



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

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

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

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

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

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

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL CONVERGENTE DEL
EDIFICIO CENTRAL DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI (ELEPCO S.A.)**

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

CRISTÓBAL GABRIEL CULQUI MULLO
crisobalmullo@hotmail.com

DIRECTOR: ING. MÓNICA VINUEZA RHOR
monica.vinueza@epn.edu.ec

Quito, Junio 2016

DECLARACIÓN

Yo, Cristóbal Gabriel Culqui Mullo, 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.

Cristóbal Gabriel Culqui Mullo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristóbal Gabriel Culqui Mullo, bajo mi supervisión.

Ing. Mónica Vinueza Rhor MSc
DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis adorados abuelitos que día a día me cuidan, me entregan su amor y me han educado con su ejemplo de trabajo y responsabilidad.

A la Ing. Mónica Vinueza, mi Directora de Tesis quien de manera desinteresada, sabia y oportuna me ha guiado, comprendido y apoyado en todo este proceso y se ha convertido en una amiga, con la que cuento en todo momento.

A la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A), por darme las facilidades y las mejores condiciones para poder realizar este proyecto. Al grupo de trabajo de la Dirección de Sistemas y Tecnología, ya que me facilitaron la información que necesitaba. En particular quiero dar mis agradecimientos al Dr. Edgar Jiménez Presidente Ejecutivo de ELEPCO S.A.

DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida estudiantil que lo he conseguido con esfuerzo, fe y mucha responsabilidad, la cual ha sido un anhelo y una meta por cumplir, siempre recordando momentos inolvidables plasmados en recuerdos de alegría y felicidad, dedico el presente trabajo al Ser Supremo que es la luz de mi vida, así como a mi querida esposa Sandy Katherine que con abnegación y esfuerzo se encuentra a mi lado.

Gracias por venir y cambiarme la vida, gracias por ser el motor que me alienta día a día, Matheo.

A todas aquellas personas que me han apoyado incondicionalmente y con su paciencia, amor y confianza me ayudaron a desafiar mis propias limitaciones.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA.....	IV
CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVIII
PRESENTACIÓN	XX

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1 MODELO DE REFERENCIA	1
1.1.1 MODELO OSI.....	1
1.2 ARQUITECTURA TCP/IP	5
1.2.1 NIVEL FÍSICO Y DE ENLACE DE DATOS.....	7
1.2.2 NIVEL DE RED	8
1.2.3 NIVEL DE TRANSPORTE.....	9
1.2.4 NIVEL DE APLICACIÓN	9
1.3 TOPOLOGÍAS DE REDES	10
1.3.1 TOPOLOGÍA BUS	11
1.3.2 TOPOLOGÍA EN ANILLO	12
1.3.3 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA	13
1.3.4 TOPOLOGÍA LÓGICA	14
1.4 CABLEADO ESTRUCTURADO	14
1.4.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	15
1.4.2. ESTÁNDARES Y NORMAS	17
1.4.3 ELEMENTOS PASIVOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO	27
1.5 DIRECCIONAMIENTO IP	30
1.5.1 DIRECCIONES IP PÚBLICAS	31
1.5.2 DIRECCIONES IP PRIVADAS	31

1.5.3 DIVISIÓN EN SUBREDES (VLSM)	31
1.6 DISPOSITIVOS DE CONECTIVIDAD	32
1.6.1 MODEM	32
1.6.2 SWITCH CAPA 2	32
1.7 MODELO JERÁRQUICO CISCO	34
1.7.1 ACCESO	34
1.7.2 DISTRIBUCIÓN	34
1.7.3 NÚCLEO O CORE	35
1.8 REDES LAN VIRTUALES VLAN'S	35
1.9 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN LOS SWITCHES	36
1.10 SERVICIOS EN UNA INTRANET	37
1.10.1 SERVIDOR DNS.....	37
1.10.2 SERVIDOR DHCP.....	38
1.11 TELEFONÍA IP	38
1.11.1 ESTÁNDAR H.323	39
1.11.2 PROTOCOLO SIP	39
1.11.3 CÓDECS	40
1.11.4 ELEMENTOS DEL SERVICIO DE TELEFONÍA IP	41
1.12 ACTIVE DIRECTORY (AD).....	42
1.13 SEGURIDAD DE RED	43
1.13.1 FIREWALLS	44
1.13.2 ANTIVIRUS CORPORATIVO	44
1.13.3 DMZ (ZONA DESMILITARIZADA).....	45

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.	47
2.1 INTRODUCCIÓN.....	47
2.2 UBICACIÓN.....	47
2.3 ANTECEDENTES	48
2.3.1 VISIÓN	48
2.3.2 MISIÓN.....	48
2.3.3 ORGANIGRAMA	48
2.4 INFRAESTRUCTURA FÍSICA.....	50

2.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES DE DATOS	51
2.5.1 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DE ELEPCO S.A.....	52
2.5.2 INFRAESTRUCTURA DE RED FÍSICA.....	54
2.6 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD.....	65
2.7 DETALLE DE LAS CUENTAS DE USUARIOS.....	65
2.8 RED LÓGICA.....	68
2.8.1 DIRECCIONAMIENTO IP.....	68
2.9 APLICACIONES.....	69
2.10 SERVICIOS.....	70
2.11 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD.....	71
2.11.1 SEGURIDAD FÍSICA.....	71
2.11.2 SEGURIDAD LÓGICA.....	71
2.12 ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	72
2.12.1 TRÁFICO DEL SERVIDOR DE APLICACIONES.....	73
2.12.2 TRÁFICO DEL SERVIDOR PROXY.....	76
2.12.3 SISTEMA TELEFÓNICO.....	81
2.13 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE ELEPCO S.A.....	83

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	87
3.1 VISIÓN GENERAL.....	87
3.2 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA RED.....	87
3.3 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE USUARIOS EN LA RED DE DATOS.....	89
3.4 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....	91
3.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE RED.....	92
3.5.1 BLOQUE A.....	92
3.5.2 BLOQUE B.....	95
3.6 DISEÑO DE LA RED PASIVA.....	96
3.6.1 CABLEADO HORIZONTAL.....	97
3.6.2 CANALIZACIÓN Y ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO.....	99

3.6.3 CABLEADO VERTICAL.....	101
3.6.4 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	101
3.6.5 CUARTO DE EQUIPOS.....	107
3.6.6 ACOMETIDA	108
3.6.7 CONSIDERACIONES GENERALES	108
3.7 ÁREA DE TRABAJO.....	110
3.7.1 ETIQUETACIÓN.....	110
3.8 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO.....	112
3.8.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DEL ACCESO A INTERNET	114
3.8.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE LA INTRANET	115
3.9 DISEÑO LÓGICO DE LA RED.....	119
3.9.1 DIRECCIONAMIENTO IP	120
3.9.2 DISEÑO DE VLANs	124
3.9.3 ZONA DESMILITARIZADA.....	125
3.10 DISEÑO DE LA RED ACTIVA.....	125
3.10.1 CAPA DISTRIBUCIÓN-ACCESO	126
3.10.2 CAPA CORE.....	129
3.11 TELEFONÍA IP	130
3.11.1 DEMANDA TELEFONÍA EN ELEPCO S.A.	131
3.11.2 TIPO DE CÓDEC Y PROTOCOLO A UTILIZARSE	133
3.12 DIMENSIONAMIENTO DE SERVIDORES	134
3.12.1 SERVIDOR 1: WINDOWS SERVER 2008	136
3.12.2 SERVIDOR 2: TELEFONÍA IP (ELASTIX) [45].....	136
3.12.3 SERVIDOR 3: FIREWALL (ENDIAN FIREWALL), VIDEO VIGILANCIA IP (ZONEMINDER) [46].....	136
3.13 POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN LA RED DE ELEPCO S.A.	137
3.13.1 DEL USUARIO Y ESTACIÓN DE TRABAJO	137
3.13.2 DE LA ADMINISTRACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE	138
3.13.3 DISPOSICIONES GENERALES Y PROHIBICIONES	139
3.14 PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	139
3.14.1 COSTO DE LA RED PASIVA.....	140
3.14.2 ANÁLISIS Y COSTOS DE LOS DISPOSITIVOS DE LA RED ACTIVA.....	142

3.15 CÁMARAS IP.....	148
3.15.1 VIVOTEK IP8161	148
3.15.2 GRANDSTREAM GXV3611_HD	149
3.15.3 D-LINK DCS- 932L	150
3.16 TELÉFONOS IP.....	151
3.16.1 TELÉFONO IP GRANDSTREAM GXP1450	151
3.16.2 TELÉFONO IP CISCO SMB SPA303-G1	152
3.16.3 TELÉFONO IP YEALINK SIP-T21P	153
3.17 SERVIDORES	155
3.17.1 SERVIDORES DELL POWEREDGE R220	155
3.17.2 SERVIDOR HP PROLIANT DL120 GEN9	155
3.17.3 D-LINK SERVER DNS-1550-04	156
3.18 REUTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	157
3.19 COSTO TOTAL DE LA RED ACTIVA.....	157
3.20 COSTO DE OPERACIÓN	158

CAPÍTULO IV

PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS.....	160
4.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL PROTOTIPO	160
4.1.1 SERVIDOR 1:.....	161
4.1.2 SERVIDOR 2:.....	161
4.1.3 SERVIDOR 3:.....	161
4.2 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES	162
4.2.1 SERVIDOR 1.....	162
4.2.2 SERVIDOR TELEFONÍA.	166
4.2.3 SERVIDOR WINDOWS SERVER 2008 (DHCP, DNS Y ACTIVE DIRECTORY)	168
4.3 PRUEBAS DEL PROTOTIPO.....	173
4.3.1 COMPROBACIÓN DE SERVICIOS.....	173

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	176
5.1 CONCLUSIONES.....	176

5.2 RECOMENDACIONES.....	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
ANEXOS	184

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1 Dimensiones del Cuarto de Telecomunicaciones.....	21
Tabla 1.2 Ancho de Banda soportado por las categorías actualmente utilizadas de cable UTP.....	22
Tabla 1.3 Estándares T568A o T568B.	30
Tabla 1.4 Códecs utilizados en VoIP.....	40

CAPÍTULO II

Tabla 2.1 Departamentos y dependencias ubicados en el bloque A.....	51
Tabla 2.2 Departamentos y dependencias ubicados en el bloque B.....	51
Tabla 2.3 Puntos de red existentes en el Bloque A.....	57
Tabla 2.4 Puntos de red existentes en el Bloque B.....	57
Tabla 2.5 Equipos de red activos existentes en ELEPCO S.A.....	65
Tabla 2.6 Estaciones de trabajo del bloque A.	67
Tabla 2.7 Estaciones de trabajo del Bloque B.....	68
Tabla 2.8 Tráfico de entrada y salida de los días con mayor valor de Julio a Diciembre del 2014 en el Servidor de Aplicaciones.....	73
Tabla 2.9 Tráfico de entrada y salida del 15 al 19 de diciembre del 2014 en el servidor de Aplicaciones IBM	75
Tabla 2.10 Tráfico crítico de la semana del 15 al 19 de diciembre de acceso al servidor de aplicaciones.	75
Tabla 2.11 Tráfico de entrada y salida de los días con mayor valor de Julio a Diciembre del 2014 en el Servidor de Proxy.	77
Tabla 2.12 Tráfico de entrada y salida del 15 al 19 de diciembre del 2014 en el servidor de Proxy.....	78
Tabla 2.13 Tráfico crítico acceso al servicio de Internet en el mes de Diciembre.	79
Tabla 2.14 Tabla Valores representativos para cálculo del tráfico de red.	80
Tabla 2.15 Resumen de tráfico de ELEPCO S.A	80
Tabla 2.16 Registro de llamadas internas y externas de ELEPCO S.A	83

CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Número de usuarios de red.	89
Tabla 3.2 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro – Bloque A.....	90
Tabla 3.3 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro – Bloque B.....	91
Tabla 3.4 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro de ELECPO S.A.....	91
Tabla 3.5 Puntos de datos, voz y video del subsuelo Bloque A.	92
Tabla 3.6 Puntos de datos, voz y video del primer piso Bloque A.	93
Tabla 3.7 Puntos de datos, voz y video del Segundo piso Bloque A.....	94
Tabla 3.8 Puntos de datos, voz y video del Tercer piso Bloque A.....	94
Tabla 3.9 Puntos de datos, voz y video del Primer piso Bloque B.	95
Tabla 3.10 Puntos de datos, voz y video del Segundo piso Bloque B.....	95
Tabla 3.11 Puntos de datos, voz y video del Tercer piso Bloque B.....	96
Tabla 3.12 Puntos totales de datos, voz y video de ELECPO S.A.	96
Tabla 3.13 Cálculo de la distancia promedio del Bloque A.	98
Tabla 3.14 Cálculo de la distancia promedio del Bloque B.	98
Tabla 3.15 Resumen del número de rollos de cable Bloque A.....	99
Tabla 3.16 Resumen del número de rollos de cable Bloque B.....	99
Tabla 3.17 Capacidad de canaleta PVC.	100
Tabla 3.18 Número de canaletas Bloque A.....	100
Tabla 3.19 Número de canaletas Bloque B.....	101
Tabla 3.20 Ubicación de los rack de ELECPO S.A.	103
Tabla 3.21 Medidas de los Racks a utilizarse en la Red de ELECPO S.A.....	104
Tabla 3.22 Cantidad de cable del cableado vertical, Bloque A.....	107
Tabla 3.23 Cantidad de cable del cableado vertical. Bloque B.....	107
Tabla 3.24 Nomenclatura para etiquetado.	111
Tabla 3.25 Identificador de los servicios de red.	111
Tabla 3.26 Accesorios para el cableado estructurado de ELECPO S.A.	112
Tabla 3.27 Usuarios totales, potenciales y reales.	113
Tabla 3.28 Índice de simultaneidad.....	114
Tabla 3.29 Tamaños de páginas web.	115
Tabla 3.30 Resumen de requerimientos de capacidades de la red convergente.....	119

Tabla 3.31 Usuarios de VLANs Bloque A.....	122
Tabla 3.32 Usuarios de VLANs Bloque B.....	123
Tabla 3.33 Número total de usuarios de VLANs	123
Tabla 3.34 Número de direcciones IP.	124
Tabla 3.35 Direccionamiento IP de la red de ELEPCO S.A.	124
Tabla 3.36 Distribución de VLANs en la red ELEPCO S.A.	125
Tabla 3.37 Resumen de los puntos totales y libres de ELEPCO S.A.....	127
Tabla 3.38 Características mínimas de switch Distribución-Acceso.....	128
Tabla 3.39 Características mínimas del Switch de Core o Núcleo.	130
Tabla 3.40 Número de extensiones actuales y futuras Bloque A.	132
Tabla 3.41 Número de extensiones actuales y futuras Bloque B.	132
Tabla 3.42 Extensiones actuales y futuras de ELEPCO S.A.....	133
Tabla 3.43 Características recomendadas para los servidores a implementar. .	135
Tabla 3.44 Costo de la red pasiva del bloque A.	141
Tabla 3.45 Costo de la red pasiva bloque B.....	142
Tabla 3.46 Comparación de requerimientos de Switches de distribución	145
Tabla 3.47 Comparación de requerimientos de Switches de core.	148
Tabla 3.48 Resumen de características de las cámaras IP	151
Tabla 3.49 Comparación de teléfonos IP	155
Tabla 3.50 Comparativa marcas y características de servidores	157
Tabla 3.51 Resumen del costo total de la red activa.....	158
Tabla 3.52 Costo total de la red de ELEPCO S.A.	158
Tabla 3.53 Costo de operación mensual de la red.....	159
Tabla 3.54 Costo de mantenimiento anual después del primer año.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1 Niveles del Modelo OSI	3
Figura 1.2 Relación de la Arquitectura TCP/IP y el Modelo OSI.	6
Figura 1.3 Arquitectura TCP/IP	7
Figura 1.4 Topología Bus.	12
Figura 1.5 Topología Anillo	13
Figura 1.6 Topología Estrella	14
Figura 1.7 Cable trenzado no apantallado (UTP) y Cable trenzado apantallado (STP)	15
Figura 1.8 Subsistemas de Cableado Estructurado.	23
Figura 1.9 Estructura de un rack anclado al piso	27
Figura 1.10 Patch Panel	28
Figura 1.11 Faceplate	28
Figura 1.12 Organizador de cables	28
Figura 1.13 Patch Cord	29
Figura 1.14 Conector RJ-45	29
Figura 1.15 Jack RJ-45	29
Figura 1.16 Regleta de toma eléctrica	30
Figura 1.17 Clases de Direcciones IP.	31
Figura 1.18 Teléfono IP.	41
Figura 1.19 Softphone X-lite.	42
Figura 1.20 Gráfica de la DMZ.	45

CAPÍTULO II

Figura 2.1 Ubicación de ELEPCO.	47
Figura 2.2 Organigrama de ELEPCO S.A	50
Figura 2.3 Diagrama de red de ELEPCO S.A.	53
Figura 2.4 Ejemplo de acceso al servidor de aplicaciones desde secretaría general del Tercer Piso del Bloque B.	54
Figura 2.5 Punto de datos de la Secretaría de Presidencia Ejecutiva	56
Figura 2.6 Punto de datos del Coordinador del DRI.	58

Figura 2.7 Switch ubicado en el primer piso Bloque B	58
Figura 2.8 Patch cord del área de dirección técnica.....	59
Figura 2.9 Switch de conexión del segundo piso del bloque B.....	60
Figura 2.10 Rack de Equipos de Comunicaciones.....	60
Figura 2.11 Rack de equipos de comunicaciones.....	61
Figura 2.12 Rack del Servidor	61
Figura 2.13 Servidor IBM Sytem i5.....	61
Figura 2.14 Cableado eléctrico y de datos del Cuarto de Equipos.....	62
Figura 2.15 Ingreso de servicios al cuarto de Equipos.....	63
Figura 2.16 Enlaces de Fibra y ADSL de ELEPCO S.A para Internet.....	63
Figura 2.17 UPS ubicado en el Tercer piso del Bloque A.	64
Figura 2.18 Diagrama simplificado de acceso a Internet.....	70
Figura 2.19 Puerta de ingreso al Centro de Cómputo de ELEPCO S.A.	71
Figura 2.20 Tráfico crítico de la semana del 15 al 19 de diciembre de acceso al servidor de aplicaciones.....	76
Figura 2.21 Tráfico de velocidad vs tiempo día crítico	79
Figura 2.22 Sistema Telefónico de ELEPCO S.A.....	81

CAPÍTULO III

Figura 3.1 Distribución de Racks en la Red ELEPCO S.A.....	102
Figura 3.2 Rack de piso, Subsuelo, Bloque A	104
Figura 3.3 Rack abatible de pared, Primer Piso, Bloque A	105
Figura 3.4 Rack abatible de pared, Segundo Piso, Bloque A.....	105
Figura 3.5 Rack abatible de pared, Tercer Piso, Bloque A.....	105
Figura 3.6 Rack abatible de pared, Primer Piso, Bloque B	106
Figura 3.7 Rack abatible de pared, Segundo Piso, Bloque B.....	106
Figura 3.8 Rack abatible de pared, Tercer Piso, Bloque B.....	106
Figura 3.9 Diagrama de Puesta a Tierra de ELEPCO S.A	109
Figura 3.10 Sitio de web de Pingdom Website Speed Test	115
Figura 3.11 Diseño de Red de ELEPCO S.A	121
Figura 3.12 Switch HP 2920-48G(J9728A)	143
Figura 3.13 Cisco WS-C3650-48TD-S	142
Figura 3.14 Switch D-LINK DGS-3420-28PC	143

Figura 3.15 Switch HP E5500-48G	145
Figura 3.16 Cisco WS-C3850-48T-S	146
Figura 3.17 DGS 3620-52T-SI	147
Figura 3.18 Cámara VIVOTEK IP8161	148
Figura 3.19 Cámara IP GRANDSTREAM GXV3611_HD Dome	149
Figura 3.20 D-LINK DCS- 932L	150
Figura 3.21 Teléfono GRANDSTREAM GXP1450	152
Figura 3.22 Teléfono IP CISCO SMB SPA303-G1	153
Figura 3.23 Teléfono IP YEALINK SIP-T21P	153
Figura 3.24 Servidor DELL PowerEdge R220	155
Figura 3.25 Servidor HP PROLIANT DL120 GEN9	156
Figura 3.26 D-LINK SERVER DNS-1550-04	156

CAPÍTULO IV

Figura 4.1 Diagrama del prototipo	160
Figura 4.2 Paso1, configuración de red.....	162
Figura 4.3 Elección de zonas de red.	162
Figura 4.4 Asignación IP del servidor.....	163
Figura 4.5 Configuración del dominio y nombre del equipo	163
Figura 4.6 Asignación de la interfaz de red	163
Figura 4.7 Pantalla de Configuración DNS.....	163
Figura 4.8 Configuración del correo del Administrador.	164
Figura 4.9 Aplicar configuración	164
Figura 4.10 Mensaje al Finalizar la configuración.	164
Figura 4.11 Configuración de Pestaña General del Monitor.....	165
Figura 4.12 Pantalla de instalación ELASTIX.....	166
Figura 4.13 Pantalla inicio del servidor Elastix.	166
Figura 4.14 Creación de una extensión paso 1.....	167
Figura 4. 15 Selección del dispositivo paso 2.....	167
Figura 4.16 Configuración de Display name y extensión.	167
Figura 4.17 Configuración de una extensión IP.....	168
Figura 4.18 Paso 1, instalación de AD.	168
Figura 4.19 Paso 2, instalación de AD	169

Figura 4.20 Paso 3, instalación de AD	169
Figura 4.21 Paso 4, instalación de AD	170
Figura 4.22 Paso 5, instalación de AD	170
Figura 4.23 Paso 6, instalación de AD.	171
Figura 4.24 Paso 7, instalación de AD.	171
Figura 4.25 Paso 8, instalación de AD	172
Figura 4.26 Paso 9, instalación de AD	172
Figura 4.27 Paso 10, instalación de AD	173
Figura 4.28 Ofrecimiento de una dirección IP por el servicio DHCP	174
Figura 4.29 Ping a user.elepcó.com.....	174
Figura 4.30 Llama de teléfono IP.	175
Figura 4.31 Imagen de la cámara Ip GXV 3611.	175

RESUMEN

Este proyecto aborda el diseño de la Red de convergente del edificio central de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., para lo cual se han estructurado cinco capítulos, que detallan la base teórica, el estudio de la situación actual, el análisis de requerimientos, el diseño, el análisis de las opciones tecnológicas disponibles para la elección de la más adecuada, elaboración de un prototipo y por último la definición de conclusiones y recomendaciones del proyecto desarrollado.

En el capítulo I, se realiza un enfoque de los principales conceptos que se requieren para el desarrollo de este trabajo.

En el capítulo II, se describe la situación actual de la red del edificio central de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, esto incluye: cableado estructurado, servidores, equipos de conectividad, estaciones de trabajo, aplicaciones y análisis del tráfico de red. En este capítulo se hace énfasis en las falencias de la red, además se detallan las vulnerabilidades a las que están expuestos los sistemas informáticos, los problemas de la infraestructura de red y del cableado.

En el capítulo III, se detalla el diseño de la red activa y pasiva tomando en cuenta aquellos elementos que podrán ser reutilizados y los que sean necesarios añadir, además se contempla el dimensionamiento de los servidores necesarios para cumplir los requerimientos actuales y futuros. Además se presentan costos referenciales de la red activa y pasiva.

En el capítulo IV se describe la instalación, configuración y pruebas del Prototipo de la red, tomando en cuenta aplicaciones de voz, datos y video. Para la red de voz se dimensiona la central telefónica IP, para la administración y control de usuarios de red se instala el servidor DNS, DHCP y *Active Directory*, en Windows Server 2008 R2, finalmente para video se configura el sistema de video vigilancia IP.

En el último capítulo se muestra las conclusiones referentes a los diferentes puntos tratados a lo largo del desarrollo del proyecto y las recomendaciones propuestas para el diseño de la red.

PRESENTACIÓN

En la actualidad, el uso de redes convergentes es más necesario, debido a que las empresas tienden a consolidar todos los servicios en una sola plataforma, de manera que la voz, datos y video viaje a través de la misma red, y al no contar con dichas prestaciones se limita la capacidad operativa de una Institución.

La información es lo más importante dentro de una corporación independientemente del tipo de actividad a la cual ésta se dedique, por ello es indispensable un sistema de datos eficiente, más aún cuando se trata de una Institución, la cual tiene a su cargo un servicio indispensable como la energía eléctrica de una provincia.

El presente proyecto, se ha desarrollado con el objetivo de realizar un análisis de la red de datos tanto en su infraestructura como en su administración, utilizando herramientas de software y hardware, permitiendo un control centralizado de toda la red de datos de ELEPCO S.A.

Este proyecto está orientado a la red de datos del edificio Central de Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, ya que ahí se encuentran todas las oficinas administrativas de la institución; como son: Cartera, Grandes Clientes, Dirección Técnica, Sub Estaciones, entre otras, y se maneja la comunicación entre las diferentes agencias tales como: Saquisilí, Pujilí, La Maná, Salcedo, Angamarca, Sigchos, Lasso, etc; por tal motivo, es de vital importancia contar con una red convergente segura y disponible.

Finalmente, se incluye la estructuración de un prototipo de prueba, con la configuración de los principales componentes de la red, que conforman la base de los servicios a ser manejados; tomando en cuenta aspectos de seguridad y administración; el prototipo permite mostrar el funcionamiento del esquema diseñado.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 MODELO DE REFERENCIA

El incremento de las redes de datos en las últimas dos décadas ha sido formidable, en cantidad y tamaño. Al principio diferentes fabricantes de computadoras, desarrollaron distintas arquitecturas de redes que eran incompatibles entre sí. Esto causó una gran dependencia de los consumidores con un único fabricante, y originó la necesidad de una interoperabilidad entre redes que manejaban distintas especificaciones.

Para resolver el problema antes mencionado, se realizaron investigaciones acerca de los esquemas de red, con el objetivo de desarrollar una arquitectura de diseño que permitiese la interconexión de todos los computadores entre sí independientemente del fabricante. Es así como surgen modelos para la interconexión de sistemas abiertos. A continuación se citan los dos modelos más importantes utilizados en la actualidad: OSI y TCP/IP.

1.1.1 MODELO OSI [1] [2]

El Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos, también llamado OSI (*Open System Interconnection*), es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones, establecido por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1984.

Un sistema abierto es un modelo que permite que dos sistemas diferentes se logren comunicar independientemente de la arquitectura subyacente. El objetivo del modelo OSI es permitir la comunicación entre sistemas distintos sin que sea necesario cambiar la lógica del hardware o el software subyacente. OSI es un modelo por niveles, creado para el diseño de sistemas de red, que permitan la comunicación entre todos los tipos de computadoras, permitiendo diseñar una red flexible, robusta e interoperable.

Cada nivel define una familia de funciones diferentes de los otros niveles. Creando una arquitectura completa y flexible entre sistemas que de otra forma serían incompatibles.

1.1.1.1 Modelo por niveles

El Modelo OSI está formado por siete niveles ordenados, separados y relacionados, cada uno de los cuales define un segmento del proceso necesario para mover la información a través de una red. Las capas se encuentran numeradas de abajo hacia arriba.

Donde las funciones básicas están en la parte inferior, mientras que las funciones que se refieren a los detalles de las aplicaciones del usuario se encuentran en la parte superior.

El modelo OSI está formado por los siguientes niveles:

- Nivel 1: Físico
- Nivel 2: Enlace de Datos
- Nivel 3: Red
- Nivel 4: Transporte
- Nivel 5: Sesión
- Nivel 6: Presentación
- Nivel 7 : Aplicación

Dentro de una máquina, cada nivel llama a los servicios del nivel que está justo por debajo, es así que el nivel 3 usa los servicios que suministra el nivel 2 y proporciona servicios al nivel 4. Entre máquinas el nivel x de una máquina se comunica con el nivel x de la otra. La comunicación se rige mediante una serie de reglas y convenciones que se denominan protocolos.

En la figura 1.1, se observa las capas del modelo OSI de una comunicación entre el computador A y B, en donde los segmentos entre cortados indican el protocolo de cada capa, y las líneas continuas la interfaz. A medida que el mensaje viaja de A hacia B, puede pasar a través de muchos nodos intermedios, dichos nodos solo tienen generalmente los tres primeros niveles del Modelo OSI.

Los procesos de cada máquina que se pueden comunicar en un determinado nivel se llaman procesos paritarios. Cada capa en una computadora actúa como si estuviera comunicándose directamente con la misma capa de la otra computadora.

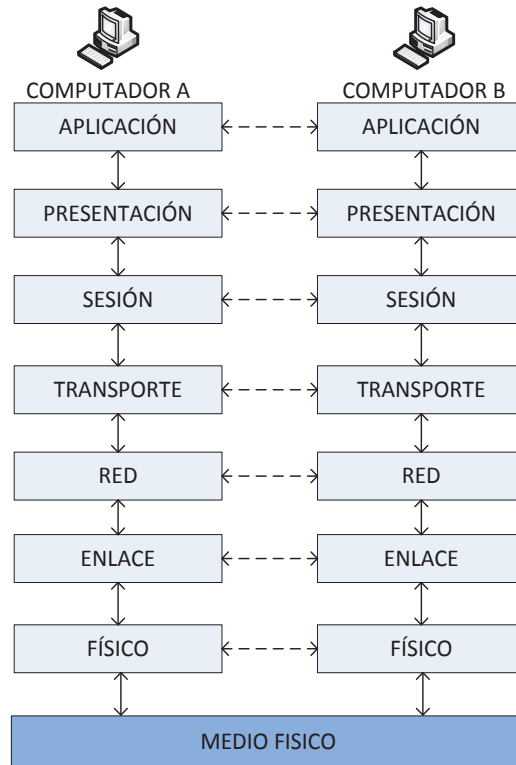


Figura 1.1 Niveles del Modelo OSI [3]

1.1.1.2 Niveles en el Modelo OSI y sus Funciones

1.1.1.2.1 Capa Física

- Coordina funciones necesarias para transmitir el flujo de datos sobre un medio físico. No existe estructura alguna.
- Es responsable del movimiento de bits individuales desde un nodo al siguiente.
- Define las características de la interfaz entre los dispositivos y el medio de transmisión.
- Define el tipo de medio de transmisión.
- Determina el tipo de codificación y la tasa de transmisión.
- Se encarga de la sincronización de los bits.
- Determina la dirección de la transmisión entre dos dispositivos.
- Además especifica cables y conectores.

1.1.1.2.2 Capa Enlace de Datos

- Estructura el flujo de bits bajo un formato predefinido llamado trama.
- Para formar una trama, el nivel de enlace agrega una secuencia especial de bits al principio y al final del flujo inicial de bits.
- Transfiere tramas de una forma confiable libre de errores, utilizando reconocimientos y retransmisión de tramas.
- Provee control de flujo.
- Utiliza la técnica de "piggybacking"¹.
- Controla el acceso a los medios de transmisión.

1.1.1.2.3 Capa de Red

- Responsable de la entrega de un paquete desde el origen al destino a través de múltiples redes.
- Divide los mensajes de la capa de transporte en paquetes y los ensambla al final.
- Utiliza el nivel de enlace para el envío de paquetes: un paquete es encapsulado en una trama.
- Encaminamiento de paquetes.
- Envía a los paquetes de nodo a nodo usando ya sea un circuito virtual o como datagramas.
- Control de Congestión.
- Si dos paquetes están conectados al mismo enlace, no hay necesidad de la capa de red.

1.1.1.2.4 Capa de Transporte

- Responsable de la entrega origen a destino de todo el mensaje.
- Establece conexiones punto a punto sin errores para el envío de mensajes.
- Permite multiplexar una conexión punto a punto entre diferentes procesos del usuario (puntos extremos de una conexión).

¹ *Piggybacking*: Técnica de transmisión de datos de datos Bidireccional.

- Provee la función de difusión de mensajes (*broadcast*) a múltiples destinos.
- Control de Flujo.
- Control de Conexión.

1.1.1.2.5 Capa de Sesión

- Permite que dos sistemas establezcan un diálogo y que la comunicación tenga lugar en modo *semiduplex* o *full-duplex*.
- Función de sincronización, logra que un proceso pueda añadir *checkpoints* (puntos de sincronización) en un flujo de datos.

1.1.1.2.6 Capa de Presentación

- Está relacionado con la sintaxis y semántica de la información transmitida.
- Realiza la función de traducción de la información a flujos de bits antes de transmitirla.
- Ayuda en la compresión de datos para reducir el número de bits a transmitir.
- Se encarga del cifrado para asegurar la privacidad.

1.1.1.2.7 Capa de Aplicación

- Permite al usuario, acceder a los servicios de las capas inferiores y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos. Por ejemplo:
 - Transferencia de archivos (TFP).
 - *Login* remoto (*rlogin*, *telnet*).
 - Correo electrónico (*mail*).
 - Servicio de Nombres de Dominio (DNS), etc.

1.2 ARQUITECTURA TCP/IP [4] [5]

La arquitectura TCP/IP es la que se usó en la red del Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos, *ARPANET* (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa), durante la década de 1960 a 1970. Dicho Departamento necesitaba una red que no sufriese las consecuencias de pérdida de hardware en nodos intermedios de la red, es decir, que la comunicación se mantuviera mientras los nodos terminales estuvieran funcionando, aunque algunas de las máquinas o líneas de operación intermedias quedarán fuera de servicio repentinamente.

La arquitectura TCP/IP examina muchas de las características de OSI en cuanto a la división en funciones de capa, no obstante incluye el hecho de que muchas funciones de capa no son imprescindibles en una arquitectura determinada y pueden no estar presentes.

La familia de protocolos TCP/IP se desarrolló antes que el modelo OSI, es un protocolo jerárquico, compuesto de módulos interactivos, cada uno de los cuales ofrece una funcionalidad específica, sin embargo los módulos no son interdependientes.

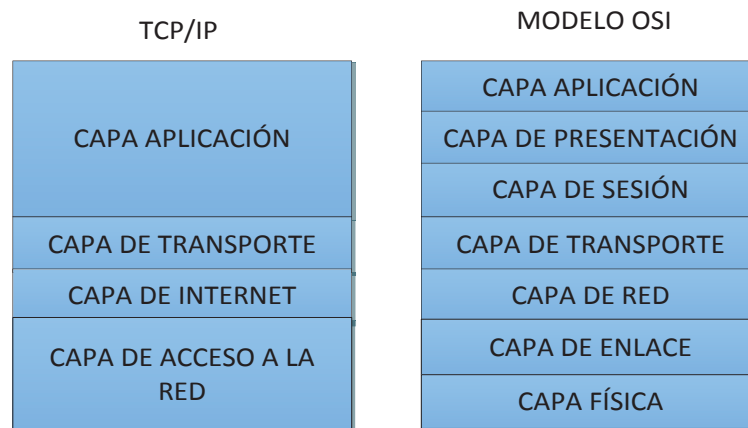


Figura 1.2 Relación de la Arquitectura TCP/IP y el Modelo OSI [4]

Internet comenzó siendo una red informática de *ARPAnet*, que conectaba redes de varias universidades y laboratorios de investigación en USA. *World Wide Web* se desarrolló en 1989 por *Timothy Berners-Lee* para el CERN (Consejo Europeo de Investigación Nuclear).

TCP/IP es un agregado de protocolos usados por todos los computadores conectados a Internet, para que estos puedan comunicarse entre sí. Hay computadores de clases diferentes; con hardware, software, medios y formas posibles de conexión diferentes. TCP/IP se encarga de que la comunicación entre todos sea posible y es compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware.

Para que los datos puedan viajar desde el origen hasta su destino a través de una red, es vital que todos los dispositivos de la red hablen el mismo lenguaje o protocolo.

En cada capa los protocolos realizan un determinado conjunto de operaciones sobre los datos al prepararlos para ser enviados a través de la red. Los datos luego

pasan a la siguiente capa, donde otro protocolo realiza otro conjunto diferente de operaciones.

En el nivel de transporte, TCP/IP define tres protocolos: Protocolo de control de transmisión (TCP) que verifica la correcta entrega de los datos, Protocolo de datagramas de usuario (UDP), y Protocolo de transmisión y control de flujo (SCTP).

En el nivel de red, el principal protocolo definido por TCP/IP es el protocolo de interconexión (IP) es el encargado de enviar los paquetes de datos desde un nodo a otro, éste envía cada porción de datos basados en la dirección del destino.

La división en capas tiene como objetivo indicar como una red de datos distribuye la información desde el origen al destino. A medida que los datos atraviesan las capas, cada capa agrega información que permite la comunicación eficaz con su correspondiente capa en el computador destino.

La arquitectura TCP/IP consta de cuatro niveles (Figura 1.3):

- Nivel 1: Físico y de enlace de datos
- Nivel 2 : Red
- Nivel 3: Transporte
- Nivel 4: Aplicación

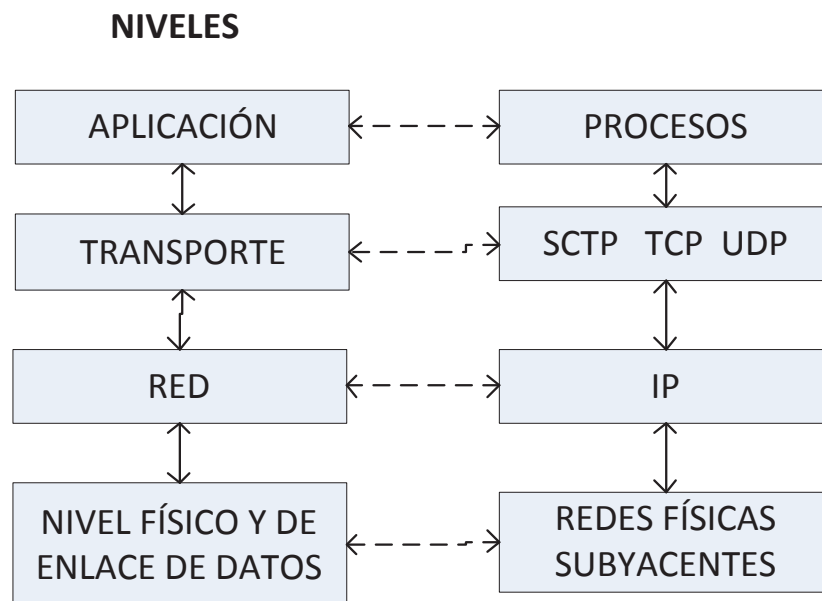


Figura 1.3 Arquitectura TCP/IP [4]

1.2.1 NIVEL FÍSICO Y DE ENLACE DE DATOS

- No define ningún protocolo específico.
- Soporta todos los protocolos estándar y propietarios
- También se denomina capa de Host a Red.
- Es la capa que se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar un enlace físico
- Esta capa incluye las características de las tecnologías LAN y WAN, así como todos los detalles de la capa física y enlace de datos del modelo OSI.

1.2.2 NIVEL DE RED

También llamado nivel de interconexión soporta el protocolo IP, este a su vez utiliza cuatro protocolos de soporte:

- IP: Protocolo de Internet es el mecanismo de transmisión utilizado por los protocolos TCP/IP. Es un protocolo no fiable y no orientado a conexión, un servicio de mejor entrega posible. IP transporta los datos en paquetes denominados datagramas, cada uno de los cuales se transporta de forma independiente. Los datagramas pueden viajar por diferentes rutas y pueden llegar fuera de secuencia o duplicados. IP ofrece funciones de transmisión básicas y deja libertad al usuario para añadir sólo aquellas funcionalidades necesarias para una aplicación determinada y por tanto ofrecen la máxima flexibilidad.
- ARP: Protocolo de resolución de direcciones, se utiliza para asociar una dirección lógica IP a una dirección física MAC.
- RARP: Protocolo de resolución de direcciones inverso, permite a un host descubrir una dirección de Internet cuando sólo conoce una dirección física.
- ICMP: Protocolo de mensajes de control de internet, es un mecanismo utilizado por los host y pasarelas para enviar notificación sobre problemas encontrados en datagramas de vuelta al emisor. ICMP envía mensajes de petición y de informe de errores.
- IGMP: Protocolo de mensajes de grupos de Internet, se usa para facilitar la transmisión simultánea de un mensaje a un grupo de receptores.

1.2.3 NIVEL DE TRANSPORTE

- Representado en TCP/IP mediante tres protocolos: TCP, SCTP Y UDP.
- La capa de transporte se refiere a los aspectos de confiabilidad, el control de flujo y la corrección de errores.
- TCP: Protocolo para el Control de la Transmisión, ofrece maneras flexibles y de alta calidad para crear comunicaciones de red confiables.
- TCP es un protocolo orientado a la conexión. Mantiene un diálogo entre el origen y el destino mientras empaqueta la información de la capa de aplicación en unidades denominadas segmentos.
- UDP: Protocolo datagrama de usuario, es el más sencillo, añade direcciones de puertos, control de errores mediante sumas de comprobación e información sobre la longitud de los datos del nivel superior.
- SCTP: Protocolo de transmisión de control de flujos, ofrece soporte para nuevas aplicaciones tales como la voz sobre el Internet. Combina las mejores características de UDP Y TCP.
- Los protocolos de esta capa son:
 - TCP: Orientado a Conexión. Circuito Virtual
 - UDP: No Conexión. No Verificación.

1.2.4 NIVEL DE APLICACIÓN

La función de esta capa es proporcionar servicios al usuario por medio de diversos protocolos, los cuales son usados por las aplicaciones para el intercambio de información.

A continuación se mencionan algunos de los protocolos más utilizados en esta capa:

- **HTTP** (Protocolo de transferencia de hipertexto): se lo emplea en la intercambio de páginas Web entre un servidor y un cliente.

- **FTP** (Protocolo de transferencia de archivos): es un servicio confiable orientado a conexión que utiliza TCP para transferir archivos entre sistemas que admiten la transferencia FTP. Permite las transferencias bidireccionales de archivos binarios y archivos ASCII.
- **TFTP** (Protocolo trivial de transferencia de archivos): es un servicio no orientado a conexión que utiliza el Protocolo de datagrama de usuario (UDP). Es útil en algunas LAN porque opera más rápidamente que FTP en un entorno estable.
- **NFS** (Sistema de archivos de red): es un conjunto de protocolos para un sistema de archivos distribuido, desarrollado por *Sun Microsystems* que permite acceso a los archivos de un dispositivo de almacenamiento remoto, por ejemplo, un disco rígido a través de una red.
- **SMTP** (Protocolo simple de transferencia de correo): administra la transmisión de correo electrónico, establece el formato de los mensajes pero cómo deben ser editados.
- **TELNET** (Emulación de terminal): Telnet tiene la capacidad de acceder de forma remota a otro computador. Permite que el usuario se conecte a un host de Internet y ejecute comandos. El cliente de Telnet recibe el nombre de host local. El servidor de Telnet recibe el nombre de host remoto.
- **SNMP** (Protocolo simple de administración de red): permite monitorear y controlar los dispositivos de red y administra las configuraciones, recolección de estadísticas, desempeño y seguridad.
- **DNS** (Sistema de denominación de dominio): es un sistema que se utiliza en Internet para convertir los nombres de los dominios y de sus nodos de red publicados abiertamente en direcciones IP.
- **POP3** (Protocolo de oficina de correo): se utiliza para que un programa cliente de correo electrónico se baje los mensajes de su buzón del servidor.

1.3 TOPOLOGÍAS DE REDES [3]

Se refiere a la forma en que está diseñada la red físicamente o lógicamente. En donde dos o más dispositivos se conectan a un enlace; conjuntamente dos o más enlaces forman una topología, por ello constituye la representación geométrica de la relación entre todos los enlaces y los dispositivos que los conectan entre sí. Los Criterios a la hora de elegir una topología, en general, buscan evitar el costo del encaminamiento (necesidad de elegir los caminos más simples entre el nodo y los demás), dejando en segundo plano factores como la renta mínima, el costo mínimo, etc.

Además es importante considerar la tolerancia a fallos o facilidad de localización de éstos. Así como la facilidad de instalación y reconfiguración de la Red.

Existen diferentes tipos de topologías, de donde las más importantes son: estrella, bus y anillo; además se pueden distinguir otras que resultan combinaciones de las anteriores.

