener un entorno gráfico de configuración y administración vía web.
- Panel gráfico de operadora a través de navegador web con tecnología flash.
- Gestión de colas de llamadas entrantes, lo cual tiene la capacidad de funcional como call center.

- Dispone de la grabación de llamadas entrantes y salientes.
- Soporta videoconferencia con protocolos SIP e IAX2
- Soporta los protocolos: SIP, H.323, MGCP, IAX2.
- Soporta los codecs: ADPCM, G.711 (A-Law & u-Law), G.723.1, G.726, G.729, GSM, iLBC, Speex.

Para el funcionamiento de la central IP se debe plantear un sistema de numeración para el Gobierno Municipal y dependencias. A continuación se presenta el sistema de numeración recomendado de acuerdo a siguiente formato:

Id. Dependencia - Id. Dirección - Id. Usuario

Dónde:

- *Id. Dependencia* es el identificador de la dependencia que pertenece el usuario. Se tiene los siguientes valores:
 - 1 Gobierno Municipal.
 - 2 Patronato Municipal.
 - 3 Bodegas Municipales.
 - 4 Hogar de Vida.
- *Id. Dirección* es el identificador de la dirección a la que pertenecen ya sea en el Palacio Municipal como en sus dependencias. Se tiene los siguientes valores:
 - 01: Alcaldía
 - 02: Auditoría Interna
 - 03: Relaciones Públicas
 - 04: Asesoría Jurídica
 - 05: Secretaría General
 - 06: Planificación Estratégica
 - 07: Dirección Administrativa
 - 08: Dirección Financiera

- 09: Dirección de Obras Públicas
 - 10: Avalúos y Catastros
 - 11: Servicios Públicos y Desarrollo Comunitario
 - 12: Oficinas Patronato Municipal
 - 13: Oficinas Bodegas Municipales
 - 14: Oficinas Hogar de Vida
- *Id. Usuario* corresponde al identificador del usuario que pertenece a una dirección o área determinada ya sea en el Palacio Municipal como en sus dependencias. Como ejemplo se tienen los siguientes valores:
 - 1: Gustavo Cañar
 - 2: Mario Naranjo
 - 3: Rubén Jácome
 - 4: Hernán Granja, etc.

Para que los usuarios se pueden comunicar dentro de la red de telefonía IP es necesario disponer de los teléfonos que permitan conectarse a dicha red, para lo cual se presenta en la tabla 3.42 las características que debe cumplir los teléfonos IP.

Equipo	Característica
Teléfono IP	<ul style="list-style-type: none"> • 1 puerto 10/100 Mbps. • Soporte códec G.711, G.729 • Soporte SIP, DHCP • Power Over Ethernet (IEEE 802.3af)

Tabla 3.42 Características de los teléfonos IP.

3.5.4 INTEGRACIÓN DE LA VIDEOVIGILANCIA IP

De acuerdo los requerimientos de la empresa se ha visto necesario colocar 14 cámaras de video para la seguridad de las instalaciones del Palacio Municipal las cuales estarán en áreas estratégicas. Para la videovigilancia se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Cubra las zonas de mayor vulnerabilidad del Palacio Municipal.
- Permita el monitoreo remoto.
- Permita la recepción de video en MPEG.
- Soporte de cámaras IP.

3.5.4.1 Ubicación

De acuerdo a los parámetros antes mencionados las cámaras de video se distribuirán en cada dirección y en áreas externas que necesiten de vigilancia, la ubicación de las cámaras de video se puede ver en el Anexo 2.2.

3.5.4.2 Seguridad

Las cámaras IP se colocarán a una altura de 2.8 metros para que sea de difícil alcance y no sufra daño alguno. Los puntos de acceso a la red de dichas cámaras se alojarán en la VLAN de videovigilancia.

3.5.4.3 Equipos

Para la transmisión del video a través de la red de datos se necesitan las cámaras IP la cuales permitirán el envío de video al servidor. En la tabla 3.43 se presenta las características mínimas que debe cumplir las cámaras IP para la captura y envío de video dentro del Palacio municipal.

Equipo	Característica
Cámara IP	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte una resolución de imagen de

	640 x 480. <ul style="list-style-type: none"> • Disponga de 1 puerto Ethernet 10/100 Mbps. • Soporte compresión MPEG-4. • Soporte los protocolos TCP/IP. • Fotogramas mayor o igual a 15 fps. • Soporte la gestión por: Telnet, web.
--	--

Tabla 3.43 Características de las cámaras IP.

3.5.4.4 Monitoreo

Para el monitoreo de video a través de la red de datos del Gobierno Municipal, se ha visto necesario la utilización de una solución basada en software libre, permitiendo esta tener licencias gratuitas. Para lo cual se escoge como solución al software llamado ZoneMinder, el cual permite el monitoreo de las 14 cámaras IP distribuidas en el Palacio Municipal. A continuación se presenta algunas características de ZoneMinder:

- Funciona con cámaras a color y blanco/negro, cámaras tradicionales, cámaras Ethernet.
- Se administra desde una interfaz web, que permite controlar todas las funciones del programa.
- Permite definir "zonas calientes" en la imagen.
- Permite la monitorización remota.
- Corre sobre el sistema operativo LINUX.
- Soporte de vídeo en MPEG o JPEG.

3.5.5 INTEGRACION DE LA RED INALÁMBRICA

La red inalámbrica del Gobierno Municipal solo abarcará el Palacio Municipal de acuerdo a los requerimientos del numeral 2.7. Esta red permitirá que los empleados tengan acceso a los servicios de la red multiservicios a través de equipos inalámbricos. Para la red inalámbrica se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Cubra las áreas de las oficinas del Palacio Municipal.
- Se utilizará el estándar 802.11g y 802.11n.
- Tenga un radio de cobertura de 10 metros.
- Restrinja el acceso a personas no autorizadas.
- Se encuentren los equipos físicamente seguros.

Se estima que en promedio se tendrán 15 usuarios conectados simultáneamente a la red inalámbrica.

3.5.5.1 Ubicación

De acuerdo a los parámetros anteriores la red inalámbrica para el Palacio Municipal se constituirá de 3 Access Point, los cuales serán ubicados como se muestra en el plano en el Anexo 2.2. También se les configurará para que trabajen en diferentes canales para evitar la interferencia.

3.5.5.2 Seguridad

Para el acceso a la red multiservicios se lo hará a través de autenticación WPA (Wi-Fi Protected Access), el cual permite tener seguridad, se dispondrá de una clave para que los usuarios accedan a la red. Estos puntos de acceso a la red se los alojará en una VLAN. Para seguridad física del equipo se lo colocará sobre el cielo raso para que no sea visible al público y no sufra algún daño físico.

3.5.5.3 Equipos

Para el acceso inalámbrico a la red del Gobierno Municipal y dependencias se colocarán Access Points, los mismos que deben tener las características que se muestra en la tabla 3.44.

Equipo	Característica
<p style="text-align: center;">Access Point</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de conexión 24 Mbps. • Protocolo de gestión remota: Telnet, HTTP. • Autenticación WEP, WPA. • IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, WiFi Certificado. • Power Over Ethernet (IEEE 802.3af). • 1 puerto 10/100 Mbps.

Tabla 3.44 Características de los access points.

3.5.6 SERVIDORES

Los servicios que proporciona la red multiservicios a los usuarios del Gobierno Municipal y dependencias, los servidores necesitan disponer de buenas características de procesamiento, memoria RAM y capacidad de almacenamiento.

De acuerdo a la tecnología existente para servidores hoy en día se tiene la virtualización, lo que permite tener varios servidores y por ende varios servicios dentro de un mismo hardware y software, compartiendo los recursos de procesamiento, memoria y almacenamiento. A continuación se describe algunas de las ventajas y desventajas de tener los servidores virtualizados.

3.5.6.1 Ventajas

- Cada una de las máquinas virtuales se las puede configurar de forma aislada e independiente de las demás.
- Conseguimos que el usuario vea los recursos que necesita como si fueran dedicados.
- Se utiliza un mismo hardware para cada servidor virtual.
- Permite reducir costos de operación (mayor cableado, equipos de conectividad, consumo de energía, espacio físico, mantenimiento, etc.).
- Ayuda al aprovechamiento de los recursos hardware.
- Permite tener seguridad en cada sistema debido a su aislamiento.
- Se obtiene una administración centralizada.
- Se obtiene rápida recuperación frente a fallas de software.

3.5.6.2 Desventajas

- Necesidad de mayor cantidad de recursos hardware del servidor (memoria RAM, procesamiento y almacenamiento).
- Mayor complejidad de administración.
- Fallos en la parte de hardware.

De acuerdo a las ventajas y desventajas antes mencionadas, el tener un solo servidor que permita tener varios servicios, a servidores dedicados que me implique mayores recursos económicos, nos hace llegar a la conclusión de que tener servidores virtualizados trae grandes beneficios para la institución por lo que se opta por tener un solo servidor con características robustas para alojar los servicios de DNS, DHCP, correo electrónico, Telefonía IP y videovigilancia.

Las características mínimas que debe tener el servidor son:

- **CPU:** de acuerdo a los requerimientos del servidor de correo: Pentium 4 de 1.5 GHz, el servidor de telefonía: Pentium III de 560 MHz y el servidor de video: Intel Dual Core de 1,3 GHz, por lo que es prudente tener un servidor

que disponga de 4 núcleos/procesador a 2.0 GHz, ya que a través de la virtualización se podrá utilizar los recursos de la mejor manera, debido a que el servidor de video será el que más procesamiento consuma.

- **Disco Duro:** de acuerdo las aplicaciones como es el correo se tendrá las cuentas de 2 GB/usuario lo que se tiene 405GB, el servidor de video de acuerdo a las 14 cámaras que se tendrá un consumo bajo demanda lo que quiere decir que cuando se produzca un evento el servidor grabará por lo que se necesita mínimo 392 GB, y el servidor de telefonía necesita de 50 GB para la grabación tanto de llamadas y mensajes de voz, por lo que se ve necesario un disco de 1.5 TB, ya que se debe también proveer crecimiento de dispositivos a futuro.
- **Memoria RAM:** para poder procesar el video que se recibe de las cámaras, al igual para poder establecer las llamadas y responder a las peticiones de los usuarios de correo electrónico se ve la necesidad de tener como requerimiento mínimo de 4 GB en memoria RAM.
- **Tarjeta de Red:** Para poder tener control de flujo hacia el servidor se ve la necesidad de tener dos tarjetas de red Gigabit Ethernet (10/100/1000 Mbps).

Los servidores virtuales estarán levantados bajo software libre ya que es un requerimiento del administrador de la red del Gobierno Municipal.

3.5.7 REUTILIZACIÓN DE EQUIPOS

De los equipos de conectividad mencionados en la tabla 2.5, se reutilizarán los que cumplan con las características de los equipos activos de la nueva red. La mayoría de los equipos de conectividad que actualmente están en la red del Palacio Municipal y dependencias no cumplen con las características de diseño.

Función	Descripción	Cantidad
Switch de Acceso	D-Link DGS-1224T	1

Tabla 3.45: Equipos reutilizables para la nueva red.

En cuanto a los servidores HP y Pentium 4 se seguirán utilizando para las aplicaciones que actualmente están designados.

En la tabla 3.46 se muestra el resumen de equipos que se necesita para la nueva red del Gobierno Municipal.

Cantidad (u.)	Equipo	Descripción
1	Router	Disponga de 2 puertos 10/100 Mbps.
3	Switch de Core	Dispongan de 8 puertos 10/100/1000 Mbps.
7	Switches de Acceso	Dispongan 24 y 48 puertos 10/100 Mbps y un puerto de 10/100/1000 Mbps, para la conexión con el switch de core. Soporten PoE en sus puertos.
81	Teléfonos IP	Permitan la conexión a través del protocolo SIP. Dispongan de un puerto 10/100 Mbps.
14	Cámara IP	Disponga de un puerto 10/100 Mbps. Permita la transmisión de 15 cps.
3	Access Points	Dispongan de un puerto 10/100 Mbps. Soporten PoE.

Tabla 3.46 Resumen de equipos para la nueva la red.

3.6 POLÍTICAS DE SEGURIDAD

A continuación se detallan las políticas de seguridad que se han diseñado para la aplicación en la red multiservicios.

3.6.1 POLÍTICAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA RED

- El personal de Informática del Gobierno Municipal es el único autorizado para el ingreso al cuarto de equipos y cuarto de telecomunicaciones.
- El personal de Informática es el único que dispondrá de las claves de los equipos de conectividad, servidores y sesiones de administrador de las computadoras.
- El personal de Informática es el encargado de documentar la red.
- Se mantendrá un control de los puertos habilitados y deshabilitados de la red.
- Realizar frecuentemente pruebas de vulnerabilidad a la red.
- Capacitación a los usuarios sobre las vulnerabilidades existentes en la actualidad.
- El soporte y daños en la red serán resueltos por el personal de Informática.
- Poner en conocimiento todas las políticas de red para poder sancionar al responsable del fallo de una de ellas.

3.6.2 POLÍTICAS PARA HARWARE Y SOFTWARE DE LA RED

- Mantener el software de los equipos actualizado.
- La instalación de cualquier software necesario dentro de la red será autorizado por el administrador de la red.
- Mantener los equipos de la red físicamente seguros.
- Se instalará un antivirus para ayudar a la seguridad de la red.
- Restringir el privilegio de acceso a los usuarios para evitar la instalación de software no autorizado por el administrador de red.

3.6.3 POLÍTICAS PARA USUARIOS DE LA RED

- Se solicitará la instalación de software o hardware al personal de Informática.
- Se deberá solicitar la clave de la red inalámbrica al personal de Informática.
- Se deberá mantener en absoluta reserva información confidencial, como claves, certificados, etc.

- Los usuarios son los encargados de la actualización del antivirus.
- Los servicios de la red es solo para uso estrictamente para empleados del Gobierno Municipal.
- Se deberá reportar al personal de Informática cualquier inconveniente o mal uso de los equipos de la red.

CAPÍTULO 4

COSTOS REFERENCIALES, IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se presentará un costo referencial del proyecto de rediseño de la red del Gobierno Municipal y la interconexión con sus dependencias, para lo cual se realizará el análisis de tres alternativas de equipos.

Se implementará un prototipo para probar las aplicaciones de la nueva red multiservicios sugeridas en el rediseño, para lo cual se presentará las configuraciones de los servicios, pruebas y análisis de los resultados.

4.2 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED PASIVA

Para obtener el costo total de la red pasiva se tomarán en cuenta canaletas, tubería, cables, conectores, patch cords, racks y demás accesorios para la instalación del cableado en el Palacio Municipal y sus dependencias.

4.2.1 CANALETAS Y ACCESORIOS

Se utilizará cuatro tipos de canaletas para todo el proyecto de acuerdo a los planos del Anexo 2.2. En la tabla 4.1. se detallan la cantidad, valores unitarios y totales de las canaletas y accesorios que se utilizarán para albergar el cableado tanto en las instalaciones del Palacio Municipal como en sus dependencias.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Canaleta 60x40	8	7,91	63,28
Canaleta 40x25	77	5,23	402,71
Codo interno 40x25	9	0,87	7,83
Codo plano 40x25	10	0,87	8,70
Adaptador T 40x25	22	0,87	19,14
Canaleta 32x12	54	2,27	122,58
Adaptador T 32x12	8	0,44	3,52
Codo interno 32x12	9	0,44	3,96
Canaleta 20x12	18	1,33	23,94
Codo Plano 20x12	2	0,34	0,68
		Total	656,34

Tabla 4.1: Costo total de las canaletas y accesorios.

Los accesorios de las canaletas de acuerdo a la arquitectura de cada edificio pueden variar, por lo que se ha tomado un estimado de acuerdo a cada edificación donde se colocará las canaletas.

4.2.2 TUBERÍA Y ACCESORIOS

La tubería conduit se la utilizará para las instalaciones del cableado vertical de acuerdo a los planos del Anexo 2.2. En la tabla 4.2 se detalla la cantidad, valores de costo unitario y totales de tubería conduit y accesorios.

Los accesorios de acuerdo a la arquitectura de las edificaciones pueden variar, por lo que se ha tomado un estimado de acuerdo a los planos y visitas a las instalaciones del Gobierno Municipal y las dependencias.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Tubería Conduit 1 ½	15	13,63	204,45
Codo 1 ½	3	5,42	16,26
Unión 1 ½	9	2,16	19,44
Tubería Conduit 1 ‘	25	7,59	189,75
Unión 1 ‘	10	0,85	8,50
Cajetines de Revisión	20	0,50	10,00
		Total	448,40

Tabla 4.2: Costo total de la tubería conduit y accesorios.

4.2.3 CABLES Y ACCESORIOS

De acuerdo a los datos obtenidos durante el diseño del cableado horizontal, cableado vertical y áreas de trabajo del Gobierno Municipal y dependencias, se tiene un estimado de cables y accesorios que se presenta en la tabla 4.3.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Rollo de cable UTP cat. 6	21	202,00	4242,00
Cajetín sobrepuesto	120	1,61	193,20
Face plate simple	34	1,15	39,10
Face plate doble	86	1,15	98,90
Jack RJ45 categoría 6	206	4,60	947,60
Patch cord 3m cat. 6	206	7,65	1575,90
		Total	7096,70

Tabla 4.3: Costo total de cables y accesorios.