1.3.1 TOPOLOGÍA BUS

Topología que se caracteriza por tener un único canal de comunicaciones que se denominado bus, troncal o *backbone* al cual se conectan los diferentes dispositivos. De esta forma todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

Todas las estaciones reciben la información que se transmite, una estación transmite y todas las restantes escuchan. Está formado por un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red.

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

Cuenta con un único medio de transmisión, el cual debe ser compartido por todos los elementos que constituyen la red, en este tipo de topologías se requiere un mecanismo que controle el acceso de las estaciones al medio de transmisión. Para transmitir en esta topología, los datos deben ser divididos en segmentos de información llamados tramas en los que se especifican direcciones origen y destino.

La principal desventaja de esta topología es que si existe una ruptura en el medio de transmisión, la red quedará totalmente inoperante. Sin embargo, este tipo de topología es simple y barata de instalar y de expandir por lo que ha sido adoptada por varias tecnologías como Ethernet o ArcNet3. La Figura 1.4 muestra un ejemplo de la topología tipo bus.

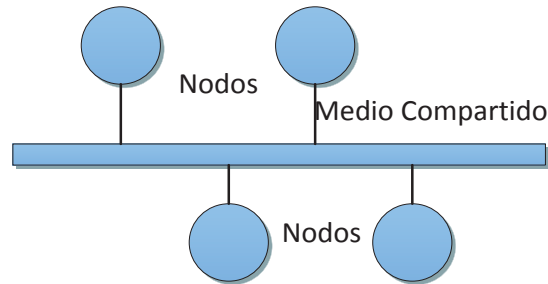


Figura 1.4 Topología Bus [6]

1.3.2 TOPOLOGÍA EN ANILLO [7]

Es una topología en donde las estaciones están unidas unas con otras constituyendo un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.

En esta sistemática, cada nodo inspecciona la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo simple es que si se rompe una conexión, se cae la red completa; pero en anillo doble, si aparece un problema, como un fallo o una ruptura del cable, se reconfigura y continúa la transmisión en el segundo anillo.

Cada extensión tiene una única conexión de entrada y otra de salida. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, pasando la señal a la siguiente estación. La señal pasa a lo largo del anillo en una dirección, hasta que alcanza su destino. Cada dispositivo del anillo incorpora un repetidor. Un anillo es relativamente fácil de instalar y reconfigurar, para añadir o quitar dispositivos, solamente hay que mover dos conexiones. Las únicas restricciones están relacionadas con aspectos del medio físico y el tráfico.

Además existe un procedimiento de transmisión de datos alrededor del anillo que se denomina *token passing*, este consiste en que el ordenador emisor transmita un

dato y luego el ordenador receptor la tome y que envíe una señal de respuesta informando que recibió el dato correctamente. Estas redes se denominan *Token Ring* y no presentan colisiones. Si el anillo acepta el envío anticipado del *token*, se puede emitir un nuevo *token* cuando se haya completado la transmisión de la trama. Las redes *Token Ring* emplean un sistema de prioridad sofisticado que permite que determinadas estaciones de alta prioridad designadas por el usuario usen la red con mayor frecuencia.

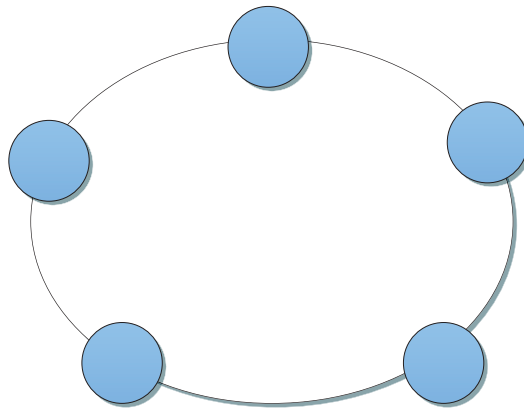


Figura 1.5 Topología Anillo [6]

1.3.3 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA [7]

En este tipo de topologías cada dispositivo únicamente tiene un enlace punto a punto con el controlador central llamado concentrador, el cual realiza todas las funciones de la red, además actúa como amplificador de los datos. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. El concentrador actúa como intercambiador, si un dispositivo quiere enviar datos a otro, envía los datos al concentrador, que los retransmite al dispositivo final. Esta topología tiene la ventaja de ser robusta, barata, fácil de instalar y reconfigurar, facilidad de identificar y aislar fallos, sin embargo la desventaja existente es la dependencia que tiene de un punto único al concentrador, si el controlador falla, la red se cae.

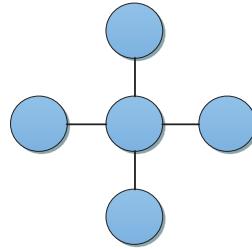


Figura 1.6 Topología Estrella [6]

1.3.4 TOPOLOGÍA LÓGICA [7]

Especifica la forma en que los dispositivos comunican a través de la infraestructura física. Existen dos tipos:

- *Topología de Broadcast*: en esta topología no existen reglas, se transmite la información cuando se desee.
- *Topología basada en Tokens*: se maneja reglas y solo puede comunicarse una estación a la vez.

1.4 CABLEADO ESTRUCTURADO [8] [5]

Cableado Estructurado se define como el tendido de cables, conectores, y adaptadores, normalizados e interconectados en un edificio, que permiten transportar las señales del emisor hasta el correspondiente receptor, integrando múltiples sistemas de voz, datos, vídeo y multimedia, con el propósito de implementar una red.

El Sistema de Cableado Estructurado debe realizarse cumpliendo normas y estándares, para que proporcione beneficios tanto al usuario como para el administrador de la red. Su diseño incluye la topología, elección del medio, accesorios y equipos de interconexión. Para diseñar un Sistema de Cableado se debe tomar en cuenta los siguientes requisitos:

- Capacidad de crecimiento, estableciendo una modularidad dentro del propio cableado que le permita añadir nuevos componentes.
- Absorción de las nuevas tecnologías
- Alta Flexibilidad, para permitir el empleo de toma universal de datos y proporcionar movilidad del personal dentro del entorno de trabajo.

- Fiabilidad, proveer un servicio con mínimas interrupciones y con un costo y tiempo de reparación razonable.
- Identificación, facilidad para la gestión de los circuitos de información.

1.4.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN [3]

El medio de transmisión es el soporte físico mediante el cual el emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Estos medios de transmisión se clasifican en guiados y no guiados. Los primeros utilizan un medio sólido para la transmisión, mientras que los medios no guiados usan antenas para enviar y recibir datos.

1.4.1.1 Medios de transmisión guiados

1.4.1.1.1 Par trenzado

Son dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm aproximadamente. Los alambres se trenzan para reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos.

Hay dos tipos de cable trenzado: El cable trenzado apantallado (STP) y el cable trenzado no apantallado (UTP) como se observa en la figura 1.7.



Figura 1.7 Cable trenzado no apantallado (UTP) y Cable trenzado apantallado (STP) [9]

El cable UTP se divide en 7 categorías de acuerdo a las características eléctricas para el cable: atenuación, capacidad de la línea e impedancia. Las redes actuales utilizan categoría 5e en adelante:

- *Categoría 5e*: Es una categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias. Esta categoría no tiene estandarizadas las normas aunque si esta diferenciada por los diferentes organismos.
- *Categoría 6*: Brinda un ancho de banda de 200 Mhz.
- *Categoría 6a*: Trabaja con un ancho de banda de 500 Mhz, permitiendo una mejor transmisión por cobre a distancias no mayores a 100 metros, no es compatible con versiones anteriores, ya que requiere conectores y accesorios propios.
- *Categoría 7*: Se define para un ancho de banda de 600 Mhz. Compatible con categorías anteriores 6 y 5.

1.4.1.1.2 Fibra óptica

Es un medio de transmisión guiado, el cable está conformado por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio está formada por:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que envuelve al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una capa que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras contiguas, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

Existen dos tipos de fibras: la monomodo y la multimodo. La fibra monomodo fue creada para largas distancias de transmisión. La fibra multimodo está diseñada para distancias de transmisión corta, y está adaptada para usarla en sistemas LAN y para videos de vigilancia.

Fibras multimodo: El término multimodo indica que pueden ser enviados muchos modos o rayos luminosos, cada uno de los cuales sigue un camino diferente dentro de la fibra óptica. Este efecto hace que su ancho de banda sea inferior al de las fibras monomodo. Por el contrario los dispositivos utilizados con las multimodo tienen un costo inferior (por ejemplo: LED). Este tipo de fibras son las preferidas para comunicaciones en pequeñas distancias, hasta 10 Km.

Fibras monomodo: El diámetro del núcleo de la fibra es muy pequeño y sólo permite la propagación de un único modo o rayo (fundamental), el cual se propaga

directamente sin reflexión. Este efecto causa que su ancho de banda sea muy elevado, por lo que su utilización se suele reservar a grandes distancias, superiores a 10 Km, junto con dispositivos de elevado costo (por ejemplo: LÁSER).

1.4.2. ESTÁNDARES Y NORMAS [10] [11]

El Instituto Americano Nacional de Estándares, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Electrónicas (ANSI/TIA/EIA) publican conjuntamente estándares para la manufactura, cableado, instalación y rendimiento de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Cinco de estos estándares de ANSI/TIA/EIA definen cableado de telecomunicaciones en edificios. Cada estándar cubre un parte específica del cableado del edificio. Los estándares establecen el cable, hardware, equipo, diseño y prácticas de instalación requeridas.

1.4.2.1 ANSI/TIA/EIA-568-C

Esta norma reemplaza a la ANSI/EIA/TIA-568-B publicada en el 2001. Son normas propuestas para el cableado de Telecomunicaciones, tiene como ventaja flexibilidad, detección y corrección de fallas optimizando tiempo. El estándar anterior 568 B.1 se dividió en los estándares 568 C.0 y 568 C.1:

- ANSI/EIA/TIA-568-C.0: Facilita el diseño e instalación de sistemas de cableado de telecomunicaciones en cualquier tipo de entorno del cliente.
- ANSI/TIA/EIA-568-C.1: Especifica normas para el cableado estructurado en edificios comerciales y ambientes de oficina. La norma define seis subsistemas de cableado y cada uno ejecuta una función determinada.

Todo el cableado y los demás elementos funcionales se conocen como sistema y a cada parte en la que se subdivide se denomina subsistema. El sistema de cableado estructurado está formado por los siguientes subsistemas:

- Acometida.
- Sala de Equipos.
- Cableado Vertical.
- Cuarto de Telecomunicaciones.
- Cableado Horizontal.

- Área de Trabajo.

1.4.2.1.1 Acometida

Se refiere a la zona en la que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio, ahí llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma compañía. Pueden tener dispositivos de interfaz con las redes públicas, prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y también equipos de telecomunicaciones. La ubicación de las instalaciones de entrada debe ser un lugar seco, cercano a las canalizaciones verticales (*backbone*), según las estandarizaciones.

1.4.2.1.2 Sala de Equipos

Este subsistema está formado por un conjunto de conexiones que se realizan entre él o los repartidores principales y el equipamiento común con que cuente el edificio, como: centrales telefónicas, ordenadores centrales, equipos de seguridad, centrales de video, etc., ubicados todos en una sala común. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.

Para el diseño de la sala de equipos se debe considerar los siguientes aspectos:

- Facilidades de acceso para equipos de gran tamaño.
- Posibilidad de expansión.
- Los equipos no deben colocarse en lugares donde existan filtraciones de agua.
- El tamaño recomendado para esta sala es de 0.07 m² por cada 10 m² de área utilizable del edificio.
- Dimensión mínimo: 14 m².
- Dimensión mínimo de la puerta 0,86 x 1,90 m. Debe tener cerradura.
- Altura mínima Piso - Techo: 2,6 m.
- Se recomienda que esté ubicado cerca de las canalizaciones verticales.
- Temperatura controlada en un rango de 18 °C y 24 °C.
- La humedad debe estar entre el 30% y 50%.
- Iluminación mínima de 500 lux (50 candelas-pie).
- Otras consideraciones de importancia:

- Fuentes de interferencia electromagnética.
- Vibraciones.
- Prevención de incendios.
- Aterramientos.

1.4.2.1.3 Cableado Vertical (backbone)

Está formado por el conjunto de cables que interconectan las diferentes plantas y zonas entre los puntos de distribución y administración. Se diferencian dos tipos de *backbone*, canalizaciones externas (entre edificios) y canalizaciones internas al edificio.

Las canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar instalaciones de entrada de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo campus.

ANSI/TIA/EIA-569 acepta, para estos casos, cinco tipos de canalizaciones:

- Subterráneas.
- Directas.
- Enterradas.
- Aéreas.
- En túneles.

Las canalizaciones internas de *backbone* son las que vinculan las instalaciones de entrada con la sala de equipos, y la sala de equipos con los cuartos de telecomunicaciones. Estas canalizaciones pueden ser ductos, bandejas, escalerillas portacables, etc.

1.4.2.1.4 Cuarto de Telecomunicaciones

Es el área en un edificio ocupada exclusivamente con equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas ajenas a la función.

El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado.

El diseño de un cuarto de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable (CATV), alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de comunicaciones.

Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda tener un edificio.

Las consideraciones que se deben tener en cuenta para el cuarto de telecomunicaciones son:

- Instalar un cuarto de telecomunicaciones en cada piso. [12]
- Un cuarto de telecomunicaciones podrá dar servicio a 1.000 metros cuadrados.
- Deben existir cuartos de telecomunicaciones adicionales en el piso cuando:
 - El área de piso supere los 1.000 metros cuadrados
 - La distancia a una estación de trabajo supere los 90 metros.
- Las puertas de los gabinetes deben ser amplias para que el administrador pueda desplazar, diagnosticar o reparar puntos de red dentro de los dispositivos de conmutación y enrutamiento.
- El cuarto debe poseer aire acondicionado o ventiladores ya que los equipos de operación deben mantenerse entre 18°C a 24°C.
- El piso, el techo y las paredes del cuarto de telecomunicaciones deben ser selladas, para evitar que ingrese polvo. El piso debe tener materiales antiestáticas.
- Los edificios con menos de 500 metros cuadrados pueden ser servidos con pequeños closets o gabinetes.
- Debe ser un lugar de fácil acceso que permita el ingreso de equipos grandes, además no debe estar localizado junto a flujos de agua, motores, generadores o cualquier fuente de ruido o interferencia.
- Si hay varios cuartos de telecomunicaciones en un mismo piso, se conectarán por medio de un tubo conduit de 3" como mínimo.
- Las dimensiones dependen del área a la cual se esté dando el servicio. Como se indica en la tabla 1.1.

Área de Servicio [m ²]	1000	800	500
Tamaño del Cuarto de Telecomunicaciones [m ²]	3.0 x 3.4	3.0 x 2.8	3.0 x 2.2
Número de estaciones de 10 [m ²]	100	80	50

Tabla 1.1 Dimensiones del Cuarto de Telecomunicaciones [13]

- El cuarto debe poseer por lo menos dos tomas de corriente de 120V y 20 A de tres hilos, separadas con una distancia de 1.8 m, además se debe disponer de un dispositivo de respaldo de energía UPS.
- Se debe cumplir con la norma TIA/EIA-607 que rige la puesta a Tierra para un Sistema de Cableado estructurado.
- Los cuartos de Telecomunicaciones y Salas de equipos deben poseer cubiertas contra incendios.

1.4.2.1.5 Cableado Horizontal

Este subsistema comprende el conjunto de medios de transmisión como cables, fibras, coaxiales, etc., que unen los puntos de distribución de planta con el conector o conectores del puesto de trabajo. Ésta es una de las partes más importantes a la hora del diseño debido a la distribución de los puntos de conexión en la planta, que no se parece a una red convencional.

Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568. Se prohíbe puentes, derivaciones y empalmes a lo largo de todo el trayecto del cableado.

Se debe tomar en cuenta la cercanía con el cableado eléctrico ya que genera altos niveles de interferencia electromagnética (motores, elevadores, transformadores, etc), y cuyas limitaciones se encuentran en el estándar ANSI/EIA/TIA 569. Se utiliza una topología tipo estrella.

Todos los nodos o estaciones de trabajo se conectan con cable UTP o fibra óptica hacia un *patch panel* ubicado en el cuarto de telecomunicaciones de cada piso, 90 metros es la máxima longitud permitida independiente del medio de transmisión. La longitud máxima que debe tener entre los cables de conexión cruzada o puenteo y

los *patch cords* o cable de enlace, es de máximo 10m. El área horizontal que puede ser atendida efectivamente por un armario de telecomunicaciones, está dentro de un radio de 60 m. aproximadamente alrededor del mismo.

La distancia máxima horizontal para cumplir con la categoría es 90 metros. Ningún *patch cord* puede sobrepasar los 6 metros de longitud; en total se debe tener una distancia de 10 metros en los cables de conexión, puentes y cables de equipos en el área de trabajo y en el closet de telecomunicaciones. En la tabla 1.2 se listan el ancho de banda para cada categoría de cable UTP.

Los medios de transmisión aceptados, son los siguientes:

- Cable de par trenzado sin blindaje (UTP) de 4 pares y 100 Ω , con conductores 22, 23, 24 AWG, categoría 5e y 6.
- Cable de par trenzado con blindaje (STP) de 4 pares y 100 Ω , con conductores 22, 23, 24 AWG, categoría 5e y 6.
- Cable de fibra óptica multimodo 62.5/125 y 50/125 μm de 2 o más fibras.

Categoría	Ancho de Banda
5e	100 MHz
6	250 MHz
6 ^a	500 MHz
7	600 MHz

Tabla 1.2 Ancho de Banda soportado por las categorías actualmente utilizadas de cable UTP [5]

1.4.2.1.6 Área de Trabajo

Está formada por los elementos que conectan la toma de usuario al terminal telefónico o de datos. Puede ser un simple cable con los conectores adecuados o un adaptador para convertir o amplificar la señal.

El área de trabajo comprende las inmediaciones físicas de trabajo habitual como la mesa, silla, zona de movilidad, etc., del o de los usuarios. El punto que marca su comienzo en lo que se refiere a cableado es la roseta o punto de conexión (Ver figura 1.8).

En el ámbito del área de trabajo se localizan diversos equipos activos del usuario tales como teléfonos, ordenadores, impresoras, telefax, terminales, etc.

La naturaleza de los equipos activos existentes condicionan el tipo de los conectores existentes en las rosetas, mientras que el número de los mismos determina si la roseta es simple (1 conector), doble (2 conectores), triple (3 conectores), etc.

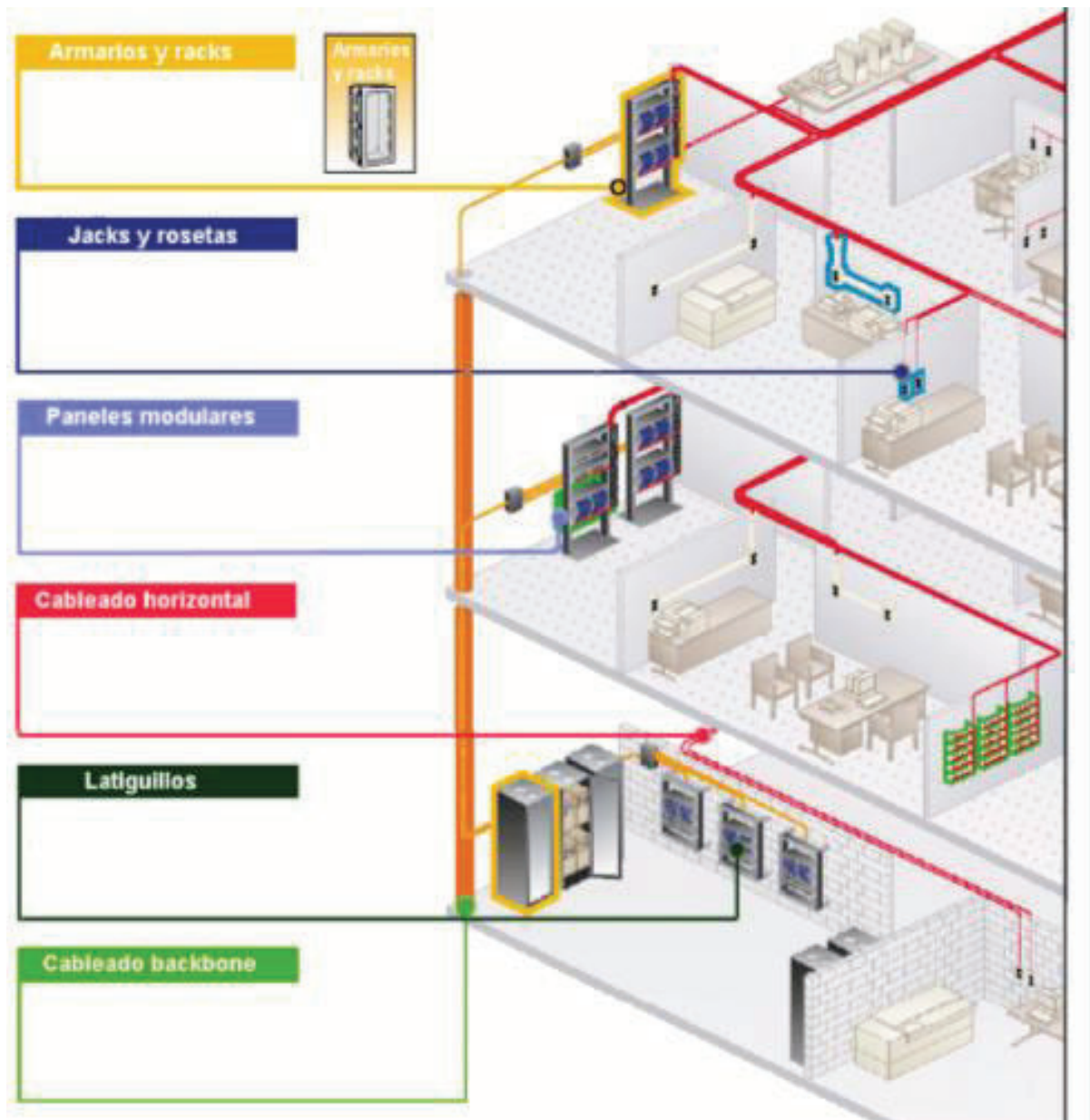


Figura 1.8 Subsistemas de Cableado Estructurado [14]

El cableado entre la roseta y los equipos activos es dependiente de las particularidades de cada equipo activo, por lo que debe ser contemplado en el momento de instalación de éstos.

Los *baluns*² acoplan las características de impedancia de los cables utilizados por los equipos activos al tipo de cable empleado por el cableado horizontal, en el caso de que no sean ambos el mismo.

El número de puntos de conexión en una instalación (1 punto de conexión por Área de Trabajo) se determina en función de las superficies útiles o de los metros lineales de fachada, mediante la aplicación de la siguiente norma general; 1 punto de acceso por cada 8 a 10 metros cuadrados útiles o por cada 1,35 metros de fachada. Este número se debe ajustar en función de las características específicas del emplazamiento, por ejemplo, los locales del tipo de salas de informática, salas de reuniones y laboratorios.

En el caso que coexistan telefonía e informática, un dimensionado de tres tomas por punto de conexión constituye un criterio satisfactorio. Dicho dimensionado puede ajustarse en función de un análisis de necesidades concreto, pero no deberá, en ningún caso, ser inferior a dos tomas por punto de conexión del Área de Trabajo. Una de las tomas deberá estar soportado por pares trenzados no apantallados de cuatro pares y los otros por cualquiera de los medios de cableado.

1.4.2.2 ANSI/TIA/EIA-568-C.2

Especifica los componentes del par trenzado balanceado, incluye parámetros de prueba y desempeño para este medio de transmisión. Además, se determinan nuevas especificaciones para el desempeño con el cable de 100 ohm UTP cat. 6e; además de nuevos requerimientos para *hardware* de red, *patch cord*, *jumper* de *cross-connect*.

1.4.2.3 ANSI/TIA/EIA-568-C.3 [15]

Establece las características de los componentes para un sistema de cableado de fibra óptica, tales como cables, conectores, tipos de fibra multimodo y monomodo.

² *Baluns*: dispositivo conductor que convierte líneas de transmisión no balanceadas en líneas balanceadas.

1.4.2.4 TIA/EIA-606A Administración para Infraestructura para Edificios Comerciales

Incluye estándares para la rotulación del cableado, que especifican que cada unidad de terminación de hardware debe tener una identificación exclusiva. También describe los requisitos de registro y mantenimiento de la documentación para la administración de la red.

Esta norma fue diseñada para proveer un esquema de administración uniforme que es independiente de las aplicaciones. El Sistema de Administración utiliza una combinación de:

- Órdenes de Trabajo.
- Etiquetas o Identificadores.
- Reportes.
- Dibujos.

A cada elemento de la infraestructura de telecomunicaciones se le debe designar un identificador. Éstos pueden o no estar codificados. Las etiquetas se deben de usar para marcar cada elemento con su identificador incluyendo:

- Número de paneles.
- Las posiciones de las terminaciones y *patch panels*.
- Puertos de las placas.
- Cables.

1.4.2.5 ANSI/J-STD-607 Tierras y Puesta a Tierra para los Sistemas de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales

Los estándares admiten un entorno de varios proveedores y productos diferentes, así como las prácticas de conexión a tierra para varios sistemas que pueden instalarse en las infraestructuras del cliente.

El estándar especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra y la configuración de la conexión a tierra para los equipos de telecomunicaciones.

El estándar también especifica las configuraciones de la conexión a tierra y de las conexiones necesarias para el funcionamiento de estos equipos. Los términos que se manejan en esta norma son:

1.4.2.5.1 TMGB (Barra principal de tierra para telecomunicaciones)

Las Puestas a Tierra, para los sistemas de telecomunicaciones parten de la Tierra principal del edificio (Puesta a Tierra eléctrica, jabalinas, etc). Desde este punto, se debe tender un conductor de tierra para telecomunicaciones hasta el TMGB.

Este conductor de tierra debe estar forrado, preferentemente de color verde, y debe tener una sección mínima de 6 AWG. Asimismo, debe estar correctamente identificado mediante etiquetas adecuadas.

Es recomendable que el conductor de tierra de telecomunicaciones no sea ubicado dentro de canalizaciones metálicas. En caso de tener que alojarse dentro de canalizaciones metálicas, éstas deben estar eléctricamente conectadas al conductor de tierra en ambos extremos.

1.4.2.5.2 TGB (Barras de tierra para telecomunicaciones)

En el cuarto de equipos y en cada cuarto de telecomunicaciones debe ubicarse un TGB. Esta barra de tierra es el punto central de conexión para las tierras de los equipos de telecomunicaciones ubicadas en el cuarto de equipos o cuarto de telecomunicaciones. De forma similar a la TMGB, la TGB debe ser una barra de cobre.

Debe tener como mínimo 6 mm de espesor, 50 mm de ancho y largo adecuado para la cantidad de perforaciones roscadas necesarias para alojar a todos los cables que lleguen desde los equipos de telecomunicaciones cercanos y al cable de interconexión con el TMGB. Deben considerarse perforaciones para los cables necesarios en el momento del diseño y para futuros crecimientos.

1.4.2.5.3 TBB (Backbone de Tierras)

Entre la barra principal de tierra (TMGB) y cada una de las barras de tierra para telecomunicaciones (TGB) debe tenderse un conductor de tierra, llamado TBB.

El TBB es un conductor aislado, conectado en un extremo al TMGB y en el otro a un TGB, instalado dentro de las canalizaciones de telecomunicaciones.

En el diseño de las canalizaciones se sugiere minimizar las distancias del TBB, es decir, las distancias entre las barras de tierra de cada armario de telecomunicaciones (TGB) y la barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMGB).

1.4.3 ELEMENTOS PASIVOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO [16] [17]

1.4.3.1 Gabinete [16]

Es una estructura cerrada donde se localizan los equipos activos y cableado, su función es proteger contra el medio ambiente. Podemos encontrar gabinete de pared que posee un marco posterior con bisagra y gabinete de piso que cuenta con un *rack* interno.

1.4.3.2 Rack [16]

Es una estructura abierta para instalar el *patch panel* y los equipos activos proveedores de servicios. El objetivo del *rack* es proporcionar una plataforma para centralizar y organizar el cableado, los elementos activos de la red y sus interconexiones.

Existen dos tipos de *rack* el que se coloca sobre la pared y el que se ancla en el piso, sus dimensiones son estandarizadas 48.26 cm. La unidad del *rack* describe la altura del equipo, servidores, elementos. 1RU=44,45 mm.



Figura 1.9 Estructura de un *rack* anclado al piso [18]

1.4.3.3 Patch Panel [17]

Consiste en un arreglo de conectores hembra RJ 45 que se usan para ejecutar conexiones cruzadas entre los equipos activos y el cableado horizontal. Permite un gran manejo y administración de los servicios de la red, ya que cada punto de conexión del *patch panel* maneja el servicio de una salida de telecomunicaciones.

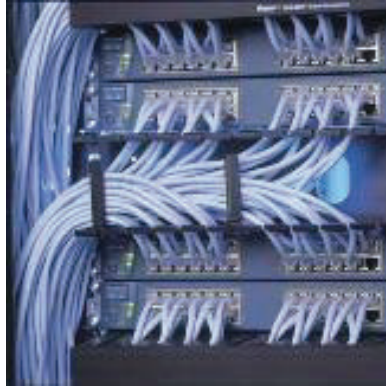


Figura 1.10 *Patch Panel* [19]

1.4.3.4 Faceplate [17]

Es un accesorio para el montaje de redes estructuradas, se instalan sobre las cajas de las paredes, de esta manera los puntos de red quedan localizados de manera natural en el espacio instalado y con un terminado elegante y estético.



Figura 1.11 *Faceplate* [20]

1.4.3.5 Organizador de cables [17]

El organizador de cables ha sido diseñado para la distribución efectiva del cableado, al permitir incrementar su densidad mediante la utilización óptima del espacio, dándole al mismo tiempo un aspecto más profesional a todo el sistema.



Figura 1.12 Organizador de cables [21]

1.4.3.6 Patch Cord [17]

Es un cable UTP con dos conectores que se utiliza entre un *patch panel* y un elemento de comunicación o entre el *jack* y la tarjeta de red.



Figura 1.13 Patch Cord [22]

1.4.3.7 Conector RJ-45 [16]

Es una interfaz física utilizada para conectar redes de cableado estructurado, posee ocho pines o conexiones eléctricas (Figura 1.14), que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado. Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines.



Figura 1.14 Conector RJ-45 [22]

1.4.3.8 Jack RJ-45 [16]

Es un conector hembra compatible con el RJ-45. Son *jacks* de 8 conductores diseñados para aceptar conectores RJ-45 o RJ-11. Los *jacks* deben cablearse cumpliendo los estándares T568A o T568B (Ver Tabla 1.3).

Las tomas RJ-45 tienen ocho *pines* que podrán adaptarse. El par 1 siempre termina en los *pines* centrales, que son los *pines* 4 y 5. El par cuatro o el par blanco/marrón siempre terminan en los *pines* 7 y 8.



Figura 1.15 Jack RJ-45 [22]

Pin	Normativa	
	568 A	568 B
1	Blanco Verde	Blanco Naranja
2	Verde	Naranja
3	Blanco Naranja	Blanco Verde
4	Azul	Azul
5	Blanco Azul	Blanco Azul
6	Naranja	Verde
7	Blanco Marrón	Blanco Marrón
8	Marrón	Marrón

Tabla 1.3 Estándares T568A o T568B

1.4.3.9 Regleta de toma eléctrica [16]

Son aparatos en los que se puede enchufar los equipos de red para obtener energía eléctrica.



Figura 1.16 Regleta de toma eléctrica [23]

1.4.3.10 Ventiladores [17]

Aparatos utilizados para mantener un rango de temperatura adecuada conservando los equipos activos de la red en buen estado. Generalmente son colocados en los gabinetes.

1.5 DIRECCIONAMIENTO IP [4]

Los diferentes nodos en la red se identifican mediante direcciones IP. Para el manejo del espacio de direccionamiento disponible en IP versión 4, se han establecido dos tipos de direcciones, las direcciones IP públicas y las direcciones IP Privadas.

1.5.1 DIRECCIONES IP PÚBLICAS

Son direcciones IP asignadas a dispositivos que están directamente conectados al Internet, así estos pueden ser directamente alcanzados. Su asignación está a cargo de *IANA* (Entidad dedicada a la asignación global de direcciones IP).

1.5.2 DIRECCIONES IP PRIVADAS [4]

Son utilizadas de forma interna en una organización para la comunicación dentro de la misma red de área local, además se las puede emplear por los *hosts* que usan traducción de direcciones de red (*NAT*)³, o un servidor proxy, para conectarse a una red pública o por los hosts que no se conectan a Internet. En la figura 1.17, se determinan las clases de direcciones IP v4:

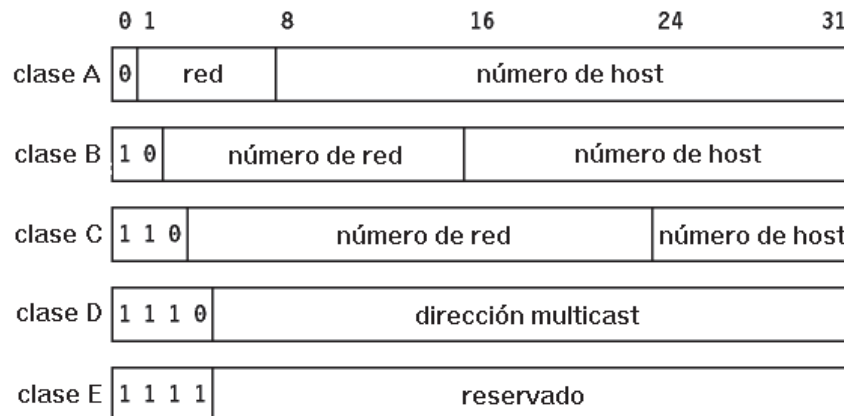


Figura 1.17 Clases de Direcciones IP [24]

Rango de direcciones para el primer octeto son:

- Clase A: 1 – 126
- Clase B: 128 – 191
- Clase C: 192 – 223
- Clase D: 224 – 239 (*Multicasting*)
- Clase E: 240 – 255 (Experimental)

1.5.3 DIVISIÓN EN SUBREDES (VLSM) [4]

³ *NAT* proporciona un método para traducir las direcciones de protocolo de Internet versión 4 (IPv4) de los equipos de una red a direcciones IPv4 de equipos de una red distinta

VLSM (*Variable Length Sunnet Masking*), es una técnica utilizada para la división en subredes, la cual se basa en el uso de máscaras de red de longitud variable dentro de un espacio de red asignado, así se puede ajustar de forma más aproximada al requerimiento de la cantidad hosts existentes en la red sin desperdiciar direcciones. El uso de esta técnica optimiza el uso de direcciones IP.

1.6 DISPOSITIVOS DE CONECTIVIDAD [17] [16]

1.6.1 MODEM [17]

Dispositivo que actúa como interfaz entre una señal analógica y digital, o viceversa mediante codificaciones y decodificaciones, permitiendo la transferencia de información entre computadoras.

1.6.2 SWITCH CAPA 2 [25]

Son dispositivos que operan en la capa de enlace de datos del modelo OSI, siendo independiente de protocolos de nivel superior, filtran y dirigen las tramas entre segmentos de red en base a la dirección MAC destino de cada trama.

LAN conmutadas, se denominan a las redes de área local que emplean *switches* para interconectar segmentos de red.

Uno de los beneficios más importantes del uso de *switches* es que se tiene un medio de comunicación dedicado para una transferencia de manera bidireccional, lo que significa que cada puerto constituye un dominio de colisión; además de tener varias transferencias activas en un mismo instante de tiempo y su velocidad es adaptable al medio.

La tabla de direccionamiento se forma mediante la información de las direcciones MAC de todas las estaciones conectadas a cada puerto del *switch*, cuando estos empiezan a transmitir información.

Las tramas recibidas, en lugar de ser enviadas a todos los puertos, solo se envían hacia el puerto que corresponde la dirección de destino.

Los principales métodos de conmutación de un *switch* son:

1.6.2.1 Métodos de Conmutación [25]

1.6.2.1.1 Cut – Through

Este proceso se analiza únicamente los 6 primeros bytes de la trama de datos que contiene la dirección de destino, dirección con la cual se realiza el proceso de conmutación para enviar la trama por el correspondiente puerto de salida. Debido que no se verifica la integridad de la tramas, existe la posibilidad de que tramas corruptas o incompletas sean enviadas, por lo cual se incrementará el consumo de la capacidad del canal, a pesar de ello la conmutación es más veloz.

1.6.2.1.2 Fragment – Free

Similar a *Cut – Through*, pero con menor retardo. Diseñado para eliminar el problema de consumo de la capacidad de canal por tramas inválidas. En este método, el dispositivo almacena un mínimo de 64 bytes de cada trama recibida antes de enviarla, asegurando que la trama tenga por lo menos el tamaño mínimo para lograr un equilibrio entre velocidad de conmutación y cantidad de tramas inválidas enviadas.

1.6.2.1.3 Store – and – Forward

Cada trama es almacenada en un *buffer* antes de ser enviada hacia el puerto de salida, una vez recibido el *FCS (Secuencia de Verificación de Trama)* el *switch* calcula el *CRC (Código de Redundancia Cíclica)* para comprobar la integridad y validar la trama. Si el *CRC* es correcto, la trama es encaminada hacia el correspondiente puerto de salida en base a la dirección de destino; caso contrario se descarta.

El tiempo que se emplea para almacenar y verificar cada trama añade un retardo importante al proceso de conmutación, pero se puede asegurar que tramas inválidas no sean enviadas. El retardo es proporcional al tamaño de la trama; a mayor tamaño mayor retardo.

1.6.2.1.4 Adaptative Cut – Through

Mediante un proceso de monitoreo de tráfico se puede activar el método *Store-and-Forward* o *Cut-Through*, ya sea por el administrador de red, o automáticamente por capacidad de *switch*, basándose en el número de tramas erradas que atraviesan los puertos.

Se tienen dos tipos de *switches* los simétricos, en los cuales el ancho de banda es el mismo para todos los puertos que lo constituyen y los asimétricos en los cuales algunos puertos poseen velocidades mayores. Estos puertos son utilizados generalmente cuando se requieren capacidades más altas de transmisión como por ejemplo el caso de conexiones con servidores o con otros *switches*.

También se pueden agrupar diferentes puertos con el fin de crear una conexión con un gran ancho de banda equivalente a la suma de estos, esta técnica es conocida como *trunking*.

Un dispositivo que funciona a nivel de capa de enlace necesita un adecuado control de flujo de la transmisión de datos, mediante mensajes de pausa cuando la memoria del *switch* está a punto de llenarse, lo que previene la saturación del *buffer* y por lo tanto una mayor velocidad con la menor cantidad de paquetes perdidos posible. Esto se encuentra estandarizado en la norma IEEE 802.3x que establece transmisión y recepción simultáneos *full duplex* y control de flujo.

1.7 MODELO JERÁRQUICO CISCO [26]

El modelo consta de tres capas:

- Acceso.
- Distribución.
- Núcleo o *Core*.

1.7.1 ACCESO

Se denomina al lugar en el que cada usuario se conecta a la red. Controla a los usuarios y el acceso de grupos de trabajo a los recursos de la red. En esta capa se lleva a cabo la conmutación de red.

La principal función de la capa de acceso es aportar un medio de conexión a los dispositivos a la red y vigilar qué dispositivos pueden comunicarse en la red.

La capa de acceso trabaja con dispositivos finales, como computadores, impresoras y teléfonos IP, para proporcionar acceso al resto de la red. La capa de acceso puede incluir *routers*, *switches* y puntos de acceso inalámbricos (AP).

1.7.2 DISTRIBUCIÓN

Es la interfaz entre la capa de acceso y de núcleo. Esta capa tiene por funciones proveer ruteo, filtrado de paquetes, acceso a la red WAN y establecer que paquetes deben llegar a la capa de núcleo. En esta capa se implementan las políticas de red, tales como: ruteo, listas de acceso, filtrado de paquetes, cola de espera, se implementa la seguridad y políticas de red, ruteo entre *VLANs* y otras funciones de grupo de trabajo, se definen dominios de *broadcast* y *multicast*.

1.7.3 NÚCLEO O CORE

Tiene por función conmutar el tráfico tan rápido como sea posible y se encarga de llevar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y veloz, por lo que la latencia y la velocidad son factores primordiales en esta capa.

En caso de falla, se afecta a todos los usuarios, por lo que la tolerancia es primordial. Además, dada la importancia de la velocidad, no hace funciones que puedan aumentar la latencia, como *access-list*, ruteo *interVLAN*, filtrado de paquetes.

La capa núcleo es esencial para la interconectividad entre los dispositivos de la capa de distribución, por lo tanto, es importante que el núcleo sea sumamente disponible y redundante.

1.8 REDES LAN VIRTUALES VLAN'S [17]

Se denominan a los grupos lógicos dentro de una misma red *LAN*, mejora el rendimiento debido a que reduce los dominios de *broadcast* lo que descongestiona la red y previene el acceso a usuarios no autorizados, colabora con la seguridad pues permite crear grupos de trabajo virtuales sin necesidad de reubicación física, estos grupos son especialmente útiles cuando cumplen la regla del 80/20, es decir que el 80% del tráfico es local al grupo de trabajo y solo el 20% es externo a éste. Los beneficios de utilizar *VLAN's* frente a una red sin ella, es que los dominios de *broadcast* se reducen, lo que hace que los diferentes grupos de trabajo sean independientes entre sí, a diferencia de una solución tradicional donde todos los dispositivos conectados se encuentran un mismo dominio.

La comunicación entre *VLAN'S* se realiza mediante *switches* capa 3 o enrutadores y se encuentran estandarizados en IEEE 802.1q.

Las *VLAN* se pueden implementar por:

- Dirección física, la cual es asociada a una *VLAN*, y el dispositivo se puede conectar a cualquier puerto del *switch*, su desventaja es que para conectar cualquier dispositivo se debe conocer su dirección física para asociarla a determinada *VLAN*.
- Puerto, en donde cada puerto del *switch* pertenece a una *VLAN* específica, es la más fácil de configurar sin embargo es necesaria su reconfiguración cuando un usuario cambia de ubicación.
- Protocolo, como su nombre lo indica cada *VLAN* manejará un tipo de protocolo, su tiempo de retardo es mayor debido a que es más complejo el procesamiento de direcciones lógicas que físicas.
- *IP Multicast*, se establece un grupo mediante una dirección *multicast*, un paquete es enviado a un proxy que maneja un grupo de direcciones IP específicas donde todas las estaciones son visibles.
- Capas superiores, se basa principalmente por aplicaciones o servicios.

1.9 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN LOS SWITCHES [25]

Las políticas de calidad de servicio optimizan el ancho de banda de aplicaciones donde se requiere un gran consumo del mismo, su principal característica es clasificar y dar prioridades a los diferentes paquetes que cursan por la red de tal manera que el ancho de banda sea correctamente utilizado por las aplicaciones que lo necesiten. Se puede brindar calidad de servicio en diferentes capas según sea necesario. Entre otros estándares de importancia para los *switches* se pueden anotar los siguientes:

- *Spanning Tree Protocol* permite tener topologías redundantes en caso de falla de los enlaces activos de la red, los enlaces redundantes se colocan en estado de bloqueo para evitar lazos en la red, está estandarizado en IEEE 802.3d. Una mejora a este protocolo es IEEE 802.3w *Rapid Spanning Tree Protocol*, el cual incorpora nuevas características que permiten un tiempo de convergencia menor después de un cambio de topología.
- IEEE 802.1x: Define un modelo de control de acceso basado en una arquitectura cliente/servidor y un protocolo de autenticación, que restringe el acceso a una red por medio de puertos accesibles de forma pública. El

servidor de autenticación autentica a cada cliente conectado a un *switch* antes de permitirle el acceso a cualquier servicio.

- IEEE 802.1q: Desarrolla un mecanismo que permita a múltiples redes compartir de forma transparente el mismo medio físico, sin problemas de interferencia entre ellas (*Trunking*). En uno de sus apartados se especifica el uso de *VLAN*'s y el uso de las *vlan*'s nativas para dispositivos anteriores.
- IEEE 802.3af: Alimentación sobre *Ethernet PoE*, permite proveer la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del dispositivo a través de la red de datos.
- IEEE 802.1p: Permite la priorización de tráfico lo que proporciona calidad de servicio a nivel de capa 2, que se encuentra integrado en los estándares 802.1P y 802.1D, y es altamente difundido en redes *LAN* donde es completamente aplicable.

1.10 SERVICIOS EN UNA INTRANET [17]

Los servicios que puede ofrecer una intranet depende de las necesidades, no existe un límite, se debe dimensionar y seleccionar el software adecuado para que las aplicaciones funcionen correctamente y alcance un rendimiento óptimo. Los servicios que una empresa debe tener para manejar la información adecuadamente son: DNS, DHCP, telefonía IP, Proxy.

La selección de un servidor debe considerar parámetros como: el número de usuarios que accederán al servicio, tipo de *software* a ser utilizado, los requerimientos de *hardware*; así como la facilidad de administración, configuración, costo de licencias y el costo de soporte técnico de los servidores a implementarse.

1.10.1 SERVIDOR DNS [17]

Es el equipo encargado de realizar la traducción de un *nombre de un dominio*⁴, a una dirección IP y viceversa. Este servicio está formado por una base de datos jerárquica distribuida, *DNS* se compone de tres elementos el cliente, el servidor

⁴ *Nombre de un dominio*: nombre fácil de recordar asociado a una dirección IP, se muestra después del signo @ en las direcciones de correo electrónico y después de *www.* en las direcciones web.

DNS y las zonas de autoridad. Un cliente *DNS* es el usuario final que realiza la petición de traducción de un nombre de dominio, a un servidor *DNS*. Existen tres servidores básicos *DNS*:

- Servidor maestro: Almacena los registros de las zonas originales y de autoridad.
- Servidor esclavo: Responde a las peticiones de un usuario *DNS* pero obtiene información acerca de los nombres de dominio desde un servidor maestro.
- Servidor caché: Almacena la resolución de nombres de dominio cierto tiempo, para poder acceder a esta información rápidamente y responder a un cliente *DNS*.

El servidor *DNS* necesita realizar consultas, las mismas que pueden ser iterativas o recursivas.

- Recursiva, obliga al servidor *DNS* a que responda aunque tenga que consultar a otros servidores.
- Inversa, permite dada una *IP*, consultar el nombre. Para ello se ha creado un dominio especial llamada "*in-addr.arpa*"

Finalmente las zonas de autoridad, son porciones del espacio de nombres de dominio que almacena los datos. Cada zona de autoridad abarca al menos un dominio y posiblemente sus subdominios, si estos últimos son imposibles de delegar a otras zonas de autoridad. La información de cada zona es almacenada de forma local en un archivo en el Servidor *DNS*.

1.10.2 SERVIDOR DHCP

Es un servicio que administra de manera centralizada toda la información de configuración de *IP*. De esta forma se elimina la necesidad de configurar manualmente los parámetros de la conexión *IP* de los clientes. Además, los clientes obtienen la configuración exacta y en poco tiempo sin ninguna intervención. Ofrece flexibilidad en caso de ser necesarios cambios en la infraestructura.

1.11 TELEFONÍA IP [27]

Es una tecnología basada en conmutación de paquetes, la voz analógica se digitaliza mediante un proceso de codificación y luego es comprimida en paquetes de datos.

Estos paquetes son transmitidos en las redes de comunicación mediante protocolo IP, hasta llegar a su destino donde se realiza el proceso inverso a fin de obtener la señal de voz original.

1.11.1 ESTÁNDAR H.323 [28]

Es una pila de protocolos que regulan la transmisión de datos a través de redes LAN que no provean calidad de servicio. En este estándar se encuentran definidas las entidades que forman parte del sistema así como los protocolos adecuados para su funcionamiento:

- **Terminales:** Son los dispositivos finales de usuario, estos pueden ser equipos específicos de telefonía o sistemas adaptados mediante software. Son capaces de soportar comunicaciones en tiempo real con otro dispositivo H.323 por lo que manejan tanto los protocolos para voz como los de señalización.
- **Gateway:** Son los dispositivos que permiten la conectividad de la LAN con los medios externos, por ejemplo un *Gateway* utilizado para conectar a la red telefónica pública con una red empresarial es conocido como *IP/PSTN Gateway*.
- **Gatekeeper:** Realiza las funciones de procesamiento de llamadas en lo referente a traducción de direcciones, control de admisiones, requerimientos de ancho de banda y manejo de una determinada zona o conjunto de dispositivos H.323.
- **MCU (Multipoint Control Unit):** Controla la multidifusión cuando se realizan conferencias entre más de dos puntos, controla la señalización mediante un *multipoint controller MC* y se encarga de las tramas de los participantes a través del *multipoint processor MP*.

1.11.2 PROTOCOLO SIP [27]

SIP es un protocolo de señalización usado para crear, administrar y terminar sesiones de telefonía en redes basadas específicamente en IP. Desarrollado por el *IETF*, es uno de los estándares más utilizados para la señalización en *VoIP*.

SIP puede ser utilizado tanto para llamadas de voz como de video, debido a que es sumamente flexible, debido a su arquitectura, permite además la iniciación de sesiones de texto y de multimedia, como mensajería instantánea, vídeo, juegos en línea y otros servicios.

Este protocolo es utilizado únicamente para el establecimiento y la terminación de las llamadas, todos los mensajes *SIP* son encapsulados sobre *RTP*. *SIP* fue creado para ser utilizado como un estándar de Internet, por lo que se basa en una estructura cliente – servidor.

Además que utiliza las características de éste. Los cuerpos de mensaje de *SIP* para las llamadas telefónicas se definen en *SDP* (*Session Description Protocol* Protocolo de descripción de la sesión). Las aplicaciones *SIP* pueden ser transportadas en *UDP* y *TCP*.

1.11.3 CÓDECS

CÓDEC	DESCRIPCIÓN	BIT RATE (Kbps)	OBSERVACIONES
ITU G.711	PCM Modulación por codificación de Pulsos	64	Tiene dos versiones μ - law (EE.UU, Japón) y a- law (Europa) para muestrear la señal.
ITU G.723.1	Códec de voz de doble velocidad para transmisión en comunicaciones multimedia.	5.3 , 6.3	Códec de alta calidad y comprensión elevada. Requiere de una licencia para usarse.
ITU G.726	ADPCM, Modulación por Codificación de Pulsos Diferencial Adaptivo.	16, 24, 32 y 40	ADPCM; reemplaza a G. 721 y G. 723
ITU G.727	ADPCM de Tasa Variable		ADPCM. Relacionada con G. 726
ITU G.729A	Codificación de voz a 8Kbits/seg, mediante predicción lineal.	8	Bajo retardo (15 ms)
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles, es un estándar de segunda generación.	13	Usado por la tecnología celular GSM.
ILBC	Internet Low Bitrate Codec (Códec de baja tasa de bits)	13.33 y 15.22	Calidad básica superior a la de G.729, alta robustez a la pérdida de paquetes.
SPEEX	CELP (Predicción Lineal Extendida por Código)	2 - 44	Sirve para comprimir voz desde 2 a 44 Kbps, puede ser adquirido con la licencia BSD bajo la variante Xiph.org

Tabla 1.4 Códecs utilizados en VoIP. [28]

En redes VoIP los *códecs* son utilizados para poder convertir una señal analógica a digital y poder permitir así transmitir dichas señales a través de la red, la señal

analógica es convertida en formato digital mediante un Codificador – Decodificador (*CODEC*). En la tabla 1.3 se muestra un resumen los *códecs* más usados.

1.11.4 ELEMENTOS DEL SERVICIO DE TELEFONÍA IP [29]

Los principales elementos entre hardware y software, para brindar un servicio de telefonía IP, en una organización son:

- *Servidor de telefonía IP*. Es un equipo que posee un software especializado que maneja llamadas telefónicas, buzones de correo de voz, mensajería y facilitan la administración de las extensiones de los usuarios. *ASTERISK*. servidor de telefonía de código abierto basada en licencia GPL que controla y administra comunicaciones del tipo analógicas, digitales y VoIP mediante varios protocolos que soporta. Posee características avanzadas que permiten conectarse de forma directa a la red de datos local de la empresa y es totalmente configurable mediante una interfaz web.

Características de *Asterisk*:

- Permite grabar llamadas y almacenar correos de voz.
 - Posee una herramienta para la creación de extensiones de manera masiva.
 - Panel de operación y configuración basado en web.
 - Bloque de llamadas y listas negras.
 - Llamadas en espera,
 - Soporta SIP e IAX.
 - *Códecs* soportados: ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.729, GSM.
 - Soporta interfaces analógicas y digitales.
 - Identificación de llamadas y troncalización.
- *Teléfonos IP*. Dispositivos físicos que permiten la realización y recepción de llamadas telefónicas.



Figura 1.18 Teléfono IP[26]

- *Softphone*. Es un software emulador de teléfono IP (Figura 1.19), funciona con todas las características que tiene un dispositivo físico tales como almacenamiento de contactos, identificador de llamadas, grabación de llamadas, etc. Con la ventaja de al ser instalados en celulares, *laptop*, *Tablet*, se obtiene movilidad.



Figura 1.19 *Softphone X-lite*[30]

1.12 ACTIVE DIRECTORY (AD)

Servicios de dominio de *Active Directory* (AD DS) una función de servidor del sistema operativo Windows Server. AD DS proporciona un servicio de directorio distribuido que puede usar para lograr una administración centralizada y segura de la red. Opera con los protocolos LDAP, DNS, DHCP, *kerberos*, etc. Permite la búsqueda de recursos y brinda seguridad a la red con autenticación de usuarios y máquinas.

Una de las ventajas de la implantación de *Active Directory*, es el establecimiento de políticas de seguridad a nivel de organización. AD trabaja con:

- *Nombres de equipos*, los cuales facilitan su ubicación y mantenimiento, se asigna mediante la opción agregar un equipo al AD, con lo cual se especifica único nombre al ordenador dentro de la red. El nombre está compuesto por dos partes:
 - Nombre de equipo
 - Sufijo del dominio

Por ejemplo una máquina se nombra VE001 y el dominio es *elepcosa.com*, su nombre completo en AD será *VE001.elepcosa.com*.

- *Cuentas de usuarios en AD*. Sirven para autenticar a los usuarios de red, usualmente se crean grupos de usuarios para asignar un conjunto de permisos o políticas a varios usuarios a la vez.

Los datos básicos a ingresar para la creación de nuevos usuarios en el AD, son:

- Nombre de usuario.
- Iniciales
- Apellidos de usuario.
- Alias de inicio de sesión.
- Contraseña.

1.13 SEGURIDAD DE RED [31]

La seguridad trata de obtener, manejar y enviar información a través de la manipulación de usuarios legítimos, los cuales deben cumplir:

- *Privacidad:* Debido a que sólo entidades autorizadas puedan tener acceso a la información. Este tipo de acceso incluye la impresión, visualización y otras formas de revelado, incluyendo el simple hecho de dar a conocer la existencia de un objeto o entidad.
- *Integridad:* Debido a que los datos deben ser modificados solamente por partes autorizadas. La modificación incluye la escritura y la alteración de estado, entre otras. También se refiere al correcto funcionamiento de una red, sistema o aplicación frente a ataques o desastres.
- *Disponibilidad:* Debido a que los datos deben estar disponibles para las partes autorizadas. También se refiere a si la red, hardware o software, sean confiables y que pueden recuperarse de manera rápida ante una interrupción del servicio.
- *Autenticidad:* Se requiere que un computador o servicio sea capaz de verificar la identidad de un usuario. Es un proceso que sirve para probar que, una persona, o usuario, o proceso es quien dice ser; la verificación de la identidad en el sistema se lo hace por medios o servicios adecuados, para acceder a recursos autorizados.
- *Identificación:* Constituye la determinación de la identidad del usuario con el sistema y viceversa.

- *Control de acceso*: Se refiere en controlar qué recursos tiene autorizado a acceder el usuario y los niveles que éstos tienen en un sistema.

1.13.1 FIREWALLS [5]

Son equipos que se colocan entre dos redes para actuar como puertas por donde todo el tráfico entrante y saliente debe pasar, permitiendo el paso únicamente del tráfico autorizado.

Los *firewalls* deber ser muy seguros para que ningún intruso pueda ingresar a la red que está protegiendo, sin ser autorizado. Es un dispositivo de seguridad que se ubica entre la LAN y la WAN, bloquea el tráfico inapropiado a través de él mediante la configuración de reglas de navegación web.

Funciones de un *Firewall*:

- Aplica políticas de seguridad: permitir, denegar, encriptar el acceso a algún servicio.
- Audita y reporta toda actividad hacia y desde el Internet, chequea para saber si algún *hacker* ha tratado de ingresar a la red.
- Filtrado de sitios *web*.
- Usa una larga lista de filtros de terceras compañías.
- Disponibles más funciones avanzadas: Interacción con otros sistemas de seguridad, no solo provee protección perimetral.

1.13.2 ANTIVIRUS CORPORATIVO [2]

Las empresas dedicadas a desarrollar sistemas de antivirus, antiespías, antiespam, etc., discriminan dos tipos de mercado para brindar soluciones a medida de los usuarios; estos tipos de usuarios son:

- Usuarios residenciales.
- Usuarios empresariales.

Los usuarios empresariales tienen requisitos adicionales a los usuarios del hogar, por esto se han creado los Sistemas de Antivirus Corporativos que tienen características para redes. Los requisitos de este tipo de usuarios son:

- Administración centralizada de actualizaciones automáticas.
- Protección para los servidores, estaciones de trabajo, plataformas de mensajería, *firewalls* y servidores proxy.
- Monitoreo centralizado de todos los componentes del sistema.
- Protección proactiva de aplicaciones no autorizadas.
- Actualizaciones independientes cuando alguna PC o laptop no está conectada al servidor de antivirus de la empresa.

1.13.3 DMZ (ZONA DESMILITARIZADA)

Es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa, generalmente en Internet. El objetivo de una *DMZ* es que las conexiones desde la red interna y la externa a la DMZ estén permitidas, mientras que las conexiones desde la *DMZ* solo se permitan a la red externa (Figura 1.20).

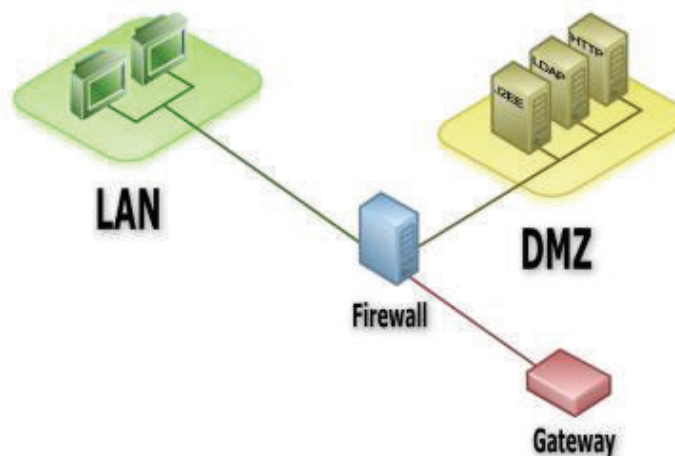


Figura 1.20 Gráfica de la DMZ. [32]

Permitiendo así que los equipos (hosts) de la DMZ puedan dar servicios a la red externa a la vez que protegen la red interna en el caso de que intrusos comprometan la seguridad de los equipos (host) situados en la zona desmilitarizada.

Para cualquiera de la red externa que quiera conectarse ilegalmente a la red interna, la zona desmilitarizada se convierte en un callejón sin salida. La DMZ se

usa habitualmente para ubicar servidores que es necesario que sean accedidos desde fuera, como servidores de correo electrónico, Web y DNS.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe la infraestructura actual de la red LAN de ELEPCO S.A., que incluye: equipos informáticos, cableado, servidores e infraestructura de red.

El análisis determina los problemas existentes en la red, tanto de la parte pasiva como activa, ubicando las falencias de la red a ser corregidas y estableciendo la posibilidad de reutilización de equipos activos.

Los problemas detectados determinarán las líneas base del proyecto, y serán las pautas analizadas en el capítulo III, en el cual se realizó el diseño de la red de datos, con soluciones tecnológicamente adecuadas a las necesidades institucionales.

2.2 UBICACIÓN



Figura 2.1 Ubicación de ELEPCO. S.A.

Geográficamente el edificio matriz de ELEPCO S.A. (figura 2.1), está ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Matriz entre las calles Márquez de Maenza 5-44 y Quijano de Ordoñez.

2.3 ANTECEDENTES [33]

ELEPCO S.A. tiene como actividad económica la realización de cualquier acción que esté relacionada con la generación, transportación, distribución y comercialización del servicio de energía eléctrica.

La gestión de la empresa está encaminada a la satisfacción de las necesidades de los sectores residencial, comercial e industrial de la provincia de Cotopaxi.

Al ser considerada una de las mejores empresas de distribución de energía a nivel nacional, y con la finalidad de seguir creciendo, es de vital importancia diseñar una red convergente para ofrecer un servicio eficiente a los cotopaxenses.

Para el desarrollo de este proyecto, es necesario conocer todas las necesidades actuales y futuras de ELEPCO S.A en lo referente a servicios de comunicación, ya que el sistema debe soportar el trabajo diario de la institución.

2.3.1 VISIÓN

“La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., líder en el sector eléctrico del país, garantiza un excelente servicio eléctrico durante las 24 horas diarias.” [34]

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. se encuentra en el grupo de instituciones en donde las pérdidas son inferiores al 11%, según un estudio estadístico realizado por el CONELEC.

Porcentaje que día a día va en disminución, gracias a la gestión transparente de su Talento Humano y a la colaboración de los cotopaxenses, quienes son los principales actores para este logro a nivel nacional.

2.3.2 MISIÓN

“La misión de la Empresa es proveer potencia y energía eléctrica en su área de concesión de la Provincia de Cotopaxi, en forma suficiente, confiable, continua y al precio justo, de tal manera que se tienda al desarrollo socio económico de la sociedad y de los sectores productivos de la provincia”. [34]

2.3.3 ORGANIGRAMA

La organización o estructura funcional de ELEPCO S.A. está integrada por equipos de trabajo que conforman cada departamento o unidad de la organización, combinando sus esfuerzos para lograr resultados nuevos y creativos que recaigan

en favor de la institución. Cada división dispone de las funciones necesarias para actuar con eficacia, esta organización es estrictamente formal y realiza operaciones poco flexibles. En la figura 2.2, se muestra el organigrama estructural de ELEPCO S.A.

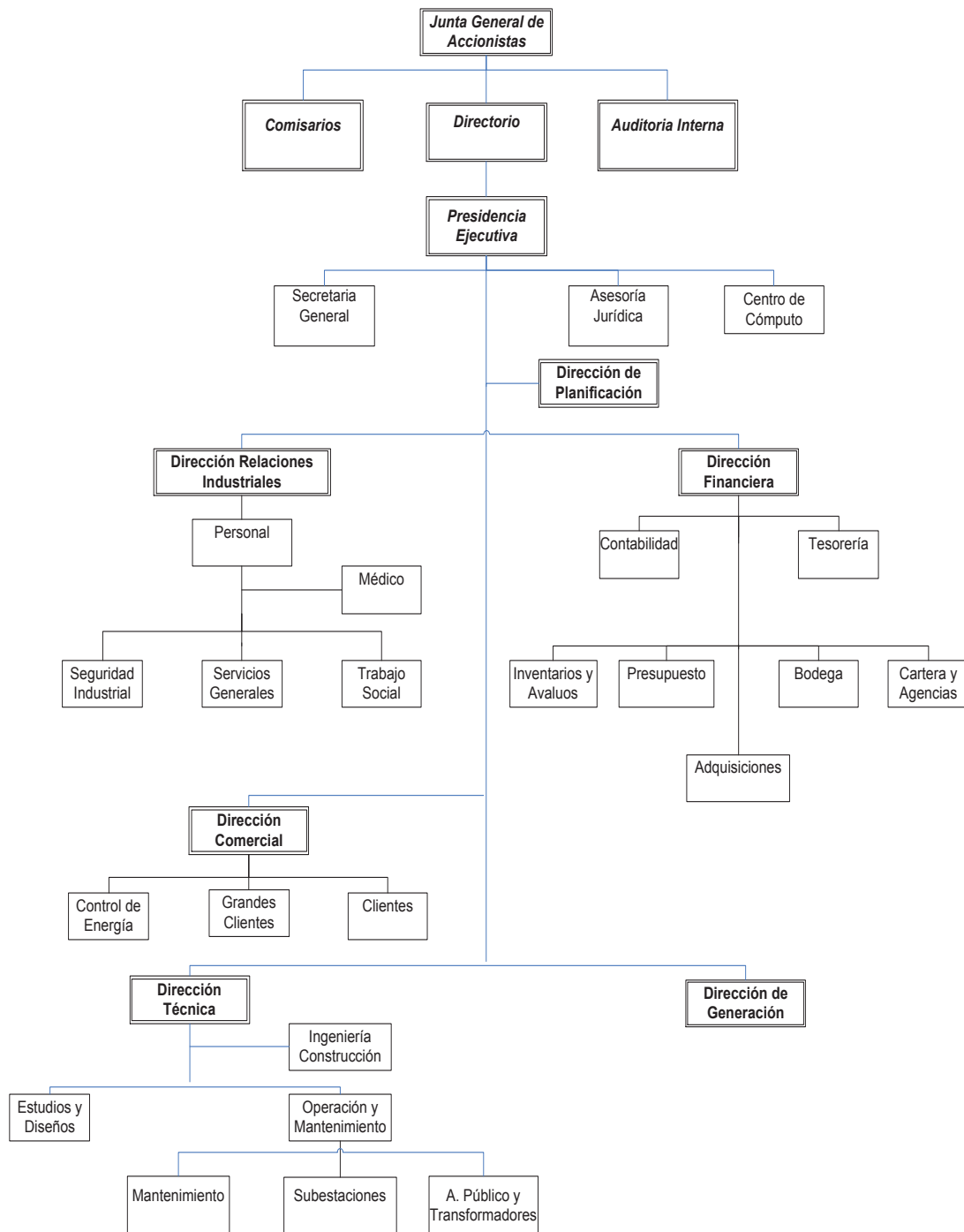


Figura 2.2 Organigrama de ELEPCO S.A

2.4 INFRAESTRUCTURA FÍSICA

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. es una organización que trabaja integrando sus recursos para ofrecer el servicio de energía eléctrica, organizando

y coordinando sus elementos tanto materiales como personales para la producción y comercialización del suministro de energía eléctrica.

Consta de una construcción de dos Bloques, en esta edificación trabaja el área administrativa y técnica de ELEPCO S.A. El bloque A, está formado por tres plantas y un subsuelo, en la tabla 2.1 se listan los departamentos y dependencias que pertenecen a cada piso.

<i>PISO</i>	<i>DEPARTAMENTO / DIRECCIÓN</i>
Tercero	Contabilidad, Adquisiciones, Tesorería, Dirección Financiera, FERUM, Presupuesto.
Segundo	Personal, Relaciones Públicas, Dirección de Relaciones Industriales, Unidad de Coactivas, Dirección de Planificación, Estudios Técnicos, Sindicato, Jefe de Personal, Trabajo Social
Primer	Ventanillas, Cartera y Agencias, Dirección Comercial, Grandes Clientes, Call Center, Servicios Generales, Atención a Clientes.
Subsuelo	Jefatura de Clientes, Centro de Cómputo, Sala de Equipos.

Tabla 2.1 Departamentos y dependencias ubicados en el bloque A

El bloque B, está formado por tres plantas y un parqueadero, en la tabla 2.2 se listan los departamentos y dependencias que pertenecen a cada piso. Este bloque fue construido aproximadamente en el 2005.

<i>PISO</i>	<i>DEPARTAMENTO / DIRECCIÓN</i>
Tercer	Presidencia, Secretaría General, Salón de Reuniones, Asesoría Presidencia.
Segundo	Dirección Técnica.
Primero	Dirección de Generación, Auditoría Interna, Asesoría Jurídica, Departamento Médico

Tabla 2.2 Departamentos y dependencias ubicados en el bloque B

2.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES DE DATOS

ELEPCO S.A, posee una infraestructura de red mixta, que ha cambiado en el transcurso del tiempo dependiendo de distintos factores como: aumento de clientes, ejecución de proyectos a mediano y corto plazo, remodelación de oficinas, nuevas agencias y departamentos.

La red de datos en general transporta diferentes tipos de información de manera transparente para el usuario final. Los servicios que ofrece la red de datos son:

- Acceso al Servidor de Aplicaciones de IBM iSeries i5 9406-520
- Internet

En la figura 2.3, se ilustra la red de datos de la institución, conexiones entre los *switches*, servidores y el acceso a Internet.

2.5.1 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DE ELEPCO S.A.

Tanto el bloque A como el B, cuentan con una salida a Internet, este servicio es proporcionado por CNT con un acceso dedicado de 2 Mbps. Cabe mencionar que no todos los usuarios de red tienen acceso a este servicio, ya que solo los directores y jefes de departamento tiene configurado en su navegador un usuario y contraseña.

Todos los usuarios de red se conectan y operan bajo el servidor de aplicaciones *IBM iSERIES i5 9406-520*, y los puntos de datos fueron colocados según la necesidades crecientes de la institución. Si un usuario desea conectarse a un sitio web o al servidor, el tráfico de datos generado por la conexión deberá pasar por varios dispositivos de conectividad en cascada hasta obtener el servicio.

Un ejemplo, es el acceso de secretaría general al servidor de aplicaciones; ya que atraviesa un *switch NEXXT Solution* de 8 puertos, luego pasa por un *switch* de CNET de 8 puertos, a continuación por un *switch Advantek ANS* de 16 puertos y finalmente al *switch 3COM 3C16476*, como se observa en la figura 2.4. El cable instalado en todas las conexiones físicas entre los dispositivos de red y las áreas de trabajo es UTP categoría 5, los cables se conectan de forma directa entre el dispositivo de interconexión y el terminal de trabajo, sin empleo de *racks*.

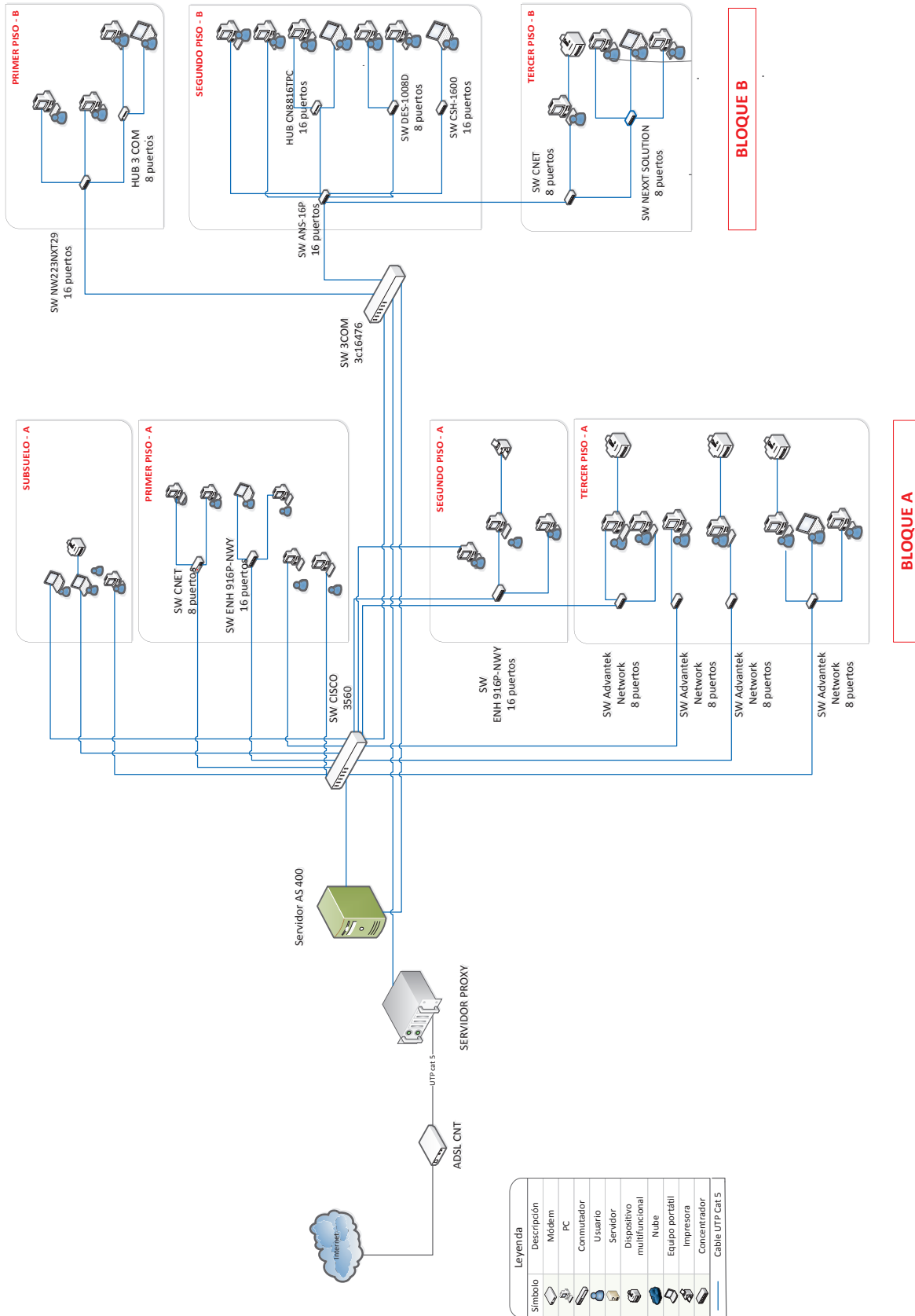


Figura 2.3 Diagrama de red de ELEPCO S.A.

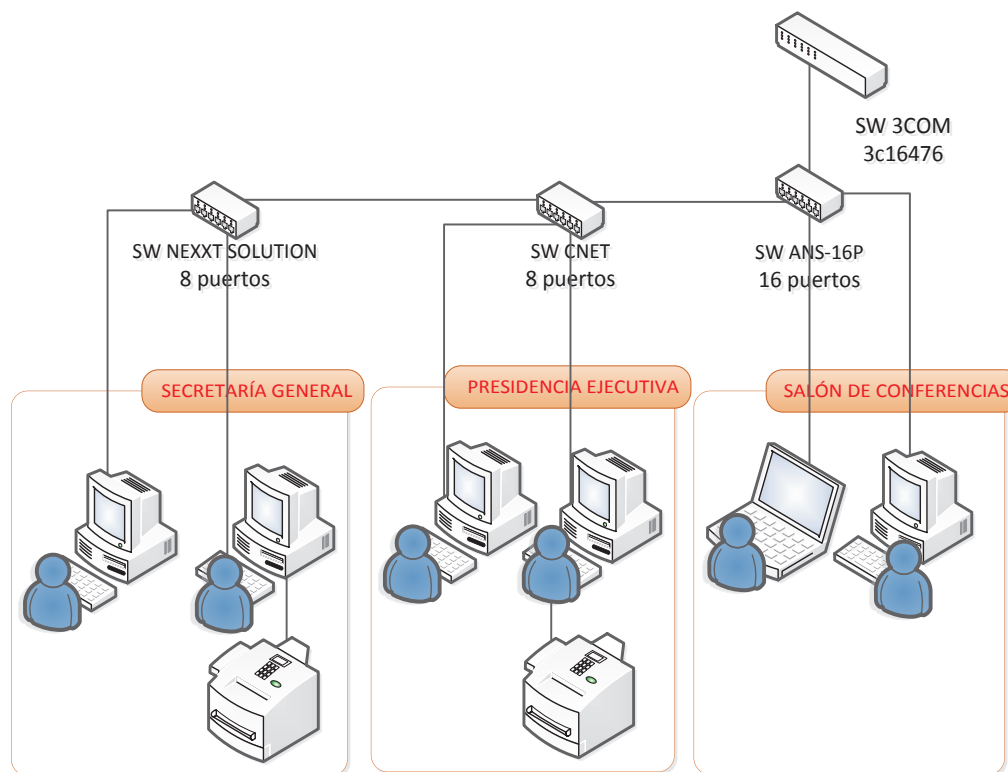


Figura 2.4 Ejemplo de acceso al servidor de aplicaciones desde secretaría general del Tercer Piso del Bloque B

2.5.2 INFRAESTRUCTURA DE RED FÍSICA

ELEPCO SA., posee una topología física en estrella, empleando la tecnología *Fast Ethernet 10/100 Mbps*. Al momento de su implementación no se consideró estándar alguno.

El cableado de red ha venido desarrollándose de forma desorganizada y sin planificación debido a factores como: incremento de nuevos usuarios, creación de nuevos departamentos, y al no contar con un diagrama de distribución de los puntos, se dificulta encontrar un error en el sistema.

La red está formada por *switches* de 8, 16 y 48 puertos, los de 8 puertos se encuentran en las oficinas de cada departamento, así como los de 16 y los conmutadores de 48 se encuentran en el cuarto de equipos del centro de cómputo. Los usuarios se comunican a los *switches* de cada oficina, mediante un *patch cord*, que une un terminal de usuario con el dispositivo; este dispositivo se conecta a los

switches del cuarto de equipos, en las conexiones no se emplean componentes pasivos como *faceplate*, *patch panels*, organizadores, etc.

ELEPCO S.A., cuenta con respaldo de energía, ya que tiene una planta generadora a diésel que opera cuando el suministro de energía eléctrica se interrumpe. Además el departamento del centro de cómputo cuenta con un banco de UPS, el cual mantiene al servidor *IBM iSERIES i5 9406-520* y proxy en funcionamiento, al menos 8 horas, luego de existir un corte de energía.

2.5.2.1 Análisis del Sistema de Cableado Estructurado

El cableado estructurado tiene por finalidad brindar interconectividad, escalabilidad, eficiencia y eficacia a todos los usuarios que conforman la red, este sistema debe soportar tecnologías presentes y futuras. Además debe asegurar la protección, seguridad y orden a la transmisión de datos, durante un período de diez años, que se considera su vida útil.

El sistema debe facilitar movilidad a los usuarios y debe proveer un crecimiento a corto y largo plazo, sin que se altere su estructura inicial, cumpliendo con los estándares y normas internacionales.

Tomando como referencia que el cableado fue instalado por personal del centro de cómputo hace aproximadamente 9 años atrás, el análisis que se realizará en los siguientes apartados, se basará en el cumplimiento de las normas:

- ANSI/TIA 568 C.1.
- ANSI/TIA 568 C.2.
- EIA/TIA 569A.
- EIA/TIA 606 A.
- EIA/TIA 607.

2.5.2.1.1 Análisis basado en la norma ANSI/TIA 568 C.1

Se determinará las falencias que presenta la red de ELEPCO S.A, tomando como referencia los elementos que son parte de la norma ANSI/TIA 568 C.1, y se detallarán los problemas que presentan cada uno.

a) Área de Trabajo

En la empresa solo se maneja cableado de datos debido a que cuenta con una central analógica de voz, la cual tiene una red cableada separada para el acceso

telefónico. Algunas oficinas tienen puntos de datos fijos ubicados en *faceplates*, otras acceden a la red mediante un cable conectado directamente al *switch* más cercano o al que posea puertos libres y funcionales (Figura 2.5).

El cableado no se encuentra separado, debido a que las tomas de corriente se encuentran muy cerca de los puntos de datos, lo que puede provocar interferencia o pérdida de velocidad en la transmisión de datos.

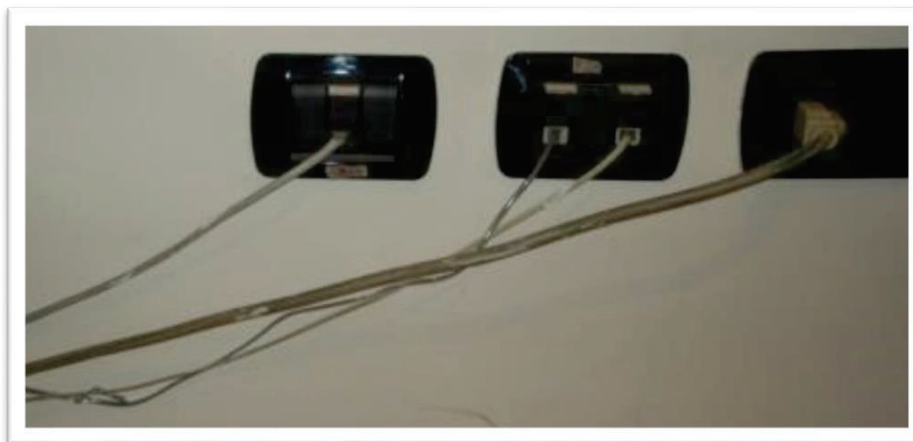


Figura 2.5 Punto de datos de la Secretaría de Presidencia Ejecutiva

En las tablas 2.3 y 2.4 se detallan los puntos de red existentes en cada departamento. Los cuales determinan el número de usuarios de red actuales de ELEPCO S.A.

Piso	Departamento	Número de puntos de red existentes
Subsuelo	Centro de Cómputo	4
	Jefatura de Clientes	6
	Sala de Equipos	2
	TOTAL	12
Primero	Atención al cliente	3
	Ventanillas	5
	Call Center	1
	Cartera y Agencias	3
	Dirección Comercial	2
	Grandes Clientes	4
	Servicios Generales	2
	TOTAL	20
Piso	Departamento	Número de puntos de

		red existentes
Segundo	Trabajo Social	2
	Jefe de Personal	1
	Sindicato	1
	Estudio Técnico	5
	Dirección de Planificación	2
	Unidad de coactivas	2
	Director de Relaciones Industriales	2
	Relaciones Públicas	1
	Personal	3
	TOTAL	19
Tercero	Contabilidad	7
	Dirección Financiera	2
	Presupuesto	1
	Tesorería	5
	Adquisiciones	3
	FERUM	2
	TOTAL	20
TOTAL BLOQUE A		71

Tabla 2.3 Puntos de red existentes en el Bloque A

Piso	Departamento	Número de puntos de red existentes
Primero	Dirección de Generación	3
	Auditoría Interna	3
	Asesoría Jurídica	3
	Dto. Médico	2
	TOTAL	11
Segundo	Dirección Técnica	12
	TOTAL	12
Tercero	Presidencia	2
	Asesoría Presidencia	1
	Sala de reuniones	2
	Secretaría General	2
	TOTAL	7
TOTAL BLOQUE B		30

Tabla 2.4 Puntos de red existentes en el Bloque B

En algunas oficinas los cables están expuestos a pisotones y aplastamientos con sillas mesas, etc, adicionalmente no ofrecen seguridad debido a que se los puede manipular libremente.

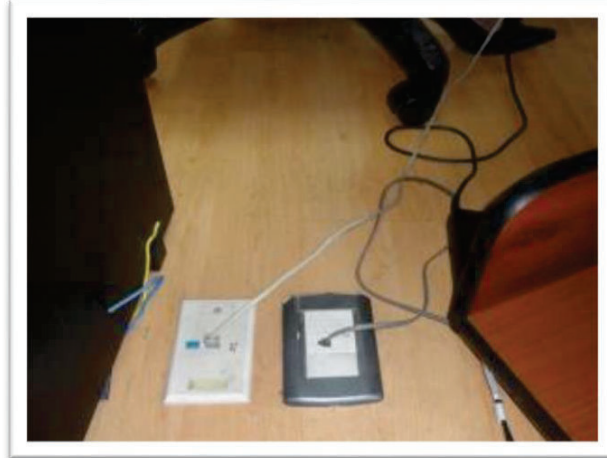


Figura 2.6 Punto de datos del Coordinador del DRI

La mayoría de los *patch cord* no se encuentran etiquetados y los que sí lo están presentan una nomenclatura ambigua, la conexión en conjunto de los departamentos, se la realiza de forma directa entre el ordenador y el *switch*, ya que en ningún piso se tiene un cuarto de telecomunicaciones.

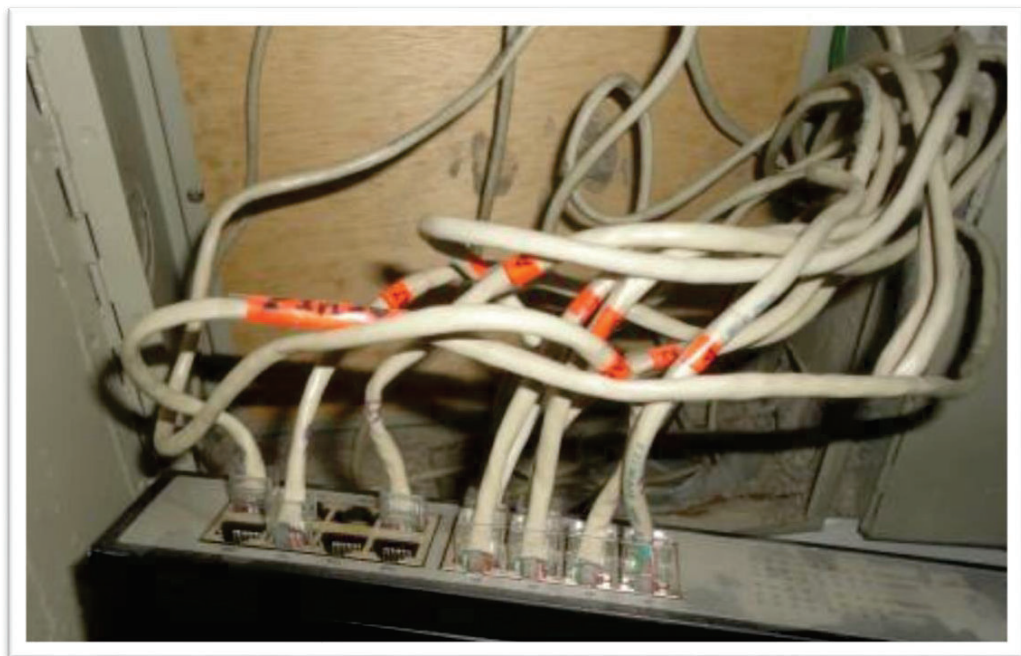


Figura 2.7 *Switch* ubicado en el primer piso Bloque B

Los *patch cords* hacia las estaciones de trabajo no tienen orden, y muchos de ellos se los elabora manualmente de forma incorrecta.



Figura 2.8 *Patch cord* del área de dirección técnica

b) Cableado Horizontal y Vertical

El estado de la red actual no permite identificar si el cableado es horizontal o vertical, debido a que existen usuarios que se encuentran conectados directamente a los *switches* del cuarto de equipos y otros que conmutan hasta por tres dispositivos.

La mayoría de los recorridos horizontales pasan por el piso, obviando el uso de canaletas, lo que provoca torceduras, además que no cumplen con los radios de curvatura establecidos en la norma ANSI/EIA/TIA 569-B.

Ninguno de los *faceplates* instalados tiene un etiquetado, incumpliendo con la norma TIA/EIA 606 A, por lo que se hace difícil la administración y detección de fallas en la red.

c) Cuarto de Telecomunicaciones

El bloque A, no cuenta con un cuarto de telecomunicaciones, los equipos que proporcionan acceso a la red se encuentran ubicados en el suelo o en la pared mediante tornillos o simplemente colgados, son de fácil acceso y de libre manipulación, además no cuentan con protecciones eléctricas.

En el Bloque B, los equipos se encuentran en cajas metálicas ubicadas en la pared, sin organizadores de cables, tampoco *patch panels*, no ofrecen seguridad, debido a que se abren fácilmente; ocasionando robo de los equipos o manipulación no autorizada, ver figura 2.9.

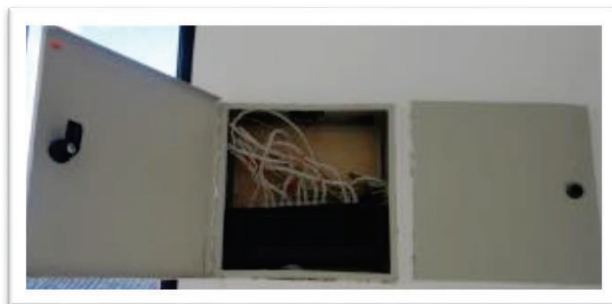


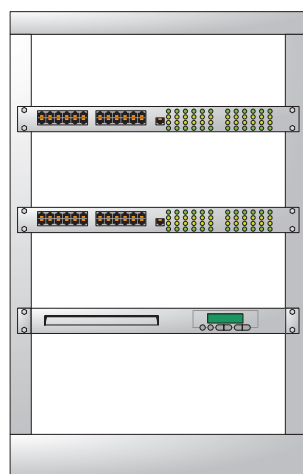
Figura 2.9 Switch de conexión del segundo piso del bloque B

d) Sala de Equipos

En el subsuelo del bloque, en el departamento del centro de cómputo, se encuentra un cubículo, protegido mediante un apartado de aluminio, a este espacio se le puede considerar el cuarto de equipos, cuenta con aire acondicionado, respaldos de energía mediante UPS y luces de emergencia.