4.2.4 RACKS Y ACCESORIOS

La medida de un rack está dado por la altura de 1,75 pulgadas o más conocida “U”, cada rack dispone de un determinado número de unidades de rack las cuales permiten alojar equipos activos y pasivos de una red de información, el ancho de un rack se encuentra normalizado y es de 19 pulgadas. En la tabla 4.4 se indica el costo de los racks y accesorios que se colocarán en las instalaciones del Gobierno Municipal y dependencias.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Rack de 44U	1	143,57	143,57
Rack de 24U	1	131,98	131,98
Rack de 12U	4	253,92	1015,68
Patch panel de 24 puertos cat. 6	5	126,50	632,50
Patch panel de 48 puertos cat. 6	5	270,25	1351,25
Organizadores horizontales	14	12,17	170,38
Organizadores verticales	4	38,50	154,00
Regletas de alimentación eléctrica	7	29,90	209,30
Bandejas para rack	6	17,25	103,25
		Total	3911,91

Tabla 4.4: Costo total de rack y accesorios.

4.2.5 COSTO TOTAL DE LA RED PASIVA

La inversión total de la red pasiva que se muestra en la tabla 4.5 se tomará como valor único, y se utilizará para el cálculo del costo total referencial del proyecto. Los valores que se muestran en la tabla no incluyen IVA y de acuerdo al costo presentado en la cotización que se muestra en el Anexo 3.1.

Descripción	Costo (USD)
Canaletas y Accesorios	656,34
Tubería y Accesorios	448,40
Cables y Accesorios	7096,70
Racks y Accesorios	3911,91
TOTAL	12113,4

Tabla 4.5: Costo referencial de la red pasiva.

4.3 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED ACTIVA

Para la red activa se presentará tres alternativas de equipos los cuales serán analizados desde el punto de vista técnico y económico.

4.3.1 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

A continuación se escogerán los equipos de conectividad como son router, switches, teléfonos IP, cámaras IP y access points de las alternativas CISCO, HP y D-Link, para el buen funcionamiento de los servicios de la nueva red del Gobierno Municipal y la interconexión con las dependencias.

4.3.1.1 Alternativa CISCO

Una de las marcas presentes en el mercado que se seleccionó para los equipos de conectividad es Cisco, debido a su gran variedad de equipos con características que permiten implementar redes multiservicios dentro de una misma infraestructura de red.

4.3.1.1.1 Router

Dentro de la gama de routers que ofrece esta alternativa de equipos se ha escogido de la familia 2900 el router Cisco 2901¹⁸ como se puede ver en la figura 4.1 y de acuerdo a la figura 3.4, el cual presenta las siguientes características:

- Soporta 3 interfaces Ethernet 10/100/1000Mbps, las cuales permiten conectarse con la intranet y al ISP.
- De entre la gran variedad de protocolos que maneja están: enrutamiento estático, OSPF, MPLS, IPv4, etc.
- Permite la administración y monitoreo del equipo a través de SNMP v1/v2/v3.
- Simplifica la implantación de listas de acceso para el control de la información dentro de la infraestructura de red.
- Permite el enrutamiento inter VLAN, ya que trabaja con encapsulación 802.1q.
- Permite a futuro el montaje de módulos para mejorar su funcionalidad dentro de la infraestructura de red.
- Posee una arquitectura modular y montable en rack.



Figura 4.1 Router de la alternativa Cisco.

De acuerdo a los requerimientos de la nueva red este router cumple con todas las necesidades de la sección 3.5.2.1, el detalle de las especificaciones de este equipo se puede ver en el Anexo 3.3.

4.3.1.1.2 Switch Central y Servidores

¹⁸ http://www.cisco.com/en/US/products/ps10906/Products_Sub_Category_Home.html

De acuerdo a las características de diseño de la nueva red se escoge el switch Cisco 3560CG-8TC-S¹⁹ de acuerdo al diagrama de la figura 3.2, como switch central y de servidores. A continuación se tiene las características que hacen de este equipo parte de la nueva red para el soporte de multiservicios del Gobierno Municipal.

- Simplifica las operaciones, reduce los costos de la red y aprovecha al máximo la inversión existente.
- Aumenta la productividad superando las barreras impuestas por la ubicación, la distancia y el tiempo.
- Ofrece completas funciones de administración operativa, servicios integrados, calidad de servicio y alta disponibilidad.
- Permite el manejo de VLANs.
- Permite tener seguridad y auto-negociación de los puertos.
- Provee calidad de servicio a la red para el soporte de telefonía IP.
- Permite la administración a través de SNMP.



Cisco Catalyst 3560-C Series Compact Switches

Figura 4.2 Switch central de la alternativa Cisco.

Este switch de la alternativa cisco cumple con las características de diseño. El detalle de las especificaciones del switch cisco 3560CG-8TC-S se pueden ver en el Anexo 3.3.

¹⁹ http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps11527/ps11289/data_sheet_c78-639705.pdf

4.3.1.1.3 Switch de Acceso²⁰

Debido a que se tendrá telefonía IP se utilizará equipos que soporten dicho servicio, además permita tener 1 puerto Gigabit Ethernet para poderse conectar al switch central. Para esto se escogen los switches Cisco Catalyst 2960-24PC-L y Catalyst 2960-48PST-L de acuerdo al diagrama de la figura 3.4, los cuales pertenecen a la misma familia de switches cisco por lo que se presentan las siguientes características técnicas comunes:

- Permiten tener PoE en sus puertos, para proveer de alimentación eléctrica a teléfonos IP, cámaras IP y access points.
- Permite tener QoS para el tráfico de voz.
- Permite tener conectividad Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Soporte DHCP.
- Asegura alta disponibilidad, seguridad, escalabilidad y control de la red.
- Características inteligentes como control de listas de acceso.
- Permite tener administración a través de SNMP y herramientas que permiten tener control en tiempo real.



Figura 4.3 Switches de acceso de la alternativa Cisco.

En la figura 4.3 se puede ver la familia de switches 2960 que se escogieron de acuerdo a las características de diseño de la nueva red para el soporte de multiservicios.

²⁰http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/product_data_sheet0900aec80322c0c.pdf

4.3.1.1.4 Teléfonos IP

Para la comunicación de los usuarios del Gobierno Municipal y dependencias se utilizarán los teléfonos IP de acuerdo a las características de diseño misionadas en la sección 3.5.3 y al diagrama mostrado en la figura 3.4.

Dentro de la serie 6900 de teléfonos IP de Cisco se encuentra el teléfono 6941²¹ que utilizaremos para la red de telefonía IP dentro del Gobierno Municipal y dependencias. A continuación se mencionan las características técnicas de este equipo:

- Soporta el protocolo SIP.
- Soporta los codificadores como G.711, G.729.
- Provee de dos puertos LAN 10/100Mbps.
- Permite la configuración de las características de la red.
- Fácil de configurar.



Figura 4.4 Teléfonos IP de la alternativa Cisco.

En la figura 4.4 se puede ver la apariencia del teléfono IP cisco 6941 que se utilizará dentro de la nueva red.

²¹http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps10326/ps10344/data_sheet_c78-541536.pdf

4.3.1.1.5 Cámaras IP

Para la seguridad dentro de las instalaciones del Palacio Municipal como se observa en el Anexo 2.2 y de acuerdo a las características mínimas de diseño de la sección 3.5.4, se escoge la cámara IP cisco CIVS-IPC-2500²² de la serie 2500 las cuales tienen las siguientes características técnicas:

- Permiten tener transmisión de video a través de MPEG-4.
- Soporta los protocolos DHCP, HTTP, TCP/IP, entre otros.
- Soporta alimentación eléctrica a través del puerto Ethernet.
- Permite tener conectividad a través de un puerto 10/100Mbps.
- Permite definir automáticamente o manualmente las opciones de funcionamiento de día o en la noche.
- Permite tener flexibilidad para poderse conectar por la red inalámbrica.



Figura 4.5 Cámara IP de la alternativa Cisco.

En la figura 4.5 se muestran las cámaras IP de la marca cisco que serán utilizadas para la videovigilancia en la nueva red.

²² http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/vpndevc/ps6918/ps9692/ps7307/data_sheet_c78-455613.html

4.3.1.1.6 Access Point

Para el acceso de los usuarios del Palacio Municipal a la red multiservicios del Gobierno Municipal por medio de dispositivos inalámbricos se escoge el access point Cisco Aironet 1250²³ de acuerdo a las características mostradas en la sección 3.5.5 y permita tener una cobertura de Acuerdo al Anexo 2.2. Dicho equipo presenta las siguientes características técnicas:

- Permite tener conectividad a través de un puerto 10/100/1000Mbps.
- Permite estar conectado a la velocidad de 54 Mbps.
- Soporta PoE.
- Soporta estándares IEEE 802.11 a/b/g/n.
- Posee certificación WiFi.
- Posee seguridad en el acceso a la red a través de WEP y WPA.
- Trabaja en las bandas 2.4GHz y 5GHz.



Figura 4.6 Access Point de la alternativa Cisco.

En la figura 4.6 se indica el modelo de access point escogido de esta alternativa para la integración de la red inalámbrica con la cableada.

²³http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5678/ps6973/ps8382/product_data_sheet0900aecd806b7c5c.html

4.3.1.1.7 Costo referencial de la alternativa CISCO

Después de haber elegido los equipos de esta alternativa se procede a presentar el costo de dichos equipos de acuerdo a la cantidad de cada uno, en la tabla 4.6 se muestra cantidad de equipos, costo unitario y costo total. Los precios que indican en la tabla 4.6 no incluyen IVA y sus valores son tomados de acuerdo a la cotización que se muestra en el Anexo 3.2.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Router CISCO2901	1	1943,93	1943,93
Switch 3560CG-8TC-S	3	1315,86	3947,58
Switch Cisco Catalyst 2960-24PC-L	2	2145,86	4291,72
Switch Cisco Catalyst 2960-48PST-L	5	3867,10	19335,50
Teléfono IP 6941	81	193,70	15689,70
Cámara IP CIVS-IPC-2500	14	1143,56	16009,84
AP CISCO Aironet 1250	3	1075,32	3225,96
		Total	64444,23

Tabla 4.6: Costo referencial de alternativa CISCO.

4.3.1.2 Alternativa HP

Otra de las alternativas que existen el mercado es HP que dispone de una gran variedad de equipos para las redes empresariales, para lo cual nosotros escogeremos routers, switches, teléfonos IP, cámaras IP y access point necesarios para la red multiservicios del Gobierno Municipal y dependencias.

4.3.1.2.1 Router

De acuerdo al diseño de red del Gobierno Municipal para el soporte de multiservicios se ha elegido el router HP MSR20-20²⁴ (JF283A) de la alternativa HP de acuerdo a la sección 3.5.2, el cual tiene las siguientes características:

- Permite tener conectividad de Fast Ethernet.
- Soporta calidad de servicio para aplicaciones en tiempo real.
- Soporta listas de acceso.
- Soporta MPLS y OSPF.
- Permite manejo de VLANs.
- Soporta administración a través de SNMP, telnet.



Figura 4.7 Router de la alternativa HP.

En la figura 4.7 se muestra el router de la alternativa HP, el cual cumple con las características mínimas. En el Anexo 3.3 se muestra las especificaciones técnicas del equipo.

4.3.1.2.2 Switch Central y Servidores

Para la conectividad de los switches de acceso y los servidores a la red multiservicios del Gobierno Municipal se ha elegido como alternativa HP los switches de la serie HP 2915 (J9562A)²⁵ en base a la sección 3.5.2 y al diagrama mostrado en la figura 3.4. Dichos equipos presentan las siguientes características:

- Soporta seguridad y auto negociación en sus puertos.

²⁴ http://h18000.www1.hp.com/products/quickspecs/13813_div/13813_div.PDF

²⁵ http://h18000.www1.hp.com/products/quickspecs/13672_div/13672_div.PDF

- Soporta conectividad Gigabit Ethernet.
- Permite el manejo de VLANs.
- Permiten la administración a través de telnet, HTTP.
- Soporta calidad de servicio.
- Permite tener listas de acceso.



Figura 4.8 Switch central y para servidores de la alternativa HP.

En la figura 4.8 se muestra el switch que se utilizará como central y también para conectar a los servidores, en el Anexo 3.3 se puede ver más características respecto a este equipo.

4.3.1.2.3 Switch de Acceso

Para el acceso de los usuarios a la red del Gobierno Municipal, se ha escogido los switches de la serie HP 2620 (J9625A de 24 puertos y J9627A de 48 puertos)²⁶ en base a la sección 3.5.2 y a al diagrama de la figura 3.4. Estos equipos presentan las características siguientes:

- Provee de conectividad Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Soporta Power Over Ethernet.
- Soporta la administración de los equipos a través de telnet y HTTP.
- Permite tener VLANs.
- Provee de calidad de servicio para las aplicaciones en tiempo real.
- Soporta auto negociación en cada uno de sus puertos.
- Soporta listas de acceso.

²⁶ http://h18004.www1.hp.com/products/quickspecs/14120_div/14120_div.pdf

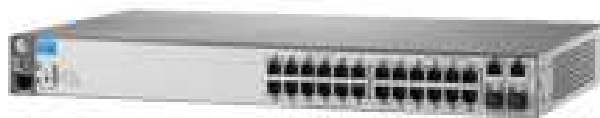


Figura 4.9 Switch de Acceso de la alternativa HP.

En la figura 4.9 se muestra los switches de acceso de la alternativa HP que servirán para que los usuarios tengan acceso a la red multiservicios del Gobierno Municipal. En el Anexo 3.3 se puede ver las especificaciones técnicas de dichos equipos.

4.3.1.2.4 Teléfonos IP

Para la comunicación de los usuarios dentro y fuera del Gobierno Municipal, se ha elegido el teléfono HP 3501 (JC506A)²⁷ de acuerdo a la sección 3.5.3, el cual presenta las siguientes características:

- Posee dos puertos 10/100 Mbps.
- Soporta los códec G711, G722, G729.
- Soporta asignación dinámica de IP's (DHCP).
- Soporta PoE.
- Soporta el protocolo SIP.



Figura 4.10 Teléfono IP de la alternativa HP.

²⁷<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/co/es/sm/WF06b/12883-12883-4172263-4172269-4172269-4276977-4276986.html?dnr=1>

4.3.1.2.5 Cámaras IP

Para la videovigilancia dentro del Palacio Municipal, en vista de que HP no dispone de cámaras IP, se ha elegido la cámara Vivotek IP8362²⁸ de acuerdo a la sección 3.5.4, la cual presenta las siguientes características:

- Dispone de un puerto 10/100Mbps.
- Soporta PoE.
- Soporta H.264, MPEG4, MJPEG.
- Permite la monitorización día/noche.
- Soporta protocolo TCP/IP, HTTP, HTTPS, DNS, DHCP.



Figura 4.11 Cámara Vivotek IP8362.

4.3.1.2.6 Access Point

Para el acceso de los usuarios del Palacio Municipal a través de dispositivos inalámbricos se ha escogido se ha escogido el access point HP M200 802.11n (J9468A)²⁹ de acuerdo a la sección 3.5.5, equipo que permitirá proveer de acceso a la nueva red a usuarios que dispongan de equipos inalámbricos dentro del Palacio Municipal. Las características de este equipo son las siguientes:

- Dispone de un puerto para conectividad de 10/100/1000 Mbps.
- Soporta autenticación WEP, WPA.

²⁸ http://www.vivotek.com/downloadfiles/downloads/datasheets/ip8362datasheet_es.pdf

²⁹ <http://h20195.www2.hp.com/v2/GetPDF.aspx/4AA3-0668ENW.pdf>

- Soporta 802.11 a, b, g y n.
- Permite tener administración a través de HTTP.
- Soporta PoE.
- Permite trabajar en 2.4 y 5 GHz.



Figura 4.12 Access Point de la alternativa HP.

4.3.1.2.7 Costo referencial de la alternativa HP

Después de haber elegido los equipos de esta alternativa, en la tabla 4.7 se presenta el costo referencial de dichos equipos de acuerdo al Anexo 3.2. Estos costos que son sin IVA.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Router HP MSR20-20 (JF283A)	1	817,00	817,00
Switch HP 2915 (J9562A)	3	1022,00	3066,00
Switch HP 2620 (J9625A)	2	1362,00	2724,00
Switch HP 2620 (J9627A)	5	2384,00	11920,00
Teléfono IP HP 3501 (JC506A)	81	153,00	12393,00
Cámara IP Vivotek IP8362	14	1161,00	16254,00
Access Point HP M200 802.11n (J9468A)	3	153,00	459,00
Total			47633,00

Tabla 4.7: Costo referencial de alternativa HP.

4.3.1.3 Alternativa D-Link

Esta alternativa elegida dentro de este proyecto brinda novedosos equipos de los cuales se permite escoger routers, switches, teléfonos IP, cámaras IP y access points necesarios para el soporte de Multiservicios de la nueva red del Gobierno Municipal y dependencias.

4.3.1.3.1 Router

De acuerdo a las características del diseño de la nueva red del Gobierno Municipal en la sección 3.5.2 se elige el router D-Link DI-2611³⁰. Dicho equipo presenta las siguientes características:

- Dispone de cuatro puertos 10/100Mbps.
- Un puerto WAN 10/100Mbps
- Soporta los protocolos: PPPoE.
- Soporta protocolos de red como: DNS, IPSec, DHCP, NAT.
- Soporta VPN's para una conexión segura.
- Permite ser administrado a través de Web.



Figura 4.13 Router de la alternativa D-Link

³⁰ <http://www.dlink.com/products/?pid=564>

4.3.1.3.2 Switch Central y Servidores

El switch que se eligió de la alternativa D-Link es el DGS-3612³¹ de acuerdo a las especificaciones de diseño de la sección 3.5.2 y el diagrama mostrado en la figura 3.4. Estos equipos presenta las siguientes características:

- Dispone de 12 puertos 10/100/1000Mbps, 4 puertos combo 10/100/1000Base-T/SFP.
- Tiene una velocidad de backplane de 24Gbps.
- Soporta spanning tree, VLAN's, calidad de servicio, tunneling en capa 2.
- Soporta protocolos de enrutamiento como: ruteo estático, RIP, OSPF, BGP.
- Soporta listas de control de acceso.
- Permite la administración a través de SNMP v1-v2-v3, Telnet.
- Es montable en rack y ocupa 1U.