En la sala de equipos se tienen dos *rack* (figuras 2.10 y 2.11), uno de equipos de conmutación y otro de servidores.

En el primer *rack* se encuentran dos *switches*: un 3com 3c16476 *Super Stack Baseline Plus* y un CISCO 3560 TS-S. Además se encuentra un servidor *SuperServer 5014C-MF*, el cual hace las funciones de proxy, el cableado utilizado es de Categoría 5e, existen cables con extensión desconocida, ya que corresponderían a una instalación antigua de red; no se utilizan *patches panels* ni organizadores. La nomenclatura de los cables de red es ambigua no existe ningún mapa de conexión o de distribución de los puntos de red.



Cisco 3560

3COM 3c 16476 Super Stack

SuperServer 5014C-MF

Figura 2.10 Rack de Equipos de Comunicaciones

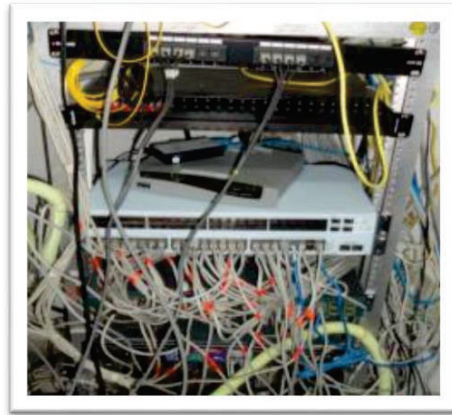


Figura 2.11 Rack de equipos de comunicaciones

Rack de servidores (figuras 2.12 y 2.13.), en el cual se encuentra el servidor de aplicaciones IBM, posee respaldo de energía mediante un banco de UPS, no ofrece seguridad debido a que la puerta siempre se encuentra abierta.



Figura 2.12 Rack del Servidor



Figura 2.13 Servidor IBM Sytem i5

El edificio de la empresa cuenta con una planta de energía eléctrica la cual opera cuando ocurren interrupciones inesperadas del suministro de corriente eléctrica, tiene la capacidad de operar ocho horas consecutivas y proporcionar suministro de energía tanto al bloque A como al bloque B.

El Centro de Cómputo cuenta con un banco de UPS (*POWERWARE Prestige*), los cuales prestan un servicio de *backup* de energía, aproximadamente de 10 Kw.

En la sala de equipos existen tomas de corriente muy cerca a los cables de datos, no poseen un etiquetado adecuado, además existen cables desconectados (figura 2.14).

Al no contar con un esquema de red, no se la puede administrar y de existir un problema, el tiempo de respuesta para solventar el daño es muy alto, ocasionando pérdidas económicas a la institución.

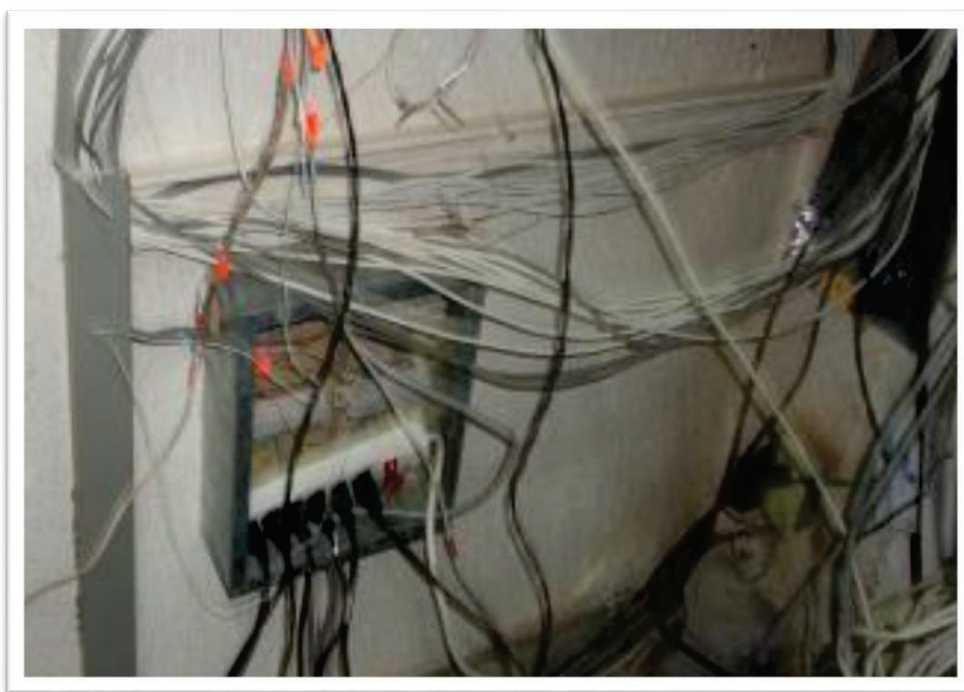


Figura 2.14 Cableado eléctrico y de datos del Cuarto de Equipos

e) *Acometida*

El ingreso del servicio de Internet se lo realiza por medio de un orificio que permite el ingreso a la sala de equipos, el cable se enlaza a un *Router Huawei Hg530*, de cuatro puertos LAN proporcionado por la CNT a una velocidad de 2 Mbps y este mediante un cable UTP cat 5, se conecta al servidor *PROXY*, luego al *switch* cisco el cual permite el acceso a los usuarios autorizados.



Figura 2.15 Ingreso de servicios al cuarto de Equipos



Figura 2.16 Enlaces de Fibra y ADSL de ELEPCO S.A para Internet

2.5.2.1.2 Análisis basado en norma ANSI/TIA 568 C.2 y EIA/TIA 569 A

El sistema de cableado de la empresa tanto del bloque A y B, está constituido por cable de par trenzado no apantallado UTP.

No existe un plano del cableado, en la red se encuentran puntos muy cercanos a tomas de corriente, los *patch cord* son elaborados manualmente con un destrenzado superior al recomendado.

La canalización y enrutamiento del cableado de ELEPCO S.A. se las realizó en mayor medida por tuberías, que ingresan hacia los departamentos para conectarlos con los *switch* que cumplen con la función de acceso.

Los cables que unen los equipos de red con el terminal de usuario, no prestan protección porque atraviesan hacia las diferentes oficinas sin canaleta, por orificios en la pared o solo sujetos por cinta adhesiva.

Las tuberías hacia los departamentos, no respetan radios de curvatura, número de cables máximos, tampoco separaciones de tomas de corriente incumpliendo así EIA/TIA 569 A.

2.5.2.1.3 Análisis basado en norma EIA/TIA 606 A

La red de ELEPCO S.A., no cuenta con puntos de datos etiquetados, lo cual ocasiona inconvenientes cuando existe un error, causando que la administración y soporte de la red sea difícil. Los usuarios acceden mediante un único cable entre el CPU y el *switch* de acceso más cercano a esa área o aquel con puertos libres y funcionales.

Además, al no contar con cuarto de telecomunicaciones, no posee dispositivos pasivos tales como: *patch panel*, organizadores de cables de red, *faceplate*, por lo cual no se puede etiquetar los enlaces de red.

2.5.2.1.4 Análisis basado en norma EIA/TIA 607 B

La red de ELEPCO S.A cuenta con sistema de puesta a tierra deficiente, y al no tener *racks* en cada piso, no se puede formar un sistema común para todos los equipos de conmutación. El cuarto de equipos posee un banco de *UPS*, lo cual garantiza operatividad aun cuando existan desconexiones del suministro de energía eléctrica evitando así que los equipos sufran daños eléctricos.

Los usuarios críticos del sistema, entre ellos se tiene: los directores o jefes de cada departamento, así como todos los usuarios de: Ventanillas, Contabilidad, Adquisiciones, Tesorería, Dirección Financiera y Presupuesto; cuenta con un UPS (Figura 2.17), individual para evitar daños cuando existen cortes en el suministro de energía.



Figura 2.17 UPS ubicado en el Tercer piso del Bloque A

2.6 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

La red de la institución emplea varios *switch* en cascada (tabla 2.5), los cuales brindan servicios de accesos a Internet y al servidor de aplicaciones. Los equipos de conexión se los ha adquirido según la necesidad de la institución y para resolver problemas puntuales, por lo cual no guardan en común marcas, tampoco características.

Los *switch* presentan puertos dañados y en su mayoría se encuentran saturados, lo cual impide el crecimiento de la red o el aumento de nuevos usuarios. Se presentan a menudo inconvenientes con los *switch Encore* de 16 puertos, que para solucionarlos, hay que reiniciarlos, desconectando el suministro de energía eléctrica, lo cual ocasiona inconvenientes, retrasos en la red y malestar en los usuarios.

2.7 DETALLE DE LAS CUENTAS DE USUARIOS

ELEPCO S.A, no cuenta con un servicio de *Active Directory*, por ello no se puede mantener ordenados los componentes de una red, como usuarios, grupos de usuarios, permisos, asignación de recursos y políticas de acceso.

Descripción/ Modelo	Marca	Vtx (Mbps)	Alcance	Número Puertos	Administrable	Puertos Usados
Modem hg530	<i>Huawei</i>	10/100/ 1000	WAN	4	Si	2
Switch 3c 16476 Super Stack	3 COM	10/100/ 1000	LAN	48	Si	38
Switch 3560	<i>CISCO</i>	10/100/ 1000	LAN	48	Si	46
Switch DES- 1008D	<i>D-Link</i>	10/100	LAN	8	No	8
Switch ENH 916P-NWY	<i>Encore</i>	10/100	LAN	16	No	16
Switch	<i>Cnet</i>	10/100	LAN	8	No	8
Switch ENH 916P-NWY	<i>Encore</i>	10/100	LAN	16	No	14
Switch	<i>Advantek Network</i>	10/100	LAN	8	No	8
Switch	<i>Advantek Network</i>	10/100	LAN	8	No	8

Descripción/ Modelo	Marca	Vtx (Mbps)	Alcance	Número Puertos	Administrable	Puertos Usados
Switch	<i>Advantek Network</i>	10/100	LAN	8	No	8
Switch	<i>Advantek Network</i>	10/100	LAN	8	No	8
Hub	<i>s/n</i>	10	LAN	8	No	8
Switch NW223NXT29	<i>Nexxt Solution</i>	10/100	LAN	16	No	16
Switch ANS- 16P	<i>Advantek Network</i>	10/100	LAN	16	No	16
Switch DES- 1008D	<i>D-Link</i>	10/100	LAN	8	No	6
Switch CSH- 1600	<i>CNet</i>	10/100	LAN	16	No	14
Hub	<i>s/n</i>	10	LAN	17	No	2
Switch	<i>Cnet</i>	10/100	LAN	8	No	3
Switch	<i>Nexxt Solution</i>	10/100	LAN	8	No	8

Tabla 2.5 Equipos de red activos existentes en ELEPCO S.A.

Esto ocasiona problemas de seguridad, ya que cualquier persona ajena a la institución se puede conectar fácilmente a la red y acceder a los documentos que se encuentren compartidos.

Al no controlar la instalación de software en cada ordenador, los usuarios emplean recursos de memoria y espacio de disco duro en actividades ajenas a la institución causando pérdidas debido a que, desconfiguran los equipos o simplemente están realizando otras actividades en horas laborables.

Solo los directores de cada departamento tienen acceso al Internet, el control se lo realiza mediante listas accesos de usuarios, direcciones IP y contraseñas, las cuales se las vulnera rápidamente.

2.7.1 Estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo son ordenadores de escritorio y computadores portátiles, estas últimas son las que poseen los directores de área debido a que tienen que movilizarse a reuniones o para trabajos de campo.

El sistema operativo con el que trabajan los hosts en la empresa y memoria RAM empleada se detalla en las tablas 2.6 y 2.7. El sistema operativo predominante en la institución es Windows XP y Windows 7, este último instalado en las portátiles.

La red debe garantizar un acceso rápido y seguro al Servidor de Aplicaciones de IBM *iSeires i5*. Los usuarios a más del acceso al servidor emplean aplicaciones de ofimática.

Piso	Departamento	Sistema Operativo	Memoria RAM	Aplicación de Ofimática
Subsuelo	Centro de Cómputo	Windows xp/ i5-OS V5R4	512 Mb a 3Gb	Word, Excel
	Jefatura de Clientes	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
Primero	Atención al cliente	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Ventanillas	Windows xp	1Gb a 2Gb	-
	Call Center	Windows xp	512 Mb	Excel
	Cartera y Agencias	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Dirección Comercial	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Grandes Clientes	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Servicios Generales	Windows xp/ Windows 7	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
Segundo	Trabajo Social	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Jefe de Personal	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Sindicato	Windows xp	512 Mb a 1Gb	
	Estudio Técnico	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Dirección de Planificación	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word, Excel
	Unidad de coactivas	Windows xp	512 Mb	Word
	Secretaria de Relaciones Industriales	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Director de Relaciones Industriales	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Relaciones Públicas	Windows 7	1Gb a 2Gb	Word
	Personal	Windows xp	512 Mb	Word, Excel
Tercero	Contabilidad	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Dirección Financiera	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Presupuesto	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Tesorería	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Adquisiciones	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	FERUM	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word

Tabla 2.6 Estaciones de trabajo del bloque A

Piso	Departamento	Sistema Operativo	Memoria RAM	Aplicación de Ofimática
Primero	Dirección de Generación	Windows xp	512 Mb	Word, Excel
	Auditoría Interna	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
	Asesoría Jurídica	Windows xp	512 Mb a 1Gb	Word
	Departamento Médico	Windows xp	512 Mb	Word, Excel
Segundo	Dirección Técnica	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word, Excel
Tercero	Presidencia	Windows xp/ Windows 7	1Gb a 2Gb	Word
	Asesoría Presidencia	Windows xp	1 Gb	Word, Excel
	Secretaría General	Windows xp	1Gb a 2Gb	Word, Excel

Tabla 2.7 Estaciones de trabajo del Bloque B

2.8 RED LÓGICA

2.8.1 DIRECCIONAMIENTO IP

La empresa se encuentra implementada bajo la arquitectura TCP/IP, bajo un mismo dominio de *broadcast*, debido a que se encuentra segmentada en su totalidad por *switches* en cascada, los cuales forman dominios de colisión diferentes en cada puerto.

La red de ELEPCO S.A., trabaja con la dirección de red 192.9.1.0/24, la red posee un rango de doscientas cincuenta y cuatro direcciones disponibles, la asignación de direcciones IP es manual y se registra en una tabla de Excel, actualmente se han utilizado aproximadamente un 97% de las direcciones. Las direcciones asignadas contemplan los usuarios antiguos, actuales y radios enlaces que se tienen con las diferentes sucursales de ELEPCO S.A. así como la IP asignada a computadoras portátiles que tienen acceso al sistema.

Cabe mencionar que la tabla de Excel, donde se registran las direcciones IP, fue creada hace cinco años, por lo tanto contiene inconsistencias, emplea campos como: dirección IP, nombre de equipo y persona responsable, en esta última columna existen nombres de funcionario que ya no trabajan en la institución, por lo

cual se hace indispensable una adecuada administración de los usuarios de red. Ver anexo C.

2.9 APLICACIONES

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., cuenta con un Sistema de aplicaciones informáticas denominada: “Sistema Integrado de Información de ELEPCO S.A.”, con las que se realizan todos los procesos relacionados con su giro de negocio; y consta de los siguientes aplicativos:

- Sistema de Comercialización
 - Con los siguientes módulos:
 - Atención al cliente
 - Manejo de reclamos
 - Contratos de extensión de red
 - Lecturas
 - Facturación
 - Recaudación
 - Re facturación y reliquidación
 - Cortes y Suspensiones
 - Liquidación de cuentas
 - Laboratorio de medidores de consumo
 - Pérdidas de energía
 - Balance Energético
 - Proyecciones de energía
 - Planilla de varios (ingresos que no corresponden a consumo de energía)
 - Estadísticas
 - Interface contable y con bodegas
 - Consultas
 - Reportes.
 - Opciones para el SRI.
 - Módulo de Auditoría:
 - Sistema de Administración de Bodegas.
 - Sistema de Compras y Proveedores.

- Sistema de Nómina.
- Sistema de Activos Fijos.
- Sistema de Control de Proyectos.
- Sistema de Gestor de Seguridades.
- Sistema de Estructurador Contable.
- Sistema de Administración Financiera.
- Contabilidad General.
- Presupuesto.
- Tesorería.

Además emplean aplicaciones de Office 2007, *Autocad* 2012 y el antivirus *Avast Free*, el sistema operativo instalado en la mayoría de computadores es *Windows XP Professional Service Pack 2* y las portátiles operan bajo *Windows 7 Professional*.

2.10 SERVICIOS

La institución cuenta con un enlace dedicado ADSL de 2 Mbps para el servicio del Internet, proporcionado por la CNT, la restricción se la realiza mediante un proxy y tablas de control de acceso y limitación por medio de la dirección IP (Figura 2.18).

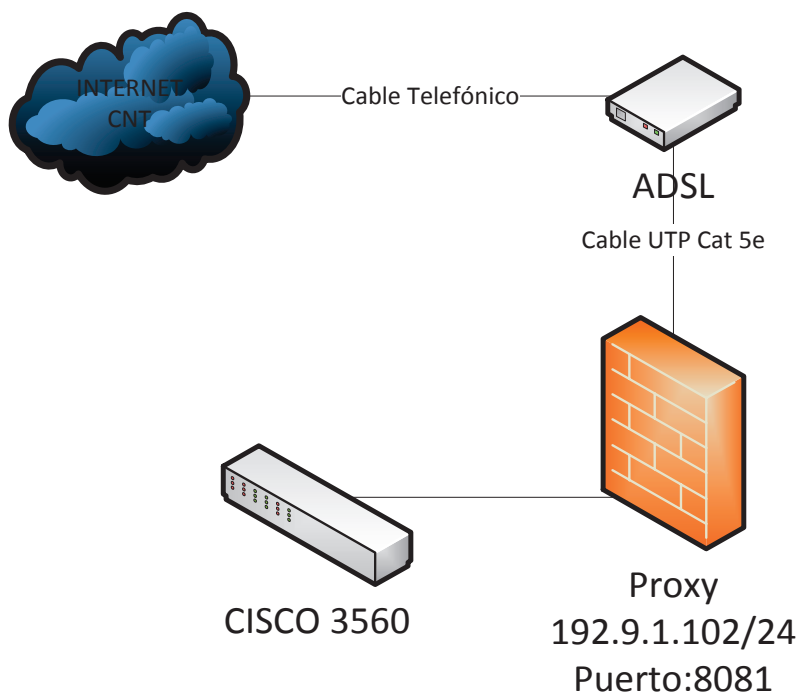


Figura 2.18 Diagrama simplificado de acceso a Internet

El Centro de Cómputo se encarga de la administración de los clientes que poseen este servicio, así como del filtrado de los lugares permitidos. Al ser el filtrado por IP, los no usuarios autorizados que deseen el servicio solo deben cambiar su dirección IP e ingresar un usuario y contraseña válidos, con lo cual acceden al servicio consumiendo recursos de red con propósitos de diversión o ajenos a lo laboral, perjudicando el acceso por consumo de ancho de banda, tráfico y saturando el canal, ocasionando inconvenientes a los usuarios que se encuentran trabajando. El acceso a internet se realiza mediante un proxy, la dirección IP a configurar el *browser* de los usuarios autorizados para el uso de este servicio es: 192.9.1.102, con el puerto: 8081.

2.11 DESCRIPCIÓN DE LA SEGURIDAD

La seguridad es uno de los problemas más importantes de un sistema informático, por ello se describirá la seguridad física y lógica con la que cuenta ELEPCO S.A.

2.11.1 SEGURIDAD FÍSICA

En el Centro de Cómputo, la seguridad para el acceso al mismo se maneja con un timbre, y una cerradura eléctrica la cual se abre cuando alguna persona solicita ayuda ya sea en software o hardware. Adicionalmente no se lleva una bitácora de las personas que ingresan y su actividad a realizar, tampoco existe personal de seguridad que resguarde el departamento. En la figura 2.19, se observa la puerta de ingreso al centro de cómputo.



Figura 2.19 Puerta de ingreso al Centro de Cómputo de ELEPCO S.A.

2.11.2 SEGURIDAD LÓGICA

Un usuario puede tener acceso a todos los recursos compartidos por los diferentes departamentos, solo necesita configurar en su computadora una dirección IP, que este dentro de la red.

Las computadoras son configuradas e instaladas con el antivirus gratuito *Avast Free*, por ello son susceptibles ataques de software maliciosos, *spyware*, troyanos, entre otros. La institución no posee un *firewall* sea este de *hardware* o *software*.

No existen políticas que regulen la instalación o configuración de programas ajenos al trabajo dentro de la institución, lo cual ocasiona inconvenientes, ya que pueden alterar la configuración del terminal.

La red de datos de ELEPCO S.A., al no contar con *firewall* y antivirus actualizado en cada terminal, no ofrece medidas de seguridad lógicas, tampoco físicas ya que no se regula el uso del host para actividades laborales dentro de la institución.

Se realizan *backups* de la información mediante cintas magnéticas que se las colocada en el servidor de aplicaciones a las 18:00 horas, este respaldo se lo realiza todos los días una vez finalizada la jornada de trabajo. Las cintas se las coloca en un anaquel, identificando la fecha, hora y persona que se realizó el respaldo.

2.12 ANÁLISIS DE TRÁFICO

El tráfico de la red de ELEPCO S.A, está conformado por: el acceso al servidor IBM y el acceso al Internet mediante el servidor *Proxy*. Por lo tanto se hará una descripción de cada uno.

Servidor IBM, que mediante una aplicación denominada: “Sistema Integrado de Información de ELEPCO S.A.”, opera con todos los procesos relacionados con su giro de negocio. En lo referente al acceso al servicio de Internet se analizará el puerto de conexión al servidor *proxy*. Para realizar el análisis de tráfico de la red actual se colocó un computador con el *software PRTG*, la información capturada se la realizó desde el 1 de julio del 2014 al 19 de diciembre del 2014, el tráfico se lo analizó en función de la jornada de trabajo que es de 7:00 am a 18:00 pm, en la tabla 2.8 se presenta los valores de tráfico más altos de cada mes en que se realizó el estudio.

Tráfico del servidor de aplicaciones días críticos (Kbps)						
Hora	14 Julio	12 Agosto	11 Septiembre	13 Octubre	10 Noviembre	16 Diciembre
7:00	679	722	558	641	584	650
8:00	1805	2334	1257	1157	719	2492

9:00	1061	688	1288	2127	2418	1012
10:00	1348	1170	2270	2443	1135	1182
11:00	1611	800	2273	1486	1923	1202
12:00	1158	637	1225	1073	1349	999
13:00	1335	652	1094	883	1374	1235
14:00	878	1349	936	853	2293	2725
15:00	2005	2450	1875	1759	1735	2560
16:00	2178	2140	1851	1832	1947	1982
17:00	1690	1155	1202	1180	700	409
18:00	79	52	63	57	76	70

Tabla 2.8 Tráfico de entrada y salida de los días con mayor valor de Julio a Diciembre del 2014 en el Servidor de Aplicaciones

2.12.1 TRÁFICO DEL SERVIDOR DE APLICACIONES

Como se aprecia en la tabla 2.8, en el mes de Diciembre se presentan medidas altas de tráfico. Por lo cual se analiza la semana del 15 de diciembre del 2014 al 19 de diciembre del 2014, en donde se realizan algunas actividades debido al cierre del año fiscal, se efectúa proyectos en las diferentes direcciones determinando así el presupuesto para el siguiente año, así como auditorías en las bodegas y pagos del décimo tercer sueldo, entre otras actividades, lo cual genera un tráfico extra, en comparación a otros meses.

Fecha	Hora	Tráfico de Entrada (kbps)	Tráfico de Salida (Kbps)	Suma (Kbps)
15/12/2014	7:00	118	150	268
	8:00	942	1235	2177
	9:00	73	476	549
	10:00	320	384	704
	11:00	198	555	753
	12:00	200	445	645
	13:00	382	521	903
	14:00	650	1753	2403
	15:00	1203	1100	2303
	16:00	916	837	1753
	17:00	62	393	455
	18:00	22	78	100
Fecha	Hora	Tráfico de Entrada	Tráfico de Salida	Suma (Kbps)
16/12/2014	7:00	246	404	650
	8:00	986	1506	2492
	9:00	136	876	1012
	10:00	439	743	1182
	11:00	337	865	1202
	12:00	276	723	999
	13:00	503	732	1235
	14:00	711	2014	2725
	15:00	1224	1336	2560
	16:00	937	1045	1982
	17:00	206	684	890
	18:00	27	43	70
17/12/2014	7:00	26	191	217
	8:00	918	933	1851
	9:00	32	313	345
	10:00	223	137	360
	11:00	162	389	551
	12:00	50	33	83
	13:00	302	187	489
	14:00	618	1373	1991
	15:00	1160	879	2039
	16:00	859	606	1465
	17:00	39	191	230
	18:00	123	302	425
18/12/2014	7:00	83	87	170
	8:00	822	869	1691
	9:00	49	67	116
	10:00	202	99	301
	11:00	79	314	393
	12:00	154	199	353
	13:00	241	276	517
	14:00	570	1394	1964

	15:00	1178	698	1876
	16:00	882	459	1341
	17:00	27	31	58
	18:00	78	28	106
19/12/2014	7:00	47	168	215
	8:00	848	793	1641
	9:00	43	216	259
	10:00	173	455	628
	11:00	169	220	389
	12:00	150	78	228
	13:00	317	233	550
	14:00	516	1304	1820
	15:00	1170	705	1875
	16:00	777	483	1260
	17:00	21	166	187
	18:00	125	234	359

Tabla 2.9 Tráfico de entrada y salida del 15 al 19 de diciembre del 2014 en el servidor de Aplicaciones IBM

En la tabla 2.9 se listan los datos del registro de tráfico del puerto del servidor de aplicaciones, el período crítico fue del 15 de diciembre del 2014 al 19 de diciembre del 2014. De la cual se obtuvo como velocidad máxima el valor de 2725 Kbps, con una velocidad de entrada de 711Kbps y una de salida de 2014 kbps. Además se observa que el día crítico es el 16 de diciembre, a continuación se detallan las horas de mayor tráfico de la red en las semana del 15 al 19 de diciembre.

Fecha	Hora	Tráfico de Entrada (kbps)	Tráfico de Salida (Kbps)	Suma (Kbps)
15/12/2014	8:00	942	1235	2177
	14:00	650	1753	2403
	15:00	1203	1100	2303
16/12/2014	8:00	986	1506	2492
	14:00	711	2014	2725
	15:00	1224	1336	2560
17/12/2014	8:00	918	933	1851
	14:00	618	1373	1991
	15:00	1160	879	2039
18/12/2014	8:00	822	869	1691
	14:00	570	1394	1964
	15:00	1178	698	1876
19/12/2014	8:00	848	793	1641
	14:00	516	1304	1820
	15:00	1170	705	1875

Tabla 2.10 Tráfico crítico de la semana del 15 al 19 de diciembre de acceso al servidor de aplicaciones

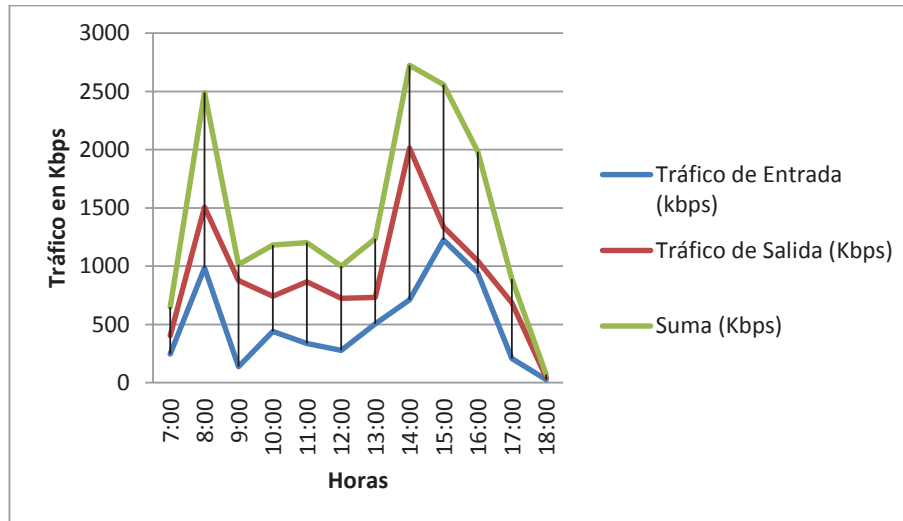


Figura 2.20 Tráfico crítico de la semana del 15 al 19 de diciembre de acceso al servidor de aplicaciones

Como se observa en la figura 2.20, las horas en la cuales se encuentra un tráfico alto están comprendidas entre las siete a nueve horas, y las catorce a dieciséis horas, esto se debe a que el mayor acceso al servidor se encuentra en el área de ventanillas y las personas acuden al pago de su planilla eléctrica luego de finalizada su jornada de trabajo.

2.12.2 TRÁFICO DEL SERVIDOR PROXY

El análisis del tráfico del día crítico se produjo el 16 de diciembre del 2014, en donde se registró el pico máximo que es de 3250 Kbps, con un velocidad de entrada de 944Kbps y una velocidad de salida de 2306 kbps.

Tráfico del servidor de proxy días críticos (Kbps)						
Hora	14 Julio	12 Agosto	11 Septiembre	13 Octubre	10 Noviembre	16 Diciembre
7:00	323	471	309	250	467	310
8:00	724	503	512	605	419	803
9:00	2504	3076	2703	3011	1716	3250
10:00	1696	1445	2520	2385	2245	2699
11:00	1711	1482	1592	1396	1325	484

12:00	387	2805	776	1902	1952	375
13:00	992	1445	2063	2203	2379	3025
14:00	260	1302	2507	1421	1403	1314
15:00	1286	657	827	682	1110	1185
16:00	1379	2699	1923	1875	1734	1442
17:00	659	1563	2620	1575	2575	2359
18:00	131	172	88	70	106	148

Tabla 2.11 Tráfico de entrada y salida de los días con mayor valor de Julio a Diciembre del 2014 en el Servidor de *Proxy*

A continuación se detallan los datos del acceso al servidor *proxy* en la semana del 15 al 19 de diciembre del 2014 en la cual se presenta mayor tráfico de red.

Fecha	Hora	Tráfico de Entrada (kbps)	Tráfico de Salida (Kbps)	Suma (Kbps)
15/12/2014	7:00	41	87	128
	8:00	602	77	679
	9:00	835	2222	3057
	10:00	970	1470	2440
	11:00	260	680	940
	12:00	138	450	588
	13:00	1039	1831	2870
	14:00	840	317	1157
	15:00	921	139	1060
	16:00	612	688	1300
	17:00	1288	911	2199
	18:00	234	458	692
16/12/2014	7:00	133	177	310
	8:00	658	145	803
	9:00	944	2306	3250
	10:00	1132	1567	2699
	11:00	380	104	484
	12:00	255	120	375
	13:00	1102	1923	3025
	14:00	902	412	1314

	15:00	996	189	1185
	16:00	710	732	1442
	17:00	1397	962	2359
	18:00	94	54	148
17/12/2014	7:00	60	97	157
	8:00	563	94	657
	9:00	889	1987	2876
	10:00	1048	1493	2541
	11:00	264	19	283
	12:00	183	68	251
	13:00	1035	1862	2897
	14:00	799	354	1153
	15:00	921	111	1032
	16:00	652	688	1340
	17:00	1283	891	2174
	18:00	42	23	65

Fecha	Hora	Tráfico de Entrada (kbps)	Tráfico de Salida (Kbps)	Suma (Kbps)
18/12/2014	7:00	13	130	143
	8:00	548	66	614
	9:00	890	1235	2125
	10:00	987	1200	2187
	11:00	299	43	342
	12:00	135	44	179
	13:00	982	1845	2827
	14:00	793	320	1113
	15:00	919	121	1040
	16:00	627	685	1312
	17:00	1317	865	2182
	18:00	14	34	48
19/12/2014	7:00	69	135	204
	8:00	589	60	649
	9:00	1456	1589	3045
	10:00	1013	1235	2248
	11:00	273	13	286
	12:00	202	40	242
	13:00	1031	1853	2884
	14:00	798	362	1160
	15:00	891	131	1022
	16:00	645	634	1279
	17:00	1331	880	2211
	18:00	43	124	167

Tabla 2.12 Tráfico de entrada y salida del 15 al 19 de diciembre del 2014 en el servidor de *Proxy*

Fecha	Hora	Tráfico de Entrada (kbps)	Tráfico de Salida (Kbps)	Suma (Kbps)
15/12/2014	9:00	835	2222	3057

	10:00	970	1470	2440
	13:00	1039	1831	2870
16/12/2014	9:00	944	2306	3250
	10:00	1132	1567	2699
	13:00	1102	1923	3025
17/12/2014	9:00	889	1987	2876
	10:00	1048	1493	2541
	13:00	1035	1862	2897
18/12/2014	9:00	890	1235	2125
	10:00	987	1200	2187
	13:00	982	1845	2827
19/12/2014	9:00	1456	1589	3045
	10:00	1013	1235	2248
	13:00	1031	1853	2884

Tabla 2.13 Tráfico crítico acceso al servicio de Internet en el mes de Diciembre

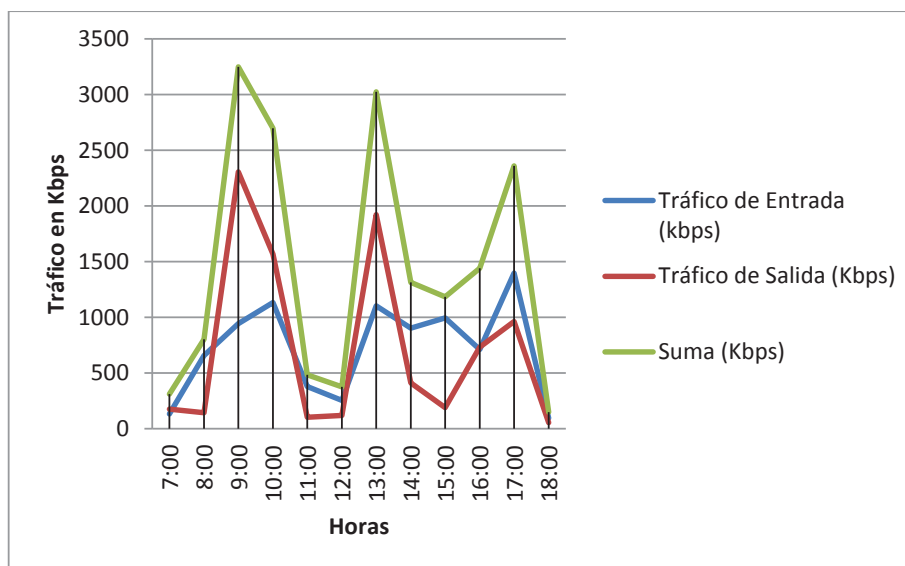


Figura 2.21 Tráfico de velocidad vs tiempo día crítico

En la figura 2.21, se observa las horas pico de utilización del canal, las cuales son 9:00, 13:00 y las 17:00 horas. La institución al ser una distribuidora y generadora de energía está sujeta al Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, por lo cual tiene que cargar archivos al SISDAT (Sistematización de Datos del Sector Eléctrico), por lo cual la capacidad del canal de salida es mayor que el de entrada. Para hallar el tráfico promedio máximo ($T_{\text{máx}}$) y mínimo ($T_{\text{mín}}$) de Internet, así como de acceso al servidor de aplicaciones, se tomarán cuatro valores más altos y los cuatro más bajos de las tablas 2.8 y 2.11.

SERVIDOR PROXY						SERVIDOR APLICACIONES					
Valores Máximos			Valores Mínimos			Valores Máximos			Valores Mínimos		
FECHA	HORA	Kbps	FECHA	HORA	Kbps	FECHA	HORA	Kbps	FECHA	HORA	Kbps
12-ago	9:00	3076	14-jul	18:00	131	12-ago	15:00	2450	12-ago	18:00	52
13-oct	9:00	3011	11-sep	18:00	88	16-dic	8:00	2492	11-sep	18:00	63
16-dic	9:00	3250	13-oct	18:00	70	16-dic	14:00	2725	13-oct	18:00	57
16-dic	13:00	3025	10-nov	18:00	106	16-dic	15:00	2560	16-dic	18:00	70

Tabla 2.14 Tabla de valores representativos para cálculo del tráfico de red

Internet:

$$T_{\text{máx}} = \frac{3250 + 3076 + 3011 + 3025}{4} = 3090,5 \text{ Kbps}$$

$$T_{\text{mín}} = \frac{131 + 88 + 70 + 106}{4} = 98,75 \text{ Kbps}$$

Acceso al servidor de Aplicaciones:

$$T_{\text{máx}} = \frac{2492 + 2725 + 2560 + 2450}{4} = 2556,75 \text{ Kbps}$$

$$T_{\text{mín}} = \frac{52 + 63 + 57 + 70}{4} = 60,5 \text{ Kbps}$$

Ítem	Tráfico Promedio Máximo (Kbps)	Tráfico Promedio Mínimo (Kbps)	Promedio (Kbps)
Internet	3090,5	98,75	1594,6
Acceso al servidor	2556,8	60,5	1308,6
Total	5647,3	159,25	2903,3

Tabla 2.15 Resumen de tráfico de ELEPCO S.A.

La utilización promedio máxima del canal considerando el tráfico de acceso al servidor de aplicaciones es de 2556,75 Kbps; mientras que la velocidad de transmisión para el acceso a Internet es de 3090,5 Kbps, por lo que se puede concluir que para Internet, se supera la capacidad contratada que es de 2000 kbps.

En lo referente a la intranet, esta podría soportar el flujo de información, pero debido al estado actual de las instalaciones y equipos, no ofrece una garantía para futuras prestaciones que requieren calidad de servicio, priorización de tráfico y flujo de información permanente.

2.12.3 SISTEMA TELEFÓNICO

El servicio de voz está implementado por un sistema analógico, el cual se encuentra funcionando y es el que permite la comunicación de voz dentro y fuera de la empresa.

Este sistema cuenta con su propia infraestructura de cableado independiente de la red de datos. En el Anexo B, se listan las extensiones del sistema telefónico y en la figura 2.22, se muestra la central telefónica empleada en ELEPCO S.A.

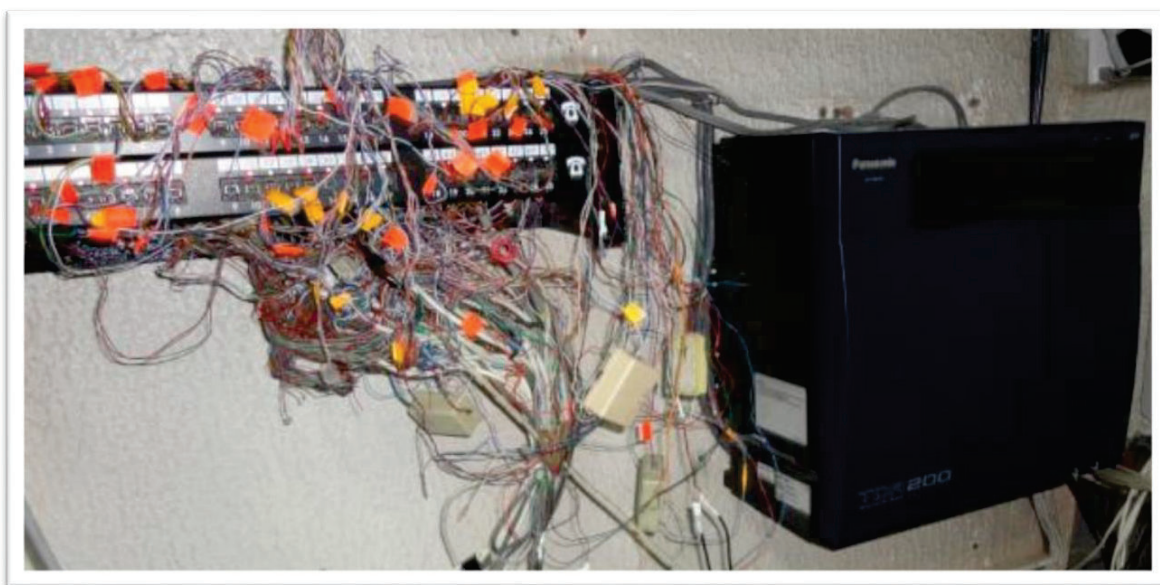


Figura 2.22 Sistema Telefónico de ELEPCO S.A.

El sistema telefónico es administrado por una empresa externa, la cual implementó el sistema y es la encargada de su mantenimiento y correcto funcionamiento.

Al momento de tener errores en la línea, la respuesta de la empresa no llega de inmediato, por lo tanto el proyecto está enfocado al diseño de una red convergente la cual permita una administración centralizada de voz, datos y video.

En toda la institución se emplean teléfonos analógicos, la red telefónica no cuenta con un cableado adecuado, debido a que las extensiones telefónicas llegan al usuario directamente.

Al momento la institución cuenta con 61 extensiones y 8 líneas directas, para dar servicio a 101 usuarios activos que se encuentran en el Bloque A y Bloque B, ocasionando que el número de extensiones telefónicas con relación a la cantidad de usuarios sea menor, provocando pérdida de recursos, ya que los usuarios deben esperar para realizar o recibir llamadas.

2.12.3.1 Tráfico de Voz

Departamento	INTERNAS (Por día)		EXTERNAS (por día)	
	ENTRANTES	SALIENTES	ENTRANTES	SALIENTES
Informática	40	30	15	8
Jefatura de Clientes	15	20	26	34
Atención al cliente	37	11	14	11
Ventanillas	14	17	29	22
Cartera y Agencias	25	10	28	21
Dirección Comercial	16	20	19	15
Grandes Clientes	14	15	21	14
Servicios Generales	12	8	8	15
Trabajo Social	14	25	14	17
Jefe de Personal	8	18	19	10
Sindicato	17	9	6	19
Estudio Técnico	20	14	14	15
Dirección de Planificación	16	5	21	28
Unidad de coactivas	14	12	14	21
Secretaría de Relaciones I.	10	16	8	4
Director de Relaciones Industriales	11	23	17	15
Relaciones Públicas	13	27	14	16
Personal	27	7	6	23
Contabilidad	23	22	4	20
Dirección Financiera	8	4	23	23
Presupuesto	20	20	26	21
Tesorería	11	6	19	17
Adquisiciones	7	22	15	22
FERUM	4	6	4	14
Dirección de Generación	5	4	7	12
Auditoría Interna	11	26	7	5
Asesoría Jurídica	18	12	16	15
Departamento Médico	6	8	4	5
Dirección Técnica	25	6	10	24
Presidencia	30	24	5	15
Asesoría Presidencia	19	5	10	4

Departamento	INTERNAS (Por día)		EXTERNAS (por día)	
	ENTRANTES	SALIENTES	ENTRANTES	SALIENTES
Secretaría General	18	24	4	8
TOTAL	528	476	447	513

Tabla 2.16 Registro de llamadas internas y externas de ELEPCO S.A

Cualquier llamada interna o externa, se comunica al auxiliar administrativo quien se encarga de direccionar hacia las diferentes extensiones, también es el responsable de orientar las extensiones hacia el exterior.

Algunos departamentos poseen líneas directas, como por ejemplo: el Centro de Cómputo, Presidencia Ejecutiva, Cartera y Agencias, Presupuesto, Dirección Financiera y Dirección de Relaciones Laborables. En la tabla 2.16 se detallan el número de llamadas que se realizan al interior de la institución y hacia el exterior, cada una de las llamadas tiene una duración promedio de 5 minutos.

El análisis del tráfico de voz se lo realizó mediante un registro de las llamadas internas y externas, proporcionadas por el asistente administrativo, las cuales se las registra en una hoja de Excel, de acuerdo a la tabla 2.16, diariamente se realizan alrededor de 1004 llamadas internas y 960 llamadas externas entre las que se tienen regionales, nacionales y a celulares.

2.13 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE ELEPCO S.A.

Tomando como referencia lo analizado en las secciones anteriores, infraestructura, topología física y lógica, aplicaciones, servicios y telefonía, se presenta la necesidad de realizar el diseño de una red convergente ya que los dispositivos no soportan el tráfico que los usuarios generan en cada área, tampoco son administrables, por lo cual no se reutilizarán los dispositivos de red. A continuación se listan los problemas encontrados:

2.13.1 SEGÚN LA NORMA ANSI/TIA 568 C.1.

- No existe posibilidad de crecimiento, tampoco de movilidad debido a que no existe puntos de red libres en las diferentes áreas de trabajo.

- No se distingue un cableado horizontal o vertical como tal, ya que no se tiene cuarto de telecomunicaciones.
- No se considera la separación que debe existir entre la red de datos y la eléctrica para que no exista interferencias.
- Una vez dentro del departamento del centro de cómputo el acceso al servidor y los equipos de red es sencillo.
- La sala de equipos no posee iluminación adecuada, y existen varios cables de red sueltos, sin utilidad alguna.
- No posee elementos de cableado estructurado esenciales como *faceplate*, ubicados en la pared, o *patch cord* certificados, debido a que existen usuarios que acceden a la red mediante un cable conectado directamente al *switch* más cercano o al que posea puertos libres y funcionales.
- No se cuenta con respaldos UPS para los equipos de interconexión.

2.13.2 SEGÚN LA NORMA ANSI/TIA 568 C.2.

- ELEPCO S.A opera con cable UTP cat 5 y 5e, debido al paso del tiempo, la humedad presente este se encuentra deteriorado.
- No se toma en cuenta la separación máxima que se debe tener entre el área de trabajo y el *face plate* establecida por el estándar.

2.13.3 SEGÚN LA NORMA EIA/TIA 569 A

- No se emplean canaletas decorativas, tuberías *patch panels*, organizadores de cables.
- El cableado de datos no ofrece protección, porque atraviesan hacia las diferentes oficinas de forma directa, entre el dispositivo de red y el usuario, o por orificios en la pared.
- No existen una separación entre los cables de telecomunicaciones y cables de energía eléctrica, por tanto no se respetan radios de curvatura máximos, tampoco número de cables en ductos y tuberías.

- No existen cajas de paso, debido a que los usuarios de red se conectan directamente al *switch* más cercano o aquel que posea puertos libres.
- No existen canaletas, por lo cual los cables exceden los radios de curvaturas indicadas en el estándar.

2.13.4 SEGÚN LA NORMA EIA/TIA 606 A

- Existen cables de red y telefónicos que no se encuentran conectados, tampoco etiquetados.
- No se cuentan con ningún tipo de etiquetado, en las áreas de trabajo ni en el cuarto de equipos debido a que la red se ha ido implementando según las crecientes necesidades de la institución y sin guardar orden.

2.13.5 SEGÚN LA NORMA EIA/TIA 607 B

- ELEPCO S.A., no cuenta con un sistema de puesta a tierra en los equipos de conexión, por lo que son vulnerables a sobre voltajes, pudiendo esto ocasionar pérdidas económicas y de información.

2.13.6 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

La institución opera con equipos de ocho y dieciséis puertos, excepto en el cuarto de equipos, en donde se encuentra dispositivos de 48 puertos, de ellos algunos tienen puertos dañados impidiendo el crecimiento de nuevos usuarios de red; además los dispositivos en su mayoría no son administrables, y no pueden manejar características adicionales de red como *VLANs*, calidad de servicio, priorización del tráfico, entre otras; impidiendo de esta forma que la red soporte servicios adicionales como por ejemplo voz y video.

2.13.7 ANÁLISIS A NIVEL DE LA RED LÓGICA

La institución no cuenta con servidores que permitan la administración de usuarios de red y gestión de direcciones IP, por lo cual surge la necesidad de dimensionar servidores que permitan superar estos inconvenientes. El tráfico se ve afectado en ciertas horas del día, ya que existen usuarios que emplean el Internet con

propósitos ajenos a lo laboral, saturando el canal. ELEPCO S.A utiliza actualmente telefonía analógica, la cual presenta inconvenientes como: extensiones telefónicas inferiores al número de usuarios, difícil de identificar, mantenimiento y solución de problemas sujeto a empresas externas.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

3.1 VISIÓN GENERAL

El edificio matriz de ELEPCO S.A. está formado por dos bloques A y B, en el primero laboran los departamentos de Jefatura de Clientes, Centro de Cómputo; en el primer piso Ventanillas, Dirección Comercial, Grandes Clientes, Cartera y Agencias; en el segundo piso Dirección de Planificación, Estudios Técnicos, Talento Humano; en el tercero Contabilidad, Adquisiciones, Tesorería, Dirección Financiera, FERUM, y Presupuesto. En el bloque B, operan: Dirección de Generación, Auditoría Interna, Asesoría Jurídica, Departamento Médico; en el segundo piso Dirección Técnica y en el Tercero Presidencia y Secretaria General. Los bloques A y B se encuentran separados por un pasaje de aproximadamente 13,5m de ancho.

3.2 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA RED

Una vez determinado los problemas de red, ésta presenta los siguientes requerimientos:

- Diseñar un sistema de cableado estructurado, detallando los puntos de datos y voz que se implementarán en cada departamento tanto del bloque A como del bloque B, así como los elementos pasivos necesarios (*faceplate, patch cord, cajetines, etc.*)
- Implementar *rack* abatibles de pared en cada piso, brindado protección y orden a los dispositivos de red, en lo referente al cableado vertical se utilizará tuberías Conduit entre los *racks* de cada piso.
- Instalar canaletas decorativas en cada punto de red, separando así los puntos de red de las tomas de energía eléctrica.
- Instalar UPS en cada *Rack* de los pisos, consiguiendo así respaldo de energía eléctrica.
- Instalar una puerta con llave, y llevar un registro de las personas que ingresan y la actividad que van a realizar en el cuarto de equipos.

- Colocar *patch panels*, organizadores de cables, regletas de corrientes, en el cuarto de equipos, asegurando su correcto funcionamiento.
- Utilizar cable UTP cat 6, para el cableado horizontal y vertical, debido a las ventajas que este presenta y a que las distancias entre dispositivos de interconexión no superan los 100m.
- Instalar cajas de paso para unir diferentes tramos de canalización facilitando el tendido de los cables.
- Diseñar un sistema de etiquetado que permita identificar de forma expedita algún daño en la red, ya sea en área de trabajo como en los *racks* de pared.
- Instalar un sistema de puesta a tierra, para prevenir riesgos eléctricos y garantizar que el ruido electromagnético no interfiera con la transmisión de datos.
- Implementar equipos de red, que permitan trabajar con servicios de voz datos y video, sin perjudicar el desempeño de la red, manejando protocolos de calidad de servicios.
- Mantener escalabilidad en los dispositivos de conexión con la finalidad de permitir el crecimiento de red.
- La seguridad se manejará mediante un conjunto de reglas y normativas sobre el uso de los recursos y servicios de red que deberán ser cumplidos a cabalidad, para obtener una correcta administración de la red. La seguridad lógica se manejará mediante la implementación de un antivirus corporativo y un firewall que garantice confianza en los datos.
- Al utilizar telefonía IP, se reduce costos de funcionamiento en comparación a la telefonía analógicas, ya que esta puede operar sobre la red de datos, por tanto no se necesita infraestructura física adicional, para agregar extensiones que estén acorde al número de usuarios de red.
- Dimensionar servidores que permitan la administración de usuarios de red con cuentas y claves, asignando privilegios a los diferentes tipos de clientes; esto incluye una gestión de direcciones IP.

- Diseñar un sistema de video vigilancia para garantizar la seguridad de la institución, así como de los usuarios de la misma.

3.3 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE USUARIOS EN LA RED DE DATOS

El crecimiento del número de usuarios en los próximos años (Tabla 3.1), es un factor determinante ya que establece la elección de la tecnología de comunicación y el diseño de la red. En ELEPCO S.A., dicho crecimiento ha ocasionado que algunas áreas sean reubicadas en otras instalaciones fuera del edificio matriz, para albergar a nuevo personal.

Año	Usuarios
2008	88
2009	92
2010	95
2011	97
2012	101
2013	105
2014	112
2015	117
2016	125
2017	131
2018	138
2019	144
2020	149
2021	156
2022	163
2023	168

Tabla 3.1 Número de usuarios de red [35]

Por lo tanto la red de datos debe tomar en cuenta su crecimiento, para seguir con su funcionamiento normal, considerando que el sistema no se vea afectado mientras se realizan incrementos en el número de usuarios y de servicios. Se establece un crecimiento de usuarios del 5% anual, proyectado a 10 años que se considera la vida útil del cableado estructurado, basado en datos obtenidos del Departamento de Personal de ELEPCO SA.

Piso	Departamento	Usuarios actuales	Escalabilidad
Subsuelo	Centro de Cómputo	4	6
	Jefatura de Clientes	6	8
	Sala de Equipos	2	4
	TOTAL	12	18
Primero	Atención al cliente	3	6
	Ventanillas	5	10
	Call Center	1	2
	Cartera y Agencias	3	6
	Dirección Comercial	2	4
	Grandes Clientes	4	6
	Servicios Generales	2	4
	TOTAL	20	38
Segundo	Trabajo Social	2	4
	Jefe de Personal	1	1
	Sindicato	1	4
	Estudio Técnico	5	8
	Dirección de Planificación	2	6
	Unidad de coactivas	2	4
	Dirección de Relaciones	2	3
	Relaciones Públicas	1	2
	Personal	3	4
TOTAL	19	36	
Tercero	Contabilidad	7	11
	Dirección Financiera	2	3
	Presupuesto	1	1
	Tesorería	5	7
	Adquisiciones	3	5
	FERUM	2	3
	TOTAL	20	30
TOTAL BLOQUE A		71	122

Tabla 3.2 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro – Bloque A

	Departamento	Usuarios actuales	Escalabilidad
Primero	Dirección de Generación	3	6
	Auditoría Interna	3	5
	Asesoría Jurídica	3	5
	Departamento Médico	2	2
	TOTAL	11	18
Segundo	Dirección Técnica	12	20
	TOTAL	12	20
Tercero	Presidencia	2	2
	Asesoría Presidencia	1	2
	Sala de reuniones	2	2
	Secretaría General	2	2
	TOTAL	7	8
TOTAL BLOQUE B		30	46

Tabla 3.3 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro – Bloque B

Ubicación	Usuarios Actuales	Escalabilidad
Bloque A	71	122
Bloque B	30	46
Total	101	168

Tabla 3.4 Número de usuarios actuales y escalabilidad a futuro de ELEPCO S.A.

Las tablas 3.2, 3.3 y 3.4, presentan los usuarios actuales y futuros tanto del bloque A y del bloque B con sus respectivos departamentos.

3.4 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

Por lo analizado en el capítulo dos, se ha visto la necesidad de realizar el diseño de una red convergente, que satisfaga las necesidades presentes y futuras de los usuarios de red.

El diseño debe garantizar una operatividad de 10 años cumpliendo las normas ANSI/TIA 568-C, EIA/TIA 569 A, EIA/TIA 606 A y EIA/TIA 607.

El bloque A cuenta con cuatro pisos, los puntos de datos y de voz se distribuirán en cada departamento, de tal forma que cada persona que posea un escritorio tendrá un punto de datos y uno de voz, estos se conectarán al *rack* de pared que se colocará en cada uno de los pisos.

Excepto en el subsuelo, en donde se encuentra el centro de cómputo, en el cual se ubicará el cuarto de equipos, los usuarios de este departamento, así como los de jefatura de clientes, se conectarán al *Rack* de equipos de comunicaciones directamente.

El bloque B posee 3 pisos, los usuarios tendrán un punto de datos y uno de voz distribuidos según su espacio de trabajo, todos se conectarán al *Rack* abatible de pared que tendrán en su respectiva planta.

3.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE RED

3.5.1 BLOQUE A

En esta infraestructura se concentrarán todos los servicios de red para toda la institución. Cada piso tendrá un *rack* abatible de pared, el cableado horizontal y vertical será mediante cable UTP categoría 6, para lo cual se escogerá *switches* de capa dos.

3.5.1.1 Subsuelo

En este piso se encuentran los departamentos de Jefatura de Clientes y Centro de Cómputo, en este último se encuentra la Sala de equipos. En cada departamento existen varias oficinas divididas por cubículos, se instalará un punto de datos y uno de voz por cada oficina, y se instalará un punto de video a la entrada del departamento del centro de cómputo. En total en este piso se tendrán 27 puntos de red, entre voz, datos y video (Tabla 3.5).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Subsuelo	Centro de Cómputo	6	3	1	10
	Jefatura de Clientes	8	5	0	13
	Sala de Equipos	4	0	0	4
Total		18	8	1	27

Tabla 3.5 Puntos de datos, voz y video del subsuelo Bloque A

3.5.1.2 Primer Piso

En esta sección funcionan los departamentos de Atención al cliente, Ventanillas, Call Center, Cartera y Agencias, Dirección Comercial, Grandes Clientes y Servicios Generales.

En total se instalarán 57 puntos de red (Tabla 3.6), de los cuales 4 puntos son de video, 3 de ellos se ubicarán en el área de Ventanillas y el sobrante en el *Call center*, el cual se encuentra en la recepción del Bloque A.

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Primero	Atención al cliente	6	2	0	8
	Ventanillas	10	0	3	13
	Call Center	2	1	1	4
	Cartera y Agencias	6	4	0	10
	Dirección Comercial	4	2	0	6
	Grandes Clientes	6	4	0	10
	Servicios Generales	4	2	0	6
	Total		38	15	4

Tabla 3.6 Puntos de datos, voz y video del primer piso Bloque A

3.5.1.3 Segundo Piso

En esta planta laboran los departamentos de: Trabajo Social, Jefe de Personal, Sindicato, Estudio Técnico, Dirección de Planificación, Unidad de Coactivas, Dirección de Relaciones Industriales, Relaciones Públicas y Personal; se requieren 63 puntos de red entre voz y datos (Tabla 3.7).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Segundo	Trabajo Social	4	2	0	6
	Jefe de Personal	1	1	0	2
	Sindicato	4	2	0	6
	Estudio Técnico	8	7	0	15
	Dirección de Planificación	6	4	0	10
	Unidad de coactivas	4	3	0	7
	Dirección de Relaciones Industriales	3	3	0	6
	Relaciones Públicas	2	2	0	4
	Personal	4	3	0	7
Total		36	27	0	63

Tabla 3.7 Puntos de datos, voz y video del Segundo piso Bloque A

3.5.1.4 Tercer Piso

En este piso se encuentran los departamentos de: Contabilidad, Adquisiciones, Tesorería, Dirección Financiera, FERUM, Presupuesto; para los cuales se instalarán 55 puntos de red, incluyendo un punto de video para el departamento de Tesorería (Tabla 3.8).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Tercero	Contabilidad	11	10	0	21
	Dirección Financiera	3	2	0	5
	Presupuesto	1	1	0	2
	Tesorería	7	5	1	13
	Adquisiciones	5	3	0	8
	FERUM	3	3	0	6
Total		30	24	1	55

Tabla 3.8 Puntos de datos, voz y video del Tercer piso Bloque A

3.5.2 BLOQUE B

3.5.2.1 Primer Piso

En este piso laboran los departamentos: Dirección de Generación, Auditoría Interna, Asesoría Jurídica, Departamento Médico; para lo cual se instalarán 29 puntos de red (Tabla 3.9).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Primero	Dirección de Generación	6	3	0	9
	Auditoría Interna	5	3	0	8
	Asesoría Jurídica	5	3	0	8
	Departamento Médico	2	2	0	4
Total		18	11	0	29

Tabla 3.9 Puntos de datos, voz y video del Primer piso Bloque B

3.5.2.2 Segundo Piso

En este piso se encuentra el departamento de Dirección Técnica, para el cual se instalarán 30 puntos de red (Tabla 3.10).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Segundo	Dirección Técnica	20	10	0	30
Total		20	10	0	30

Tabla 3.10 Puntos de datos, voz y video del Segundo piso Bloque B

3.5.2.3 Tercer Piso

En este piso se encuentra: Presidencia, Asesoría de presidencia, Sala de reuniones y Secretaría General; para lo cual se instalarán 8 puntos de red, 6 de voz y un punto de video para presidencia ejecutiva (Tabla 3.11).

Piso	Departamento o Dirección	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Tercero	Presidencia	2	2	1	5
	Asesoría de presidencia	2	1	0	3
	Sala de reuniones	2	1	0	3
	Secretaría General	2	2	0	4
Total		8	6	1	15

Tabla 3.11 Puntos de datos, voz y video del Tercer piso Bloque B
A continuación se presenta la tabla 3.12, con el resumen de los puntos de datos, voz y video a instalar en ELEPCO S.A, que en total suman 276 puntos.

Ubicación	Piso	Puntos de Datos	Puntos de Voz	Cámaras IP	TOTAL
Bloque A	Subsuelo	18	8	1	27
	Primero	38	15	4	57
	Segundo	36	27	0	63
	Tercero	30	24	1	55
Bloque B	Primero	18	11	0	29
	Segundo	20	10	0	30
	Tercero	8	6	1	15
TOTAL		168	101	7	276

Tabla 3.12 Puntos totales de datos, voz y video de ELEPCO S. A.

3.6 DISEÑO DE LA RED PASIVA

ELEPCO S.A., trabajará con topología en estrella jerárquica, aplicando el sistema de Cisco que se basa en capas: Core, Distribución y Acceso. Los subsistemas a tomar en cuenta en el diseño de la red pasiva según la norma ANSI/TIA 568-C.1 son:

- Cableado Horizontal.

- Canalización
- Cableado Vertical.
- Cuarto de Telecomunicaciones.
- Cuarto de Equipos.
- Acometida.

3.6.1 CABLEADO HORIZONTAL

Se empleará cable UTP categoría 6 para enlazar los *Rack* de pared con las áreas de trabajo en cada departamento. Los *patch cord* que conectan las áreas de trabajo con el *Rack* de piso, irán protegidos mediante canaletas ubicadas en los vértices entre paredes y techo, cuyo tamaño dependerá del número de cables que se necesite transportar cumpliendo con los estándares de cableado estructurado.

Para calcular el número de rollos de cable UTP, se utilizará el método de aproximación [5], donde se consideran las distancias mínimas y máximas que recorrerá desde el *Rack* abatible de pared correspondiente hasta el área de trabajo, luego de lo cual se obtendrá el promedio.

Es decir para el cálculo de la distancia promedio por punto, se utilizará la fórmula:

$$Distancia\ Promedio = \frac{distancia\ máxima + distacia\ mínima}{2}$$

La longitud de rollo de cable UTP categoría 6 es de 305 metros, la cual es una medida estándar. El número de puntos de red a instalarse para el cálculo de rollos de cable están descritos en la tabla 3.12.

Se establece dejar un factor de holgura de 10 % para contemplar el respectivo enrutamiento de subida y bajada hacia la salida de telecomunicaciones así como al gabinete. La fórmula a utilizar será la siguiente [5]:

$$Distancia\ Promedio = \frac{distancia\ máxima + distacia\ mínima}{2} * 110\%$$

Las tablas 3.13 y 3.14, presentan el cálculo de las distancias promedio de acuerdo a los planos del anexo A.1 al A.7.

PISO	Distancia Mínima (m)	Distancia Máxima (m)	Distancia Promedio (m)	Distancia Promedio + 10% de Holgura (m)
Subsuelo	4,83	30,56	17,69	19,46
Primer Piso	4,2	32,51	18,36	20,19
Segundo Piso	1,65	60,38	31,02	34,12
Tercer Piso	4,33	58,27	31,3	34,43

Tabla 3.13 Cálculo de la distancia promedio del Bloque A

PISO	Distancia Mínima (m)	Distancia Máxima (m)	Distancia Promedio (m)	Distancia Promedio + 10% de Holgura(m)
Primer Piso	5,86	30,73	18,295	20,13
Segundo Piso	8,05	45,02	26,535	29,19
Tercer Piso	15,42	50,02	32,72	35,99

Tabla 3.14 Cálculo de la distancia promedio del Bloque B

Obtenida la distancia promedio, se procede a calcular el número de corridas con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de Corridas} = \frac{\text{Longitud del Rollo Cable cat 6A}}{\text{Distancia Promedio 10\% holgura}}$$

$$\text{Número de Corridas} = \frac{305 \text{ metros}}{19,46 \text{ metros}}$$

$$\text{Número de Corridas} = 15,67$$

De la cual se obtiene el número de rollos:

$$\text{Número de Rollos} = \frac{\text{Número de puntos de red}}{\text{Número de corridas}}$$

$$\text{Número de Rollos} = \frac{27}{15}$$

$$\text{Número de Rollos} = 1,8 \rightarrow \mathbf{2 \text{ rollo de cable para el SUBSUELO}}$$

El resultado se aproxima al entero siguiente por encima del valor obtenido.

PISO	Distancia Promedio + 10% de H	Puntos de Red	Número de Corridas	Número de Rollos
Subsuelo	19,46	27	15	2
Primer Piso	20,19	57	15	4
Segundo Piso	34,12	63	8	8
Tercer Piso	34,43	55	8	7
TOTAL				21

Tabla 3.15 Resumen del número de rollos de cable Bloque A

PISO	Distancia Promedio + 10% de H	Puntos de Red	Número de Corridas	Número de Rollos
Primer Piso	20,13	29	15	2
Segundo Piso	29,19	30	10	3
Tercer Piso	35,99	15	8	2
TOTAL				7

Tabla 3.16 Resumen del número de rollos de cable Bloque B

Los cálculos de los números de rollos necesarios para el cableado horizontal del bloque A y B de la empresa, se detallan en la tablas 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16, para la previsión de estos datos se consideró el número de usuarios máximo de la red, ya que el cableado debe garantizar operatividad de al menos 10 años.

3.6.2 CANALIZACIÓN Y ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO

La distribución del cableado horizontal se realizará empleando canaletas decorativas, los tamaños dependerán del números de puntos a instalarse. En la Tabla 3.17, se muestra los tamaños de canaletas que se emplearán.

El cableado vertical se lo transportará por tubo conduit y se emplearán cajas metálicas para la distribución de los cables. En cada piso de los bloques A y B. Las canaletas señaladas en la tabla 3.17 se utilizaron en los bloques A y B.

Medidas Canaletas	Número de Cables
15x10mm	1
20x12mm	3
40x25mm	13
60x22mm	20
65x45mm	30
100x45mm	50
85x50mm	68
130x50mm	104

Tabla 3.17 Capacidad de canaleta PVC [36]

A continuación se presenta un resumen con la cantidad de metros de las canaletas a emplear en el bloque A y bloque B, las medidas de las longitudes fueron tomados de los planos de la institución.

El dato Total, representa la suma de los metros de canaleta necesarios; Número de canaletas de dos metros, es el dato Total dividido para 2, ya que la medida de las canaletas es de 2 m; finalmente el dato Total canaletas, es el número de canaletas multiplicadas por un factor del 15 % de exceso, considerado para posibles errores en la instalación.

Piso	Canaleta 20x12 [m]	Canaleta 40x25 [m]	Canaleta 100x45 [m]
<i>Subsuelo</i>	24,63	37,02	10,82
<i>Primero</i>	103,15	54,95	10,09
<i>Segundo</i>	32,14	106,4	42,43
<i>Tercero</i>	30,2	69,89	48,19
Total [m]	190,12	268,26	111,53
Número de canaletas de 2 m	95,06	134,13	55,765
Total canaletas con exceso 15%	109	154	64

Tabla 3.18 Número de canaletas Bloque A

Piso	Canaleta 20x12 [m]	Canaleta 40x25 [m]	Canaleta 100x45 [m]
<i>Primero</i>	18,1	50,73	4,89
<i>Segundo</i>	14,55	51,69	21,38
<i>Tercero</i>	19,07	45,98	13,88
Total [m]	51,72	148,4	40,15
Número de canaletas de 2 m	25,86	74,2	20,075
Total de canaletas con exceso 15%	30	85	23

Tabla 3.19 Número de canaletas Bloque B

3.6.3 CABLEADO VERTICAL

Se empleará fibra óptica multimodo de 50/125 μm , de 4 hilos, para la instalación del *backbone* entre los dos bloques de la institución; de ellos se emplearán dos hilos, uno para transmisión y el otro para recepción.

Se optó por este medio de transmisión debido a que el cable se lo instalará en forma subterránea y la fibra tiene mayor resistencia. Los enlaces redundantes, se realizarán por dos rutas diferentes, uno de forma subterránea y el otro de forma área mediante tubería.

La tubería vertical estará sujeta a la pared, con lo cual se disminuye el riesgo de manipulación y deterioro debido a las labores cotidianas de la institución o por personas ajenas a la misma (figura 3.1). Se instalará *racks* abatibles de pared, en donde se colocará el equipo activo para la comunicación entre los usuarios de esa planta y permitirá la conexión con los otros pisos.

3.6.4 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

Se define asignar un *rack* abatible de pared que hará las funciones de cuarto de telecomunicaciones por cada piso para cada Bloque, los que contendrán *patch panels*, regletas de energía y organizadores de cables, se instalarán en áreas que ofrezcan seguridad y posibilidad de acceso solo al administrador de la red. (Tabla 3.20 y figura 3.1)

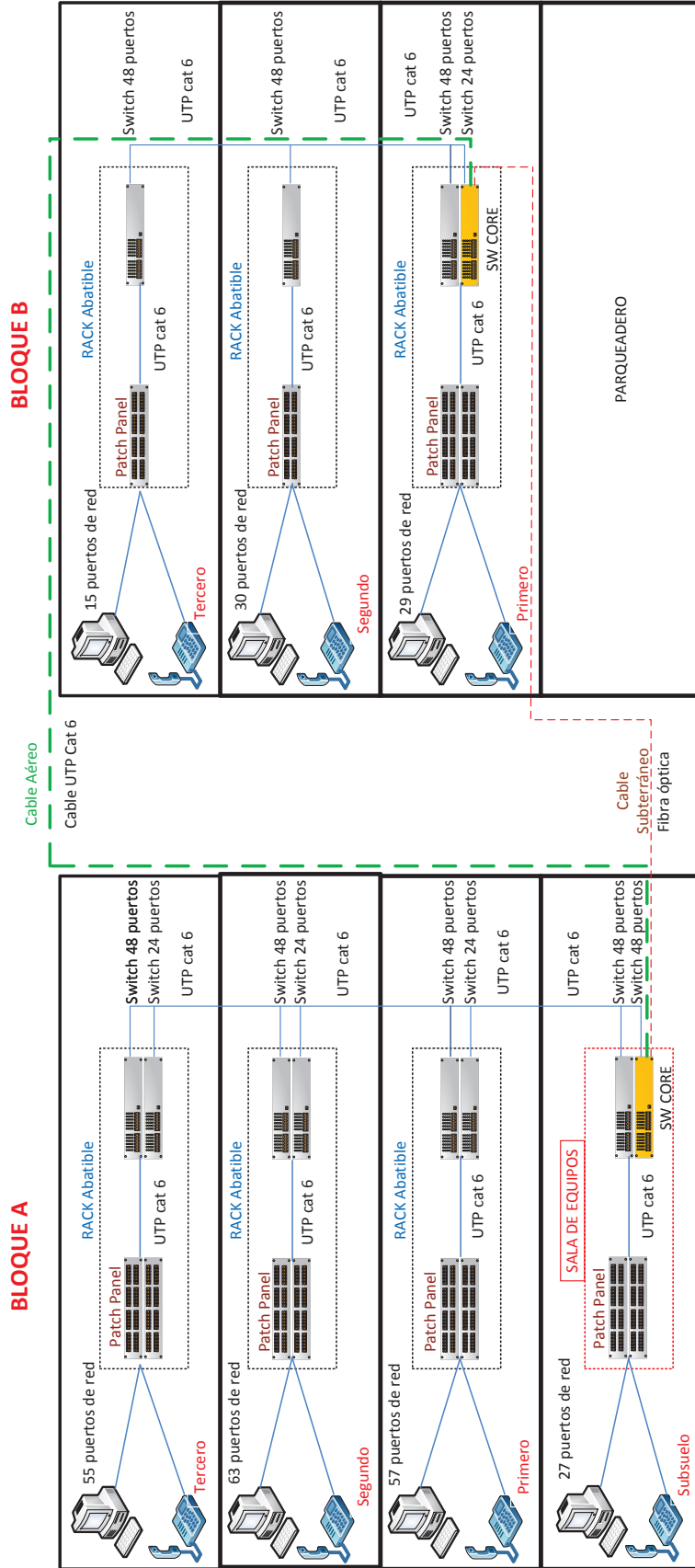


Figura 3.1 Distribución de Racks en la Red ELEPCO S.A

BLOQUE	PISO	Ubicación de los Racks
A	Subsuelo	Cuarto de equipos Centro de Cómputo
	Primero	Servicios Generales
	Segundo	Jefe de Personal
	Tercero	Jefe de Contabilidad
B	Primero	Director de Generación
	Segundo	Director Técnico
	Tercero	Presidencia Ejecutiva

Tabla 3.20 Ubicación de los rack de ELEPCO S.A.

A continuación se detallan los cálculos de las medidas de los *Rack* a emplearse en la institución así como un resumen de los elementos a emplearse en los gabinetes de red (tabla 3.21).

	Ubicación	Ítem	Medidas (U)	Medida RACK Estándar
Bloque A	SUBSUELO (Rack A-0)	3 Switch	6	1 Rack de 42 U
		Patch Panel	5	
		Ordenadores	6	
		Separación	12	
		TOTAL	29	
	PRIMERO (Rack A-1)	2 Switch	4	1 Rack de 25 U
		Patch Panel	3	
		Ordenadores	4	
		Separación	8	
		TOTAL	19	
	SEGUNDO (Rack A-2)	2 Switch	4	1 Rack de 25 U
		Patch Panel	3	
Ordenadores		4		
Separación		8		
TOTAL		19		

	Ubicación	Ítem	Medidas (U)	Medida RACK Estándar
Bloque B	TERCERO (Rack A-3)	1 Switch	2	1 Rack de 25 U
		Patch Panel	2	
		Ordenadores	2	
		Separación	4	
		TOTAL	10	
	PRIMERO (Rack B-1)	2 Switch	4	1 Rack de 25 U
		Patch Panel	4	
		Ordenadores	4	
		Separación	8	
		TOTAL	20	
	SEGUNDO (Rack B-2)	1 Switch	2	1 Rack de 25 U
		Patch Panel	2	
		Ordenadores	2	
Separación		4		
TOTAL		10		
TERCERO (Rack B-3)	1 Switch	2	1 Rack de 25 U	
	Patch Panel	2		
	Ordenadores	2		
	Separación	4		
	TOTAL	10		

Tabla 3.21 Medidas de los Racks a utilizarse en la Red de ELEPCO S.A.

Los racks para el equipamiento serán abatibles de pared, en total siete racks, uno de 42 [U] y los restantes de 25 [U], en las figuras 3.2 en adelante, se detalla la distribución del equipamiento dentro de los gabinetes de pared o piso.

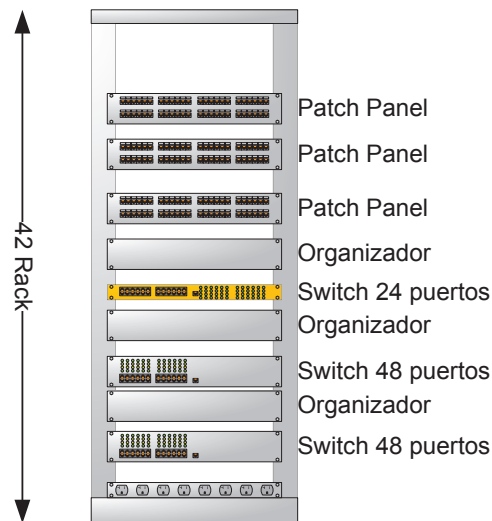


Figura 3.2 Rack de piso, Subsuelo, Bloque A

Para el primer piso se empleará un *rack* de 25 U, que contendrá dos organizadores, dos *patch panels*, y dos equipos de comunicación, uno de *switch* de 24 y otro de 48 puertos (figura 3.3).

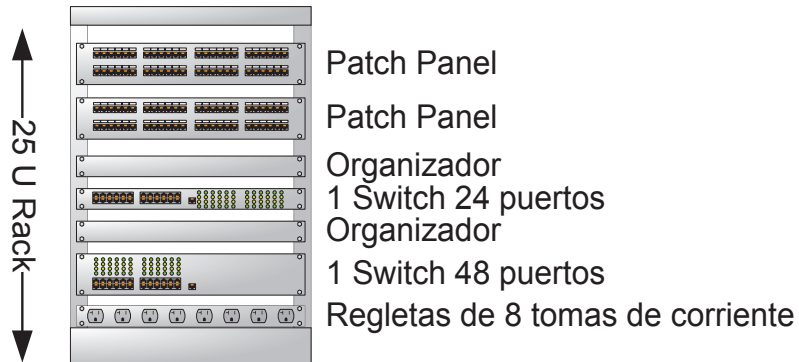


Figura 3.3 Rack abatible de pared, Primer Piso, Bloque A

En el segundo piso se empleará un *rack* de 25 U, con dos organizadores, dos *patch panels*, y dos equipos de comunicación uno de 24 y otro de 48 puertos (figura 3.4)

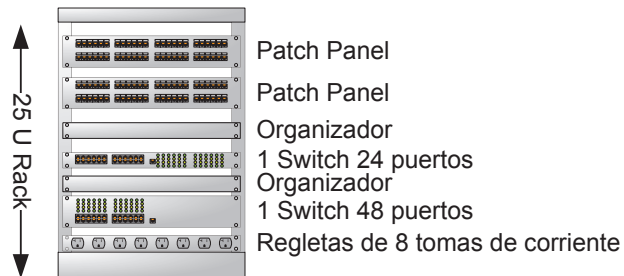


Figura 3.4 Rack abatible de pared, Segundo Piso, Bloque A

Para el tercer piso se utilizará un rack de 25 U, con dos organizadores, dos *patch panels*, y un equipo de conmutación de 48 puertos (figura 3.5).

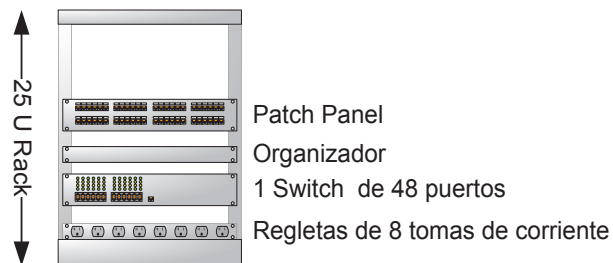


Figura 3.5 Rack abatible de pared, Tercer Piso, Bloque A

En el primer piso de bloque B, se ubicará un rack de 25 U, que contendrá dos organizadores, dos *patch panels*, y dos equipos de comunicación, uno de 24 y otro de 48 puertos, (figura 3.6).

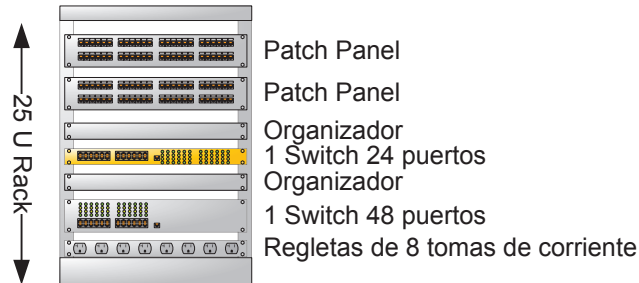


Figura 3.6 Rack abatible de pared, Primer Piso, Bloque B

En el segundo piso del bloque B, se instalará un *rack* de 25 U, un organizador y un *switch* de 48 puertos. (figura 3.7).

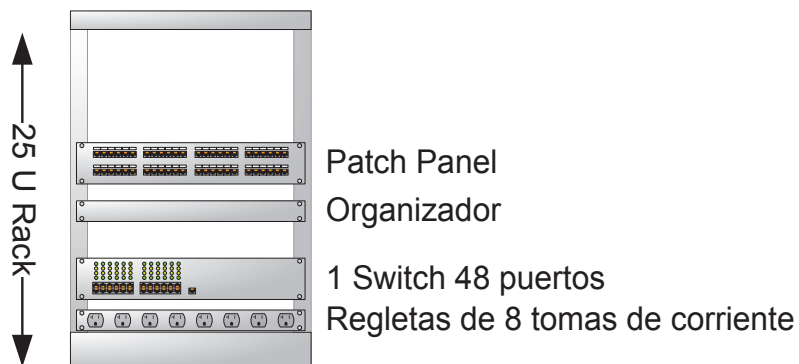


Figura 3.7 Rack abatible de pared, Segundo Piso, Bloque B

En el tercer piso del bloque B, se instalará un *rack* de 12U, que contendrá un organizador, un *patch panel* y un equipo de conmutación de 24 U, (figura 3.8).

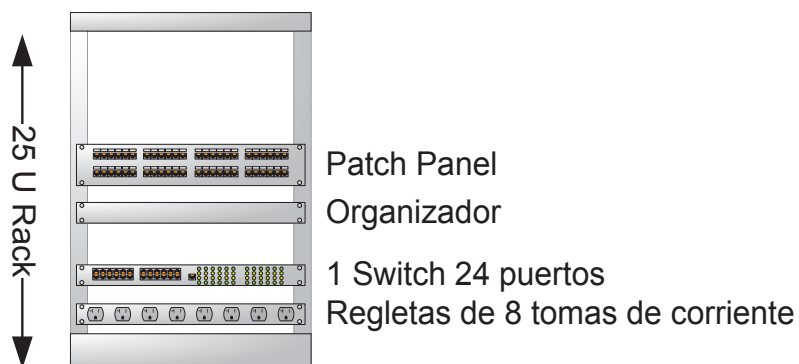


Figura 3.8 Rack abatible de pared, Tercer Piso, Bloque B

En el cableado vertical, el cable a emplear es UTP categoría 6, el cual unirá los enlaces de la red provenientes de los *rack* de cada piso, los cuales se conectan con el *Rack* ubicado en el cuarto de equipos.

En las tablas 3.22 y 3.23 se detalla las distancias existentes entre los cuartos de telecomunicaciones de cada uno de los pisos y el cuarto de equipos ubicado en el bloque A.

BLOQUE A	Cuarto de Equipos (Subsuelo)[m]
Rack Abatible de pared (Primer Piso)	25,76 m
Rack Abatible de pared (Segundo Piso)	14,5 m
Rack Abatible de pared (Tercer Piso)	18,5 m

Tabla 3.22 Cantidad de cable del cableado vertical, Bloque A

BLOQUE B	Cuarto de Equipos (Subsuelo)[m]
Rack Abatible de pared (Primer Piso)	39,5 m
Rack Abatible de pared (Segundo Piso)	33,5m
Rack Abatible de pared (Tercer Piso)	29,5m

Tabla 3.23 Cantidad de cable del cableado vertical. Bloque B

En total para el cableado vertical se necesitan 161.1m, pero al ser enlaces dobles se sería el doble por tanto, se necesita un rollo de cable para el tendido vertical.

3.6.5 CUARTO DE EQUIPOS

El cuarto de equipos de ELEPCO S.A, se mantendrá ubicado en el departamento del Centro Cómputo, ubicado en el subsuelo del bloque A. Este cuarto concentrará los servicios de red, tendrá dos *Rack* uno de equipos de conmutación y otro de servidores.

El armario de comunicaciones dispondrá de dos *switches* de 48 puertos, dos organizadores de cables y dos *patch panels* de 48 puertos, y una regleta de 8 tomas de corriente.

3.6.6 ACOMETIDA

La acometida de la red de datos se mantendrá en el Subsuelo del bloque A, en donde está funcionando el departamento del Centro de Cómputo, ya que presenta seguridad, cercanía a: cableado de *backbone*, servidores y equipos de comunicación de la institución.

Además permitirá a la institución acceder al servicio de Internet proporcionado por la CNT y conexión que comunicará al Bloque A con el Bloque B.

3.6.7 CONSIDERACIONES GENERALES

Se aplicarán tanto para la sala de equipos, así como también a los *racks* de pared de cada piso y de cada bloque.

3.6.7.1 Iluminación

La iluminación adecuada es necesaria para instalar y mantener las terminaciones de cable. Las lámparas de iluminación deben montarse en el techo estructural puesto que no se recomiendan los techos falsos, debido a que no ofrecen seguridad en la colocación de las lámparas.

3.6.7.2 Sistema de potencia

En lo referente a la energía se puede considerar que la institución cuenta con respaldo en el cuarto de equipos, mediante UPS y en los equipos de comunicación mediante la central a diésel que abastece de suministro de energía en el bloque A y bloque B.

3.6.7.3 Aterrizaje para protección de los equipos

El sistema de puesta a tierra es de vital importancia debido a que protege a los equipos de comunicación ante posibles descargas eléctricas. En la figura 3.9, se puede observar la distribución de las puestas a tierra de cada piso y de cada bloque.

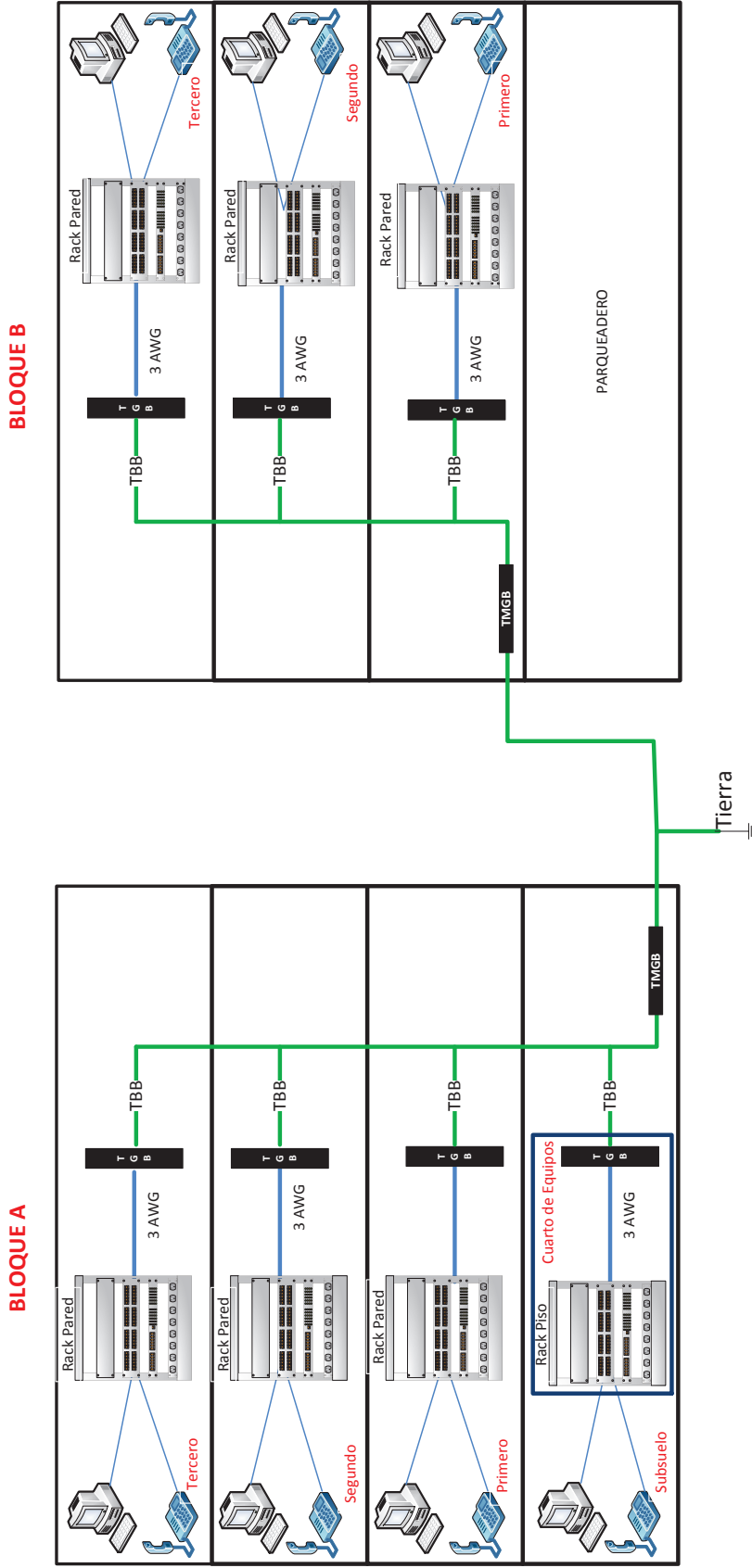


Figura 3.9 Diagrama de Puesta a Tierra de ELEPCO S.A

- TMGB: Barra principal de puesta a tierra.
- TGB: Barra de puesta a tierra
- TBB: Unión vertical para telecomunicaciones

Se colocará un sistema de puesta a tierra general para los dos Bloques, y por cada piso se instalará un sistema de aterrizaje que se unirá al general formando un solo circuito.