Figura 4.14 Switch central y servidores de la alternativa D-Link.

4.3.1.3.3 Switch de Acceso

Para el acceso de los usuarios a la red del Gobierno Municipal se ha elegido los switches de acceso DES-3028P³² y DES-3052P³³ de acuerdo a la sección 3.5.2 y a la figura 3.4, cumpliendo con las especificaciones de diseño. Los mismos que presentan las siguientes características:

- Disponen de 24 y 48 puertos 10/100Mbps respectivamente y 2 puertos 10/100/1000Mbps.

³¹ <http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=1288>

³² <http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=985>

³³ <http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=986>

- Soportan Power Over Ethernet en cada puerto.
- Disponen de velocidad de backplane igual a 12.8 Gbps y 17.6Gbps respectivamente.
- Soporta autenticación IGMP, Spanning Tree, VLAN's, calidad de servicio, lista de control de acceso.
- Permite la administración a través del protocolo SNMP v1-v2-v3, Telnet.
- Permiten el montaje en rack.



Figura 4.15 Swithes de acceso de la alternativa D-Link

4.3.1.3.4 Teléfonos IP

Para que los usuarios del Gobierno Municipal puedan acceder al servicio de telefonía IP, se ha elegido el teléfono DPH-150SE³⁴ en base a la sección 3.5.3. Este equipo presenta las siguientes características:

- Dispone de dos puertos 10/100Mbps.
- Soporta Power Over Ethernet (802.3af).
- Protocolos que soporta son: SIP, RTP, RTCP.
- Soporta los codecs: G.711, G729A/B.
- Soporta los estándares 802.1q y p.
- Soporta la configuración por web, telnet.

En la figura 4.16 se muestra el modelo de equipo que presenta esta alternativa. Las especificaciones técnicas de este equipo se encuentran en el Anexo 3.3.

³⁴ <http://ww.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=1028>



Figura 4.16 Teléfono IP de la alternativa D-Link

4.3.1.3.5 Cámaras IP

En lo que respecta a la videovigilancia dentro del Gobierno Municipal de Pujilí la cámara que se ha elegido es la DCS-7410³⁵ en base a la sección 3.5.4. Equipo que presenta las siguientes características:

- Dispone de un puerto 10/100Mbps.
- Soporta Power Over Ethernet.
- Soporta los algoritmos de compresión MPEG4/MJPEG, JPEG.
- Soporta los protocolos DHCP, DNS, FTP, HTTP, RTP.
- Permite el monitoreo en el día y en la noche.
- Tiene una resolución de pantalla de 704x576 para NTSC y 704x576 para PAL.
- Permite tener un zoom de 16x.



Figura 4.17 Cámara IP de a alternativa D-Link.

En la figura 4.17 se muestra el modelo de cámara IP que presenta esta alternativa. Las especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo 3.3.

³⁵ <http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=1332>

4.3.1.3.6 Access Point

Para el acceso a la red del Gobierno Municipal a través de dispositivos móviles y también permitir la integración de la red inalámbrica con la cableada. En la alternativa D-Link se ha escogido el access point DAP-3520³⁶ en base a la sección 3.5.5. Equipo que presenta las siguientes características:

- Dispone de un puerto 10/100/1000Mbps.
- Soporta dual band (2.4 y 5 GHz).
- Soporta los estándares 802.11a, b, g, n.
- Soporta Power Over Ethernet.
- Soporta protocolos de autenticación tales como: WEP, WPA.
- Soporta VLAN's.
- Es un equipo administrable a través de HTTP, SNMP, Telnet, SSH.



Figura 4.18 Access Point de la alternativa D-Link.

4.3.1.3.7 Costo referencial de la alternativa D-Link

Después de haber elegido los equipos de esta alternativa D-Link, en la tabla 4.8 se presenta el costo referencial, los cuales están en base al Anexo 3.2 y no incluye el valor del IVA.

³⁶ <http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=1260>

Descripción	Cantidad	Precio (USD)	
		Unitario	Total
Router D-Link DIR-330	1	151,00	151,00
Switch D-Link DGS-3612	3	1867,00	5601,00
Switch D-Link DES-3028P	2	717,00	1434,00
Switch D-Link DES-3052P	5	1039,00	5195,00
Teléfono IP D-Link DPH-150SE	81	108,00	8748,00
Cámara IP D-Link DCS-7410	14	1067,00	14938,00
Access Point D-Link DAP-3520	3	450,00	1350,00
Total			37417,00

Tabla 4.8: Costo referencial de alternativa D-Link.

4.3.2 SERVIDORES

A continuación se escogerán los servidores de las alternativas IBM, HP y SUN, para el soporte de los servicios de la nueva red del Gobierno Municipal y dependencias.

4.3.2.1 Alternativa IBM

Acorde con las características descritas en la sección 3.5.6 se ha escogido el servidor IBM System x3550³⁷. A continuación se presentan algunas de las características más importantes de este servidor:

- Soporta hasta 2 procesadores de 4 núcleos, uno por sistema de 3.6Ghz.
- Soporta hasta 192 GB en memoria RAM.
- Soporta hasta 8 unidades de disco, capacidad de disco de 4,8 TB.
- Soporta virtualización.
- 2 puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps.

³⁷ <http://www-03.ibm.com/systems/ec/x/hardware/rack/x3550m3/specs.html>

- Soporta los sistemas operativos: Microsoft® Windows® Server 2008 R2 y 2008, Red Hat Enterprise Linux® (RHEL), SUSE Linux Enterprise Server (SLES) y VMware ESXi, Oracle Solaris 10.



Figura 4.19 Servidor IBM System x3550.

En el Anexo 3.3 se tiene las especificaciones técnicas de dicho equipo. En la tabla 4.9 se indican los costos que implica esta alternativa para el soporte de los servicios de la nueva red del Gobierno Municipal.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)
IBM System x3550	1	2515.00

Tabla 4.9 Costos referencial del servidor de la alternativa IBM.

4.3.2.2 Alternativa HP

De acuerdo a las características de diseño se toma como segunda alternativa los servidores HP, ya que son servidores muy conocidos por su rendimiento y también por su aceptación en el mercado. El servidor HP ProLiant DL360 G7 fue elegido en base a la sección 3.5.6, el cual presenta las siguientes características:

- 1 o 2 procesadores Intel® Xeon® 5600 o 5500.
- Soporta 6, 4 o 2 núcleos por procesador.
- Memoria RAM hasta 384 GB.
- Soporta hasta 8 unidades de disco, cada disco de 4.8 TB.
- 2 puertos 10/100/1000 Mbps.
- Permite virtualización.



Figura 4.20 Servidor HP ProLiant DL360 G7.

El costo de la alternativa HP se muestra en la tabla 4.10, donde se especifica la cantidad unitaria y el total del servidor, en base a la cotización del Anexo 3.2.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)
HP ProLiant DL360 G7	1	2768,00

Tabla 4.10 Costo servidor de la alternativa HP.

4.3.2.3 Alternativa SUN

De esta alternativa fue elegido el servidor SUN FIRE X4170 M2 en base a las características de diseño de la sección 3.5.6, para el soporte de los servicios de la nueva red del Gobierno Municipal. Este servidor presenta algunas de sus características:

- 1 o 2 Intel® Xeon® 5600 series.
- Soporta 4 o 2 núcleos por procesador.
- Memoria RAM hasta 144 GB.
- Soporta hasta 8 unidades de disco.
- 4 puertos 10/100/1000 Mbps.
- Soporta del sistema operativo Linux, Windows.
- Soporte de virtualización.



Figura 4.21 Servidor SUN FIRE X4170 M2.

El costo de la alternativa SUN se muestra en la tabla 4.11, donde se especifica la cantidad unitaria y costo total del servidor.

Descripción	Cantidad	Precio (USD)
SUN FIRE X4170 M2	1	3350,00

Tabla 4.11: Costo servidor de la alternativa SUN.

Las cotizaciones y especificaciones de los equipos para la nueva red se encuentran en el Anexo 3.2 y 3.3 respectivamente.

4.3.3 ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

De acuerdo a las características técnicas y económicas presentadas en las secciones anteriores, se escoge a Cisco como alternativa de equipos de conectividad ya que técnicamente cumple con las especificaciones mínimas de diseño. Cisco también permite tener compatibilidad con otras marcas, ya que se dispone de estándares mundiales y en cuanto a la nueva red se tiene un equipo D-Link que se muestra en la tabla 3.45, que puede ser reutilizado permitiendo abaratar en algo la inversión de la nueva red. Se escoge también por el nivel de soporte que hay a nivel nacional y permite tener una inversión económicamente garantizada, debido a que es una infraestructura muy robusta y de alta disponibilidad.

La marca D-Link dispone de routers para hogares y no para medianas y grandes empresas como es el caso. En cuanto respecta a HP algunos de sus equipos se encuentran descontinuados, y no se tendría soporte inmediato si uno de ellos sufre una avería.

En cuanto a los servidores se elige la alternativa HP de acuerdo a sus características técnicas ya que permite utilizar sistemas operativos GNU/Linux como es Centos.

Permite tener una mayor capacidad en memoria RAM mucho más que las otras dos marcas. Económicamente ofrece costos más convenientes que las otras dos marcas ya que es una infraestructura estable y no requiere de pago de licencias, como lo es IBM.

4.3.4 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total aproximado del proyecto se muestra en la tabla 4.12, el cual está manejado en base al costo de la red pasiva, red activa, enlaces hacia las dependencias del Gobierno Municipal y el enlace hacia el internet.

Descripción	Costo (USD)
Red Pasiva	12113,40
Red Activa	64444.23
Servidor	2768,00
Enlaces a las Dependencias	1609,90
Enlace hacia el Internet	600,00
Total	81535,53

Tabla 4.12 Costo total del proyecto.

El costo mensual del enlace a internet de 7.2 Mbps, que se requiere para el Gobierno Municipal es de 820,0 dólares americanos.

4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Para la implementación del prototipo de la red diseñada se levantará los servicios en su respectivo servidor, los cuales tendrán el sistema operativo Centos 5. Los servidores serán utilizados para telefonía IP, videovigilancia y correo electrónico corporativo respectivamente.

4.4.1 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DE CONECTIVIDAD Y SERVIDORES

Se procederá a la instalación y configuración de los equipos de conectividad, servicios de telefonía IP, videovigilancia y correo electrónico corporativo, como se muestra en la figura 4.22. Para lo cual se presentará las configuraciones y cambios que se realicen a los archivos de configuración de los equipos.

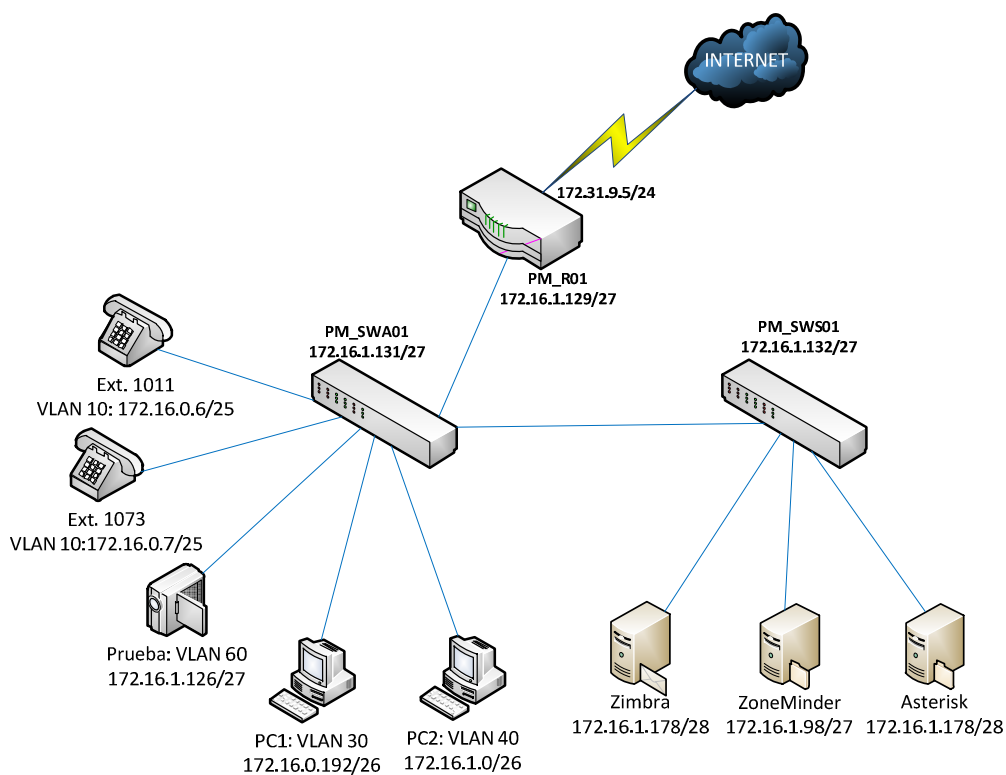


Figura 4.22 Diagrama del prototipo a implementarse.

Los servidores utilizarán el sistema operativo Centos 5. La instalación de Centos 5 se lo hará para todos los servidores siguiendo los mismos pasos que se presenta en el Anexo 3.4.

4.4.1.1 Configuración de Routers y Switches

De acuerdo al diseño de la red de datos del Gobierno Municipal de Pujilí se configurarán los equipos de conectividad como son routers y switches. Para el prototipo se utilizará el router Cisco de la serie 2800 y los switches de la misma marca de la familia 2950, las especificaciones de estos equipos se encuentran en el Anexo 3.5.

Para la configuración del router tenemos:

- Configuraciones básicas de un router.
- NAT (Network Address Translation) para la salida al internet.
- Configuración de la interfaces de red.
- Configuración de Sub-interfaces para cada VLAN del Gobierno Municipal.
- Pool de direcciones para la asignación DHCP para cada sub red.
- Puerta de enlace hacia el internet.

Para la configuración de los switches de acceso y servidores tenemos:

- Configuración básica de un switch.
- Creación de VLANs.
- Asignación de los puertos a las respectivas VLANs.
- Asignación de puertos trunks.
- Asignación de una IP de administración a la VLAN 70.

Dichas configuraciones de los equipos de conectividad de la red del prototipo se encuentran en el Anexo 3.6.

4.4.1.2 Servidor de Telefonía IP sobre Asterisk

Para este servidor se configuró la dirección IP 172.16.0.2/25 dentro de la VLAN Telefonía de acuerdo al diseño de la red del Gobierno Municipal. Los clientes SIP

configurados desde una PC a través de softphones no tendrán problemas en conectarse con el servidor debido a la presencia del ruteador, el cual permite encaminar la llamada SIP al servidor asterisk.

Para el servidor Asterisk se utilizará el paquete asterisk-1.8.9.0.tar.gz, el cual presenta estabilidad y permite ser compilado en base al sistema operativo GNU/Linux, a continuación se presenta los pasos para la instalación del servidor Asterisk desde la terminal de centos 5.

Se ejecuta una ventana terminal como usuario root y se se descargará el paquete de asterisk desde el directorio en internet al directorio /usr/src.

- `wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/asterisk/releases/asterisk1.8.9.0.tar.gz`

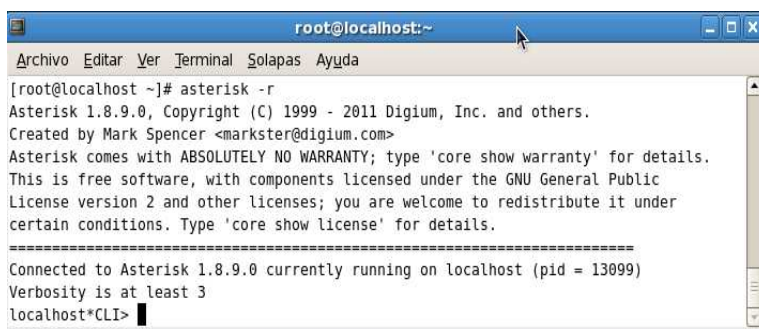
Se procede a descomprimir y compilar el programa.

- `tar xvfz asterisk1.8.9.0.tar.gz`
- `cd asterisk1.8.9.0`
- `./configure`
- `make menuselect`
- `make`
- `make install`
- `make config`
- `make samples`

Para iniciar el servicio de Asterisk digitamos:

- `service asterisk start`
- `chkconfig asterisk on`

Ya instalado el paquete de Asterisk se debe ejecutar el comando: `asterisk -r`, para poder ingresar a la consola y poder ver las configuraciones del servidor como se muestra en la figura 4.25.



```
root@localhost:~
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
[root@localhost ~]# asterisk -r
Asterisk 1.8.9.0, Copyright (C) 1999 - 2011 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.8.9.0 currently running on localhost (pid = 13099)
Verbosity is at least 3
localhost*CLI>
```

Figura 4.25 Consola de comandos de asterisk.

En la consola de comandos se puede introducir comandos para consultar sobre las configuraciones de los canales y aplicaciones que dispone asterisk. También permite monitorizar las llamadas, lo cual es de gran ayuda ya que permite detectar errores de configuración del servidor asterisk.

Para tener acceso a la PSTN desde el servidor asterisk y poder realizar llamadas hacia teléfonos fijos convencionales se debe instalar la tarjeta Digum, para lo cual se descarga al directorio `/usr/src/` el paquete DAHDI y dependencias para dicho paquete, utilizando los siguientes comandos:

- `wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/libpri/releases/libpri-1.4.12.tar.gz`
- `wget http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/dahdi-linuxcomplete/releases/dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0.tar.gz`

Se descomprime los paquetes y se procede a su instalación:

Libpri:

- `tar xvfz libpri-1.4.12.tar.gz`
- `cd libpri-1.4.12`

- make all
- make install

Dahdi-linux-complete:

- tar xvfz dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0.tar.gz
- cd dahdi-linux-complete-2.6.0+2.6.0
- make all
- make install
- make config

Para iniciar el servicio dahdi se digita el comando:

- service dahdi start

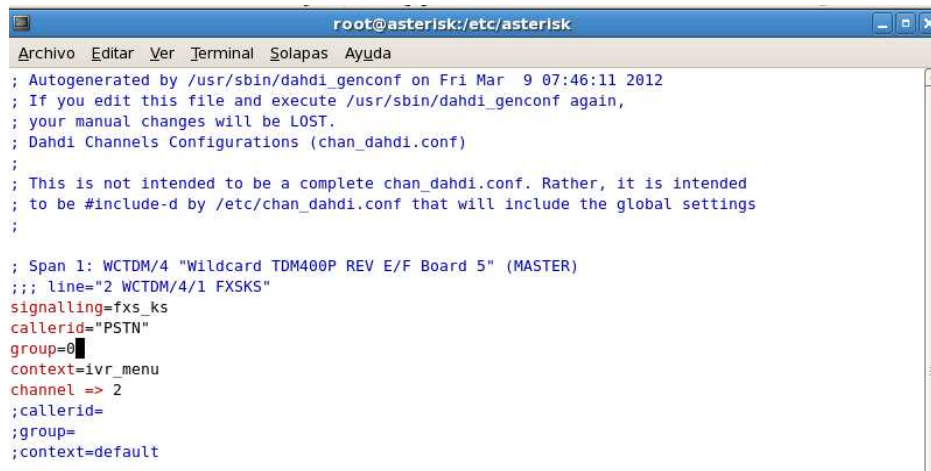
Luego de haber realizado todo esto, se debe recompilar asterisk para que los cambios surtan efecto y asterisk reconozca al hardware instalado. Seguidamente se digita el comando *dahdi_gencof* para que se genere los archivos de configuración de dahdi en asterisk.

Seguidamente se configuró los archivos *chan_dahdi* y *dahdi-channels* que se encuentran en el directorio */etc/asterisk*, como se muestra en las figuras 4.26 y 4.27:



```
root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
[channels]
usecallerid=yes
callwaiting=yes
usecallingpres=yes
callwaitingcallerid=yes
threewaycalling=yes
transfer=yes
canpark=yes
cancallforward=yes
callreturn=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=yes
busydetect=yes
faxdetect=both
language=es
group=0
context=default
#include dahdi-channels.conf
```

Figura 4.26 Archivo de configuración *chan_dahdi.conf*



```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
; Autogenerated by /usr/sbin/dahdi_genconf on Fri Mar 9 07:46:11 2012
; If you edit this file and execute /usr/sbin/dahdi_genconf again,
; your manual changes will be LOST.
; Dahdi Channels Configurations (chan_dahdi.conf)
;
; This is not intended to be a complete chan_dahdi.conf. Rather, it is intended
; to be #include-d by /etc/chan_dahdi.conf that will include the global settings
;
; Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
;;; line="2 WCTDM/4/1 FXSKS"
signalling=fxs_ks
callerid="PSTN"
group=0
context=ivr_menu
channel => 2
;callerid=
;group=
;context=default

```

Figura 4.27 Archivo de configuración dahdi-channels.conf

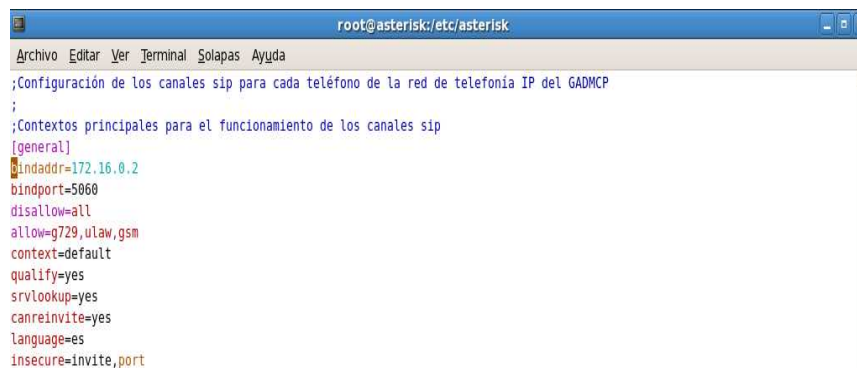
Para el funcionamiento del servidor asterisk es de gran importancia la configuración los archivos ubicados en el directorio `/etc/asterisk/`, los cuales permiten el funcionamiento adecuado de la central telefónica. Para el prototipo se configurará los siguientes archivos:

- sip.conf
- features.conf
- voicemail.conf
- meetme.conf
- extensions.conf
- cdr_pgsqll.conf.

4.4.1.2.1 Sip.conf

Este archivo de configuración nos permite definir los canales SIP para cada teléfono IP que se conectará al servidor asterisk. En la figura 4.28 se muestra la configuración del contexto general.

El contexto general permite el funcionamiento de los canales SIP, es donde se especifica la dirección IP y el puerto por el cual escuchará el servidor a los dispositivos SIP.



```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;Configuración de los canales sip para cada teléfono de la red de telefonía IP del GADMCP
;
;Contextos principales para el funcionamiento de los canales sip
[general]
bindaddr=172.16.0.2
bindport=5060
disallow=all
allow=g729,ulaw,gsm
context=default
qualify=yes
srvlookup=yes
canreinvite=yes
language=es
insecure=invite,port

```

Figura 4.28 Configuración del contexto general en sip.conf

Para el prototipo se crearán los contextos 1011, 1052, 1073 y 1084 los cuales permiten definir los canales SIP de las extensiones a conectarse al servidor asterisk.

Para dichos contextos se especificará:

- Tipo de conexión.
- Dirección IP del teléfono SIP.
- Nombre de usuario.
- Identificador.
- Contraseña para la conexión servidor-teléfono SIP.
- Casillero de voz.
- Contexto al que se dirigirá cuando el canal realice una llamada.

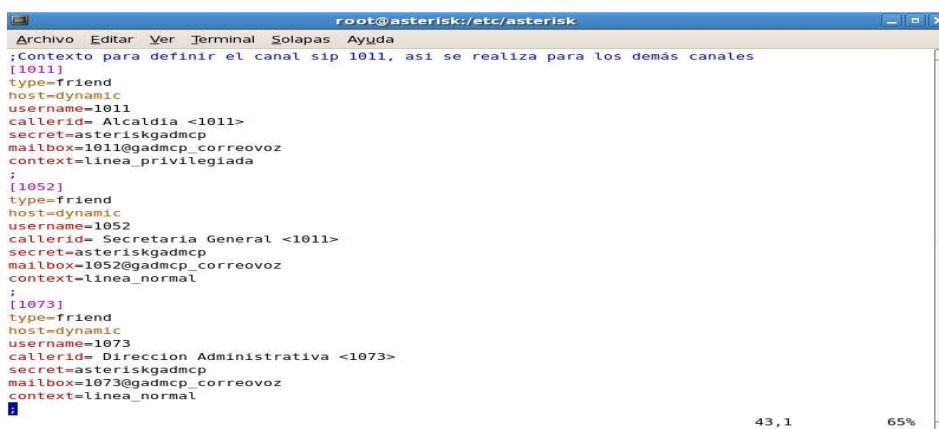
En la figura 4.29 se muestra los contextos para los canales SIP que se utilizará para el prototipo.

4.4.1.2.2 *Features.conf*

Este archivo permite dar al servidor asterisk funcionalidades tales como:

- Parqueo de llamadas.
- Transferencia de llamadas no asistidas.
- Transferencia de llamadas asistidas.
- Grabación de una conversación.

En la figura 4.30 se puede observar los parámetros de configuración del archivo features.conf.

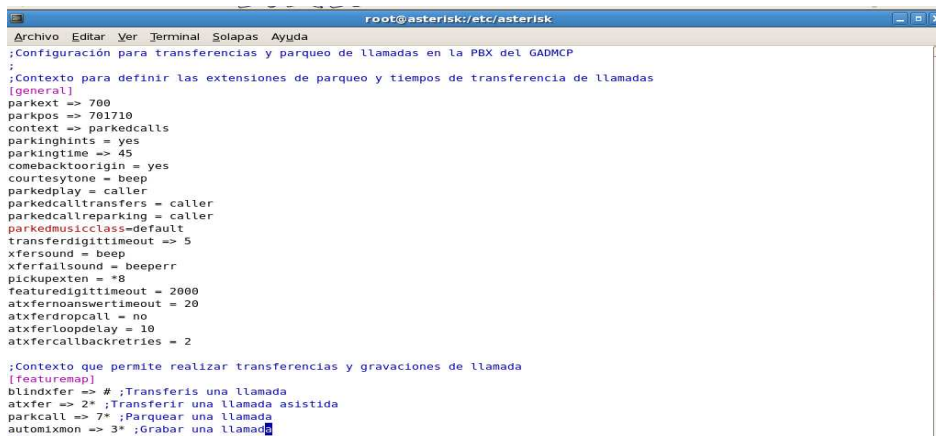


```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;Contexto para definir el canal sip 1011, así se realiza para los demás canales
[1011]
type=friend
host=dynamic
username=1011
callerid= Alcaldia <1011>
secret=asteriskgadmcp
mailbox=1011@gadmcp_correovoz
context=linea_privilegiada
;
[1052]
type=friend
host=dynamic
username=1052
callerid= Secretaria General <1011>
secret=asteriskgadmcp
mailbox=1052@gadmcp_correovoz
context=linea_normal
;
[1073]
type=friend
host=dynamic
username=1073
callerid= Direccion Administrativa <1073>
secret=asteriskgadmcp
mailbox=1073@gadmcp_correovoz
context=linea_normal
43,1 65%

```

Figura 4.29 Configuración de los canales SIP en sip.conf



```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;Configuración para transferencias y parqueo de llamadas en la PBX del GADMCP
;
;Contexto para definir las extensiones de parqueo y tiempos de transferencia de llamadas
[general]
parkext => 700
parkpos => 701710
context => parkedcalls
parkinghints = yes
parkingtime => 45
comebacktoorigin = yes
courtesytone = beep
parkedplay = caller
parkedcalltransfers = caller
parkedcallreparking = caller
parkedmusicclass=default
transferdigittimeout => 5
xfersound = beep
xferfailsound = beeperr
pickupexten = *8
featuredigittimeout = 2000
atxfernoanswer timeout = 20
atxferdropcall = no
atxferloopdelay = 10
atxfercallbackretries = 2
;Contexto que permite realizar transferencias y grabaciones de llamada
[featuremap]
blindxfer => # ;Transferis una llamada
atxfer => 2* ;Transferir una llamada asistida
parkcall => 7* ;Parquear una llamada
automixmon => 3* ;Grabar una llamada

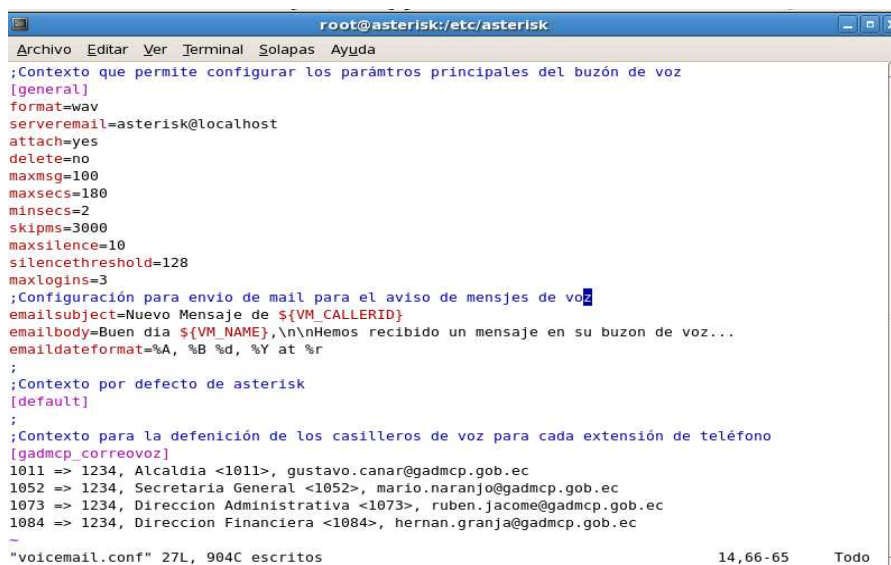
```

Figura 4.30 Configuración del archivo features.conf.

En el contexto general se define los canales donde se parkearán las llamadas, las funciones de tiempo y demás parámetros que permiten que las funcionalidades antes mencionadas corran adecuadamente. También el contexto featuresmap nos permite definir el código que se debe presionar desde una extensión para realizar la transferencia de llamadas asistidas, no asistidas y la grabación de una conversación.

4.4.1.2.3 Voicemail.conf

La configuración de este archivo permite tener a la PBX la opción del buzón de voz en cada una de las extensiones, y a su vez poder revisar los mensajes en la casilla a través de la llamada de una extensión especificada en el dialplan. Esta funcionalidad de la PBX también permite tener un mensaje de notificación en el correo electrónico indicando la extensión de la cual fue llamado y el mensaje de voz en archivo .wav, para lo cual se utiliza el correo corporativo del servidor Zimbra, En la figura 4.31 se puede ver las configuraciones de este archivo.



```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;Contexto que permite configurar los parámetros principales del buzón de voz
[general]
format=wav
serveremail=asterisk@localhost
attach=yes
delete=no
maxmsg=100
maxsecs=180
minsecs=2
skipms=3000
maxsilence=10
silencethreshold=128
maxlogins=3
;Configuración para envío de mail para el aviso de mensajes de voz
emailsubject=Nuevo Mensaje de ${VM_CALLERID}
emailbody=Buen día ${VM_NAME},\n\nHemos recibido un mensaje en su buzón de voz...
emaildateformat=%A, %B %d, %Y at %r
;
;Contexto por defecto de asterisk
[default]
;
;Contexto para la definición de los casilleros de voz para cada extensión de teléfono
[gadmcp_correovoz]
1011 => 1234, Alcaldía <1011>, gustavo.canar@gadmcp.gob.ec
1052 => 1234, Secretaria General <1052>, mario.naranjo@gadmcp.gob.ec
1073 => 1234, Direccion Administrativa <1073>, ruben.jacome@gadmcp.gob.ec
1084 => 1234, Direccion Financiera <1084>, hernan.granja@gadmcp.gob.ec
~
"voicemail.conf" 27L, 904C escritos                               14,66-65   Todo

```

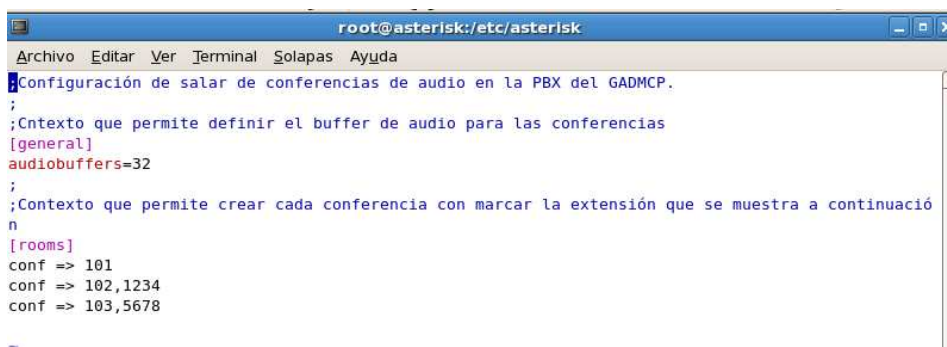
Figura 4.31 Archivo de configuración voicemail.conf.

En este archivo se tiene el contexto general, el cual permite definir el formato de grabación del mensaje, definir el nombre y dominio del servidor que envía el mail, y

los parámetros de manejo del mensaje de voz. El otro contexto está definido de acuerdo al nombre de la empresa el cual lo definimos como *gadmcp_correovoz*, en este se colocan los parámetros para cada uno de los canales sip.conf que dispondrán de buzón de voz.

4.4.1.2.4 *Meetme.conf*

Este archivo de configuración nos permite definir los parámetros que permitirán tener salas de conferencias, lo cual es útil cuando se desea tener una charla de audio con más de una persona, por lo que se puede utilizar esta funcionalidad que permite tener la PBX de asterisk. En la figura 4.32 se muestra la configuración de este archivo.



```
root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;Configuración de salas de conferencias de audio en la PBX del GADMCP.
;
;Contexto que permite definir el buffer de audio para las conferencias
[general]
audiobuffers=32
;
;Contexto que permite crear cada conferencia con marcar la extensión que se muestra a continuación
[rooms]
conf => 101
conf => 102,1234
conf => 103,5678
```

Figura 4.32 Archivo de configuración meetme.conf.

Como se observa en la figura 4.32 en donde tenemos el contexto general donde definimos el tamaño de *buffer* de audio, y en el otro valor tenemos la definición de las salas de conferencia.

4.4.1.2.5 *Extensions.conf*

Dentro de este archivo de configuración tenemos las extensiones del dialplan y también la llamada a los contextos de los archivos antes mencionados.