Desde cada gabinete saldrá un cable conductor de 3 AWG hacia los TGB, los cuales mediante los TBB se conectarán a la TMGB general de los dos Bloques.

3.7 ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo comprende la distancia que va desde el *faceplate* hasta el equipo final, sea PC, Teléfono, cámara IP, etc.,

Los puntos de red, los cuales utilizarán un cajetín con dos tomas, estarán ubicados entre 30 y 50 cm el piso.

Con respecto a la estación de trabajo se utilizará *patch cord* de 2.5 a 3 metros, ya que representa una distancia adecuada entre el cajetín y la PC del usuario.

3.7.1 ETIQUETACIÓN

Se basará en la norma ANSI TIA/EIA 606-A, garantizando así una correcta administración y mantenimiento del Sistema de Cableado Estructurado, ya que se identificará *faceplates*, *patch panels*, *racks* y *patch cord* empleados para la comunicación dentro de la red.

La norma recomienda etiquetas adhesivas, individuales e identificadores con un número único consecutivo el cual debe contener información de ubicación y servicio que provee para facilitar la administración y mantenimiento de la red.

A continuación se presenta un ejemplo del etiquetado:

A1 – 01 – D19

A1: Identificador de *Rack* del bloque A o B. Por ejemplo: *Rack* ubicado en el Bloque A, primer piso.

01: Número del *patch panel* al cual se encuentra conectado el punto de red.

D19: Punto de Datos, 19 número que identifica el puerto al cual se encuentra conectado el *faceplate*.

BLOQUE	PISO	IDENTIFICADOR
A	Subsuelo	A0
	Primero	A1
	Segundo	A2
	Tercero	A3
B	Primero	B1
	Segundo	B2
	Tercero	B3

Tabla 3.24 Nomenclatura para etiquetado

Los puntos de red determinados para ciertos servicios estarán identificados mediante el uso de las siguientes preliminares. Ver tabla 3.25.

SERVICIOS	IDENTIFICADOR
Datos	D
Voz	V
Cámaras IP	C

Tabla 3.25 Identificador de los servicios de red

En la siguiente tabla se listan los elementos necesarios para el cableado estructurado.

Descripción	Cantidad Bloque	
	A	B
Angulo Interno	144	48
Angulo Externo	132	36
Cable UTP CAT 6 23 AWG 4 pares (1 Rollo)	21	7+1
Caja sobrepuesta de 40 mm de plástico	202	74
Canaleta Plástica Decorativa 20 x 12 2m	109	30

Descripción	Cantidad Bloque	
	A	B
Canaleta Plástica Decorativa 40 x 25 2m	154	85
Canaleta Plástica Decorativa 100 x 45 2m	64	23
Face plate Doble	202	74
Jack CAT 6 Salida de Telecomunicaciones	202	74
Organizadores horizontales	8	4
Patch Cord UTP 3 ft CAT 6	202	74
Patch Panel Modular de 48 puertos	5	2
Patch Panel Modular de 24 puertos	3	2
Rack abatible de pared de 25 UR	3	3
Rack cerrado de Piso de 42 UR	1	0
Sección T	180	60
Cable fibra óptica multimodo 62.5/125 um 4 hilos (1m)	30	0
Tubo Conduit(m)	30	30

Tabla 3.26 Accesorios para el cableado estructurado de ELEPCO S.A.

3.8 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO

Por lo expuesto en el capítulo dos, se observó que la intranet depende solo de los accesos al servidor de aplicaciones IBM y funciones básicas de red.

En lo referente al consumo del ancho de banda de Internet se lo realiza para navegación web y este servicio está habilitado para jefes de departamento y directores de área. Por esta razón para el nuevo diseño de la red se contempla incluir los servicios de telefonía IP y video vigilancia para el dimensionamiento de equipos.

El número de usuarios con los que se determinan los índices de simultaneidad es en base a las políticas de utilización de la intranet y el Internet, por lo cual no se trabaja con el total de usuarios existente.

Los datos que se han considerado en cuenta para determinar la cantidad de usuarios que simultáneamente accederían a los diferentes servicios de red, son en base a la siguiente clasificación:

Usuarios totales: es la cantidad total de puntos de red que se instalarán en la empresa, tomando en cuenta el bloque A y B, se han contabilizado 101 usuarios.

Usuarios potenciales: son los que tienen la posibilidad de acceder a la red, sin embargo esto no quiere decir que siempre lo estén empleando; ya que algunos usuarios de red solo permanecen en la mañana hasta determinar las actividades a realizar por cada grupo de trabajo, y luego salen a realizar sus actividades fuera de las oficinas; por lo tanto los usuarios potenciales serían 84. (Tabla 3.27)

Usuarios reales: son aquellos que utilizarán la red de manera simultánea, dentro de este grupo se puede considerar los departamentos de: ventanillas, contabilidad, tesorería, técnico, entre otros, el tráfico de datos que estos consumen, servirá de base para el cálculo del ancho de banda que requiere la empresa.

Como se aprecia en la tabla 3.27, el tráfico se ha dividido en dos partes Intranet y el Internet, para dimensionar la velocidad de transmisión se considerarán los índices de simultaneidad. Los usuarios totales fueron tomados de las tablas 3.2 y 3.3.

Ubicación	Piso	Totales	Potenciales	Reales
Bloque A	Subsuelo	8	6	5
	Primero	15	12	9
	Segundo	27	23	14
	Tercero	24	22	12
Bloque B	Primero	11	8	6
	Segundo	10	8	8
	Tercero	6	5	4
TOTAL		101	84	58

Tabla 3.27 Usuarios totales, potenciales y reales

El servicio de Internet se encuentran limitados para: jefes de departamento, directores de área y departamentos como Dirección Técnica, Contabilidad, Tesorería, Dirección Financiera y Presupuesto, en donde todos los usuarios tienen accesos a este servicio, debido a la actividad que desempeñan, en total suman cincuenta y ocho; este valor será empleado para el cálculo de los usuarios simultáneos de Navegación y Descarga, Base de Datos y Telefonía IP. No se toma en cuenta para las siete cámaras, ya que siempre estas van a estar emitiendo información al mismo instante.

RED	APLICATIVO	ÍNDICE DE SIMULTANEIDAD	USUARIOS REALES	USUARIOS SIMULTÁNEOS
INTERNET	DESCARGAS	30%	58	17
	NAVEGACIÓN	70%	58	41
INTRANET	BASE DE DATOS	80%	58	46
	TELEFONÍA IP	20%	58	12
	VIDEO IP	100%	-	7

Tabla 3.28 Índice de simultaneidad

3.8.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DEL ACCESO A INTERNET

Se considera dos aspectos importantes, el ancho de banda de las descargas y de navegación.

3.8.1.1 Cálculo de la velocidad de transmisión de las descargas

Para el cálculo de la velocidad de descarga de los archivos se considera un tamaño de 5000 KBytes, Según lo estipulado en el Art. 34 “Del tamaño del buzón”, del Acuerdo Ministerial N° 243 [37], además en actividades normales un usuario revisa en promedio 5 correos por hora, por lo tanto la capacidad será de:

$$V_{TD} = \frac{5000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} \times \frac{5 \text{ descarga}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} = 55,56 \text{ Kbps}$$

Con los datos obtenidos anteriormente, si se consideran 17 usuarios simultáneos para esta actividad, según la Tabla 3.28; la velocidad de transmisión necesaria para descargas es de 944,52 kbps.

3.8.1.2 Cálculo de la velocidad de transmisión de la navegación

El tamaño promedio de un sitio web con imágenes, datos, música, etc. es de 918,14 Kbytes, obtenida mediante el promedio del tamaño en Kbytes de las páginas que visitan con frecuencia los usuarios de ELEPCO S.A. (tabla 3.29). Para obtener el tamaño de las páginas web se usó: *Pingdom Website Speed Test*, que es una herramienta que permite analizar la velocidad de carga de los sitios web.



Figura 3.10 Sitio de web de *Pingdom Website Speed Test* [38]

Web	Tamaño (Kbyte)
www.iess.gob.ec/	1000
sisdat.conelec.gob.ec/	144,4
www.conelec.gob.ec/	467
www.elepcosa.com	1700
www.sri.gob.ec/	883,2
www.compraspublicas.gob.ec/	1000
www.gestiondocumental.gob.ec/	432,4
Promedio	803,86

Tabla 3.29 Tamaños de páginas web. [38]

Un usuario promedio visita alrededor de dos páginas en dos minutos, con cual la velocidad de navegación sería de:

$$V_{TN} = \frac{803,86 \text{ KBytes}}{\text{página}} \times \frac{2 \text{ página}}{120 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} = 122,42 \text{ Kbps}$$

Mediante el uso de éste valor se realizaron los cálculos para todos los departamentos que conforman la Institución, si se considera un total de 41 usuarios simultáneos según la Tabla 3.28, se obtiene un valor aproximado de 5,02 Mbps de velocidad de transmisión como promedio para el acceso Internet por parte de los usuarios para navegación.

3.8.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE LA INTRANET

Para el cálculo de la intranet se considera el ancho de banda de acceso al servidor de aplicaciones IBM, telefonía IP y video IP.

3.8.2.1 Cálculo de la Velocidad de Transmisión de Acceso al Servidor de Aplicaciones

Ventanillas es el área principal de la economía de la institución, ya que se encuentra el mayor ingreso económico de la misma, y se relaciona de forma directa con la comunidad por tal motivo radica la necesidad de poseer un sistema confiable y eficiente. Para generar una planilla de pago del servicio de suministro de energía eléctrica, se realizan las siguientes acciones:

1. Búsqueda del usuario en la base de datos.
2. Selección del medidor de la cuenta del usuario.
3. Consulta de la cuenta y del mes a pagar.
4. Pago del mes de consumo.
5. Impresión de planilla.

Se debe tomar en cuenta que por cada usuario se deben realizar cinco consultas a la base de datos, cada una tiene un tamaño promedio de 80 Kbytes, y se atienden un promedio de 3 clientes cada cinco minutos (datos proporcionados por la supervisora de ventanillas), con estos datos la capacidad es:

$$V_{ABD} = \frac{5 \text{ Consultas}}{\text{Acceso Base Datos}} \times \frac{80 \text{ KBytes}}{1 \text{ Consulta}} \times \frac{3 \text{ Acceso Base Datos}}{5 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$= 32 \text{ Kbps}$$

En Alumbrado Público se trabaja con archivos de tamaños aproximados 240 Kbytes, estos son egresos e ingresos de bodega. En general para realizar esta operación se debe realizar por lo menos 4 accesos a la base de datos; hasta ubicarnos en la opción de ingreso o egreso a bodega (datos proporcionados por Director del Departamento Técnico), por ello la velocidad aproximada de esta sección es:

$$V_{ABD} = \frac{4 \text{ Consultas}}{1 \text{ Egreso o Ingreso}} \times \frac{240 \text{ KBytes}}{1 \text{ Consulta}} \times \frac{3 \text{ Egreso o Ingreso}}{15 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$= 25,6 \text{ Kbps}$$

El departamento de Ingeniería en Construcción y Planificación, trabaja con el sistema de Gestión y Administración de Proyectos (GAP), dentro del cual se trabajan archivos de tamaño aproximado de 600 Kbytes, con esto la capacidad máxima de uso del sistema es alrededor de:

$$V_{ABD} = \frac{3 \text{ Consultas}}{1 \text{ Egreso o Ingreso}} \times \frac{600 \text{ KBytes}}{1 \text{ Consulta}} \times \frac{3 \text{ Egreso o Ingreso}}{5 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$= 144 \text{ Kbps}$$

Se tomó 144Kbps, que es el mayor valor de velocidad de acceso a la base de datos, siendo este el valor crítico, según los datos antes detallados, considerando 46 usuarios simultáneos en esta actividad (Tabla 3.28), se realiza el cálculo de la velocidad de transmisión del acceso a la base de datos es de 6,62 Mbps.

3.8.2.2 Cálculo de la Velocidad de la Telefonía IP

Para éste cálculo se considera el códec de voz G.711, ya que presenta una menor pérdida de calidad, este códec trabaja a una velocidad de 64Kbps. Debido a que la transmisión de voz se realiza mediante IP, UDP, RTP y *Ethernet* se puede determinar la capacidad de las transmisiones de voz a través del canal para lo que se consideran las cabeceras de los protocolos involucrados:

IP = 20 bytes,

UDP = 8 bytes,

ETHERNET=18bytes,

RTP = 12 bytes

$$V_{tx} = V_{txCODEC} \cdot \frac{\text{Tamaño Overhead} + \text{TamañoPaqueteVoz}}{\text{TamañoPaqueteVoz}}$$

$$= 64 \text{ Kbps} \times \frac{58 \text{ bytes} + 160 \text{ bytes}}{160 \text{ bytes}} = 87,2 \text{ Kbps}$$

De esto se obtiene una velocidad de 87,2 Kbps para cada llamada telefónica. Por lo tanto, si se consideran los porcentajes de simultaneidad y el número de usuarios de la Tabla 3.28 que son 12; la velocidad de transmisión necesaria para el servicio de telefonía IP en la empresa es de 1,05 Mbps.

3.8.2.3 Cálculo de la Velocidad para cámaras IP [39]

Para la transmisión de video, es necesario tomar en cuenta varios factores tales como el tamaño de la imagen, número de cuadros por segundo y la compresión a ser utilizada:

- *Ancho x altura*: define el tamaño de la imagen en píxeles, proporcionando el número adecuado de detalles a ser visualizados en la imagen. Según las necesidades de la empresa y por los datos proporcionados por los fabricantes de cámaras IP, la imagen de 640 x 480 es adecuada para el sistema de video vigilancia. Con este tamaño y con una profundidad de 24 bits, se tiene 3 bytes de color para imágenes JPEG. [40]
- *Cuadros por segundo*: delimita la cantidad de imágenes que van a ser transmitidas, es la medida de la frecuencia a la cual un reproductor de imágenes genera distintos fotogramas (*frames*). La frecuencia de los fotogramas es proporcional al número de píxeles que se deben generar, incidiendo en el rendimiento del equipo que los reproduce. Debido a que los datos no van a ser transmitidos por el Internet, se considera el número de fotogramas de acuerdo al estándar NTSC (Comisión Nacional de Sistemas de Comunicación) que es de 30 cuadros por segundo.
- *Factor de compresión*: es utilizado cuando se necesita ahorro en el ancho de banda y depende del algoritmo de compresión, pero se pierde calidad de imagen.

El ancho de banda necesario sería el siguiente:

$$V_{VIP} = \frac{640 \times 480 \text{ pixeles}}{1 \text{ Cuadro}} \times \frac{3 \text{ Bytes}}{1 \text{ pixel}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{30 \text{ cuadros}}{1 \text{ seg}} = 221,18 \text{ Mbps}$$

El estándar de compresión de video a emplearse es MPEG-4, en donde el factor de compresión de este estándar varía de acuerdo al movimiento que va a ser registrado por el dispositivo; entre 70 a 131 para video.

Para el cálculo se toma el menor nivel de compresión (70 a 1), para determinar el mayor ancho de banda:

$$\frac{221184 \text{ Kbps}}{70} = 3,16 \text{ Mbps}$$

El ancho de banda de las cámaras IP, si se considera 7 usuarios simultáneo es de 22,12Mbps; lo que es una capacidad que la red puede soportar, sin presentar

problemas en la transmisión. Tomando en cuenta que este es un valor máximo debido a que la compresión podría variar de acuerdo al algoritmo utilizado por la cámara o incluso el movimiento de las imágenes registradas por éstas.

RED	SERVICIO	USUARIOS SIMULTÁNEOS	CAPACIDAD (Kbps)	ANCHO DE BANDA (Mbps)
INTERNET	DESCARGAS	17	55,56	0,944
	NAVEGACIÓN	41	122,42	5,02
TOTAL				5,96
INTRANET	BASE DE DATOS	46	144	6,62
	TELEFONÍA IP	12	87,2	1,05
	VIDEO IP	7	3159,77	22,12
TOTAL				29,79

Tabla 3.30 Resumen de requerimientos de capacidades de la red convergente
Con los cálculos realizados de los accesos tanto del Internet como de la Intranet se presentan los siguientes resultados:

- *Internet:* se requiere un Ancho de Banda de **5,96 Mbps**, es decir que el que tiene actualmente contratado no es suficiente.
- *Intranet:* el ancho de banda que se requiere es de **29,79 Mbps**, que con el cable UTP categoría 6, se solventa las necesidades de red debido a que opera a 1000Mbps.

3.9 DISEÑO LÓGICO DE LA RED

La solución de red planteada para el diseño será del tipo jerárquica, y contendrá un nivel de *core* y otro de distribución-acceso; ya que con un mismo equipo se puede cubrir áreas de trabajo y *switches* de acceso. Además contendrá un servidor de *backup* del servidor de aplicaciones IBM.

Los enlaces entre los niveles de *core* y distribución-acceso, formarán un *backbone* mediante cable UTP categoría 6, ya que la distancia entre los dos bloques no

superan los 100m. El cableado que va desde los cuartos de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo será del tipo *Fast Ethernet* empleando cable UTP categoría 6.

Se utilizarán dos *switches* de core ubicados uno en el departamento del centro de cómputo de bloque A y otro en el departamento del director de generación ubicado en el primer piso del bloque B, los cuales estarán enlazados entre sí y cada uno conectado a los *switches* de distribución-acceso ubicados en cada planta de los bloques; obteniendo así redundancia a nivel de core de la red de ELEPCO S.A. Los *switches* de distribución-acceso del bloque A estarán ubicados en cada piso, en los departamentos que ofrezcan seguridad para los dispositivos de conmutación. Los *switches* de core se conectarán a un *firewall1* que proveerá seguridad contra ataques provenientes desde Internet, y también al *firewall2*, brindando así redundancia. Ver figura 3.11.

3.9.1 DIRECCIONAMIENTO IP

La red de ELEPCO S.A. operará con una estimación de 10 años, y se le ha asignado dirección de red Clase B, 172.19.0.0 /16, con 16 bits de máscara de subred. La empresa se le ha dividido en:

- Administrativos. En este grupo se encontrarán los jefes de departamento y directores de área.
- Usuarios. Formados por los trabajadores restantes de la red.
- Voz IP. Usuarios que poseen el servicio de telefonía IP.
- Video IP. Formado por las cámaras de seguridad que se instalarán.
- Centro de Cómputo. Está formado por los equipos de comunicaciones y los servidores.

La distribución de los usuarios, así como los puntos de datos, voz y telefonía IP se listan en las tablas 3.31, 3.32 y 3.33. Cabe mencionar que los usuarios de la red son 101 y cada uno de ellos tendrá un punto de voz.

El personal de ELEPCO S.A, estará dividido en dos tipos: “Usuarios” y “Administrativos” que son 53 y 48 respectivamente, en total suman 101. El centro de cómputo, tiene 4 hosts que se utilizarán en actividades de mantenimiento y configuración de los equipos de red y 7 cámaras IP de videovigilancia.

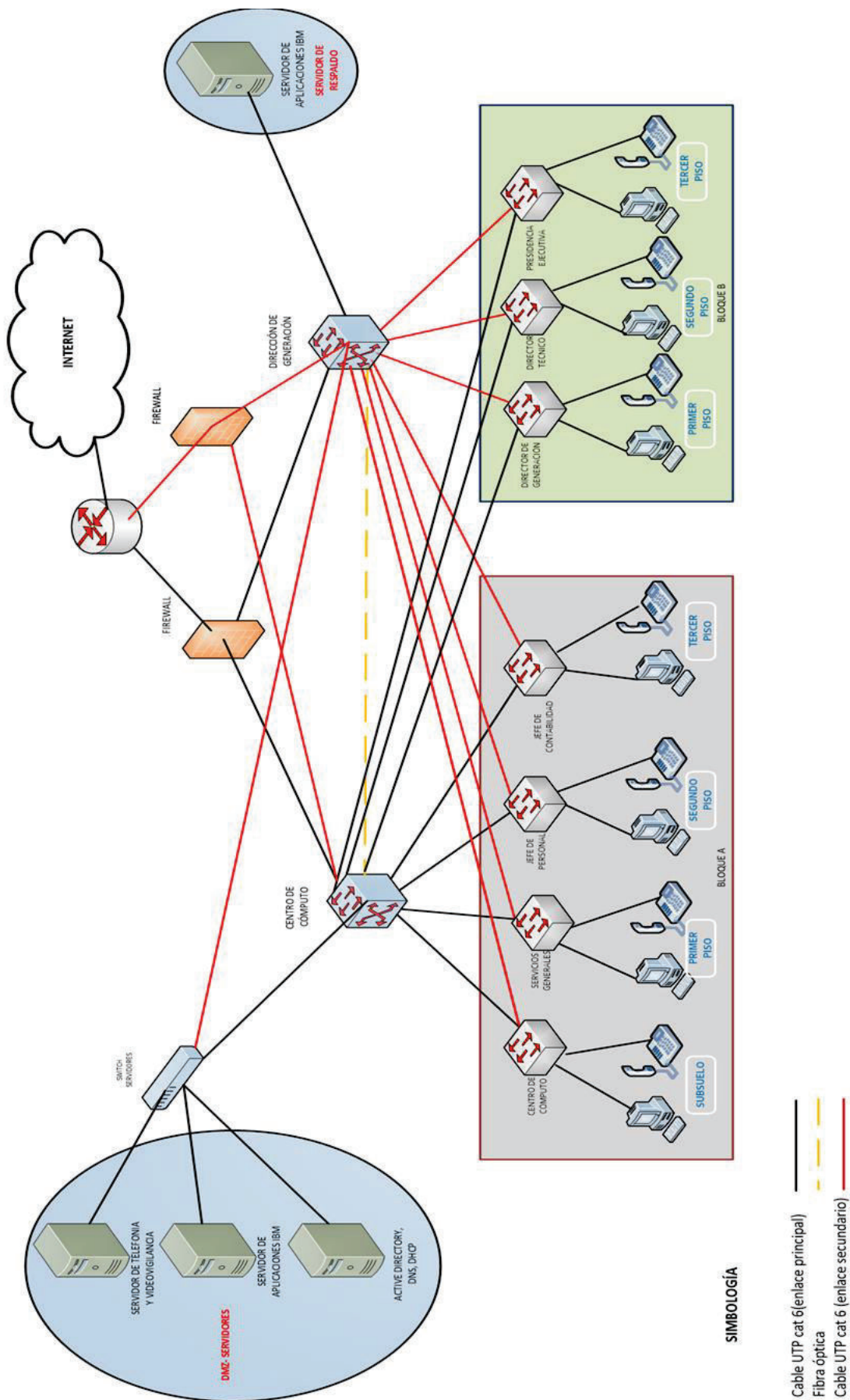


Figura 3.11 Diseño de Red de ELEPCO S.A

Piso	Departamento o Dirección	VLAN					TOTAL
		USUARIOS	ADMINISTRATIVOS	VOZ IP	VIDEO IP	CENTRO CÓMPUTO	
Subsuelo	Centro de Cómputo	1	2	3	1	0	7
	Jefatura de Clientes	4	1	5	0	0	10
	Sala de Equipos	0	0	0	0	4	4
Total		5	3	8	1	4	21
Primero	Atención al cliente	1	0	2	0	0	3
	Ventanillas	4	0	0	3	0	7
	Call Center	0	0	1	1	0	2
	Cartera y Agencias	3	1	4	0	0	8
	Dirección Comercial	1	1	2	0	0	4
	Grandes Clientes	2	1	4	0	0	7
	Servicios Generales	0	1	2	0	0	3
Total		11	4	15	4	0	34
Segundo	Trabajo Social	1	1	2	0	0	4
	Jefe de Personal	0	1	1	0	0	2
	Sindicato	0	0	2	0	0	2
	Estudio Técnico	5	4	7	0	0	16
	Dirección de Planificación	1	3	4	0	0	8
	Unidad de coactivas	1	2	3	0	0	6
	Dirección de Relaciones Industriales	2	1	3	0	0	6
	Relaciones Públicas	1	1	2	0	0	4
	Personal	1	2	3	0	0	6
Total		12	15	27	0	0	54
Tercero	Contabilidad	5	5	10	0	0	20
	Dirección Financiera	1	1	2	0	0	4
	Presupuesto	0	1	1	0	0	2
	Tesorería	3	2	5	1	0	11
	Adquisiciones	0	3	3	0	0	6
	FERUM	2	1	3	0	0	6
Total		11	13	24	1	0	49

Tabla 3.31 Usuarios de VLANs Bloque A

Piso	Departamento o Dirección	VLAN					TOTAL
		USUARIOS	ADMINISTRATIVOS	VOZ IP	VIDEO IP	CENTRO CÓMPUTO	
Primero	Dirección de Generación	2	1	3	0	0	6
	Auditoría Interna	2	1	3	0	0	6
	Asesoría Jurídica	2	1	3	0	0	6
	Departamento Médico	1	1	2	0	0	4
Total		7	4	11	0	0	22
Segundo	Dirección Técnica	5	5	10	0	0	20
Total		5	5	10	0	0	20
Tercero	Presidencia	1	1	2	1	0	5
	Asesoría de presidencia	0	1	1	0	0	2
	Sala de reuniones	0	0	1	0	0	1
	Secretaría General	1	2	2	0	0	5
Total		2	4	6	1	0	13

Tabla 3.32 Usuarios de VLANs Bloque B

UBICACIÓN	PISO	USUARIOS	ADMNISTRATIVOS	VOZ IP	Cámaras IP	CENTRO CÓMPUTO	TOTAL
Bloque A	Subsuelo	5	3	8	1	4	21
	Primero	11	4	15	4	0	34
	Segundo	12	15	27	0	0	54
	Tercero	11	13	24	1	0	49
Bloque B	Primero	7	4	11	0	0	22
	Segundo	5	5	10	0	0	20
	Tercero	2	4	6	1	0	13
TOTAL		53	48	101	7	4	213

Tabla 3.33 Número total de usuarios de VLANs

Para optimizar el empleo de direcciones IP, se empleará el método VLSM (*Variable Length Subnet Mask*). Las subredes a configurar se presentan en la tabla 3.34.

Subred	Hosts
VOZ IP	101
USUARIOS	53
ADMINISTRATIVOS	48
VIDEO IP	7
CENTRO DE CÓMPUTO	4

Tabla 3.34 Número de direcciones IP

En la tabla 3.35 se presenta un resumen de las direcciones IP de: red, máscara, dirección de Gateway, primer host, último host y broadcast.

VLAN	Dirección de Subred	Máscara	Default Gateway	Primer Host	Último Host	Broadcast
VOZ IP	172.19.0.0	255.255.255.128	172.19.0.1	172.19.0.2	172.19.0.126	172.19.0.127
USUARIOS	172.19.0.128	255.255.255.192	172.19.0.129	172.19.0.130	172.19.0.190	172.19.0.191
ADMINISTRATIVOS	172.19.0.192	255.255.255.192	172.19.0.193	172.19.0.194	172.9.0.254	172.19.0.255
VIDEO IP	172.19.1.0	255.255.255.240	172.19.1.1	172.19.1.2	172.9.1.14	172.19.1.15
CENTRO DE CÓMPUTO	172.19.1.16	255.255.255.248	172.19.1.17	172.19.1.18	172.9.1.22	172.19.1.23

Tabla 3.35 Direccionamiento IP de la red de ELEPCO S.A.

3.9.2 DISEÑO DE VLANs

Se implementarán *VLANs*, para asegurar confidencialidad y optimizar el ancho de banda, las redes virtuales se las diseñarán en función de la organización. Ver tabla 3.36.

VLAN	Nombre VLANs	Dirección de Subred	Primer Host	Último Host	Máscara
VOZ IP	Telefonía	172.19.0.0	172.19.0.2	172.19.0.126	255.255.255.128
USUARIOS	Usuarios	172.19.0.128	172.19.0.130	172.19.0.190	255.255.255.192
ADMINISTRATIVOS	Administrativa	172.19.0.192	172.19.0.194	172.9.0.254	255.255.255.192
VIDEO IP	Vigilancia	172.19.1.0	172.19.1.2	172.9.1.14	255.255.255.240
CENTRO DE CÓMPUTO	Sistemas	172.19.1.16	172.19.1.18	172.9.1.22	255.255.255.248

Tabla 3.36 Distribución de VLANs en la red ELEPCO S.A.

El diseño de las *VLANs* se lo realizará por medio de puertos, en donde el puerto asignado a la red virtual es independiente de usuario o dispositivo conectado; con lo cual cualquier usuario que se conecte al puerto será miembros de la misma *VLAN*.

3.9.3 ZONA DESMILITARIZADA

Es una red de tipo local que se ubica entre la intranet y el Internet, la DMZ se usa habitualmente para ubicar servidores que sean accedidos desde fuera, como servidores de Aplicaciones IBM, telefonía IP y DNS.

La zona desmilitarizada se configurará mediante un *firewall*, el cual contendrá dos puertos uno para la intranet y otro para el Internet. El tráfico de la red externa a la DMZ está autorizado, así como el tráfico red interna a la DMZ y a la externa.

Pero el tráfico de la red externa a la red interna está prohibido, como el de la DMZ a la red interna y tráfico de la DMZ a la red externa está denegado. Se ha optado por instalar un firewall por software ya que su administración y mantenimiento son fáciles y se los realiza vía navegador web.

3.10 DISEÑO DE LA RED ACTIVA

A continuación se detallan las características básicas que deben tener los *switches* de núcleo, distribución – acceso.

- Número de puertos: para asegurar que todos los usuarios tengan accesos a la red, además debe proporcionar los puertos necesarios para realizar agregación de enlaces o puertos de alto tráfico.
- Dimensiones: debe presentar tamaños estándar para ser agregados a los *Racks*.
- Administración: deben soportar protocolos que permitan la administración y gestión de los mismos.
- Memoria y procesador: adecuados para manejar alta demanda de tráfico.
- Estándares y protocolos: debe soportar los protocolos necesarios para los requerimientos de la institución.
- El tiempo de latencia debe ser menor a 5 μ s, debido a que la información dentro de la empresa debe mantenerse disponible de manera permanente y continua.
- Para un correcto almacenamiento de las rutas y datos enviados a través de la red, la memoria RAM debe tener mínimo 256MB.

3.10.1 CAPA DISTRIBUCIÓN-ACCESO

Un dispositivo de conexión puede ser usado como acceso y distribución, economizando así la estructura de red. Los *switches* de esta capa estarán conectados mediante enlaces redundantes hacia los equipos de core.

El número de dispositivos terminales determina la cantidad de *switch* de distribución-acceso, necesarios para implementar la red. Los *switches* serán instalados en los *racks* abatibles de pared ubicados en cada piso del bloque A y B, tendrán 48 y 24 puertos respectivamente. En la tabla 3.4 se aprecia los puntos de red necesarios. Los dispositivos de red deben manejar:

- Asociación de *VLAN* (Virtual Local Área Network). Una asociación de puerto físico se utiliza para implementar la asignación de *VLAN*.
- Proporcionar a los usuarios o grupos de trabajo acceso a la red
- Definición de *Broadcast* y *multicast*. Los *switches* que pueden filtrar tramas en base a su dirección MAC también se pueden utilizar para filtrar tramas Ethernet con direcciones de *multicast* y *broadcast*

- Filtrado y micro segmentación de la capa MAC (Media Access Control). El filtrado de la capa MAC permite a los *switches* dirigir las tramas sólo hacia el puerto de *switch* que se encuentra conectado al dispositivo destino. El *switch* crea pequeños segmentos de Capa 2 denominados microsegmentos. El dominio de colisión puede ser tan pequeño como el equivalente a dos dispositivos.
- Enrutamiento de *VLANs*, es importante ya que combina la conmutación de Capa 2 y la tecnología de enrutamiento de Capa 3 limitando los dominios de colisión y los dominios de *broadcast*.

	Piso	Puntos Totales	Switch	Puertos Libres
BLOQUE A	Subsuelo	27	1 <i>switch</i> de 48 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	21
	Primero	57	1 <i>switch</i> de 48 y <i>switch</i> de 24 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	15
	Segundo	63	1 <i>switch</i> de 48 y <i>switch</i> de 24 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	9
	Tercero	55	1 <i>switch</i> de 48 y <i>switch</i> de 24 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	17
BLOQUE B	Primero	29	1 <i>switch</i> de 48 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	19
	Segundo	30	1 <i>switch</i> de 48 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	18
	Tercero	15	1 <i>switch</i> de 24 puertos <i>Ethernet</i> y 2 puertos <i>gigabit Ethernet</i> Administrables.	9

Tabla 3.37 Resumen de los puntos totales y libres de ELEPCO S.A.

Para el diseño de la red convergente se tomará únicamente en cuenta a los usuarios que actualmente operan en la institución, adicionalmente la red soportará el crecimiento de los mismos hasta por un período de 10 años.

La capacidad del *backplane* es el parámetro que indica el ancho de banda que tiene un *switch* para soportar la comunicación entre sus puertos. La velocidad mínima de *backplane* estimada para los *switch* de distribución-acceso que tienen las siguientes características:

$$C_{BP} = \# \text{ puertos de cobre} * 2 * 1000 \text{ Mbps} + \# \text{ puertos de Fibra} * 2 * 1000 \text{ Mbps}$$

$$C_{BP48} = 48 * 2 * 1000 \text{ Mbps} = 96000 \text{ Mbps}$$

$$C_{BP24} = 24 * 2 * 1000 \text{ Mbps} = 48000 \text{ Mbps}$$

Especificaciones Mínimas para <i>Switch</i> de Distribución – Acceso	
Velocidad de <i>backplane</i> mínima	96 Gbps / 48 Gbps
Puertos	Según el requerimiento de 48 o 24. Puertos Rj 45 <i>autosensing</i> 10/100/1000, <i>Full Duplex</i> Soportar IPv6
Dimensiones	2 UR
Memoria	256MB
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC.
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(<i>Web Browser</i>); <i>SNMP v1, v2 y v3</i> ; <i>Telnet</i> , Ruteo estático
Estándares y Protocolos	IEEE 802.1p
	IEEE 802.1q
	IEEE 802.1v
	IEEE 802.1w
	IEEE 802.1x
	IEEE 802.1ab
	IEEE 802.1ad

Tabla 3.38 Características mínimas de *switch* Distribución-Acceso

3.10.2 CAPA CORE

El dispositivo de esta capa debe ser capaz de enrutamiento *VLANs* y conmutación de paquetes, debe poseer alta disponibilidad, desempeño y un *throughput* elevado, ya que este es el que se conectará al *firewall* y de allí a los servidores.

En esta capa el dispositivo deberá trabajar con uno o más protocolos de ruteo como RIPv2 además brindar soporte de *subnetting*, por lo tanto debe manejar capa 3, direcciones IP y enrutamiento paquetes entre *VLAN's*.

Los servidores se conectarán a los *switches* de núcleo mediante cables UTP Cat 6, a velocidades de 1000 Mbps usando IEEE 802.3ab. Los dispositivos de esta capa deben manejar un elevado nivel de: *throughput* y *disponibilidad*, ya que manejan grandes cantidades de tráfico.

El esquema planteado maneja dos *switches de core* de iguales características, uno ubicado en el bloque A y otro en el bloque B, los que proporcionarán balanceo de carga entre los enlaces y redundancia en caso de falla, mediante el protocolo STP. Los *switches* de core conectarán cada uno de los *switches* de distribución-acceso que se ubicarán en cada piso de la institución. La capacidad del *backplane* se la realizará tomando en cuenta que el dispositivo deberá tener como mínimo 24 puertos Ethernet.

A continuación se presenta las características mínimas de los *switches* de núcleo.

$$\begin{aligned}
 C_{BP} &= \# \text{ puertos de cobre} * 2 * 1000 \text{ Mbps} + \\
 &\quad \# \text{ puertos de Fibra} * 2 * 1000 \text{ Mbps} \\
 C_{BP24} &= 24 * 2 * 1000 \text{ Mbps} + 2 * 2 * 1000 \\
 &= 52000 \text{ Mbps}
 \end{aligned}$$

Especificaciones Mínimas para <i>Switch de Core</i>	
Velocidad de <i>backplane</i> mínima	52 Gbps
Puertos	24 Puertos Puertos Rj 45 <i>autosensing</i> 10/100/1000, <i>Full Duplex</i> . Soportar IPv6
Dimensiones	2 UR
Memoria	256MB
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC. Soporte STP. Ruteo estático y Dinámico.

Especificaciones Mínimas para <i>Switch de Core</i>	
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz, Fuentes Redundantes
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(<i>Web Browser</i>); SNMP v1, v2 y v3; <i>Telnet</i> , Ruteo estático
Estándares y Protocolos	IEEE 802.1p
	IEEE 802.1q
	IEEE 802.1v
	IEEE 802.1w
	IEEE 802.1x
	IEEE 802.1ab
	IEEE 802.1ad

Tabla 3.39 Características mínimas del *Switch de Core* o Núcleo

3.11 TELEFONÍA IP

La telefonía en ELEPCO S.A., por lo analizado en el capítulo dos, presenta una serie de falencias, tanto en la administración, funcionalidad y operatividad. No se cubren las necesidades de usuarios actuales, presenta un cableado estructurado desorganizado, y al existir un fallo en la misma el tiempo de respuesta por parte de la empresa responsable es alto.

En función de las necesidades de comunicación de la institución, se ha decidido diseñar un sistema moderno y fácil de administrar, sin necesidad de un cableado adicional. La solución planteada es un sistema de telefonía IP, basado en una central telefónica *Elastix* de software libre.

Elastix es un marco de código abierto para construir aplicaciones de comunicaciones, es un programa de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí y hacia el exterior.

Además puede soportar varios protocolos de telefonía IP tales como: SIP, H.323, IAX y MGCP.

Debido a la estructura de la empresa y su funcionalidad, el servicio de telefonía IP está orientado a todos los usuarios de la red, dentro de los cuales están:

secretarias, asistentes operativos, auxiliares administrativos, directores y jefes de departamento.

Las soluciones para la implementación de la central telefónica IP, son mediante un teléfono IP físico o un software emulador (*softphone*), al cual se le debe agregar un auricular y micrófono, si se trabaja con computadoras de escritorio, ya que las portátiles tienen incluidos estos dispositivos.

El sistema telefónico a implementar en la empresa es mixto, porque a los usuarios que actualmente poseen teléfonos analógicos se los cambiará con teléfonos IP, y a los nuevos usuarios se les instalará un *softphone* proporcionándoles un auricular con micrófono tipo diadema, con la finalidad de reducir costos y brindar el servicio a los usuarios que lo requieran.

Requerimientos de hardware: [41]

- Procesador Core i3 o superior.
- 2 GB de RAM.
- Disco duro de 80 GB.

3.11.1 DEMANDA TELEFONÍA EN ELEPCO S.A.

Tomando como referencia anexo B, en la cual se presenta el número de extensiones que tiene la empresa, se procede a calcular el tráfico telefónico basándose en las tablas de *Erlang B*.

Piso	Departamento o Dirección	Extensiones actuales	Extensiones Futuras
Subsuelo	Centro de Cómputo	4	6
	Jefatura de Clientes	6	8
	Sala de Equipos	2	4
Total		12	18
Primero	Atención al cliente	3	6
	Ventanillas	5	10
	Call Center	1	2
	Cartera y Agencias	3	6
	Dirección Comercial	2	4
	Grandes Clientes	4	6
	Servicios Generales	2	4
Total		20	38

Piso	Departamento o Dirección	Extensiones actuales	Extensiones Futuras
Segundo	Trabajo Social	2	4
	Jefe de Personal	1	1
	Sindicato	1	4
	Estudio Técnico	5	8
	Dirección de Planificación	2	6
	Unidad de coactivas	2	4
	Dirección de Relaciones Indus.	2	3
	Relaciones Públicas	1	2
	Personal	3	4
Total		19	36
Tercero	Contabilidad	7	11
	Dirección Financiera	2	3
	Presupuesto	1	1
	Tesorería	5	7
	Adquisiciones	3	5
	FERUM	2	3
Total		20	30

Tabla 3.40 Número de extensiones actuales y futuras Bloque A

Piso	Departamento o Dirección	Extensiones actuales	Extensiones Futuras
Tercero	Presidencia	3	6
	Asesoría de presidencia	3	5
	Sala de reuniones	3	5
	Secretaría General	2	2
Total		11	18
Segundo	Dirección Técnica	12	20
Total		12	20
Primero	Dirección de Generación	2	2
	Auditoría Interna	1	2
	Asesoría Jurídica	2	2
	Departamento Médico	2	2
Total		7	8

Tabla 3.41 Número de extensiones actuales y futuras Bloque B

	Piso	Extensiones actuales	Extensiones futuras
BLOQUE A	Subsuelo	12	18
	Primero	20	38
	Segundo	19	36
	Tercero	20	30
BLOQUE B	Primero	7	8
	Segundo	12	20
	Tercero	11	18
TOTAL		101	168

Tabla 3.42 Extensiones actuales y futuras de ELEPCO S.A.

El sistema telefónico a implementarse deberá gestionar 101 extensiones con una duración promedio por llamadas de 3 minutos. Tomando como referencia que el 1% de las llamadas se pierden (Dato obtenido del *Call Center* de Elepco S.A.), se puede determinar el tráfico de la siguiente forma:

Tráfico ofrecido: 33 extensiones

Tiempo de llamada: $T_m = 3 \text{ min}$

Tráfico cursado con 1% de pérdida: $C_a = 32,67$ llamadas:

$$A = C_a * T_m$$

$$A = \frac{32,67 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * \frac{3 \text{ min}}{\text{llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 1,63 \text{ Erlangs}$$

De acuerdo con las tablas *Erlang B* se requiere 11 líneas telefónicas, para satisfacer los requerimientos de la institución. Actualmente ELEPCO S.A. cuenta con 16 líneas telefónicas.

3.11.2 TIPO DE CÓDEC Y PROTOCOLO A UTILIZARSE

Se optó por el códec G711, ya que dará la mejor calidad de la voz; además no utiliza ninguna compresión y es el mismo códec usado por la red del PSTN y las líneas del ISDN.

El protocolo de control y señalización a emplearse es el SIP (*Session Initiation Protocol*), a continuación se enumeran sus principales características:

- Control de llamadas se lo realiza sin estado, facilitando escalabilidad entre los dispositivos telefónicos y servidores.
- Consume menos ciclos de CPU, con lo cual el servidor podrá proporcionar más conexiones.
- Una llamada SIP es independiente de la existencia de una conexión en la capa de transporte.
- En lo referente a la seguridad, SIP puede soportar SSH o S-HTTP en HTTP.
- Un proxy SIP puede controlar la señalización de la llamada y puede bifurcar a cualquier número de dispositivos simultáneamente.

3.12 DIMENSIONAMIENTO DE SERVIDORES

Los servicios a implementarse dentro de la ELEPCO S.A., serán manejados por un grupo de servidores, permitiendo así la administración de los mismos. Los servicios a ofrecerse son:

- *DNS*: El cual permite transformar direcciones IP a nombres de dominio, facilitando la administración de la red.
- *DHCP*: Este servicio permite asignar direcciones IP dinámicamente a los usuarios de una red.
- *Active Directory*: Es un servicio de directorio en una red de datos, permite mantener una serie de objetos, asignar recursos y políticas de acceso.
- *Telefonía IP (Elastix)*: El cual puede operar con hardware y software, además permite trabajar con telefonía y red bajo una misma infraestructura abaratando costos.
- *Firewall (Endian)*: se empleará un firewall por software debido a la facilidad que este presenta y versatilidad en la administración de los recursos de red.
- *Video vigilancia IP (Zoneminder)*: Es un grupo de aplicaciones que brindan una solución completa de video vigilancia, permitiendo grabar y monitorizar cualquier cámara de un Circuito Cerrado de Televisión.(CCTV)

Los sistemas operativos a utilizarse para todos estos servicios y dependiendo de los requerimientos de cada uno serán: Windows Server 2008 y Linux (Ubuntu).