En la figura 4.33 se muestra el contexto general el cual permite definir los parámetros para finalizar adecuadamente una llamada, para que se guarden los cambios realizados al dialplan desde consola y el idioma que se utilizará. También tenemos el contexto global donde se definen las variables que se puede utilizar dentro de los demás contextos.

```

root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
Dialplan del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pujilí
[general]
autofallthrough=yes
static=yes
language=es

;Contexto Global
[global]
ORIGEN=GADMCP_PBX
DYNAMIC_FEATURES=atxfer#parkcall#automixmon
;Contexto por defecto de asterisk
[default]

```

Figura 4.33 Configuración general del archivo extensions.conf.

En la figura 4.34 se muestran los contextos creados para los canales SIP accedan al dialplan de acuerdo a los privilegios asignados por el administrador del servicio.

```

;Contexto para las extensiones internas sin privilegios
[linea_normal]
include => interno
include => buzon_voz
include => salida_local
include => conferencias

;contexto para las extensiones con privilegios
[linea_privilegiada]
include => interno
include => buzon_voz
include => conferencias
include => salida_local
include => salida_nacional
;

```

Figura 4.34 Contextos creados para dar privilegios a los canales SIP.

En la figura 4.35 se puede observar los contextos creados para poder realizar llamadas dentro de la institución y para poder consultar los correos de voz de una extensión.

```

;Este contexto permite realizar llamar dentro de la institución
[interno]
include => parkedcalls
exten => _[1-4]0ZZ,1,Set(CDR(userfield)=${CALLERID(NUM)}-to-${EXTEN})
same => n,Answer()
same => n,dial(SIP/${EXTEN},10,rctx)
same => n,GotoIf($["${DIALSTATUS}" = "NOANSWER" ] | $["${DIALSTATUS}" = "BUSY"])?buzon:terminar)
same => n,Playback(7)
same => n(buzon),VoiceMail(${EXTEN}@gadmcp_correovoz,b)
same => n,HangUp()
same => n(terminar),VoiceMail(${EXTEN}@gadmcp_correovoz,u)
same => n,hangup()
;
exten => _[1-4]1[0-4]Z,1,Set(CDR(userfield)=${CALLERID(NUM)}-to-${EXTEN})
same => n,Answer()
same => n,dial(SIP/${EXTEN},10,rctx)
same => n,GotoIf($["${DIALSTATUS}" = "NOANSWER" ] | $["${DIALSTATUS}" = "BUSY"])?buzon:terminar)
same => n,Playback(7)
same => n(buzon),VoiceMail(${EXTEN}@gadmcp_correovoz,b)
saem => n,HangUp()
same => n(terminar),VoiceMail(${EXTEN}@gadmcp_correovoz,u)
same => n,hangup()

;Contexto que permite revisar el buzón de voz de una extensión
[buzon_voz]
exten => *99,1,NoCDR()
exten => *99,n,Answer()
exten => *99,n,VoiceMailMain(${CALLERID(num)}@gadmcp_correovoz)
exten => *99,n,HangUp()

```

Figura 4.35 Contextos *interno* y *buzon_voz* del *extensions.conf*

En la figura 4.36 se muestra la configuración de los contextos que permiten a las extensiones internas realizar llamadas locales y nacionales.

```

;Contexto que permite realizar llamadas locales
[salida_local]
exten => _9[23456]XXXXXX,1,Answer()
same => n,Set(CDR(userfield)=${CALLERID(NUM)}-to-${EXTEN})
same => n,Dial(DAHDI/2/${EXTEN:1},40,rt)
same => n,HangUp()

;Contexto que permite realizar llamadas nacionales
[salida_nacional]
exten => _90[34567][23456]XXXXXX,1,Answer()
same => n,Set(CDR(userfield)=${CALLERID(NUM)}-to-${EXTEN})
same => n,Dial(DAHDI/2/${EXTEN:1},40,rt)
same => n,HangUP()
;

```

Figura 4.36 Contextos de salida hacia la red PSTN y celular

En la figura 4.37 se puede observar la configuración de los contextos que permiten manejar las salas de conferencia y la validación del número de integrantes de una sala de conferencia.

```

;Contexto que permite realizar conferencias de audio entre extensiones
[conferencias]
exten => _10[13],1,Set(confmax=4)
same => n,Macro(meetme)
same => n,Hangup

;Contexto que permite limitar el número de integrantes de una conferencia
[macro-meetme]
exten => s,1,MeetMeCount(${MACRO_EXTEN},count)
same => n,Gotoif(${count} < ${confmax}]?:llena)
same => n,MeetMe(${MACRO_EXTEN},scM(default))
same => n,Hangup
same => n(llena),Playback(conf-invalid)
same => n,Hangup

```

Figura 4.37 Contextos para el manejo de salas de conferencia.

Para poder recibir llamadas desde la PSTN, se ha configurado un IVR (Interactive Voice Response) menú el cual permite ingresar la extensión o escoger de un menú la extensión a la cual se desea dirigir dentro de la PBX. En la figura 4.38 se puede observar la configuración del contexto *ivr_menu*.

```

;Contexto que permite ingresar al menu de la PBX del GADMCP
[ivr_menu]
include => interno
exten => s,1,Answer()
exten => s,n,Set(TIMEOUT(digit)=5)
exten => s,n,Set(TIMEOUT(response)=5)
exten => s,n,Wait(2)
exten => s,n(menu),Background(pbx/pbx_menu)
exten => s,n,Waitexten(5)
;
exten => 1,1,Goto(interno,1011,1)
exten => 1,n,Hangup()
;
exten => 2,1,Goto(interno,1052,1)
exten => 2,n,Hangup()
;
exten => 3,1,Goto(interno,1073,1)
exten => 3,n,Hangup()
;
exten => 4,1,Goto(interno,1084,1)
exten => 4,n,Hangup()
;
exten => i,1,Playback(pbx/opcion_i)
exten => i,n,Goto(ivr_menu,s,menu)
exten => i,n,Hangup()
;
exten => t,1,Playback(pbx/opcion_t)
exten => t,n,Goto(interno,1011,1)
exten => t,n,Hangup()

```

Figura 4.38 Contexto *ivr_menu* del archivo *extensions.conf*

4.4.1.2.6 Cdr_pgsql.conf

El servidor asterisk permite la integración con bases de datos mysql y posgresql. Para el prototipo trabajaremos con posgresql. La configuración de este archivo permite trabajar con una base de datos en Posgresql, esta funcionalidad de asterisk permite guardar el CDR (Call Detail Records) en una base de datos para luego ser tratadas de acuerdo a los fines de la empresa, por lo que es de mucha utilidad para el administrador de la red de telefonía IP. Antes de la configuración de este archivo se realizará la instalación de postgresql 9.1 y la interfaz pgadmin.

Para la instalación de postgresql 9.1 y pgadmin3 se digita un terminal de centos los siguientes comandos:

- `yum install postgresql91-devel postgresql91-server postgresql91 pgadmin3`

Se inicia el motor de base de datos postgresql 9.1 digitando:

- `/etc/init.d/postgresql-9.1 initdb`

Para poder acceder a la base de datos se configura el archivo `/var/lib/pgsql/data/pg_hba.conf` las credenciales para el usuario que se utilizará desde asterisk. En la figura 4.39 se muestra la configuración de dicho archivo.

```
# TYPE DATABASE USER ADDRESS METHOD
# "local" is for Unix domain socket connections only
local all all trust
# IPv4 local connections:
host all all 127.0.0.1/32 trust
# IPv6 local connections:
#host all all ::1/128 ident
host all all 172.16.1.176/28 md5
host asteriskDB asteriskgadmcp 127.0.0.1/32 md5
```

Figura 4.39 Configuración del archivo pg_hda.conf

Se inicia el servicio de postgresql:

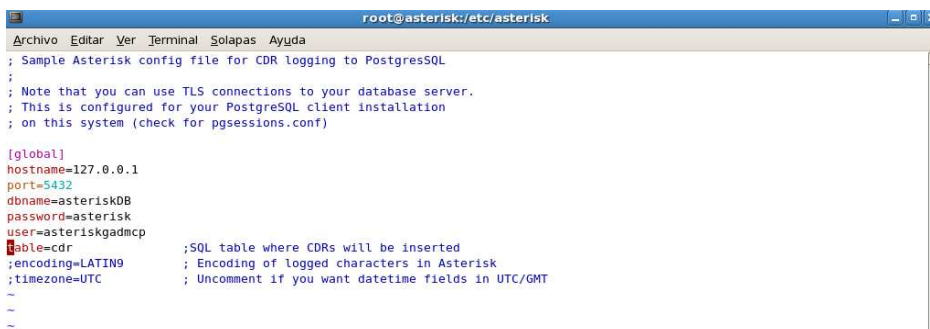
- `service postgresql start`

Para poder guardar el CDR de asterisk se crea una base de datos llamada asteriskDB y un usuario llamado asteriskgadmcp para poder acceder a ella. A demás se crea una tabla llamada cdr con los campos que se muestra en la figura 4.40.

```
CREATE TABLE cdr (
    calldate timestamp NOT NULL ,
    clid varchar (80) NOT NULL ,
    src varchar (80) NOT NULL ,
    dst varchar (80) NOT NULL ,
    dcontext varchar (80) NOT NULL ,
    channel varchar (80) NOT NULL ,
    dstchannel varchar (80) NOT NULL ,
    lastapp varchar (80) NOT NULL ,
    lastdata varchar (80) NOT NULL ,
    duration int NOT NULL ,
    billsec int NOT NULL ,
    disposition varchar (45) NOT NULL ,
    amaflags int NOT NULL ,
    accountcode varchar (20) NOT NULL ,
    uniqueid varchar (150) NOT NULL ,
    userfield varchar (255) NOT NULL
);
```

Figura 4.40 Tabla cdr creada en postgres.

Para que asterisk pueda empezar a guardar los valores del CDR en la base de datos recompilamos asterisk añadiendo al `./configure --with-postgres=/usr/pgsql-9.1`. Por último se configura el archivo de asterisk `cdr_pgsql.conf`, como se muestra en la figura 4.41.



```
root@asterisk:/etc/asterisk
Archivo  Editar  Ver  Terminal  Solapas  Ayuda
; Sample Asterisk config file for CDR logging to PostgreSQL
;
; Note that you can use TLS connections to your database server.
; This is configured for your PostgreSQL client installation
; on this system (check for pgsessions.conf)

[global]
hostname=127.0.0.1
port=5432
dbname=asteriskDB
password=asterisk
user=asteriskgadmcp
table=cdr           ;SQL table where CDRs will be inserted
;encoding=LATIN9    ; Encoding of logged characters in Asterisk
;timezone=UTC       ; Uncomment if you want datetime fields in UTC/GMT
~
~
~
```

Figura 4.41 Configuración del archivo `cdr_pgsql.conf`

Para poder ver si la base de datos está funcionando adecuadamente y si la tabla esta creada, se debe ingresar a pgadmin3 y configurar el nombre de la base, el puerto por el cual escucha postgres, usuario y contraseña. En la figura 4.42 se puede ver que la base de datos esta creada y la tabla cdr consta de los campos requeridos.

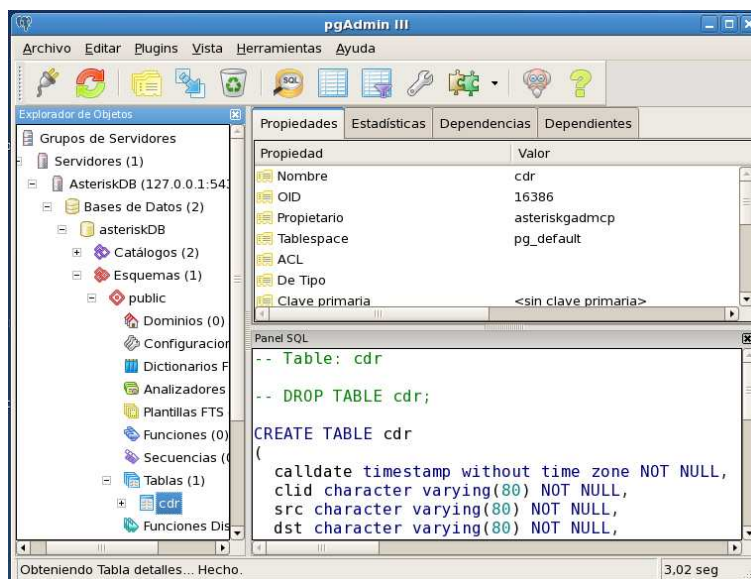


Figura 4.42 Conexión con la base de datos asteriskDB a través de pgadmin3

4.4.1.2.7 Configuración Teléfono IP

Los teléfonos IP que se utilizarán para el prototipo son los teléfonos Grandstream BT200, las especificaciones técnicas se observa en el Anexo 3.5. En la figura 4.43 se presenta la configuración para uno de ellos ya que son dispositivos similares.

4.4.1.2.8 Configuración Softphone

Para probar que el servidor asterisk soporta un softphone instalado en una PC, se utiliza zoiper free para el prototipo. En la figura 4.44 se muestra la configuración de dicho softphone el cual se configura un canal SIP.

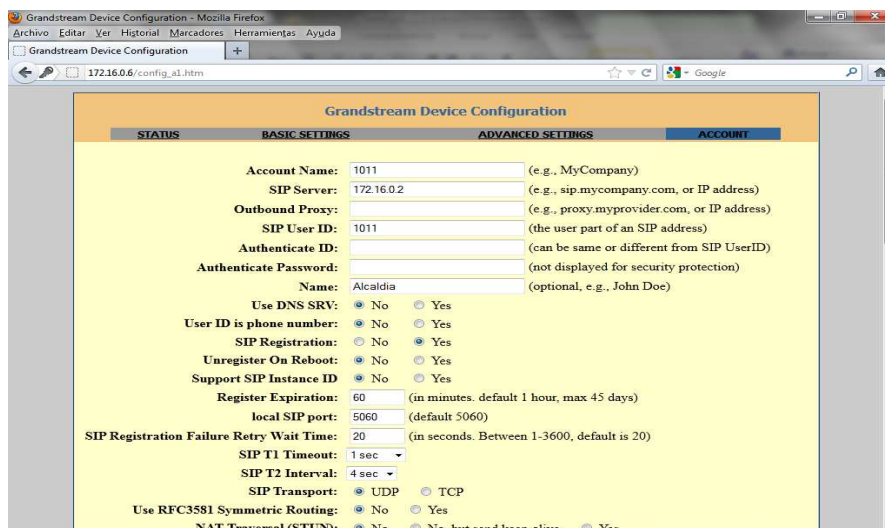


Figura 4.43 Configuración del teléfono IP Grandstream

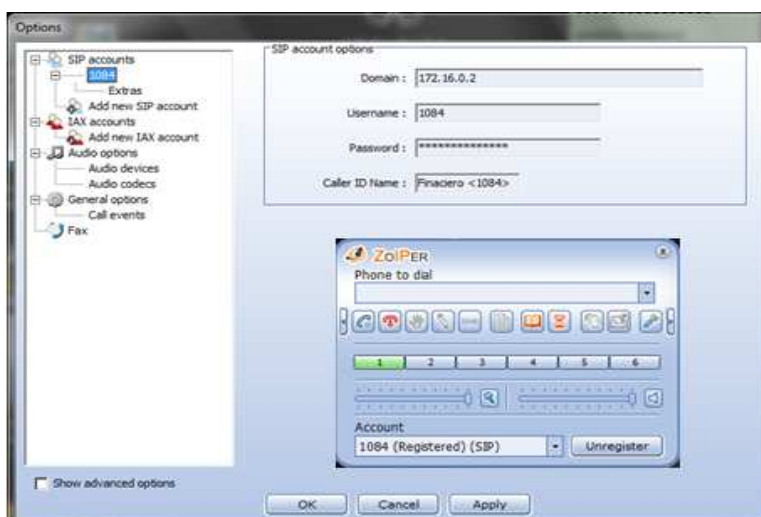


Figura 4.44 Configuración de un canal SIP en zoiper.

4.4.1.3 Servidor de Videovigilancia sobre ZoneMinder

Para este servidor se configuró la dirección IP 172.16.1.98/27 en la VLAN Videovigilancia de acuerdo al diseño de la red del Gobierno Municipal.

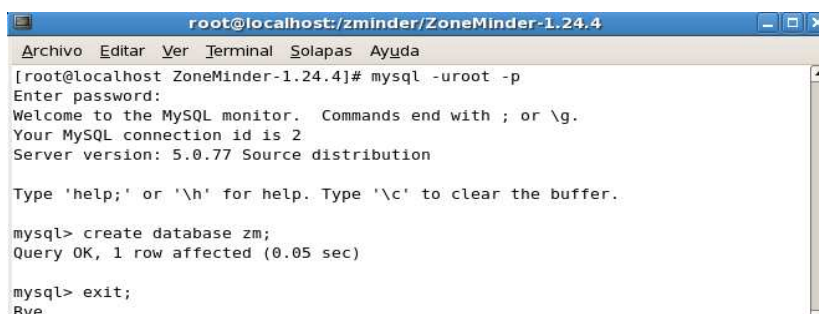
Para el servidor de videovigilancia del prototipo se utilizará el paquete ZoneMinder-1.24.4.tar.gz, previamente para este paquete se debe instalar las dependencias

necesarias para su correcto funcionamiento como son: httpd, php, mysql, libjpeg, ffmpeg, bzip2 y perl. Para la instalación y configuración de zoneminder se debe seguir los siguientes pasos:

Desde una ventana de terminal se descarga el paquete ZoneMinder-1.24.4.tar.gz desde internet a una carpeta llamada zminder en el directorio raíz:

- `wget http://www.zoneminder.com/downloads/ZoneMinder-1.24.4.tar.gz`
- `tar zxvf ZoneMinder-1.24.4.tar.gz`
- `cd ZoneMinder-1.24.4`
- `./configure --with-webdir=/var/www/html/ --with-cgidir=/var/www/cgi-bin/ ZM_DB_PASS=admin CPPFLAGS=-D__STDC_CONSTANT_MACROS`
- `make`

Es necesario crear una base de datos en mysql para zoneminder como se muestra en la figura 4.45.



```
root@localhost:zminder/ZoneMinder-1.24.4
Archivo  Editar  Ver  Terminal  Solapas  Ayuda
[root@localhost ZoneMinder-1.24.4]# mysql -uroot -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.0.77 Source distribution

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> create database zm;
Query OK, 1 row affected (0.05 sec)

mysql> exit;
Bye
```

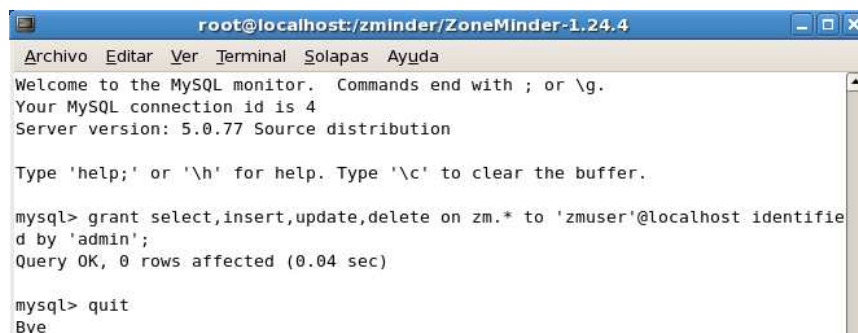
Figura 4.45 Creación de la base zm en mysql

Se configura la base de datos zm para que zoneminder se pueda conectar, como se muestra en la figura 4.46.

Luego de esto se sigue con la instalación de zoneminder:

- `make install`
- `cp ./scripts/zm /etc/init.d/`

- `chmod 755 /etc/init.d/zm`
- `chkconfig --add zm`
- `reboot`



```

root@localhost:/zminder/ZoneMinder-1.24.4
Archivo  Editar  Ver  Terminal  Solapas  Ayuda
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 4
Server version: 5.0.77 Source distribution

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> grant select,insert,update,delete on zm.* to 'zmuser'@localhost identified by 'admin';
Query OK, 0 rows affected (0.04 sec)

mysql> quit
Bye

```

Figura 4.46 configuración de la base de datos zm

Ya instalado el paquete de ZoneMinder se debe abrir un navegador de internet y se coloca el URL: 172.16.1.98, colocamos las credenciales de ingreso como administrador de ZoneMinder como se muestra en la figura 4.47.

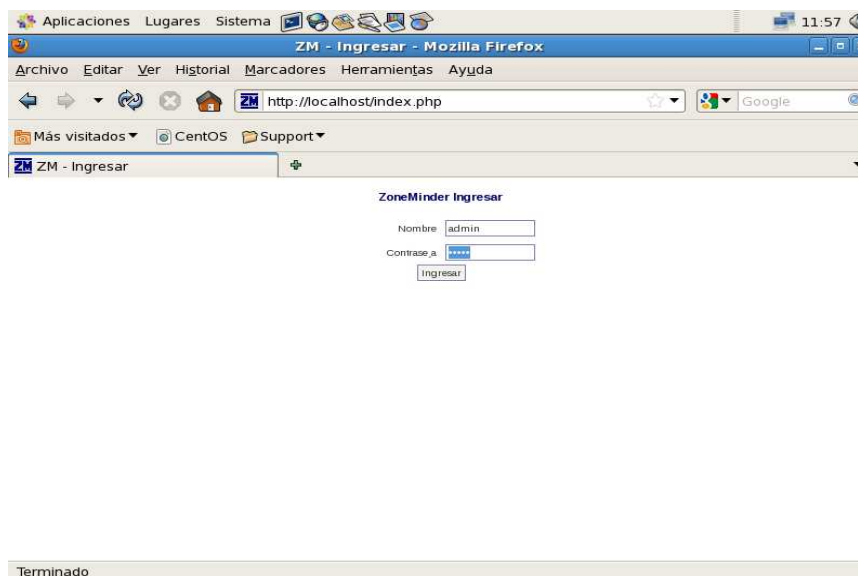


Figura 4.47 Ingreso a ZonMinder.

Dentro de ZoneMinder se agregó un monitor el cual se debe configurar:

Pestaña General:

- Nombre del monitor.
- Tipo de origen.
- Función.
- Verificar si está habilitado

En la figura 4.48 se muestra la configuración de la pestaña general para el monitor *Camara_Prueba*.

The screenshot shows a web browser window titled 'ZM - Monitor - Camara_Prueba - Mozilla'. The address bar shows 'http://localhost/index.php?view=monitor&mid=2'. The main content area is titled 'Monitor - Camara_Prueba (2)' and has tabs for 'General', 'Origen', 'Etiqueta Hora', 'Buffers', and 'Otros'. The 'General' tab is active, showing a configuration table:

Nombre	Camara_Prueba
Tipo Origen	Remote
Función	Record
Habilitado	<input checked="" type="checkbox"/>
Linked Monitors	
Maximos FPS	
Alarm Maximum FPS	
Reference Image Blend %age	7
Gatillos	Ninguno Disponible

At the bottom right of the form are buttons for 'Guardar' and 'Cancelar'. Below the form, the status 'Terminado' is displayed.

Figura 4.48 Configuración de la pestaña General

Pestaña Origen

- Protocolo Remoto.
- Método remoto.
- Ip de la cámara.
- Puerto por el cual el servidor recibirá el streaming de video. Puerto que también debe configurarse en la cámara.
- Enlace a la cámara IP.
- Ancho y alto de la imagen que soporta la cámara.

En la figura 4.49 se muestra a configuración realizada en la pestaña Origen.

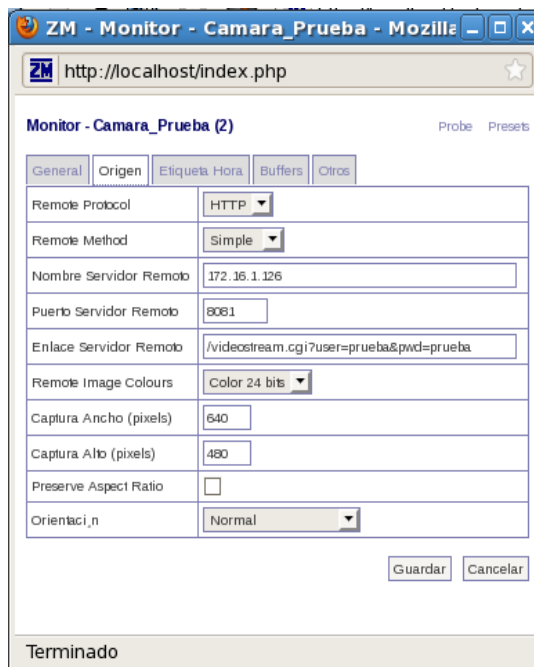


Figura 4.49 Configuración de la pestaña Origen



Figura 4.50 Monitor de prueba de la cámara IP.

Ya realizado las configuraciones anteriores se tiene en la lista el monitor llamado *Camara_Prueba* el cual se puede ingresar dando un clic en su nombre y se mostrará la captura de la cámara IP, como se observa en la figura 4.50.

4.4.1.3.1 Configuración cámara IP

Para probar el funcionamiento de la videovigilancia a través de IP se utilizará la cámara IP Foscam FI8918W. La asignación de la dirección IP es 172.16.1.126/27 de la VLAN Videovigilancia. La configuración de la cámara se lo realiza por web como se muestra en la figura 4.51.

The screenshot displays the 'Real-time IP Camera Monitoring System' web interface. On the left is a navigation menu with options like 'Device Status', 'Live Video', 'Device Management', 'Alias Settings', 'Date&Time Settings', 'Users Settings', 'Basic Network Settings', 'Wireless Lan Settings', 'ADSL Settings', 'UPnP Settings', 'DDNS Service Settings', 'Mail Service Settings', 'FTP Service Settings', 'Alarm Service Settings', 'PTZ Settings', 'Upgrade Device Firmware', 'Backup & Restore Settings', 'Restore Factory Settings', 'Reboot Device', and 'log'. The main content area is titled 'Basic Network Settings' and contains the following configuration fields:

Basic Network Settings	
Obtain IP from DHCP Server	<input type="checkbox"/>
IP Addr	172.16.1.126
Subnet Mask	255.255.255.224
Gateway	172.16.1.97
DNS Server	172.16.1.97
Http Port	8081
Network Lamp	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Refresh"/>	

Figura 4.51 Configuración cámara IP Foscam

4.4.1.4 Servidor de correo sobre Zimbra

Para el servidor de correo se asignará la dirección IP 172.16.1.178/28 en la VLAN Informática, de acuerdo al diseño de la red del Gobierno Municipal de Pujilí. Este servidor permitirá el envío y recepción de correos entre cuentas del mismo dominio: gadmcp.gob.ec.

Para la instalación y configuración del servidor de correo se utilizará el paquete zcs-5.0.26 junto con el servidor de DNS. Para la instalación del DNS se utilizará el paquete bind 9.3.6 para el cual se tiene los siguientes pasos de instalación:

En una terminal de centos se digita:

- yum install bind bind-chroot bind-libs bind-utils

En el directorio `/var/named/chroot/etc/` se debe crear el archivo `named.conf`. Seguidamente se configurará las zonas de resolución DNS como se muestra en la figura 4.52.

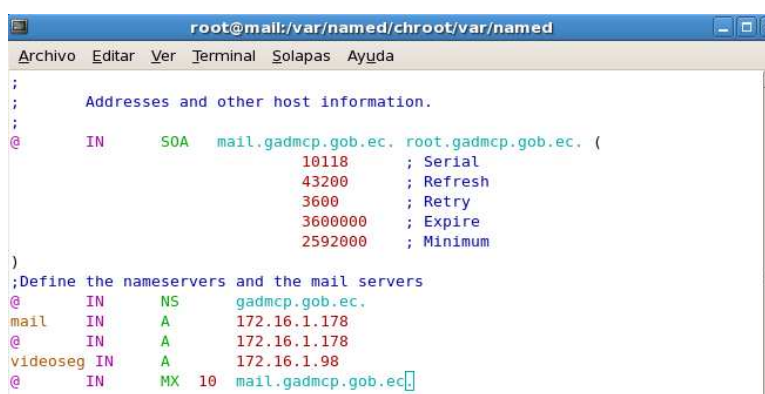


```

root@mail:/var/named/chroot/etc
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
acl "gadmcp.gob.ec" {
    127.0.0.1/32;
    172.16.0.0/16;
};
options {
    directory "/var/named";
    dump-file "/var/named/data/cache_dump.db";
    statistics-file "/var/named/data/named_stats.txt";
    allow-recursion { gadmcp.gob.ec; };
    allow-query { gadmcp.gob.ec; };
    forwarders { 172.31.4.2; };
    //forward first;
};
include "/etc/rndc.key";
// We are the master server for mail.gadmcp.gob.ec
zone "gadmcp.gob.ec" {
    type master;
    file "gadmcp.gob.ec.zone";
    allow-update { key "rndc.key"; };
};
1,1 Comienzo

```

Figura 4.52 Configuración del archivo named.com



```

root@mail:/var/named/chroot/var/named
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
;
;       Addresses and other host information.
;
;
@      IN      SOA     mail.gadmcp.gob.ec. root.gadmcp.gob.ec. (
                                10118      ; Serial
                                43200      ; Refresh
                                3600       ; Retry
                                3600000    ; Expire
                                2592000    ; Minimum
)
;Define the nameservers and the mail servers
@      IN      NS      gadmcp.gob.ec.
mail   IN      A       172.16.1.178
@      IN      A       172.16.1.178
videoseg IN  A       172.16.1.98
@      IN      MX      10  mail.gadmcp.gob.ec
~

```

Figura 4.53 Configuración del archivo gadmcp.gob.ec.zone.

En el directorio `/var/named/chroot/var/named/` se crea el archivo `gadmcp.gob.ec.zone`, el cual permitirá resolver el nombre de dominio utilizado en el prototipo. En la figura 4.53 se muestra la configuración del archivo `gadmcp.gob.ec`.

Para que el DNS funcione adecuadamente se debe iniciar el servicio `named`.

- `/etc/init.d/named start`
- `chkconfig named on`

Para probar que el servidor DNS está funcionando adecuadamente se debe hacer un `nslookup mail.gadmcp.gob.ec.`, como se muestra en la figura 4.54.

```
[root@mail ~]# nslookup mail.gadmcp.gob.ec
Server:          172.16.1.179
Address:         172.16.1.179#53

Name:   mail.gadmcp.gob.ec
Address: 172.16.1.179
```

Figura 4.54 Prueba de resolución del dominio

Para instalar el servidor Zimbra desde una terminal de centos se deberá seguir los siguientes pasos:

- `mkdir zminder`
- `wget http://files.zimbra.com/downloads/5.0.26_GA/zcs-5.0.26_GA_3365.RHEL5.20101215150457.tgz.`
- `tar xvzf zcs-5.0.26_GA_3365.RHEL5.20101215150457.tgz.`
- `cd zcs-5.0.26_GA_3365.RHEL5.20101215150457.tgz.`
- `./install.sh`

Para completar la instalación se debe colocar un password al administrador por defecto "admin", para el ingreso a la consola de administración como se muestra en el figura 4.55.



```

root@mail:/tmp/zcs-5.0.26_GA_3365.RHEL5.20101215150457
Archivo Editar Ver Terminal Solapas Ayuda
Main menu
1) Common Configuration:
2) zimbra-ldap: Enabled
3) zimbra-store: Enabled
   +Create Admin User: yes
   +Admin user to create: admin@mail.gadmcp.gob.ec
   +Admin Password: UNSET
   +Enable automated spam training: yes
   +Spam training user: spam.wvqk8ss2@mail.gadmcp.gob.ec
   +Non-spam(Ham) training user: ham.0pxt2w3r@mail.gadmcp.gob.ec
   +Global Documents Account: wiki@mail.gadmcp.gob.ec
   +SMTP host: mail.gadmcp.gob.ec
   +Web server HTTP port: 80
   +Web server HTTPS port: 443
   +Web server mode: http
   +IMAP server port: 143
   +IMAP server SSL port: 993
   +POP server port: 110
   +POP server SSL port: 995
   +Use spell check server: yes
   +Spell server URL: http://mail.gadmcp.gob.ec:7780/aspell

.php
+Configure store for use with reverse mail proxy: FALSE
+Configure store for use with reverse web proxy: FALSE

```

Figura 4.55 Configuración del password para administrador de Zimbra.

Para poder acceder a la consola de administración se coloca el URL:// mail.gadmcp.gob.ec:7071/zimbraAdmin en una navegador y se ingresa las credenciales. En la figura 4.56 se muestra ya la consola de administración donde se puede agregar nuevos dominios, cuantas de usuarios, ver el tráfico de correos, el estado del servidor y demás funcionalidad que permite Zimbra.

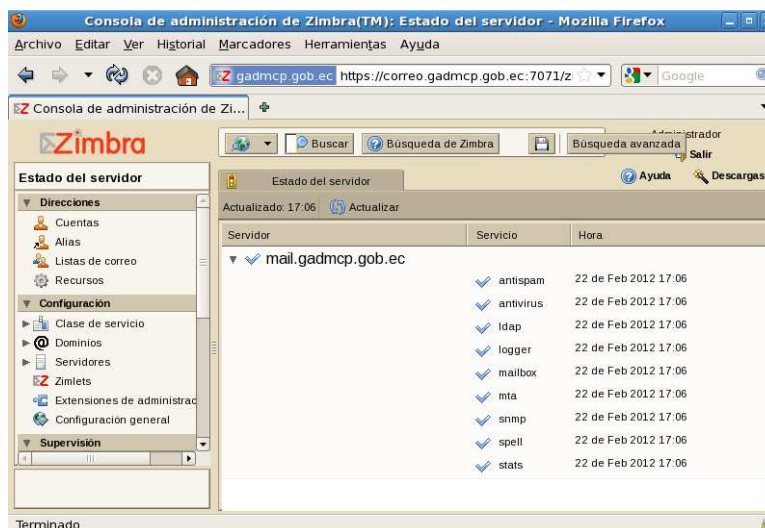


Figura 4.56 Consola de administración de Zimbra.

Para el prototipo se configurará un nuevo dominio *@gadmcp.gob.ec* y se agregará cuatro cuentas de usuario tomando nombres ficticios para realizar pruebas de funcionalidad de Zimbra. En la figura 4.57 se muestra las cuentas de prueba junto al nuevo dominio.

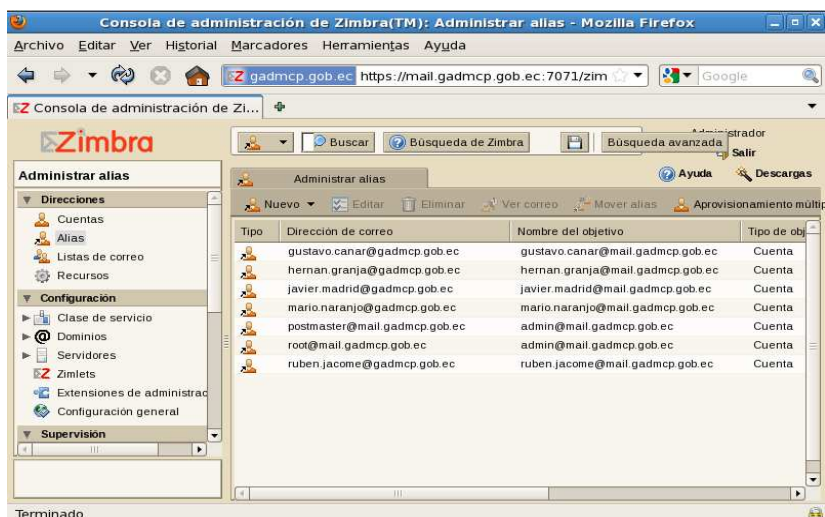


Figura 4.56 Cuentas de usuario del servidor Zimbra.