Windows Server 2008 alojará los servicios de DHCP, DNS y *Active Directory*. Linux manejará: Telefonía IP (*Elastix*), Video Vigilancia IP (*Zoneminder*) y Firewall (*Endian firewall*).

El servidor de videovigilancia, almacena las grabaciones realizadas en las diferentes áreas de la Institución donde se encuentren colocadas. Debido a que las imágenes no requieren detectar detalles minuciosos se puede optar por el uso de un formato ligero, de 640x480 pixeles, con una profundidad de pixel de 8bits y un tamaño de la imagen de 0.292 MB. Para este tipo de imágenes se usan los formatos BMP y GIF.

$$TDD_{IMG} = T_{IMG} * HGD * DM$$

TDD_{IMG} : Tamaño del Disco Duro para Servidor de video

T_{IMG} : Tamaño de la Imagen por segundo.

HGD : Tiempo de Grabación Diaria en segundos.

DM : Días laborables al mes.

$$TDD_{IMG} = 0.292 \text{ MB} * 86400 \text{ seg} * 30 \text{ días}$$

$$TDD_{IMG} = 756864 \text{ MB.}$$

Por tanto, el tamaño del disco duro del servidor deberá ser de al menos de 1 Terabyte. A continuación se muestran las características recomendadas para los sistemas operativos de los servicios a implementar.

CARACTERÍSTICAS	FIREWALL [42]	ELASTIX [41]	Win Server 2008 [43]	Video Vigilancia [44]
Procesador	1Ghz	Core i3 o superior	2Ghz o superior	2Ghz o superior
Memoria RAM	4 Gb	2 Gb o superior	4Gb o superior	2 Gb o superior
Disco Duro	40 GB	80 GB	80 GB	1 TB

Tabla 3.43 Características recomendadas para los servidores a implementar

Para una administración eficiente de los servidores y para evitar el colapso de la red, se ha decidido agrupar a ciertos servicios en un mismo equipo, cabe indicar que cada servicio tendrá su propia funcionalidad sin interferir a otro.

- Servidor 1: DHCP, DNS y *Active Directory*.
- Servidor 2: Telefonía IP.
- Servidor 3: *Firewall* y

Video Vigilancia IP.

3.12.1 SERVIDOR 1: WINDOWS SERVER 2008

En este servidor, se agruparán los servicios de DHCP, DNS y *Active Directory*, ya que este último utiliza DNS como un servicio localizador, que resuelve nombres de dominios, sitios y servicios de *Active Directory* en una dirección IP.

Windows server 2008 provee mecanismos para realizar una configuración rápida del servidor, la herramienta Administrador del Servidor permite establecer el servidor mediante funciones.

3.12.2 SERVIDOR 2: TELEFONÍA IP (ELASTIX) [45]

Se ha escogido *Elastix*, que es una distribución libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete: VoIP PBX, Fax, Mensajería Instantánea, Correo electrónico, Colaboración.

La instalación es sencilla básicamente lo que se necesita es descargarse la aplicación del sitio oficial, e inmediatamente seguir los pasos para su instalación y posterior configuración.

Elastix ofrece un entorno gráfico intuitivo diseñado para que cualquier usuario pueda administrarlo con unos conocimientos básicos.

3.12.3 SERVIDOR 3: FIREWALL (ENDIAN FIREWALL), VIDEO VIGILANCIA IP (ZONEMINDER) [46]

Endian Firewall es una distribución *OpenSource* de linux, desarrolla para actuar como cortafuego (*firewall*), es una solución integral que protege su red, es fácil de usar e instalar.

Video Vigilancia IP (*Zoneminder*), el cual es un conjunto de aplicaciones que proporcionan una solución de video vigilancia permitiendo capturar, analizar, grabar y monitorizar cualquier cámara CCTV (Circuito Cerrado de TV), Cámaras IP, *Webcam*, etc, conectada a una máquina basada en Linux.

Diseñado para distribuciones de Linux que soporten la interfaz *Video For Linux* (V4L) y puede soportar múltiples cámaras sin pérdida aparente de rendimiento. *ZoneMinder* requiere *MySQL* y *PHP* y se apoya en un servidor web como *Apache*.

3.13 POLÍTICAS DE SEGURIDAD EN LA RED DE ELEPCO S.A.

A continuación se presentan las siguientes normas de seguridad, las cuales se basan en las funciones de los usuarios dentro de la institución y el cargo que desempeñan, las mismas que podrán ser actualizadas según las nuevas necesidades.

3.13.1 DEL USUARIO Y ESTACIÓN DE TRABAJO

- Se protegerá el acceso a usuarios no autorizados mediante la colocación una contraseña, en la estación de trabajo.
- Evitar utilizar contraseñas con fechas significativas, días de la semana, meses del año, nombres de personas, teléfonos, etc.
- Los usuarios de los equipos de trabajo deberán actualizar sus programas antivirus, evitando así el ingreso involuntario de programas maliciosos o virus que puedan dañar o corromper la información.
- Analizar con el antivirus cualquier medio externo de almacenamiento, que vaya a emplear en la estación de trabajo.
- La información que posea cada usuario en su estación de trabajo, está bajo su responsabilidad, por lo que los respaldos deberán ser realizados de manera periódica de acuerdo a su comodidad, beneficio y las actividades realizadas.
- Las estaciones de trabajo son exclusivas para labores de la institución, por tal motivo el Centro de Cómputo está en la libertad de eliminar contenidos ilícitos o que atentan contra la dignidad e integridad humana.

3.13.2 DE LA ADMINISTRACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE

- Se debe incentivar el uso software de licenciamiento libre o en su defecto se deberá comprar licencias.
- La administración de todos los sistemas y dispositivos de red deberá ser centralizada y remota, llevando un control de los dispositivos, estaciones de trabajo y servidores, así como una monitorización de la información que viaja a través de la red.
- El administrador de la red deberá configurar perfiles de usuarios temporales, los mismos que luego de realizar su trabajo serán invalidados.
- Las contraseñas empleadas se las deberán cambiar por lo menos en un lapso de 30 días, evitando así en acceso a usuarios no autorizados. El administrador de red debe realizar auditorías frecuentes a los sistemas tanto físicos como lógicos de la red, con el fin de garantizar la seguridad de la información que se utiliza en la Institución.
- Se deben realizar respaldos periódicos del servidor de aplicaciones IBM, en cintas magnéticas al finalizar la jornada de trabajo, ya sea en forma automática o manual.
- El administrador de la red debe contar con un diagrama actualizado de los enlaces de red, así como de las conexiones eléctricas, además debe contar con un instructivo para la detección de fallas, esto permitirá realizar un mantenimiento eficiente de la red.
- El acceso a la sala de equipos debería ser controlado por clave de acceso o tarjeta magnética de ser posible.
- Se debe realizar un manual con los procedimientos a seguir en caso en caso de desastres, para recuperar la información.
- Es recomendable ubicar una cámara de seguridad en la puerta de acceso a la sala de equipos.
- Se debe realizar un registro diario de entradas y salidas del personal que ingresa a la sala de equipos, en el cual se indique fecha, hora, actividad realizada y firma de la persona responsable.
- Los *racks* abatibles de pared, deben estar bajo llave la cual será asignada al administrador de la red.

3.13.3 DISPOSICIONES GENERALES Y PROHIBICIONES

- Dependiendo del escenario se procederá a realizar bloqueos de puertos para garantizar la seguridad de la red.
- Las estaciones de trabajo son activos fijos, pertenecientes a ELEPCO S.A., por lo cual están destinados a realizar las actividades laborales de la empresa, y no deberán ser usados con fines personales.
- Está prohibido la instalación de programas que no estén relacionados con actividades laborales, además se deberá evitar descargas e instalaciones de programas cuya fuente no sea confiable.
- Está prohibido la instalación de equipos de comunicación que permita una extensión no autorizada de la red.
- El servicio de Internet, se encuentra restringido para ciertos usuarios.

El Centro de Cómputo es el encargado de hacer cumplir constantemente las disposiciones antes mencionadas, y de ser el caso aplicar las sanciones respectivas. Además, es necesario que todo el personal que labora en la empresa conozca y acepte las medidas de seguridad que se desean instaurar.

Se debe realizar una evaluación periódica sobre el cumplimiento de las disposiciones, de ser posible se deben ejecutar auditorías externas que permitan garantizar y valorar el estado real de la red, con el fin de mejorar el rendimiento de la misma frente a problemas y ataques externos e internos.

3.14 PRESUPUESTO REFERENCIAL

En esta sección se realizará un estudio de alternativas tecnológicas referentes a cuestiones técnicas y económicas, de los equipos de la red de datos. Con la finalidad de elegir la solución que mejor se adapte a requerimientos y necesidades. Con respecto a la red activa se compararán tres alternativas o marcas, presentes en el mercado nacional, luego se escogerá la solución que más se ajuste a las necesidades de la institución.

En este apartado se determinará:

- Costo de la red Pasiva.
- Costo de la red Activa.
- Costos de operación y mantenimiento.

3.14.1 COSTO DE LA RED PASIVA

A continuación se analizarán los costos referentes al sistema de cableado Estructurado que soporte la red. Estos costos incluyen los cables de cobre, *patch cords*, conectores, canaletas, *racks*, gabinetes y sistemas de protección.

Al número de rollos de cable UTP cat 6, del bloque B, se le incrementa un rollo, el cual será empleado para el cableado vertical. Por tanto el valor necesario será de ocho rollos.

3.14.1.1 Accesorios y Dispositivos para el Bloque A

Descripción	Cantidad	Precio \$	
		Unitario	Total
Angulo Interno	144	0,67	96,48
Angulo Externo	132	4,1	541,2
Cable UTP CAT 6 23 AWG 4 pares (1 Rollo)	21	180	3780
Caja sobrepuesta de 40 mm de plástico	202	1,78	359,56
Canaleta Plástica Decorativa 20 x 12 2m	109	3,4	370,6
Canaleta Plástica Decorativa 40 x 25 2m	154	8,6	1324,4
Canaleta Plástica Decorativa 100 x 45 2m	64	9,25	592
Face plate Doble	202	1,58	319,16
Jack CAT 6 Salida de Telecomunicaciones	202	4	808
Organizadores horizontales	8	11,61	92,88
Patch Cord UTP 3 ft CAT 6	202	7,93	1601,86
Patch Panel Modular de 48 puertos	5	100	500
Patch Panel Modular de 24 puertos	3	30	90
Rack abatible de pared de 25 UR	3	368	1104
Rack cerrado de Piso de 42 UR	1	967,75	967,75
Sección T	180	0,87	156,6

Descripción	Cantidad	Precio \$	
		Unitario	Total
Cable fibra óptica multimodo 62.5/125 um 4 hilos (1m)	30	6,6	198
Tubo Conduit(m)	30	12	360
TOTAL \$			13 262,49

Tabla 3.44 Costo de la red pasiva del bloque A

3.14.1.2 Accesorios y Dispositivos para el Bloque B

Descripción	Cantidad	Precio \$	
		Unitario	Total
Angulo Interno	48	0,67	32,16
Angulo Externo	36	4,1	147,6
Cable UTP CAT 6 23 AWG 4 pares (1 Rollo)	7+1	180	1260
Caja sobrepuesta de 40 mm de plástico	74	1,78	131,72
Canaleta Plástica Decorativa 40 x 25 2m	30	3,4	102
Canaleta Plástica Decorativa 60 x 40 2m	85	8,6	731
Canaleta Plástica Decorativa 100x15 2m	23	9,25	212,75
<i>Face plate</i> Doble	74	1,58	116,92
<i>Jack CAT 6</i> Salida de Telecomunicaciones	74	4	296
Organizadores horizontales	4	11,61	46,44
<i>Patch Cord UTP</i> 3 ft CAT 6	74	7,93	586,82
<i>Patch Panel</i> Modular de 48 puertos	2	100	200
<i>Patch Panel</i> Modular de 24 puertos	2	30	60

Descripción	Cantidad	Precio \$	
		Unitario	Total
Rack abatible de pared de 25 UR	3	368	1104
Rack cerrado de Piso de 42 UR	0	967,75	0
Sección T	60	0,87	52,2
Cable fibra óptica multimodo 62.5/125 um 4 hilos (1m)	0	6,6	0
Tubo Conduit(m)	30	12	360
TOTAL \$			5 619,61

Tabla 3.45 Costo de la red pasiva bloque B

3.14.2 ANÁLISIS Y COSTOS DE LOS DISPOSITIVOS DE LA RED ACTIVA

A continuación se presenta el costo de los equipos activos de red, de cada una de las capas del modelo propuesto, en las marcas: *HP*, *CISCO* y *D-LINK*.

3.14.2.1 Switch de distribución-acceso

3.14.2.1.1 Switch Cisco WS-C3650-48TD-S [47]



Figura 3.12 Cisco WS-C3650-48TD-S [47]

Características:

- Puertos:
48 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45
- Capacidad de conmutación:
176 Gbps
- Características y cumplimiento de normas:

RIP-1, RIP-2, HSRP, direccionamiento IP estático, RIPng, SNMP 1, SNMP 2, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, TFTP, SSH, CLI, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.1ae

Costo: \$ 10328,33

3.14.2.1.2 Switch HP 2920-48G(J9728A) [48]



Figura 3.13 Switch HP 2920-48G(J9728A) [48]

Características:

- Puertos:
48 RJ-45 auto-negociación: 10/100/1000
- Capacidad de conmutación:
176 Gbps
- Características y cumplimiento de normas:
IEEE 802.1D; IEEE 802.1p; IEEE 802.1Q VLANs; IEEE 802.1s (MSTP);
IEEE 802.1w; IEEE 802.3 10BASE-T; IEEE 802.3ab 1000BASE-T; IEEE
802.3ad (LACP); IEEE 802.3i 10BASE-T; IEEE 802.3x; IEEE 802.3z
1000BASE-X, IEEE 802.1AB (LLDP); IEEE 802.1D (STP)

Costo: \$ 2247,58 + iva = \$ 2517,29

3.14.2.1.3 D-LINK DGS-3420-28PC [49]



Figura 3.14 Switch D-LINK DGS-3420-28PC [49]

Características:

- Puertos:
20 Puertos 10/100/1000 Base-T
- Capacidad de conmutación:
128 Gbps
- Características y cumplimiento de normas:
802.3x, 802.1D -2004 STP, 802.1w RSTP, 802.1Q-2005 MSTP, BPDU *Filtering Root Restriction*, 802.1p Priority, VLAN ID, 802.3ad, SNMP v.1, v.2c, v.3 estándar, Soporte para autenticación externa TACAS+/RADIUS, y 802.1x, Soporte SSH/SSL, D-Link Single IP Management (SIM) v1.5, Servidor Telnet.

Costo: \$3200 + iva = \$ 3584

En la tabla 3.46, se presenta un resumen de las características básicas necesarias para operar en esta capa, tomando en cuenta las tres marcas presentadas anteriormente.

Especificaciones Mínimas para <i>Switch</i> de Distribución – Acceso		HP E2920 - 48G	CISCO 3650 48TD-S	D-LINK DGS- 3420- 28PC
Velocidad de backplane mínima	98 Gbps / 48 Gbps	X	X	X
Puertos	Según el requerimiento de 48 o 24.	X	X	-
	Soporta IP v6	X	X	X
	Puertos Rj 45 autosensing 10/100/1000, Full Duplex	X	X	X
Dimensiones	2 UR	X	X	X
Memoria	512MB	X	X	X
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC.	X	X	X

Especificaciones Mínimas para Switch de Distribución – Acceso		HP E2920 - 48G	CISCO 3650 48TD-S	D-LINK DGS-3420-28PC
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz	X	X	X
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet, Ruteo estático	X	X	X
Estándares y Protocolos	IEEE 802.1p	X	X	X
	IEEE 802.1q	X	X	X
	IEEE 802.1v	X	X	X
	IEEE 802.1w	X	X	X
	IEEE 802.1x	X	X	X
	IEEE 802.1ab	X	X	X
	IEEE 802.1ad	X	X	X
PRECIO \$		2517,29	10328,33	3584

Tabla 3.46 Comparación de requerimientos de Switches de distribución

La marca elegida para los switches, de distribución es Cisco debido a la garantía que ofrece, y al soporte técnico que se obtiene ya que existen varias fuentes de información con las cuales se pueden solucionar problemas de conexión, configuración, etc.

3.14.2.2 Switch de núcleo

3.14.2.2.1 Switch HP 5500-48G [50]



Figura 3.15 Switch HP E5500-48G [50]

Características:

- Puertos:
48 RJ-45 auto-negociación: 10/100/1000
- Capacidad de conmutación:
192 Gbps
- Características y cumplimiento de normas:
(IEEE 802.3 tipo 10Base-T, IEEE 802.3u tipo 100Base-TX, IEEE 802.3ab tipo 1000Base-T); 4 puertos SFP 10/100/1000 de negociación automática (IEEE 802.3 tipo 10Base-T, IEEE 802.3u tipo 100Base-TX, IEEE 802.3ab tipo 1000Base-T);

Costo: \$ 3578,12 + iva = \$ 4007,5

3.14.2.2.2 *Switch Cisco WS-C3850-48T-S [51]*



Figura 3.16 Cisco WS-C3850-48T-S [51]

Características:

- Puertos:
48 RJ-45 auto-negociación: 10/100/1000
- Capacidad de conmutación:
Sobre 176 Gbps.
- Características y cumplimiento de normas:
IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.1ae

Costo:\$ 14700,22

3.14.2.2.3 D-LINK DGS 3620-52T-SI [52]



Figura 3.17 DGS 3620-52T-SI [52]

Características:

- Puertos:
48 port Gigabit Ethernet.
- Capacidad de conmutación:
hasta 176Gbps
- Características y cumplimiento de normas:
802.1p Priority, 802.1D STP, 802.1w RSTP, 802.1Q-2005 MSTP, IGMP v1/v2/v3 Snooping.

Costo: \$6285+iva

La tabla 3.47, muestra un resumen de los *switch* de core y una comparación entre las tres marcas.

Especificaciones Mínimas para Switch de Core		HP E5500-48G	WS-C3850-48T-S	DGS 3620-52T-SI
Velocidad de backplane mínima	48 Gbps	X	X	X
Puertos	24 Puertos	X	X	X
	Soporta IP v6	X	X	X
	Puertos Rj 45 autosensing 10/100/1000, Full Duplex	X	X	X
Dimensiones	2 UR	X	X	X
Memoria y procesador	1024 MB SDRAM, 512MB, Buffer de 4MB	X	X	X
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC. Soporte STP. Ruteo estático y Dinámico.	X	X	X

Especificaciones Mínimas para Switch de Core		HP E5500 -48G	WS-C3850- 48T-S	DGS 3620 -52T-SI
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz, Fuentes Redundantes	X	X	X
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet, Ruteo estático	X	X	X
Estándares y Protocolos	IEEE 802.1p	X	X	X
	IEEE 802.1q	X	X	X
	IEEE 802.1v	X	X	X
	IEEE 802.1w	X	X	X
	IEEE 802.1x	X	X	X
	IEEE 802.1ab	X	X	X
	IEEE 802.1ad	X	X	X
PRECIO \$		4007,5	14700,22	6285

Tabla 3.47 Comparación de requerimientos de *Switches* de *core*

Al tratarse de una mediana empresa la solución elegida es CISCO, ya que proporciona mayor escalabilidad y emplea protocolos como VTP que son propietarios, este protocolo nos permite mantener la configuración de *VLAN* de manera unificada en un dominio administrativo de red; esto lo realiza mediante tramas de enlace troncal de capa, para agregar, borrar y cambiar el nombre de las *VLANs* en un solo dominio, además permite realizar cambios centralizados que se comunican a todos los demás *switches* de la red.

3.15 CÁMARAS IP

3.15.1 VIVOTEK IP8161 [53]

La Figura 3.18, muestra a una cámara IP, cuyas características se detallan a continuación.



Figura 3.18 Cámara VIVOTEK IP8161 [53]

Características:

La VIVOTEK IP8161 es una cámara de red de fácil utilización, ideal para ubicaciones en interior tales como oficinas, bancos, y tiendas. La IP8161 también dispone de detección anti manipulación, lo que significa que detecta la pérdida de señal desde la cámara por manipulación, el redireccionamiento de la cámara, o que se la pinte con un spray, en estas situaciones se envía una alarma en tiempo real al equipo de seguridad de acuerdo a la configuración que se haya establecido en la cámara.

- *Protocolos:*
Pv4, IPv6, TCP/IP, HTTP, HTTPS, UPnP, RTSP/RTP/RTCP, IGMP, SMTP, FTP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, y PPPoE.
- *Interfaces:*
Una Ethernet 10/100, USB.
- *CODEG:*
M-JPEG-4, VGA resolución

Precio: \$ 757,12

3.15.2 GRANDSTREAM GXV3611_HD FIXED DOME [54]

En la Figura 3.19, se aprecia la cámara IP, cuyas características se detallan a continuación.



Figura 3.19 Cámara IP GRANDSTREAM GXV3611_HD Dome [54]

Características:

Incluye un sensor de 2 megapíxeles CMOS de escaneo progresivo, ofrece múltiples velocidades H.264 de video *streaming* en tiempo real con una resolución máxima de 1600 x 900 y en la velocidad de fotogramas de hasta 25fps. Usando *GSurf*, software de gestión de vídeo gratuito de *Grandstream*, las empresas pueden

monitorear y controlar hasta 36 cámaras a la vez. Posee soporte SIP / VoIP, el cual permite transmitir el video a un teléfono móvil.

- Protocolos:
TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, DHCP, RTSP, DDNS, HTTPs. SMTP, FTP, SIP, PoE
- Interfaces:
Una 10/100 Mbps *auto-Sensing*, RJ 45
- CODEG:
Video (H.264, JPEG, Motion JPEG) Audio (G.711, G.726)

Precio: \$ 304,64

3.15.3 D-LINK DCS- 932L [55]

En la Figura 3.20, se aprecia la cámara IP D- Link DCS 932L, cuyas características son:



Figura 3.20 D-LINK DCS- 932L [55]

Características:

La cámara de red DCS-932L posee LEDs infrarrojos integrados los cuales permiten el monitoreo de hasta 5m en condiciones de baja o nula luminosidad, convirtiéndose en un instrumento muy adecuado para vigilar.

La cámara contiene tecnología *Wireless N* para ofrecer una mayor cobertura. Permite transmitir vídeo de alta calidad a sitios remotos a través de internet. Además, la función *Site Survey* permite detectar con facilidad redes inalámbricas cercanas y conectarse a ellas. La cámara DCS-932L también dispone de un puerto Ethernet estándar para las conexiones a las redes por cable tradicionales.

- Protocolos:
IPV4, ARP, TCP, UDP, ICMP, DHCP, NTP, DNS, SMTP, FTP, HTTP, PPPoE, UPnP Port Forwarding
- Interfaces:
Una 10/100BASE-TX Fast Ethernet y una WLAN 802.11b/g/n.
- CODEG:
Video (JPEG, Motion JPEG)

Precio: \$ 235

De las cámaras comparadas en la tabla 3.48, se puede sugerir que se elija la opción de la cámara GRANDSTREAM GXV3611, pues cumple satisfactoriamente los requerimientos solicitados y el precio es asequible para una posible compra.

CARÁCTERÍSTICAS	VIVOTEK IP8161	GRANDSTREAM GXV3611	D-LINK 932 L
Video (H.264, JPEG, Motion JPEG) Audio (G.711, G.726)	X	X	-
Protocolos DHCP, DNS, MAC, TCP, IP, HTTP, SIP	X	X	X
IEEE 802.3af Power over Ethernet	X	X	X
Interfaz RJ45 10/100 Mb	X	X	X
PRECIO \$	757,12	304,64	235

Tabla 3.48 Resumen de características de las cámaras IP

3.16 TELÉFONOS IP

3.16.1 TELÉFONO IP GRANDSTREAM GXP1450 [56]

La Figura 3.21, muestra a un equipo terminal para telefonía IP cuyas características se detallan a continuación.



Figura 3.21 Teléfono GRANDSTREAM GXP1450 [56]

Características:

128x32 pixeles en la pantalla LCD con soporte de múltiples lenguajes, teclado sensible al tacto, permite 2 Llamadas simultáneas, canal de audio de alta definición, altavoz con transmisión full dúplex con eliminación de eco.

- **Protocolos:**

SIP 2.0, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (A record and SRV), DHCP (both client and server), PPPoE, TFTP, NTP, Telnet.

- **Interfaces:**

Dos puertos 10/100 Mbps Full/Half Duplex Ethernet Switch con auto detection.

- **CODEG:**

G.723, G.729A/B, G.711, G.726, G.722.

- **Qos:**

(802.1Q, VLAN, 802.1p) , QoS (ToS, DiffServ, MPLS)

Precio: \$ 85 + iva = \$ 95,2

3.16.2 TELÉFONO IP CISCO SMB SPA303-G1 [57]

La Figura 3.22, muestra al modelo de teléfono IP, entre las características técnicas más representativas se pueden indicar:



Figura 3.22 Teléfono IP CISCO SMB SPA303-G1 [57]

Características:

128x64 pixeles en la pantalla LCD monocromático, permite la conexión hacia el computador como hacia un punto de red, conferencia con tres líneas simultáneas, llamada en espera, identificador de llamada, bloqueo de llamadas anónimas.

- Protocolos:
DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), ICMP (*Internet Control Management Protocol*), DNS (*Domain Name Service*), SIP v2.
- Interfaces:
2 Puertos Ethernet 10/100BASE-T RJ-45
- CÓDEC:
G.723.1, G.729, G.726, G.722.
- Qos:
(ToS) (RFC 791, 1349), VLAN 802.1p/Q:

Precio: \$165 + iva = \$ 184,8

3.16.3 TELÉFONO IP YEALINK SIP-T21P [58]

La Figura 3.23, muestra a un equipo terminal para telefonía IP cuyas características se detallan a continuación.



Figura 3.23 Teléfono IP YEALINK SIP-T21P [58]

Características:

Posee dos cuentas SIP, con pantalla gráfica de 5 líneas, varias teclas de función para acceder de forma cómoda a las funciones más habituales, 2 puertos de red Ethernet 10/100.

Dispone varios *códecs* compatibles (incluyendo *códecs* de Voz HD), que lo hacen compatible con la mayoría de sistemas VoIP y operadores IP.

- Protocolos:
802.3af, HTTP/HTTPS, SIP v2, UDP/TCP/DNS-SRV (RFC 3263), SIP 2.0, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (A record and SRV), DHCP (*both client and server*), PPPoE, TFTP, NTP, *Telnet*.
- Interfaces:
Dos puertos 10/100 Mbps
- CODEG:
G.711, G.722., G723.1, G729AB, G726
- Qos:
802.1p/Q (VLAN)

Precio: \$ 90 + iva = \$ 100.8

A continuación se presenta una comparativa sobre los teléfonos IP que se propone sean utilizados dentro la empresa, de estas opciones se opta por el *Grandstream Gxp 1450*, ya que es una opción económicamente adecuada ofreciendo todas las características técnicas necesarias para su funcionamiento dentro del diseño planteado y una interoperabilidad con la mayoría de centrales SIP.

CARACTERÍSTICAS	GRANDSTREAM GXP1450	CISCO SMB SPA303-G1	YEALINK SIP-T21P
Códec de voz G.729, G.711	X	X	X
Protocolo SIP	X	X	X
Protocolos DHCP, DNS, MAC, TCP, IP, HTTP, FTP, TELNET, SIP	X	X	X
IEEE 802.3af <i>Power over Ethernet</i>	X	X	X
IEEE 802.1q <i>Trunking</i>	X	X	X
IEEE 802.1p <i>Priority Tags</i>	X	X	X
Transferencia de llamadas	X	X	X

CARACTERÍSTICAS	GRANDSTREAM GXP1450	CISCO SMB SPA303-G1	YEALINK SIP-T21P
Conferencias telefónicas	X	X	X
Mínimo una Interfaz de Red RJ-45	X	X	X
QoS	X	X	X
Interoperabilidad con PBX IP y dispositivos SIP	X	X	X
PRECIO	95,2	184,8	100,8

Tabla 3.49 Comparación de teléfonos IP

3.17 SERVIDORES

3.17.1 SERVIDORES DELL POWEREDGE R220 [59]



Figura 3.24 Servidor *DELL PowerEdge R220* [59]

Características:

Procesador: Procesadores de la serie Intel®Xeon® E3-1220v3 3.1 Ghz.

Memoria RAM máxima: 32 GB DDR3 SDRAM.

Ranuras de memoria: 4 UDIMM DDR3 con ECC, 1600 MT/s.

Fuentes de alimentación: No redundante, 250W (80+ Silver); ajuste automático (100 V – 240 V).

Controladora de red: Gigabit Broadcom 5716.

Almacenamiento: 2 x 1TB 7.2k RPM SATA 3Gbps.

Precio: \$ 1590 + iva = \$ 1780,8.

3.17.2 SERVIDOR HP PROLIANT DL120 GEN9 [60]



Figura 3.25 Servidor *HP PROLIANT DL120 GEN9* [60]

Características:

Procesador: Intel® Xeon® E5620 E5-2603v3 6-Core 1.60GHz.

Ranuras de memoria: 8GB (2 x 4GB) PC4-17000P-R DDR4 RDIMM.

Fuentes de alimentación: Fuente de alimentación 750W.

Controladora de red: 2 puertos 10/100/1000 GbE.

Almacenamiento: Disco HP 2x1TB 6G SATA 7.2k 3.5".

Precio: \$ 2490 + iva = \$ 2788,8.

3.17.3 D-LINK SERVER DNS-1550-04 [61]



Figura 3.26 *D-LINK SERVER DNS-1550-04* [61]

Características:

Procesador: Intel Atom D525 Dual-Core.

Ranuras de memoria: 2 GB.

Fuentes de alimentación: Fuente de alimentación redundante de 226W.

Controladora de red: 2 puertos 10/100/1000 GbE.

Almacenamiento: Soporta 12TB con disco de 3TB de 4 unidades de disco SATA intercambiables.

Precio: \$ 1275,20 + iva = \$ 1428,22.

La tabla 3.50, muestra la comparación de dos servidores existentes y el cumplimiento de las características requeridas dentro del diseño de la red, de esto se puede concluir que el mejor servidor para alojar al software de control de cámaras IP y el servicio Web es el *DELL PowerEdge R220*, debido a las características que posee y a la facilidad de soporte técnico.

Parámetro	Característica	D-LINK	HP	DELL
		SERVER DNS- 1550-04	PROLIANT DL120 GEN9	POWEREDGE R220
Procesador	2Ghz mínimo	X	X	X
Memoria RAM	1 GB Mínimo	X	X	X
Disco Duro	1 TB Mínimo	X	X	X
Sistema Operativo	Linux	X	X	X
Tarjeta de red	Gigabyte Ethernet	X	X	X
Fuente de Alimentación	Redundante	X	X	X
TOTAL		1428,22	2788,8	1780,8

Tabla 3.50 Comparativa marcas y características de servidores

3.18 REUTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

El *Switch 3COM 16476 Super Stack*, se empleará para la conexión entre los servidores de la DMZ y el firewall de la red.

3.19 COSTO TOTAL DE LA RED ACTIVA

A continuación se presenta el costo referencial total de la red activa de ELEPCO S.A. las proformas de los equipos en tres marcas diferentes, están ubicados en el anexo D:

EQUIPO ACTIVO	MARCA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)
---------------	-------	--------	----------	-----------------	------------

Servidores	DELL	POWEREDGE R310	3	2788,8	8366,4
Switches de Core	CISCO	Cisco WS-C3850-48T-S	2	14700,22	29400,44
Switches de Distribución – Acceso	CISCO	Cisco WS-C3650-48TD-S	4	10328,32	41313,28
Switches de Distribución – Acceso	CISCO	Cisco WS-C3650-24TD-S	4	6717,58	26870,32
Teléfonos IP	GRANDSTREAM	GRANDSTREAM GXP1450	101	95,2	9615,2
Cámaras IP	GRANDSTREAM	GXV3611	7	304,64	2132,48
TOTAL DE LA RED ACTIVA: \$					117698,12

Tabla 3.51 Resumen del costo total de la red activa

Red	Valor \$
Pasiva	\$ 18 882,1
Activa	\$ 117 698,12
Costo total de la red	\$ 136 580,22

Tabla 3.52 Costo total de la red de ELEPCO S.A.

3.20 COSTO DE OPERACIÓN

Los costos que se detallan a continuación permiten una adecuada operación y mantenimiento de la red. Los sueldos son que actualmente se están cancelando a los empleados que realizan estas actividades, los cuales incluyen sueldo básico más beneficios de ley.

Servicio Mensual	Costo \$
-------------------------	-----------------

Pago al proveedor de Internet (6Mbps) [62]	122,08
Pago CNT de Troncal IP (20 canales) [63]	336
Pago Técnico de Mantenimiento de red	800
Pago al Administrador de red	1200
Total \$	2458,08

Tabla 3.53 Costo de operación mensual de la red

A continuación se presentan los costos de mantenimiento luego del primer año de implementada la red.

Detalle	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Mantenimiento de servidores: hardware, actualizaciones, licencias.		3000	3000
Mantenimiento de la red pasiva.		800	800
Mantenimiento de equipos activos.		6800	6800
Licencia de antivirus luego de 1 año.	200	24,66	4931,20
TOTAL			15 531,2

Tabla 3.54 Costo de mantenimiento anual después del primer año

Los valores fueron tomados de la proforma enviada por la empresa TELCOMBAS S.A. y se encuentran en el Anexo D.

CAPÍTULO IV

PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS

Con el objeto de ratificar el adecuado funcionamiento de la red convergente diseñada se implementará un prototipo en el cual se pueda comprobar el funcionamiento de los servidores propuestos: telefonía IP, *Firewall*, Video Vigilancia IP, DNS, DHCP Y *Active Directory*.

El prototipo contendrá los servidores anteriormente señalados y un número pequeño de usuarios que comprobarán el funcionamiento.

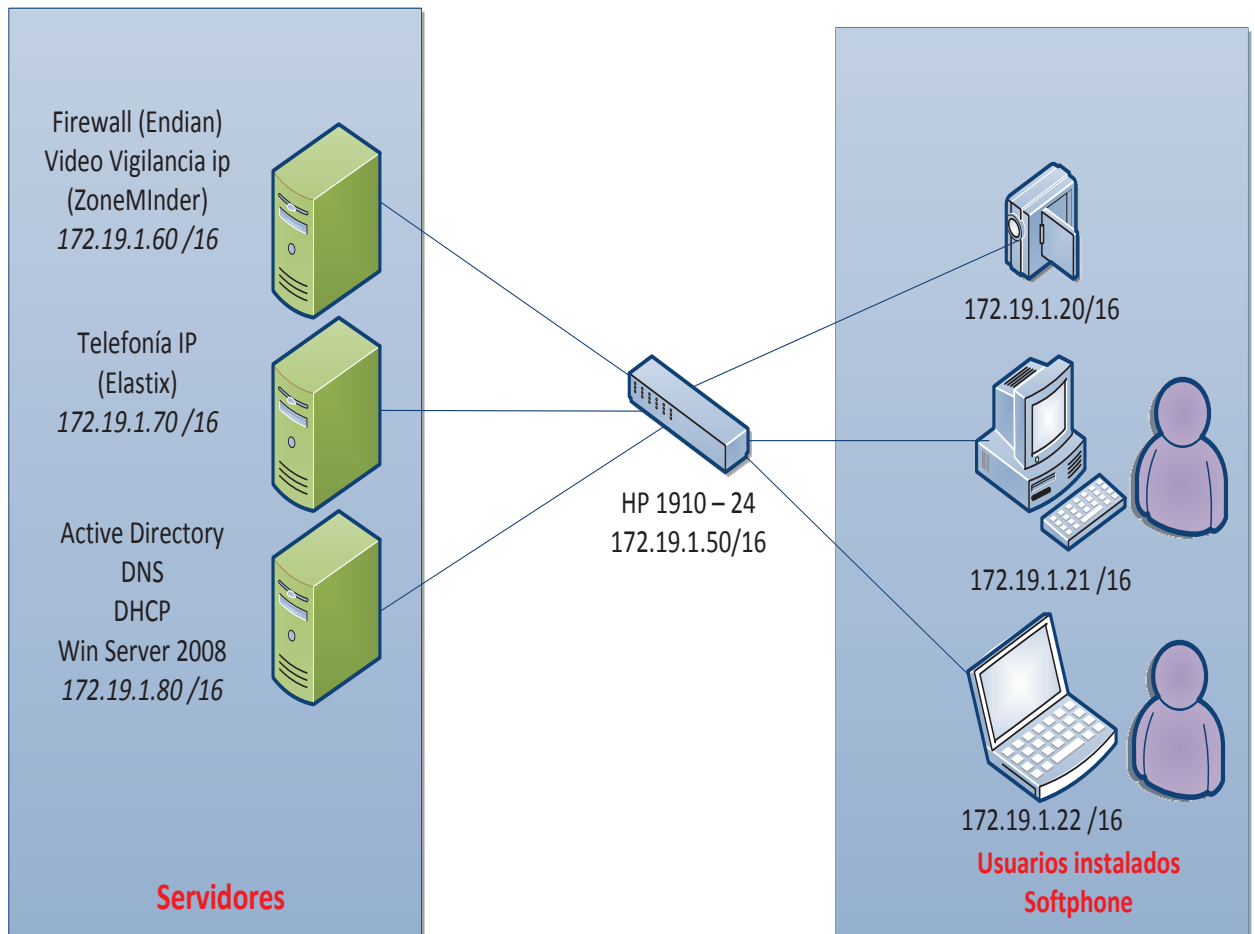


Figura 4.1 Diagrama del prototipo

4.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL PROTOTIPO

A continuación se describen los servidores a emplearse:

4.1.1 SERVIDOR 1:

4.1.1.1 Firewall (Endian Firewall)

Se implementó *Endian Firewall*, el cual cuenta con filtrado de paquete, servidores *proxy*, antivirus / *antispam*, filtrado de contenidos y un módulo de VPN.

4.1.1.2 Video vigilancia IP (ZoneMinder)

Se instalará *ZoneMinder*, ya que ofrece una interfaz sencilla para su configuración y administración, además cuenta con foros de soporte que se han creado alrededor de este sistema de videovigilancia; en donde se puede solventar cualquier duda y problema presentado durante la instalación y uso.

Puede ser usado como un circuito cerrado de televisión (CCTV), soporta cámaras semi-automáticas las cuales se podrán dirigir remotamente, además se puede instalar y gestionar varias cámaras a la vez, ya sea por USB o red.

4.1.2 SERVIDOR 2:

4.1.2.1 Telefonía IP (Elastix)

Será implementado con el uso del software de comunicaciones unificadas *Elastix*, este servidor mantendrá a los clientes que podrán acceder a los servicios a ser configurados y establecer una llamada. Los teléfonos IP serán implementados con la ayuda de *software*.

Durante el desarrollo del prototipo se usarán los *softphones X-lite 4.9*. *X-Lite* cuenta con una interfaz única, que se asemeja a un teléfono celular tradicional con los 10 números y los botones de trabajo. El usuario puede marcar el teléfono como un teléfono celular tradicional.

4.1.3 SERVIDOR 3:

4.1.3.1 Windows Server 2008 (DHCP, DNS y Active Directory)

En este servidor se instalarán los servicios de *Active Directory*, DNS y DHCP. *Active Directory* permitirá administrar a los usuarios, un servidor DNS proporciona resolución de nombres para redes basadas en TCP/IP.

DHCP es una tecnología cliente-servidor que permite que los servidores asignen o concedan direcciones IP a equipos y otros dispositivos habilitados como clientes DHCP.

4.2 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES

4.2.1 SERVIDOR 1

4.2.1.1 Endian Firewall

A continuación se presenta los pasos a configurar en el servidor, para ello se debe tener presente que zona roja es la red WAN y la zona verde es la INTRANET de la empresa:

Paso 1:



Figura 4.2 Paso1, configuración de red

Paso 2: elección de las zonas de red.



Figura 4.3 Elección de zonas de red

Paso 3: En esta sección se configura la dirección IP del servidor, Nombre del equipo y dominio de red.

Configuración de Red

>> Ayudante de configuración de red

Paso 3/8: Preferencias de red

VERDE (Red Interna (LAN) de Confianza):

Dirección IP: Máscara de Red: /24 - 255.255.255.0

Figura 4.4 Asignación IP del servidor

Nombre del equipo:

Nombre del Dominio:

Figura 4.5 Configuración del dominio y nombre del equipo

Paso 4: Se configuran los enlaces de Internet.

Paso 4/8: Preferencias de acceso a Internet

ROJA (Conexión a Internet (WAN), no Confiable):

Interfaces:

	Puerto	Vínculo	Descripción	MAC	Dispositivo
	1	✓	Intel ?	08:00:27:0b:bd:25	eth0
	2	✓	Intel ?	08:00:27:ca:2e:78	eth1

Figura 4.6 Asignación de la interfaz de red

Paso 5: Configuración del DNS.

>> Ayudante de configuración de red

Paso 5/8: Configurar DNS

DNS: automático

Figura 4.7 Pantalla de Configuración DNS

Paso 6: Configuración del correo de administrador (Opcional)

>> Ayudante de configuración de red

Paso 6/8: Configurar correo electrónico administrativo por defecto

Admin email address:

Sender email address:

Dirección del host smarthost:

Este campo puede quedar en blanco

Figura 4.8 Configuración del correo del Administrador

Paso 7: Aplicación de la configuración.

>> Ayudante de configuración de red

Paso 7/8: Aplicar Configuración

¡Felicitaciones!
La configuración de la red está lista, haga clic en Aceptar para aplicar la nueva configuración.

Figura 4.9 Aplicar configuración

Paso 8: Finalización de la configuración.

>> Ayudante de configuración de red

Paso 8/8: Fin

Su configuración ha sido guardada. Por favor, espere hasta que los servicios dependientes hayan sido recargados. Esto podría tomar hasta 20 segundos. ¡Disfrute!

La dirección IP de la zona VERDE ha cambiado. Después del cambio (unos 20 segundos) puede acceder a la interfaz web en la nueva dirección en el enlace siguiente [interfaz web en la nueva dirección](#)

Recuerda el revisar los bloques de direcciones IP de servicios para que estén configurados como deseas. Principalmente revisa la configuración del "Control de accesos basados en la Red" del Proxy HTTP

Figura 4.10 Mensaje al Finalizar la configuración

4.2.1.2 Video Vigilancia IP (ZoneMinder)

Paso 1: Instalación de ZONEMINDER.

```
apt-get install ZoneMinder
```

Paso 2: Añadir los paquetes H.264.

```
apt-get install x264
```

Paso 3: Añadir demora para permitir que MySQL se inicie antes Zoneminder

```
nano /etc/init.d/zoneminder
```

Paso 4: Añadimos un *sleep*.

```
start() {
sleep 15
echo -n "Starting $prog: "
```

Paso 5: Para salir y guardar.

```
Ctrl + o
Ctrl + X
```

Paso 6: Vincular Apache para Zoneminder

```
ln -s /etc/zm/apache.conf /etc/apache2/conf.d/zoneminder.conf
/etc/init.d/apache2 force-reload
adduser vídeo www-data
```

Paso 7: Configuración de *NTP*.

```
nano /etc/cron.daily/ntpdate
#!/ Bin / sh
ntpdate ntp.ubuntu.com
```

Paso 8: Reemplazar *ntp.ubuntu.com* con el servidor de tiempo

```
time-a.nist.gov time-b.nist.gov
```

```
Ctrl + o
CTRL + X
```

```
chmod 755 /etc/cron.daily/ntpdate
```

Paso 9: Abrir *Zoneminder* en el navegador web.