Ya instalados y configurados los servicios del prototipo se procederá a realizar pruebas donde se probará cada una de las funcionalidad que presta cada servicio.

4.4.2 PRUEBAS

A continuación se presentará las pruebas realizadas a cada uno de los servicios levantados para el prototipo como son telefonía IP, videovigilancia IP y correo electrónico.

4.4.2.1 Telefonía IP

Dentro de las funcionalidades de Asterisk tenemos las llamadas dentro de la misma PBX, buzón de voz, salas de conferencia de audio, transferencia de llamadas, registro de las llamadas en una base de datos y llamada hacia la PSTN.

En la figura 4.57 se muestra la realización de una llamada de voz desde la extensión 1084 a la 1011, donde uno es un softphone y el otro es un teléfono IP. También se puede ver el registro de la llamada dentro de la base de datos.

```

asterisk>CLI>
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [1011@linea_normal:1] Set("SIP/1084-00000004", "CDR(userfield)=1084-to-1011") in new stack
-- Executing [1011@linea_normal:2] Answer("SIP/1084-00000004", "") in new stack
-- Executing [1011@linea_normal:3] Dial("SIP/1084-00000004", "SIP/1011,10,rctx") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/1011
-- SIP/1011-00000005 is ringing
> Saved useragent "Zoiper rev.11137" for peer 1084
-- SIP/1011-00000005 answered SIP/1084-00000004
> Saved useragent "Zoiper rev.11137" for peer 1052
> [INSERT INTO cdr ("calldate","clid","src","dst","dcontext","channel","dstchannel","lastapp","lastdata","duration","billsec","disposition","amaflags","accountcode","uniqueid","userfield") VALUES ('2012-03-27 02:56:33','Direccion Financiera<1084>','1084','1011','linea_normal','SIP/1084-00000004','SIP/1011-00000005','Dial','SIP/1011,10,rctx',73,65,'ANSWERED',3,'','1332834993.8','1084-to-1011')]
== Spawn extension (linea_normal, 1011, 3) exited non-zero on 'SIP/1084-00000004'

```

Figura 4.57 Llamada entre dos extensiones de la PBX.

En la figura 4.58 se observa la recepción de la llamada desde un teléfono IP hacia el softphone.

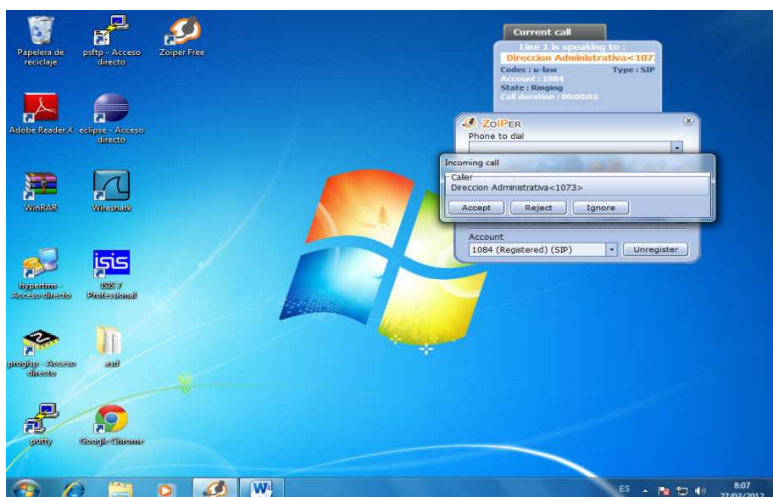


Figura 4.58 Recepción desde un softphone.

En la figura 4.59 se muestra la funcionalidad del buzón de voz, este buzón permite la recepción de un mensaje de audio cuando la extensión no es contestada o se encuentra ocupada.

```

asterisk>CLI>
> Saved useragent "Zoiper rev.11137" for peer 1052
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [1084@linea_privilegiada:1] Set("SIP/1011-00000004", "CDR(userfield)-1011-to-1084") in new stack
-- Executing [1084@linea_privilegiada:2] Answer("SIP/1011-00000004", "") in new stack
-- Executing [1084@linea_privilegiada:3] Dial("SIP/1011-00000004", "SIP/1084,10,rctx") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/1084
-- SIP/1084-00000005 is ringing
-- Nobody picked up in 10000 ms
-- Executing [1084@linea_privilegiada:4] GotoIf("SIP/1011-00000004", "17buzon:terminar") in new stack
-- Goto (linea_privilegiada,1084,6)
-- Executing [1084@linea_privilegiada:6] VoiceMail("SIP/1011-00000004", "1084@gadmcp_correovoz,b") in new stack
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'vm-theperson.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'digits/1.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'digits/0.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'digits/8.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'digits/4.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'vm-isonphone.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'vm-intro.ulaw' (language 'es')
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'beep.ulaw' (language 'es')
-- Recording the message
-- x=0, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/gadmcp_correovoz/1084/tmp/cm1FXI format: wav, 0x9ef0bd0
-- User ended message by pressing #
-- <SIP/1011-00000004> Playing 'auth-thankyou.ulaw' (language 'es')
== Parsing /var/spool/asterisk/voicemail/gadmcp_correovoz/1084/INBOX/msg0009.txt: == Found
== Parsing /var/spool/asterisk/voicemail/gadmcp_correovoz/1084/INBOX/msg0009.txt: == Found
-- Executing [1084@linea_privilegiada:7] Hangup("SIP/1011-00000004", "") in new stack
== Spawn extension (linea_privilegiada, 1084, 7) exited non-zero on 'SIP/1011-00000004'
> [INSERT INTO cdr ("calldate","clid","src","dst","dcontext","channel","dstchannel","lastapp","lastdata","duration","billsec","disposition","amaflags","accountcode","uniqueid","userfield") VALUES ('2012-03-27 03:50:51','Alcaldia' <1011>,'1011','1084','linea_privilegiada','SIP/1011-00000004','SIP/1084-00000005','Hangup','','41,41','NO ANSWER',3,'','1332838251.4','1011-to-1084')]

```

Figura 4.59 Funcionalidad del buzón de voz de Asterisk.

Asterisk también permite el envío de un mail a la cuenta de correo electrónico registrada en la extensión dentro de la PBX. En la figura 4.60 se muestra la recepción del correo electrónico.

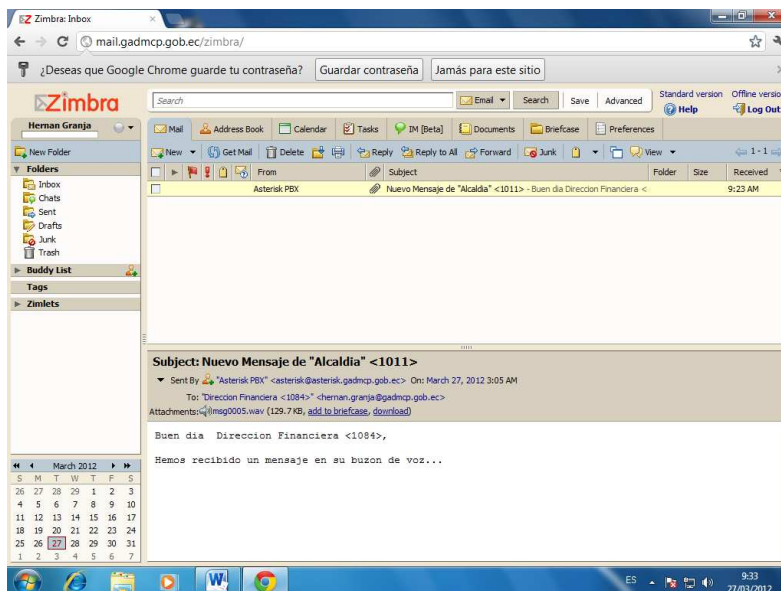


Figura 4.60 Correo electrónico desde Asterisk.

Esta funcionalidad permite al personal del Gobierno Municipal revisar el mensaje de voz directamente desde su correo, ya que Asterisk lo envía como archivo adjunto. También para poder revisar los correos electrónico desde un teléfono IP o softphone se puede marcar al *99.

En la figura 4.61 se observa la funcionalidad de las salas de conferencia. Se muestra la conexión a la sala 101 desde las extensiones 1011 y 1073.

```

asterisk*CLI>
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [101@linea_privilegiada:1] Set("SIP/1011-00000008", "confmax-4") in new stack
-- Executing [101@linea_privilegiada:2] Macro("SIP/1011-00000008", "meetme") in new stack
-- Executing [s@macro-meetme:1] MeetMeCount("SIP/1011-00000008", "101,count") in new stack
== Parsing '/etc/asterisk/meetme.conf': == Found
-- Executing [s@macro-meetme:2] GotoIf("SIP/1011-00000008", "17:l1ena") in new stack
-- Executing [s@macro-meetme:3] MeetMe("SIP/1011-00000008", "101,scM(default)") in new stack
== Parsing '/etc/asterisk/meetme.conf': == Found
-- Created MeetMe conference 1023 for conference '101'
-- <SIP/1011-00000008> Playing 'conf-onlyperson.ulaw' (language 'es')
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/1011-00000008
-- Stopped music on hold on SIP/1011-00000008
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/1011-00000008
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [101@linea_privilegiada:1] Set("SIP/1073-00000009", "confmax-4") in new stack
-- Executing [101@linea_privilegiada:2] Macro("SIP/1073-00000009", "meetme") in new stack
-- Executing [s@macro-meetme:1] MeetMeCount("SIP/1073-00000009", "101,count") in new stack
-- Executing [s@macro-meetme:2] GotoIf("SIP/1073-00000009", "17:l1ena") in new stack
-- Executing [s@macro-meetme:3] MeetMe("SIP/1073-00000009", "101,scM(default)") in new stack
-- Stopped music on hold on SIP/1011-00000008
-- <SIP/1073-00000009> Playing 'conf-onlyone.ulaw' (language 'es')

```

Figura 4.61 Funcionalidad de la salas de conferencia.

En la figura 4.62 se muestra la funcionalidad de a transferencia de llamadas dentro de la PBX.

El registro de las llamadas dentro de una base de datos es de mucha utilidad ya que permite al administrador obtener reportes de las llamadas hacia/desde la PBX. Asterisk permite registrar en una base de datos todas las llamadas que el administrador crea necesario. En la figura 4.63 se muestra el registro de llamas desde la base de Postgresql.

Las llamadas hacia la PSTN al igual que la recepción ayudan a los funcionarios del Gobierno Municipal a tener comunicación con el medio externo. En la figura 4.64 se muestra el proceso de la llamada y recepción hacia la PSTN en la consola de Asterisk.

```

Verbosity is at least 11
-- Remote UNIX connection
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [1084@linea_privilegiada:1] Set("SIP/1011-00000003", "CDR(userfield)=1011-to-1084") in new stack
-- Executing [1084@linea_privilegiada:2] Answer("SIP/1011-00000003", "") in new stack
-- Executing [1084@linea_privilegiada:3] Dial("SIP/1011-00000003", "SIP/1084,10,rctx") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/1084
-- SIP/1084-00000004 is ringing
-- SIP/1084-00000004 answered SIP/1011-00000003
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/1011-00000003
-- <SIP/1084-00000004> Playing 'pbx-transfer.ulaw' (language 'es')
-- Blind transferring SIP/1011-00000003 to '1073' (context linea_normal) priority 1
-- Stopped music on hold on SIP/1011-00000003
> [INSERT INTO cdr ("calldate","clid","src","dst","dcontext","channel","dstchannel","lastapp","lastdata","duration","billsec","disposition","amaflags","accountcode","uniqueid","userfield") VALUES ('2012-03-27 06:38:14','Alcaldia' <1011>,'1011','1084','linea_privilegiada','SIP/1011-00000003','SIP/1084-00000004','Dial','SIP/1084,10,rctx',26,17,'ANSWERED',3,'','1332848294.7','1011-to-1084')]
-- Executing [1073@linea_normal:1] Set("SIP/1011-00000003", "CDR(userfield)=1011-to-1073") in new stack
-- Executing [1073@linea_normal:2] Answer("SIP/1011-00000003", "") in new stack
-- Executing [1073@linea_normal:3] Dial("SIP/1011-00000003", "SIP/1073,10,rctx") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/1073
-- SIP/1073-00000005 is ringing
-- SIP/1073-00000005 answered SIP/1011-00000003
> [INSERT INTO cdr ("calldate","clid","src","dst","dcontext","channel","dstchannel","lastapp","lastdata","duration","billsec","disposition","amaflags","accountcode","uniqueid","userfield") VALUES ('2012-03-27 06:38:14','Alcaldia' <1011>,'1011','1073','linea_normal','SIP/1084-00000004','SIP/1073-00000005','Dial','SIP/1073,10,rctx',100,69,'ANSWERED',3,'','1332848294.8','1011-to-1073')]
== Spawn extension (linea_normal, 1073, 3) exited non-zero on 'SIP/1011-00000003'
asterisk*CLI>
    
```

Figura 4.62 Transferencia de Llamadas.

	calldate	clid	character	varying	src	character	dst	character	varying	dcontext	channel	dstchanne	lastapp	lastdata	duration	bi
188	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	101	linea_privile	SIP/1011	''	MeetMe	101,scM	152	15				
189	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	1084	linea_privile	SIP/1011	SIP/1084	Hangup	''	36	36				
190	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	1084	linea_privile	SIP/1011	SIP/1084	Hangup	''	38	38				
191	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	1084	linea_privile	SIP/1011	SIP/1084	Hangup	''	38	38				
192	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	1084	linea_privile	SIP/1011	SIP/1084	Hangup	''	39	39				
193	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	1084	linea_privile	SIP/1011	SIP/1084	Hangup	''	41	41				
194	2012-03-	"Direccion Ad	1073	1011	linea_privile	SIP/1073	SIP/1011	Dial	SIP/10112	2						
195	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	92507144	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/2-	Hangup	''	45	45				
196	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	4001	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/1-	Dial	DAHDI/1/45	42	42				
197	2012-03-	''	''	1011	interno	DAHDI/2-	SIP/1011	Dial	SIP/101155	22						
198	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	92507144	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/2-	Dial	DAHDI/2/26	26	26				
199	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	9032723032	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/2-	Dial	DAHDI/2/43	43	43				
200	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	4001	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/1-	Dial	DAHDI/1/28	25	25				
201	2012-03-	"Alcaldia"	<1	1011	9032723032	linea_privile	SIP/1011	DAHDI/2-	Dial	DAHDI/2/37	37	37				
202	2012-03-	''	''	1011	interno	DAHDI/2-	SIP/1011	Dial	SIP/101166	33						

Figura 4.63 Registro de las llamadas en la base de datos de Postgresql.

```

asterisk*CLI>
== Using SIP RTP CoS mark 5
[Mar 28 06:41:29] NOTICE[23710]: : : Call from '1011' (172.16.0.6:5060) to extension '932507144' rejected because extension not found in context 'linea_privilegiada'.
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [9032723032@linea_privilegiada:1] Answer("SIP/1011-00000000", "") in new stack
-- Executing [9032723032@linea_privilegiada:2] Set("SIP/1011-00000000", "CDR(userfield)=1011-to-9032723032") in new stack
-- Executing [9032723032@linea_privilegiada:3] Dial("SIP/1011-00000000", "DAHDI/3/032723032,40,rt") in new stack
-- Called DAHDI/3/032723032
[Mar 28 06:41:41] WARNING[23743]: : : Codec mismatch on channel DAHDI/3-1 setting write format to g729
from ulaw native formats 0x4 (ulaw)
-- DAHDI/3-1 answered SIP/1011-00000000
> [INSERT INTO cdr ("calldate","clid","src","dst","dcontext","channel","dstchannel","lastapp","lastdata","duration","billsec","disposition","amaflags","accountcode","uniqueid","userfield") VALUES ('2012-03-28 06:41:41','Alcaldia' <1011>,'1011','9032723032','linea_privilegiada','SIP/1011-00000000','DAHDI/3-1','Dial','DAHDI/3/032723032,40,rt',38,35,'ANSWERED',3,'','1332934901.0','1011-to-9032723032')]
-- Hanging up on 'DAHDI/3-1'
-- Hungup 'DAHDI/3-1'
== Spawn_extension (linea_privilegiada, 9032723032, 3) exited non-zero on 'SIP/1011-00000000'

```

Figura 4.64 Llamada hacia la PSTN desde la PBX del prototipo.

Como se observa la PBX sobre asterisk presenta muchas ventajas, una de ellas es permitir las funcionalidades presentadas anteriormente, otra es que permite ser utilizada sobre sistemas operativos Linux y no consume muchos recursos del servidor.

4.4.2.2 Videovigilancia IP

La prueba de funcionalidad del servidor de videovigilancia se basa en la verificación del almacenamiento del streaming de video, al igual de la visualización del monitor de la cámara de prueba colocada en el prototipo. En las figuras 4.65 y 4.66 se muestran el funcionamiento del servidor de video.