General	Source	Timestamp	Buffers	Misc
Name	Monitor-2			
Source Type	Remote ▼			
Function	Modect ▼			
Enabled	<input checked="" type="checkbox"/>			
Linked Monitors	Monitor-1 ▲▼			
Maximum FPS	<input type="text"/>			
Alarm Maximum FPS	<input type="text"/>			
Reference Image Blend %age	7			
Triggers	None available			

Save Cancel

Figura 4.11 Configuración de Pestaña General del Monitor

4.2.2 SERVIDOR TELEFONÍA

4.2.2.1 Telefonía IP (Elastix)

El servidor de telefonía *Elastix* ha sido elegido para la implementación por su facilidad de instalación, posee el núcleo de *VoIP Asterisk*, que permite la configuración de la telefonía IP. Este software cuenta con una interfaz amigable para el administrador, a más de ello cuenta con una gran cantidad de documentación y soporte en internet.

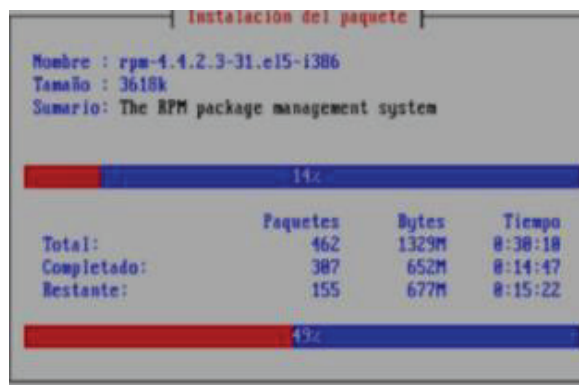


Figura 4.12 Pantalla de instalación *ELASTIX*

Pantalla de inicio al servidor:



Figura 4.13 Pantalla inicio del servidor *Elastix*

Creación de extensiones de usuarios:

Paso 1:

Nos dirigimos a PBX:

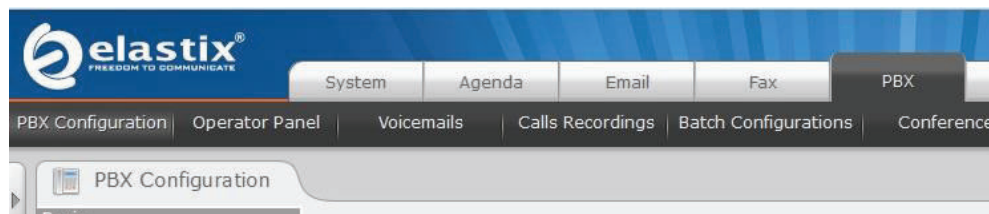


Figura 4.14 Creación de una extensión paso 1

Paso 2:

Selección del dispositivo, click en *Submit*.

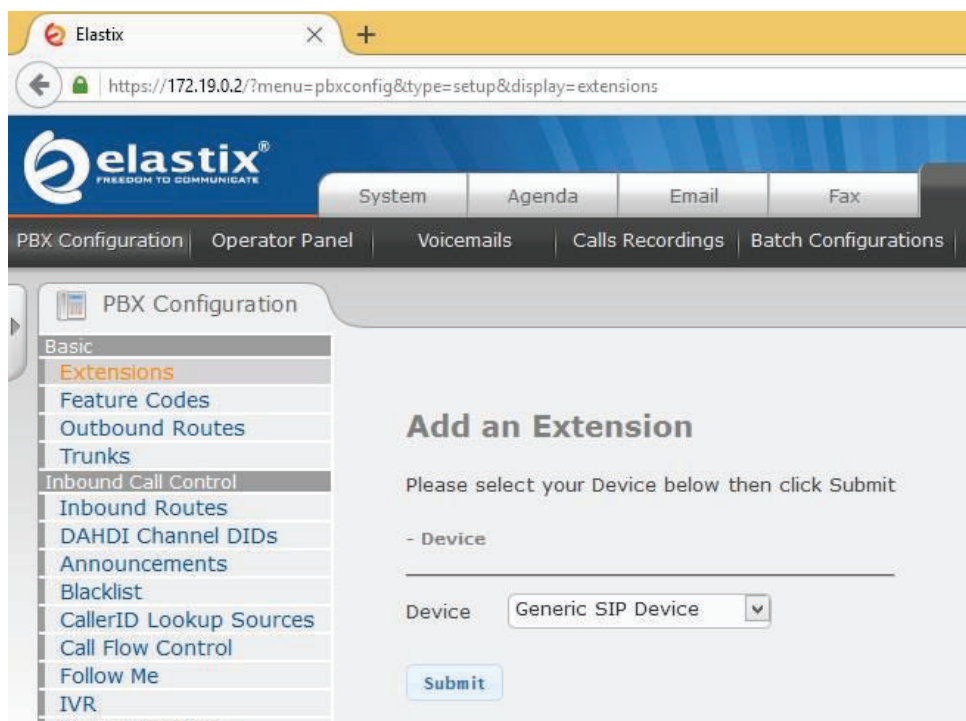


Figura 4.15 Selección del dispositivo paso 2

Paso 3:

User extensión: Número de extensión del usuario.

Display name: Nombre del usuario de la extensión.


Secret: Clave asignada a cada usuario.



 This screenshot shows a close-up of the 'Add Extension' form. It features four input fields stacked vertically, each with a small question mark icon to its right. The fields are labeled: 'User Extension', 'Display Name', 'CID Num Alias', and 'SIP Alias'.

Figura 4.16 Configuración de Display name y extensión

- Device Options

This device uses sip technology.

secret 

dtmfmode  RFC 2833 



nat  No - RFC3581 

Figura 4.17 Configuración de una extensión IP

4.2.3 SERVIDOR WINDOWS SERVER 2008 (*DHCP, DNS y Active Directory*)

4.2.3.1 Active Directory

Paso 1: Agregar roles y seleccionamos "Servicios de dominio de *Active Directory*"



Figura 4.18 Paso 1, instalación de AD

Paso 2:

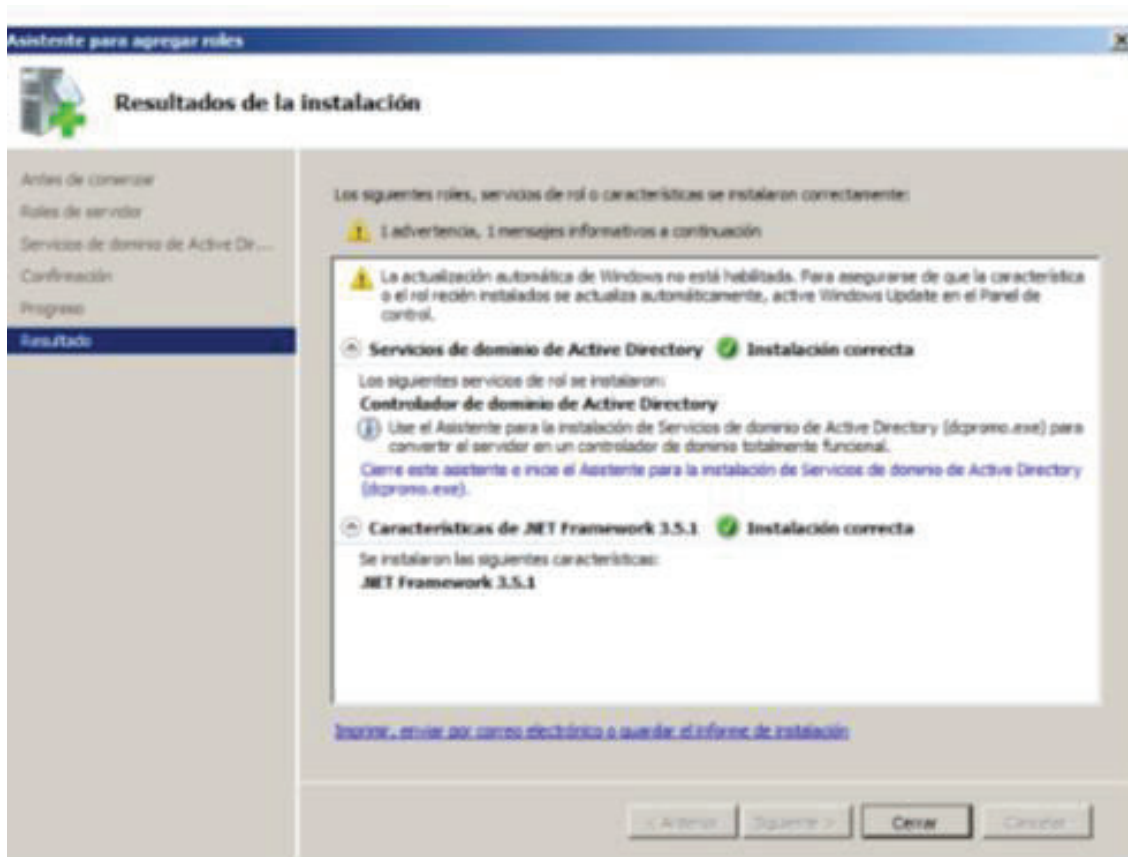


Figura 4.19 Paso 2, instalación de AD

Paso 3:

Convertir el servidor en controlador de dominio. Hay dos formas. Podemos usar el comando `dcpromo.exe` o ir a la consola de administración del servidor, buscar el nuevo rol de *Active Directory* y ejecutar el asistente.



Figura 4.20 Paso 3, instalación de AD

Paso 4:

Creamos un bosque nuevo.

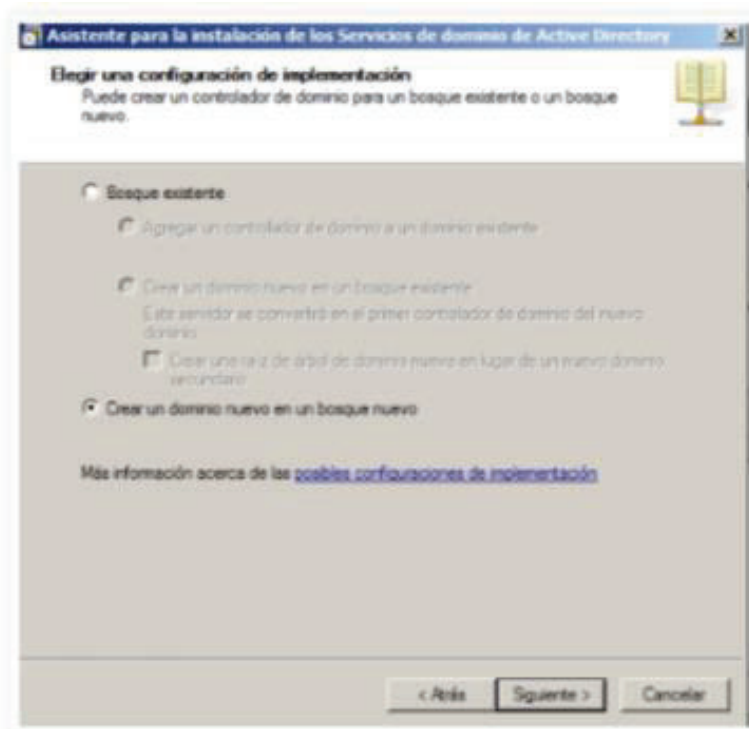


Figura 4.21 Paso 4, instalación de AD

Paso 5:

Escribir el nombre del Dominio. En nuestro caso: elepcosa.com

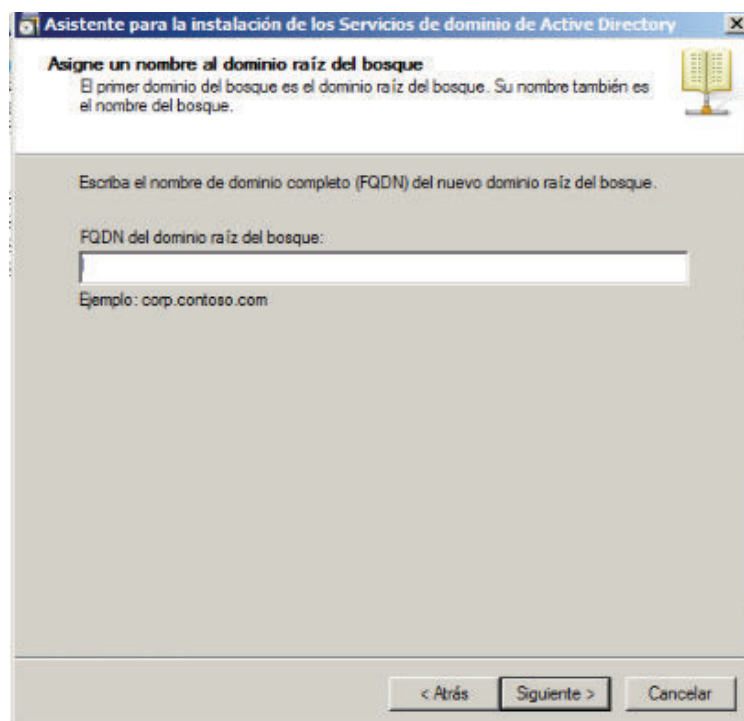


Figura 4.22 Paso 5, instalación de AD

Paso 6:

Como nombre *Netbios*, siempre un nombre más corto.

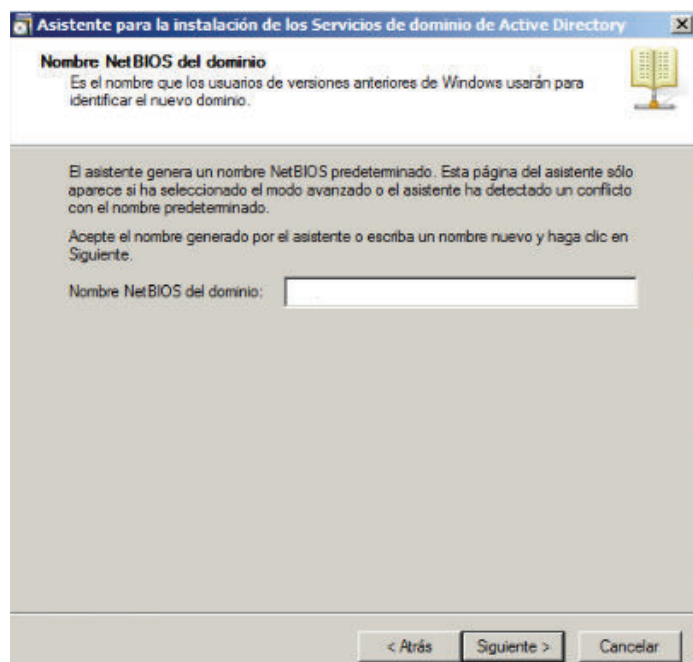


Figura 4.23 Paso 6, instalación de AD

Paso 7:

Nivel de Funcionalidad.

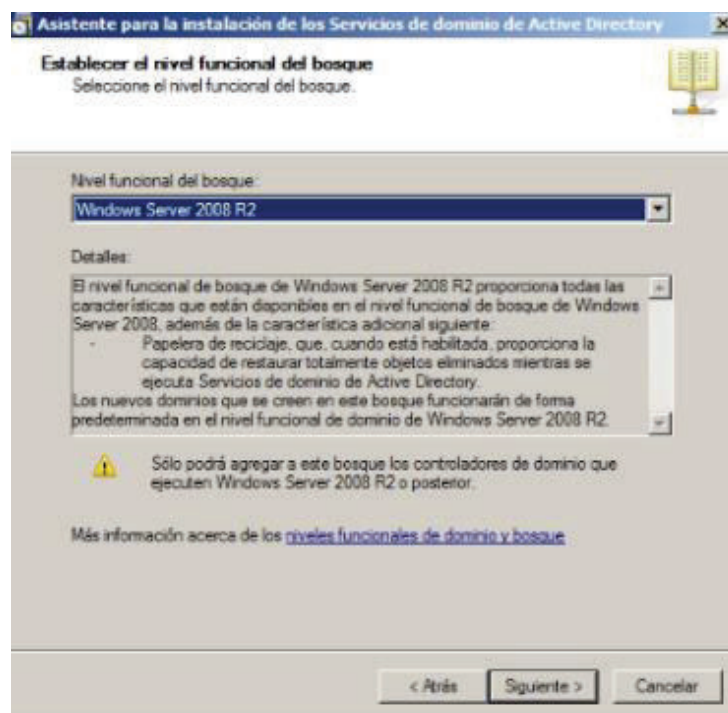


Figura 4.24 Paso 7, instalación de AD

Paso 8:

Instalar el servidor DNS.

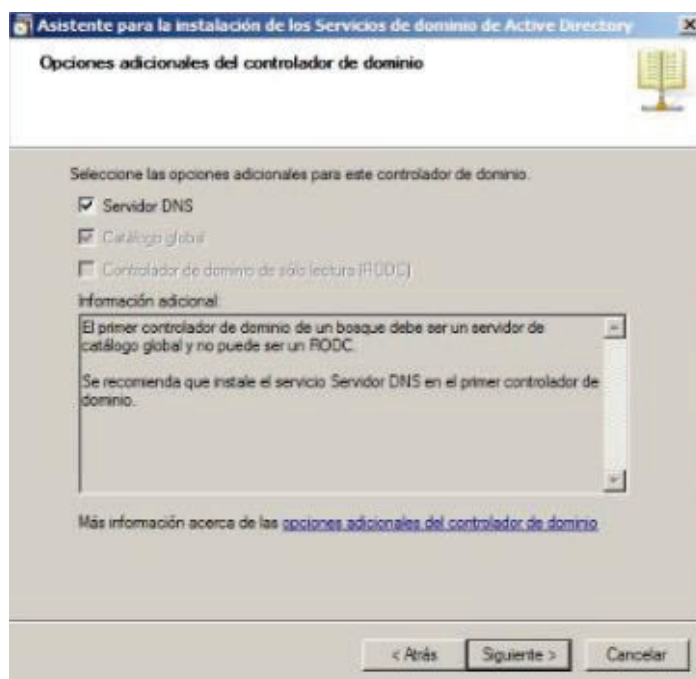


Figura 4.25 Paso 8, instalación de AD

Paso 9:

Creación de una contraseña en caso de fallo del AD.

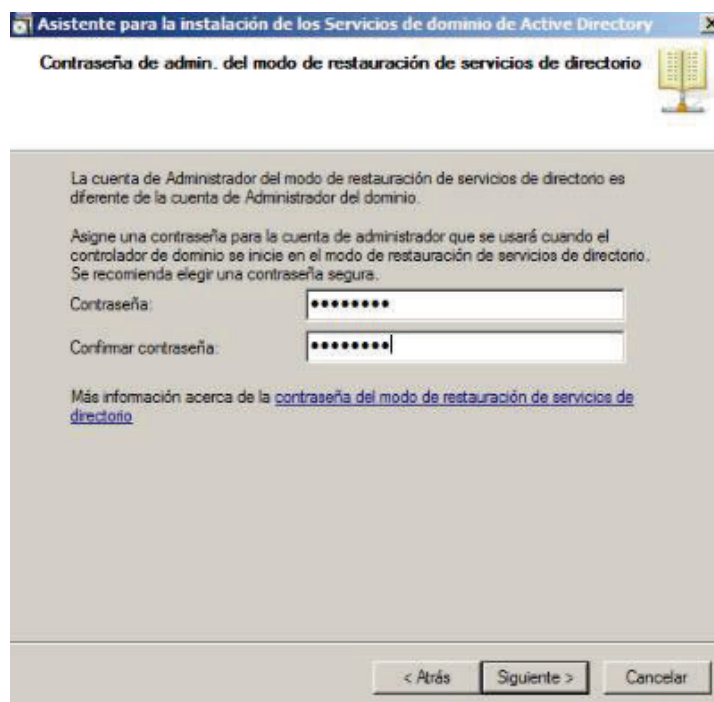


Figura 4.26 Paso 9, instalación de AD

Paso 10:

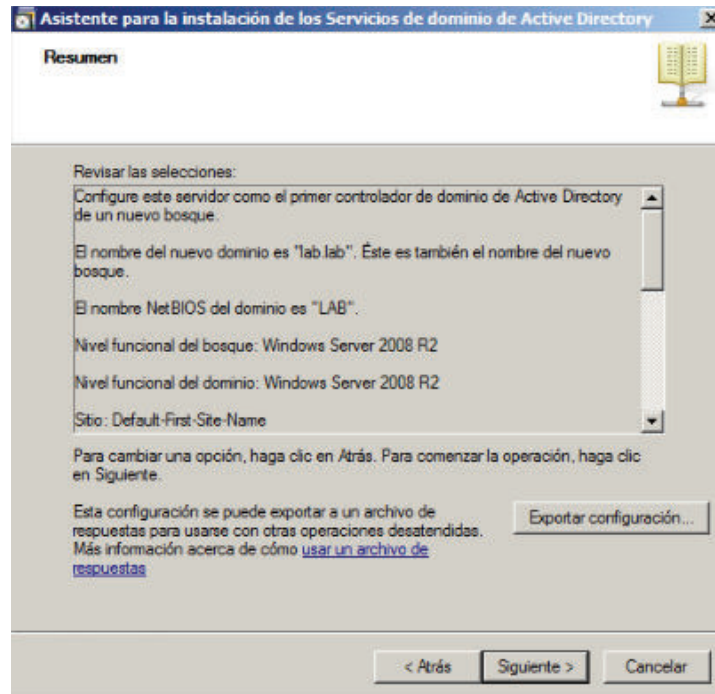


Figura 4.27 Paso 10, instalación de AD

Una vez terminado este asistente, esta *Active Directory* instalado.

4.2.3.2 Instalación del servidor DHCP

1. Haga clic en Inicio, Herramientas administrativas, Administrador del servidor y, a continuación, confirme Control de cuentas de usuario.
2. En Resumen de roles, haga clic en Agregar roles, haga clic en Siguiente, seleccione Servidor DHCP y, a continuación, haga clic en Siguiente.

4.3 PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Se define las pruebas realizadas sobre el prototipo y los resultados obtenidos:

4.3.1 COMPROBACIÓN DE SERVICIOS

La siguiente lista muestra los servicios que fueron probados en el prototipo:

- Servicio de DHCP
- Servicio de DNS

- Servicio de telefonía IP
- Servicio de Videovigilancia.

4.3.1.1 Servicio DHCP

La comprobación consiste en configurar la adquisición automática de la dirección IP del dispositivo mediante el protocolo DHCP. Esta prueba tiene por objetivo asignar la dirección IP dentro de un rango de direcciones específico a un computador.

La dirección provista será la misma en cada petición a cada computador, existiendo una asociación previa entre la dirección MAC y la dirección IP. Para su verificación se usará la información presentada por los mensajes del sistema, que se registran en el archivo `/var/log/messages`. Los resultados del funcionamiento del servicio son mostrados en la figura 4.28.

```
dhcpd: DHCPDISCOVER from 68:b5:99:5c:d1:0f via Auto_eth0
dhcpd: DHCPOFFER on 172.19.1.227 to 68:b5:99:5c:d1:0f via Auto_eth0
dhcpd: DHCPREQUEST for 172.19.1.227 (172.19.1.225) from 68:b5:99:5c:d1:0f via Auto_eth0
dhcpd: DHCPACK on 172.19.1.227 to 68:b5:99:5c:d1:0f via Auto_eth0
```

Figura 4.28 Ofrecimiento de una dirección IP por el servicio DHCP

4.3.1.2 Servicio DNS

La prueba de este servicio consiste en la resolución de nombres de dominio a direcciones IP y viceversa. Esta prueba tiene por objeto mostrar el adecuado funcionamiento de la resolución de nombres para el acceso a los diferentes equipos y servidores que mantienen un registro en el servidor.

Con el objeto de demostrar el correcto funcionamiento se usa del comando ping al `user.elepcosa.com`, del cual nos da la respuesta:

```
C:\Users\katherine>ping user.elepcosa.com
Haciendo ping a 172.19.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 172.19.1.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=120
Respuesta desde 172.19.1.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=120
Respuesta desde 172.19.1.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=120
Respuesta desde 172.19.1.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=120

Estadísticas de ping para 172.19.1.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Figura 4.29 Ping a user.elepcosa.com

4.3.1.3 Servicio Telefonía IP

La prueba del servicio de telefonía corresponde a la realización de llamadas, mismas que deben ser establecidas adecuadamente.

Los teléfonos a ser utilizados en la prueba corresponden a los softphones X-Lite 4, mismos que se asocian al servidor de telefonía utilizando el protocolo SIP y utilizando las extensiones 100 y 101, el marcado y establecimiento de la llamada puede ser apreciado en la figura 4.30

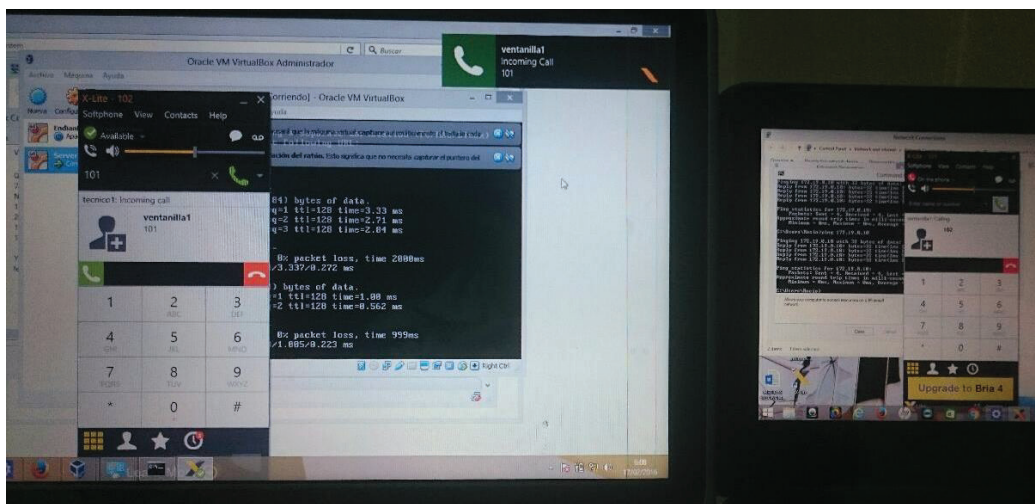


Figura 4.30 Llama de teléfono IP

4.3.1.4 Servicio Videovigilancia

A continuación se presenta el *streaming* de video que se realizó con la cámara IP GXV 3611.

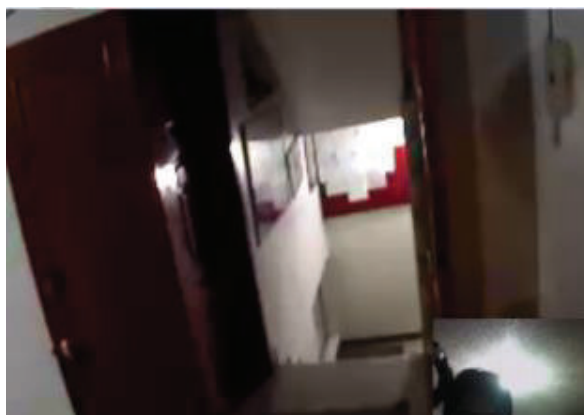


Figura 4.31 Imagen de la cámara IP GXV 3611

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El análisis de la situación actual de la red de ELEPCO SA demostró que hay que reestructurar el sistema de red, ya que no se rige a ninguna norma de Estándares de Cableado Estructurado ANSI/TIA/EIA 568 C, ANSI/TIA/569 A, ANSI/TIA/606 A, EIA/TIA 697; debido a esto no se puede identificar adecuadamente los subsistemas que lo componen. Las rutas de los cables presentan curvaturas superiores a las recomendadas en los estándares, lo cual ocasiona pérdidas de señal en la transmisión. Además no respetan el número máximo de elementos que deben estar dentro de una tubería, según la norma ANSI/EIA/TIA-569.
- El diseño de red convergente presentada: jerárquica, robusta, escalable y confiable; garantiza la integridad en el envío de datos, así como la disponibilidad de los servicios de red a todos los usuarios, certificando así la confidencialidad de las comunicaciones y su integridad; cubriendo de esta forma con los requerimientos de ELEPCO S.A y con las condiciones de diseño y prioridades operativas propuestas por la institución.
- Para proporcionar una red de datos segura, tolerable a fallas se trabajará con equipos redundantes, contando con firewalls, con switches de core y región DMZ para servidores.
- Se definieron las políticas de direccionamiento, seguridad y gestión de la red, para los requerimientos actuales de ELEPCO S.A. Cabe mencionar que los principales beneficiados de este proyecto son los usuarios, ya que lograrán una rápida y confiable comunicación con los servidores, así mismo en la transferencia de archivos o cualquier aplicación análoga.
- Para la telefonía IP, se utilizó softphones los cuales se conectan directamente a una PC que tenga servicio de red, con lo cual se proporciona el servicio de telefonía a varios usuarios de red.

- La protección de la información es fundamental en una red, por ello la red convergente propuesta tiene un buen nivel de redundancia, lo que hace necesario habilitar el protocolo Spanning-Tree para evitar los lazos de tráfico.
- Los equipos de conectividad elegidos, permitirán a los usuarios trabajar y disponer de los nuevos servicios de red, sin que esto afecte su trabajo cotidiano.
- Los servidores escogidos permitirán a la institución la creación de nuevas aplicaciones de red, sin que esto implique aumento de costos por adquisición de equipos nuevos.
- El diseño de la red de datos convergente de ELEPCO SA., se comprobó con la implementación de un prototipo de pruebas a escala menor que incluyó: CPUs que actuaron como servidores, dos estaciones de trabajo y una cámara IP, para videovigilancia; demostrando así que todos los servicios implementados, pueden ser utilizados por los usuarios de la red de manera efectiva.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda capacitar a todo el personal que conforma el Centro de Cómputo, sobre las tecnologías a implementarse, a fin de que todos estén en capacidad de poder realizar y ejecutar las diversas funciones que ofrece el sistema.
- Instaurar políticas y procedimientos de monitoreo y análisis del tráfico de la red de ELEPCO SA, para mantener control del estado de la red LAN a implementar.
- Se recomienda ejecutar la certificación del cableado estructurado, para suprimir problemas por voltajes inducidos y puesta a tierra, que ocasionaría interferencias en los datos.
- Para la ejecución del Cableado Estructurado de ELEPCO S.A, se recomienda que todos los dispositivos y accesorios, sean de la misma marca, para garantizar compatibilidad y no se generen problemas posteriores, cuando se requiera obtener una certificación o pruebas de conectividad.

- Se recomienda continuar los lineamientos del diseño de la red de ELEPCO S.A, excluyendo los *switches* que no proveen QoS, y más aún los *hubs*, que introducen dominios de colisión en la red, reduciendo su eficiencia.
- El momento en que la implementación de la Red de ELEPCO S.A. termine, solicitar un informe técnico, el cual facilitará las tareas de mantenimiento y solución de problemas durante la operación por parte del departamento del Centro de Cómputo.
- Se recomienda implementar telefonía IP, ya que ofrece facilidad en administración, así como también en conectividad, mantenimiento, facturación y servicio.
- Se recomienda proporcionar asesoramiento a los usuarios sobre el uso adecuado de los sistemas informáticos, para evitar la pérdida de tiempo en la resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alarcon, E., & Crovetto, C. (2010). *Las Redes y el Futuro de las Comunicaciones*. Lima: Megabyte.
- [2] Forouzan, B. (2010). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*. Madrid: Mc Graw Hill.
- [3] Tanenbaum, A. (2008). *Comunicaciones y Redes de Computadoras*. Madrid: Pretice Hall.
- [4] Herrera, C. (2009). *Redes TCP/IP*. Quito: EPN.
- [5] Perugachi, F. (2012). *Reingeniería de la red LAN del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui*. Quito: EPN.
- [6] Hesselbach, X., & Altés, J. (2002). *Análisis de redes y sistemas de comunicación*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- [7] Parson, J., & Oja, D. (2008). *Conceptos de computación*. México: Cengage Leraning Editores S.A.
- [8] Aveiga, D., & Cadena, L. (2010). *Diseño de la red de telefonía IP y su integración con la red de datos para la comunicación de la matriz con las sucursales de importadora VEGA S.A*. Quito: EPN.
- [9] Inc., A. (2012). LANShack. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de <http://www.lanshack.com/cat6a.aspx>
- [10] López, P., & Naula, F. (2006). *Rediseño de la red lan de la Cruz Roja Ecuatoriana sede central*. QUITO: EPN.
- [11] Caiza, M., & Cruz, P. (2011). *Diseño de una red convergente para brindar una solución de voz y datos de Laboratorios LIFE a nivel nacional*. Quito: EPN.
- [12] Siemon. (s.f.). Espacios de Telecomunicaciones. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de http://www.siemon.com/ally/recertification/pdf/spanish/07-Espacios_de_Telecomunicaciones_Rev_M.pdf
- [13] construcción, C. e. (s.f.). Norma ecuatoriana de construcción. Recuperado el 2015 de Octubre de 8, de http://issuu.com/la_hora/docs/parte1/400

- [14] Sulca, M. (s.f.). *Cableado Estructurado*. (Soporte al PC S.A.C) Recuperado el 2013 de Octubre de 12, de <http://soportealpcsac.blogspot.com/p/cableado-estructurado.html>
- [15] Roy, J. (s.f.). C2 Consulting. (ANSI/TIA-568-C.3) Recuperado el 2013 de Octubre de 14, de http://www.fols.org/standards/documents/568C3_update_FOLS.pdf
- [16] Martín, C. (2010). *Instalaciones de Telecomunicaciones*, Técnicas Básicas. EDITEX.
- [17] Gómez, A. (2009). *Redes Locales*. Editex.
- [18] Como se conforma la sala de informatica del Colegio de Bachilleres 14. (19 de Junio de 2010). Recuperado el 13 de Octubre de 2013, de <http://zafirosollano.blogspot.com/2010/06/como-se-conforma-la-sala-de-informatica.html>
- [19] Secure Networks ITC . (2013). Patch Panel. (Organiksoft) Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://www.securenetworksitc.com/patch-panel/>
- [20] Mundo Fix, C. (2008). Faceplate 2P blanco Furukawa. (Mundo Fix SRL) Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://www.mundofix.com/faceplate-2p-blanco-furukawa.html>
- [21] GlobalTech Solutions. (2013). Organizador de cable de 2U. (GlobalTech Solutions) Recuperado el 2013 de Octubre de 15, de <http://www.globaltech-solutions.net/gts/component/virtuemart/racks-y-accesorios/organizadores-de-cable/organizador-de-cable-de-2u-detail>
- [22] Compucanjes. (2013). Cable Patch Cord RJ45. (MMG Designs) Recuperado el 2013 de Octubre de 15, de <http://www.compucanjes.com/products/category/5-cables/95-cables-de-red.html>
- [23] IMP Redes. (s.f.). Regleta Eléctrica. (IMP Redes) Recuperado el 2013 de Octubre de 15, de http://www.imp-redes.com/category.php?id_category=264
- [24] Del Campo, R. (2014). Libreta de Redes Locales. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de <http://rl-ruben-delcampo.blogspot.com/2014/01/trabajo-tema-7.html>
- [25] Vinueza, M. (2004). *Folleto de Redes de Área Local*. Quito: EPN.

- [26] CISCO. (s.f.). Página Oficial de CISCO. Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/product_data_sheet0900aecd80322c0c.html
- [27] Huidrobo, J., & Conesa, R. (2006). *Sistemas de TELEFONÍA*. Madrid: Thomson Editors.
- [28] VoipForo. (s.f.). Codecs. Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>
- [29] Moro, M. (2013). *Infraestructura de redes de datos y sistemas de telefonía*. Madrid: Paraninfo S.A.
- [30] Service, J. T. (s.f.). X-Lite Softphone. Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de <http://jitel.net/softphone.html>
- [31] Stallings, W. (2010). *Comunicaciones y Redes de Computadores*. Barcelona: Prentice Hall.
- [32] Secur-IT. (s.f.). DMZ. Recuperado el 14 de Noviembre de 2013, de <http://securitcrs.wordpress.com/seguridad-de-red/dmz/>
- [33] ELEPCO S.A sigue disminuyendo pérdidas. (2012). (Diario Digital Centro) Recuperado el 20 de Noviembre de 2013, de www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fdiariodigitalcentro.com%2Findex.php%2F5383-elepc0-sa-sigue-disminuyendo-las-perdidas-de-energia&ei=CAudUpK7BcXRkQeep4GABA&usg=AFQjCNGMwDMAZ-9j4LqXC5HFjNDpdMMWJA&bvm=
- [34] Reyes Cevallos, C. (2012). *Reingeniería e implementación del portal WEB para la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. con interfaz AZ al sistema de aplicaciones iSeries i5*. Latacunga: ESPE.
- [35] Trajano, M. (2012). Índice de crecimiento del personal de ELEPCO S.A. Latacunga: ELEPCO S.A. Departamento Personal.
- [36] Instalaciones, E. (s.f.). Canaletas Planas. Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de <http://www.instalaciones.com.pe/canaletas>
- [37] Renovable, M. d. (25 de Septiembre de 2014). Acuerdo Ministerial 234. Obtenido de <http://190.152.98.92/portal/lotaip/juridico/tecnologicos.pdf>

- [38] Pingdom. (s.f.). Pingdom Website Speed Test. Recuperado el 16 de Noviembre de 2013, de <http://tools.pingdom.com/fpt/#!/b9TVGs/www.gestiondocumental.gob.ec/>
- [39] Bazurto, J., & Mena, D. (2011). *Rediseño de la red del Instituto Tecnológico Superior "Central Técnico"*. Quito: EPN.
- [40] Digital, J. (s.f.). Profundidad de pixel. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de http://www.jaguar.edu.co/z_aprendizaje/tutoriales/imagenDigital/profundidad.php
- [41] Unixmen. (s.f.). Elastix Unified Communication Server. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <http://www.unixmen.com/install-elastix-unified-communication-server/>
- [42] Zenteno, A. (s.f.). Endian firewall. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/lvanZenteno/endian-firewall-administracion-de-redes-corporativas>
- [43] Technet. (s.f.). Requisitos de sistema de Windows Server 2008. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <https://technet.microsoft.com/es-es/windowsserver/bb414778.aspx>
- [44] Diego, V. (s.f.). ZONEMINDER. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <https://prezi.com/xmetgkfkfeskpp/zoneminder-diego-vargas/>
- [45] wikipedia. (s.f.). Elastix. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Elastix>
- [46] Dragontire. (s.f.). Como instalar y configurar ENDIAN. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de <https://dragontire.wordpress.com/como-instalar-y-configurar-endian/>
- [47] Router-switch. (s.f.). WS-C3650-48TD-S. Recuperado el 21 de Noviembre de 2015, de <http://www.router-switch.com/ws-c3650-48td-s-p-5439.html>
- [48] Development, H. P. (s.f.). Switch HP 2920-48G(J9728A). Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de <http://www8.hp.com/ec/es/products/networking-switches/product-detail.html?oid=5354561#!tab=specs>
- [49] D-Link Corporation/D-Link Systems, I. (2014). DGS-3420-28 PC. Obtenido de <http://www.dlink.com/us/en/business-solutions/switching/managed->

switches/layer-2/dgs-3420-28pc-xstack-24-port-1000-layer-2-stackable-managed-poe-gigabit-switch

- [50] Development, H. P. (s.f.). Switch HP 5500-48G EI(JD375A) . Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de <http://www8.hp.com/ec/es/products/networking-switches/product-detail.html?oid=4174721>
- [51] Router-switch. (s.f.). WS-C3850-48T-S. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de <http://www.router-switch.com/ws-c3850-48t-s-p-5211.html>
- [52] D-Link Corporation/D-Link Systems, I. (2012). DGS-3620-52T-S. Obtenido de <http://www.dlinkla.com/dgs-3620-52t-si>
- [53] Inc, V. (s.f.). VIVOTEK IP8161. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de <http://www.vivotek.com/ip8161/>
- [54] Grandstream. (s.f.). GXV 3601. Obtenido de http://www.grandstream.com/products/surveillance/gxv3601/documents/gxv3601_quickstartguide.pdf
- [55] Corporación, D.-L. (s.f.). DCS-932L. Recuperado el 22 de Enero de 2016, de <http://www.dlinkla.com/dcs-932l>
- [56] Networks, G. (s.f.). GXP1450. Recuperado el 22 de Noviembre de 2015, de <http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony/enterprise-ip-phones/product/gxp1450>
- [57] Systems, C. (s.f.). Cisco SPA 303 3-Line IP. Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/small-business-spa300-series-ip-phones/data_sheet_c78-601648.html
- [58] Yealink. (s.f.). Yealink SIP-T21P. Recuperado el 27 de Enero de 2016, de <http://www.yealink.com/Upload/T2X/2014224/Yealink%20SIP-T21P%20Datasheet.pdf>
- [59] Dell, C. (s.f.). Servidor para rack PowerEdge R220. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de <http://www.dell.com/es/empresas/p/poweredge-r220/pd>
- [60] Development, H. P. (s.f.). Servidor HP ProLiant DL120 Gen9. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de

- <http://www8.hp.com/ec/es/products/proliant-servers/product-detail.html?oid=7481826>
- [61] Link, D. (s.f.). DNS-1550-04. Obtenido de http://www.dlink.com/-/media/Business_Products/DNR_DNS/DNS%201550%2004/Datasheet/DNS-1550-04_Datasheet_EN_UK.pdf
- [62] CNT. (s.f.). Internet Pymes. Recuperado el 25 de noviembre de 2015, de <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan-corporativo/internet-pymes/>
- [63] CNT. (s.f.). TRONCALES Telefonía IP. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de <https://www.cnt.gob.ec/telefonía/plan-corporativo/troncal-telefonica-ip-2/>
- [64] Official Hewlett-Packard. (s.f.). Recuperado el 5 de Mayo de 2013, de <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/uk/en/sm/WF06b/15351-15351-3328412-241475-241475-4091408-5085138.html?dnr=1>
- [65] Hewlett-Packard Development Company, L. (2012). Sitio Oficial HP. (Hewlett-Packard) Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/uk/en/sm/WF06b/12883-12883-4172267-4172281-4172281-4218346-4177649.html?dnr=1>
- [66] Icesi, U. (s.f.). Proyecto Asterisk-VoIP . Recuperado el 12 de Noviembre de 2013, de http://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/asterisk/codecs-utilizados-por-asterisk/
- [67] Academy, C. N. (s.f.). CISCO CCNA Exploración 4.0 Conmutación y conexión inalámbrica. Recuperado el 20 de Noviembre de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/17481738/Cisco-CCNA-3-Exploration-Conmutacion-y-Conexion-Inalambrica-de-Lan-Version-40-Espanol->
- [68] CISCO. (s.f.). Catalyst-3560-x-series. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-3560-x-series-switches/models-comparison.html>
- [69] Vivotek. (s.f.). IP 7130. Obtenido de http://www.vivotek.cl/vivotek/camaras_ip/ip7130/
- [70] Networks, G. (2008). GXP 280. Obtenido de http://www.grandstream.com/products/gxp_series/gxp280/gxp280.html
- [71] CISCO, P. (s.f.). Cisco SPA 502G. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration->

endpoints/small-business-spa500-series-ip-phones/qa_c67-552213-00.html

- [72] Company, H.-P. D. (2014). HP ProLiant DL360 G7 E5620 . Obtenido de <http://h20195.www2.hp.com/v2/default.aspx?cc=co&lc=es&oid=5086717>
- [73] García, J. (2008). Redes para Procesos Distribuidos. Barcelona: Alfa-Omega.
- [74] Nunemacher, G. (2007). Introducción a las Redes de Área Local. Madrid: Paraninfo.
- [75] Latam, W. L. (s.f.). Espacio del Equipo Windows Live Latam. Obtenido de <http://windowslivelatam.com/2010/12/10/con-hotmail-ahora-puedes-enviar-hasta-10-gb-de-archivos-adjuntos/>
- [76] Tecnoficom. (s.f.). Tecnoficom. Recuperado el 25 de noviembre de 2015, de <http://www.tecnoficom.com/pdetallexorcom1.html>
- [77] ESET. (s.f.). Contenidos Corporativos. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de <http://www.eset-la.com/empresas/eset-endpoint-security>
- [78] Elepco S.A. (s.f.). Visión ELEPCO S.A. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.elepcosa.com/eec/index.php/la-empresa/2014-11-08-14-09-29>

ANEXOS

ANEXO A: Planos del Bloque A y Bloque B de ELEPCO S.A

ANEXO B: Directorio Telefónico antes del diseño de la Red convergente de
ELEPCO S.A.

ANEXO C: Direcciones IP antes del diseño de la Red Convergente de ELEPCO S.A

ANEXO D: Costos Referenciales de los Equipos Activos.