El ingreso al servidor de video se lo puede hacer a través de cualquier parte de la red LAN, digitando en un buscador <http://videoseg.gadmcp.gob.ec> y automáticamente se nos mostrará la página de autenticación para el administrador del servidor.

En la figura 4.66 se muestra los eventos capturados por la cámara de prueba en tiempo real.

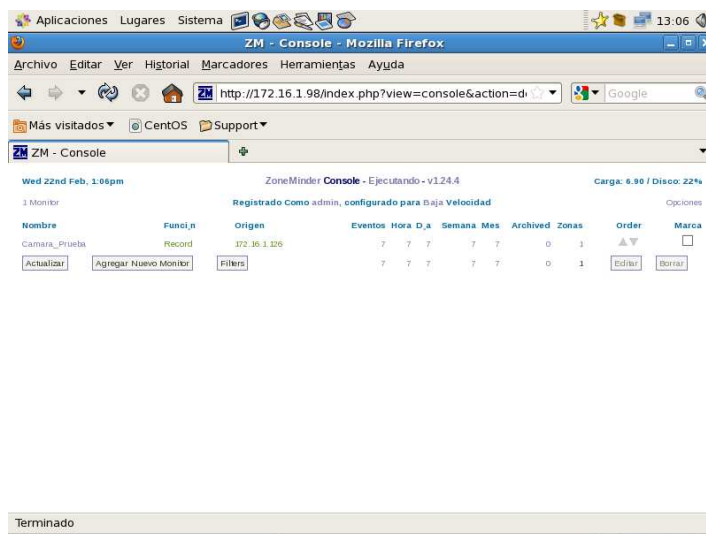


Figura 4.65 Interfaz principal de ZoneMinder.

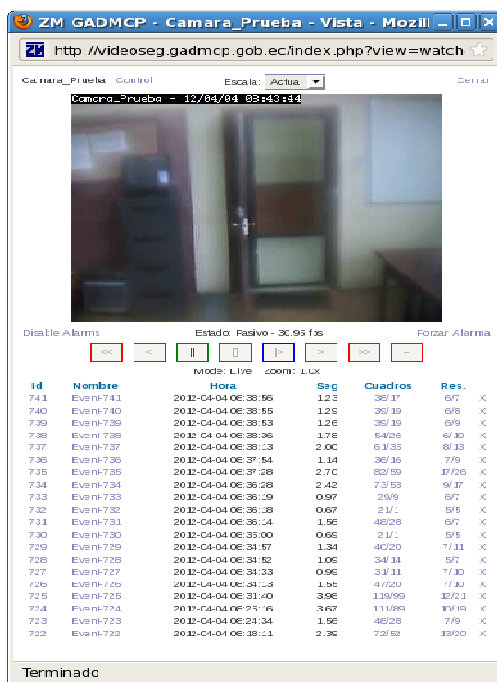


Figura 4.66 Captura del video en tiempo real.

La cámara está configurada para detectar el movimiento y empezar a grabar, por lo que no sobre carga al servidor con imágenes estáticas. En la figura 4.67 se muestra los eventos capturados por la cámara en función del tiempo.

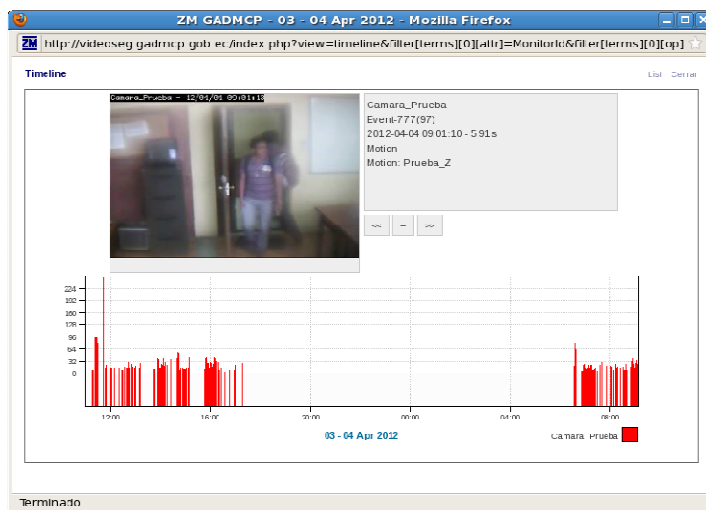


Figura 4.67 Eventos capturados por la cámara de prueba.

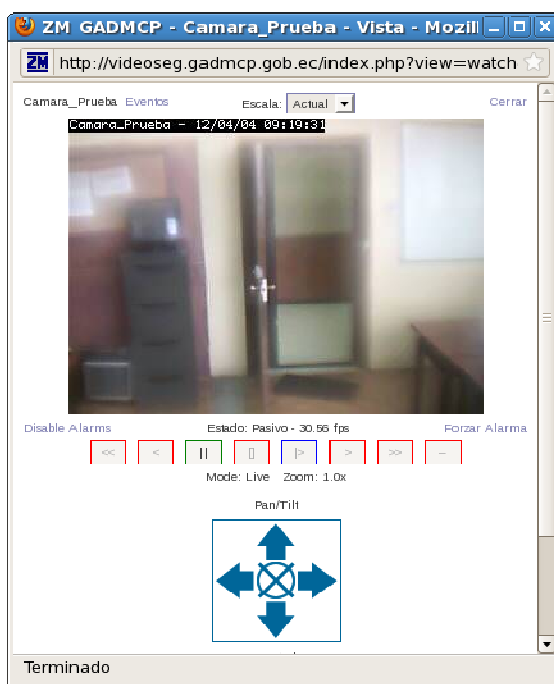


Figura 4.68 Mandos de movimiento de la cámara de prueba.

La funcionalidad de movilidad de la cámara permite situar en la posición adecuada para la grabación del video. En la figura 4.68 se muestra los mandos de control de giro de la cámara de prueba.

Como se observó ZoneMinder permite la grabación de video a través de la detección de movimientos, a más de eso permite manejar de modo remoto la cámara de video a través de sus mandos configurados en ZoneMinder.

4.4.2.3 Correo Electrónico

El servicio de correo electrónico implementado en el prototipo permite el envío, recepción de correos electrónicos, mensajería instantánea dentro del mismo dominio. También permite la recepción de los correos enviados por las cuentas del buzón de voz de la PBX de asterisk, al igual de las alarmas generadas por el servidor de video vigilancia. En la figura 4.69 se muestra los mensajes recibidos dentro de una cuenta de usuario.



Figura 4.69 Correo de prueba enviado a un usuario.

Zimbra permite el envío de correos electrónicos, tener un directorio de correos de contactos, mensajería instantánea, agenda, etc. dentro del mismo dominio. En la figura 4.70 se muestra la funcionalidad de la mensajería instantánea.

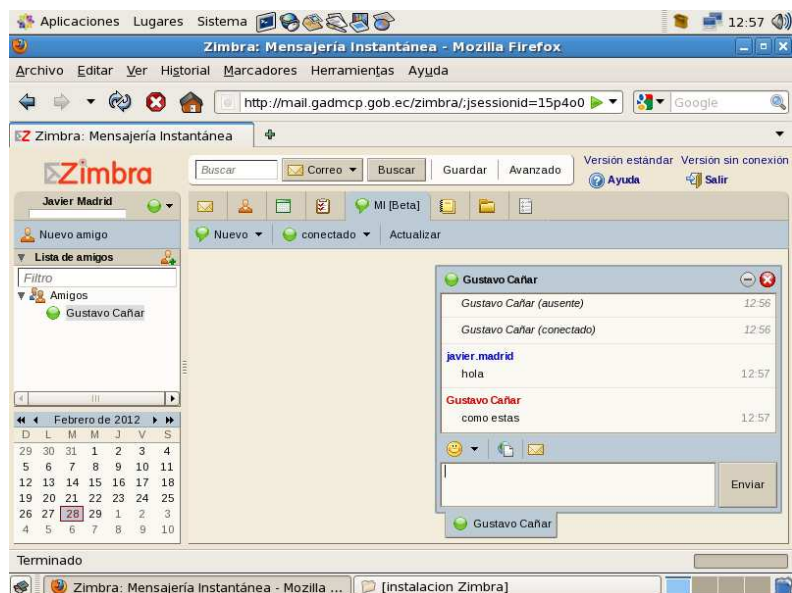


Figura 4.70 Mensajería instantánea en Zimbra.

La funcionalidad del correo electrónico dentro del Gobierno Municipal de Pujilí permite la transferencia de información entre empleados y así tener también una cuneta de correo electrónico corporativa.

4.4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a las pruebas realizadas y resultados obtenidos en el prototipo se puede observar que el diseño de la red propuesto permite el soporte de multiservicios como es de datos, voz y video en una misma infraestructura de red, por lo que se innecesario alguna modificación diseño de la nueva red del Gobierno Municipal del Cantón Pujilí, presentado en el capítulo 3.

La nueva red permite tener un crecimiento de usuarios, de acuerdo a puertos físicos en los dispositivos de conectividad. También el servidor HP elegido está en condiciones de soportar el tráfico generado por los teléfonos IP, cámaras de videovigilancia y el correo electrónico interno del Gobierno Municipal. La

convergencia que permite el rediseño ayuda a tener nuevas tecnologías presentes en el mercado.

Una de las limitaciones del prototipo es el envío y recepción de correos electrónicos desde y hacia el internet, debido a que se maneja el correo solo internamente para las aplicaciones de voz, intercambio de información interna y mensajería instantánea entre funcionarios del Gobierno Municipal de Pujilí. Así como también el acceso remoto a las cámaras de seguridad, esto por pedido del administrador de la red.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los servicios de tiempo real como lo son voz y video, hoy en día son muy utilizados ya que han evolucionado para poder brindar a los usuarios calidad de servicio y a su vez han ayudado a las empresas abaratar los costos de infraestructura y operabilidad.
- Con las bases teóricas descritas en el proyecto, se rediseño la red de información para el Gobierno Municipal del Cantón Pujilí, así como también se presentó tres alternativas de equipos y costo el costo de cada una de las alternativas.
- El análisis de la situación actual de la red LAN permitió obtener los requerimientos actuales y futuros de la Institución.
- La información obtenida de las encuestas realizadas y las visitas a cada una de las dependencias del Gobierno Municipal fue de mucha ayuda para el Rediseño de la red de datos, voz y video.
- El rediseño de la red de datos del Gobierno Municipal de Pujilí está diseñada para soportar multiservicios como es el objetivo principal de la propuesta de este proyecto y además permitir la interconexión con las dependencias.
- La definición de las políticas de seguridad dentro del Gobierno Municipal de Pujilí permite tener un mejor manejo del acceso a la información y a los equipos de la red LAN.

- Los servicios propuestos en el Rediseño de la red de información del Gobierno Municipal de Pujilí permite utilizar una misma infraestructura activa y pasiva.
- El ancho de banda y la escalabilidad que provee la red diseñada permitirá la integración del Sistema SIGAME y el control de asistencia a una misma infraestructura, lo cual garantizará el funcionamiento adecuado de todos los servicios.
- La selección de los equipos se lo realizó en base al análisis de modelos y marcas disponibles en el mercado, de manera que permitan obtener el funcionamiento adecuado de los servicios propuestos y vayan a la par con la inversión económica.
- La compatibilidad de dispositivos y la convergencia de la red son mucho más fáciles cuando se tiene equipos de la misma tecnología. Por ello, la propuesta de tener un solo proveedor de equipos de conectividad ya que de esa manera se facilita la administración de la red.
- El software libre utilizado dentro de la propuesta y en el prototipo de la red diseñada permiten tener un buen rendimiento y su mantenimiento presenta bajos costos.
- La implementación del prototipo de la Red diseñada para el Gobierno Municipal de Pujilí ayuda aplicar los conocimientos adquiridos durante toda la carrera y a comprobar que los servicios propuestos funcionan adecuadamente por lo que pueden ser implementados en la Institución.
- La elaboración de este proyecto permitió aplicar criterios acorde a la realidad y adquiridos durante la elaboración de diseños similares en los últimos niveles de la carrera.

5.2 RECOMENDACIONES

- Los equipos reutilizados y los que se adquirirán, cumplan como mínimo cada una de las especificaciones técnicas detalladas en el presente proyecto, para un adecuado funcionamiento de la red y sus servicios.
- La asignación de una persona encargada de la administración de red, tanto en la parte de datos, voz y video, como del mantenimiento de los equipos, actualización del software, etc.
- Tener la documentación actualizada de la red cada cierto tiempo y cada vez que se realice algún cambio dentro de la misma.
- Disponer de los planos actuales de la distribución de los puntos de red tanto de datos, voz y video, así como los manuales de usuario de cada uno de los equipos activos de la red.
- Implementar el presente proyecto utilizando los aspectos técnicos, equipos activos, pasivos y políticas de seguridad propuestos dentro del mismo.
- Disponer de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos activos de la red, para evitar el corte de uno de los servicios durante el horario de trabajo de la Institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y FOLLETOS

- TANENBAUM, Andrew, Redes de Computadoras, Cuarta Edición, 2001.
- VINUEZA Mónica, Redes de Área Local, Quito, 2009.
- SINCHE Soraya, Comunicaciones Inalámbricas, Quito, 2009.
- HIDALGO Pablo, Redes de Área Extendida, Quito, 2010.
- VINUEZA Mónica, Cableado Estructurado, Quito, 2011.

PROYECTOS DE TITULACIÓN

- Ing. SEGOVIA Francisco, “Reingeniería de la Intranet de la Empresa TECNOMEGA C.A.”, Quito, Junio 2008.
- Ing. PAVON Tulia, “Diseño de una red convergente de voz y datos para el edificio matriz de TRANSELECTRIC S.A. y su enlace con el COT”, Quito, Mayo 2009.
- Ing. ROMAN Francisco, “Reingeniería de la Intranet de la empresa TECNOMEGA C.A.”, Quito, Junio 2008.
- Ing. ERRAEZ Fernando, “Diseño de una red WAN de datos, telefonía IP y página de servicios de Intranet para la Distribuidora Farmacéutica Cuenca Yopez”, Quito, Octubre 2008.
- Ing. SOLANO Diego, “Estudio y diseño de una red de voz y datos para la Unidad Educativa Municipal Quitumbe utilizando la tecnología Gigabit Ethernet para soportar servicios en tiempo real de VoIP, videoseguridad y videoconferencia”, Quito, Junio 2009.
- Ing. BONILLA Jorge, “Análisis e implementación de un prototipo de servidor virtualizado sobre una distribución de Linux para el uso en PyMES”, Quito, Febrero 2010.

- Ing. QUELAL Josue, “Rediseño de la red de comunicaciones de la empresa Metropolitana de Obras Públicas (EMOP-Q) para soportar aplicaciones de voz sobre IP (VoIP)”, Quito, Marzo 2010.
- Ing. AVEIGA Diana, “Diseño de la Red IP y su Integración con la Red de Datos para la Comunicación de la Matriz con las Sucursales de Importadora VEGA S.A.”, Quito, Septiembre 2010.
- Ing. NOGUERA Jorge, “Diseño e implementación de un circuito cerrado de televisión con cámara IP inalámbricas y monitoreo remoto, notificación de eventualidades mediante el uso de un servidor para la grabación de video bajo Linux usando ZoneMinder para el Laboratorio de Informática del Edificio de Eléctrica-Química”, Quito, Julio 2011.

PÁGINAS WEB

- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_Area_local
- http://www.grc.upv.es/docencia/tdm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20%281%29.pdf
- <http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip2.shtml>
- http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode67.html
- <http://www.monografias.com/especiales/telefonaiip/index.shtml>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet#Est.C3.A1ndar_Vol_P_.28H.323.29
- <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit109/quees.htm>
- http://www.grc.upv.es/docencia/tdm/trabajos2007/Abel_H.323%20vs%20SIP%20%281%29.pdf
- http://www.arcert.gov.ar/webs/manual/manual_de_seguridad.pdf
- <http://www.municipiopujili.gob.ec>
- http://www.ame.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=766&Itemid=281&lang=es
- <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>

- <http://clickdirecto.com/estadisticas-web-de-google/>
- <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red2.shtml>
- http://www.ecualug.org/2007/06/24/comos/configurar_un_servidor_dns_con_bind_en_centos5
- <http://www.ateinco.com/Voz-Sobre-IP/Asterisk/asterisk-caracteristicas.html>
- <http://www.asterisk.org>
- <http://www.voipnovatos.es/voces/asterisk-voces-es-v1-gsm-voipnovatos.zip>
- <http://www.cshenry.net/installing-zoneminder-on-centos-56>
- <http://www.zoneminder.com/wiki/index.php/CentOS>
- <http://www.howtoforge.com/zimbra-collaboration-suite-open-source-edition-on-centos>

ANEXOS

ANEXO 1

Anexo 1.1. Formato de la Encuesta y Encuestas realizadas al personal del Gobierno Municipal.

Anexo 1.2. Datasheet's de los equipos de la red actual del Gobierno Municipal y sus dependencias.

ANEXO 2

Anexo 2.1. Tabla de Erlang B.

Anexo 2.2. Planos con la distribución de los puntos de red en el Gobierno Municipal y sus dependencias.

ANEXO 3

Anexo 3.1. Cotizaciones de la Red Pasiva

Anexo 3.2. Cotizaciones de la Red Activa

Anexo 3.3. Datasheet's de los equipos de la nueva red.

Anexo 3.4. Instalación del Sistema Operativo Centos 5.

Anexo 3.5. Datasheet's de los equipos de conectividad utilizados en el prototipo.

Anexo 3.6. Configuración de los equipos de conectividad utilizados en el prototipo.

Nota: Todos los anexos se encuentran en el CD adjunto al proyecto.