



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

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

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

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 EN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS PARA EL CENTRO DE REHABILITACIÓN MÉDICO No. 3 Y LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA EN PORTOVIEJO

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

JÁCOME ZAMBRANO GERMÁN PAOLO

german.jacome@mailfie.net

QUIROGA CHAUCA LICETH ALEJANDRA

liceth.quiroga@mailfie.net

DIRECTOR: ING. CARLOS ALONSO NOVILLO MONTERO

carlos.novillo@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CARLOS LUIS PINARGOTE NAVARRETE

carlos.pinargote@inclusion.gob.ec

QUITO, SEPTIEMBRE 2013

DECLARACIÓN

Nosotros, Germán Paolo Jácome Zambrano y Liceth Alejandra Quiroga Chauca, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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.

Germán Paolo Jácome Zambrano

Liceth Alejandra Quiroga Chauca

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jácome Zambrano Germán Paolo y Quiroga Chauca Liceth Alejandra, bajo mi supervisión.

**ING. CARLOS NOVILLO
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. CARLOS PINARGOTE
CODIRECTOR DEL PROYECTO**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme con la familia maravillosa que tengo y ser la fortaleza que me guía y me ayuda a superar cada reto que me permite vivir.

Mis más sinceros agradecimientos a mi familia, quienes incondicionalmente permanecen a mi lado en lo bueno y en lo difícil, con palabras o acciones se vistieron con una misma camiseta, colocando grano tras grano de arena, para ayudarme a culminar este proyecto.

A mi padre José, sé que siempre me acompañó para cuidarme y contagiarme de ese esmero y energía que lo caracterizaron, para luchar por lo que se quiere; no pudo mandar mejor reemplazo, Orlando un hombre admirable y trabajador que supo cómo afrontar su responsabilidad, apoyándome día a día, convirtiendo mis alegrías y preocupaciones en las suyas propias.

A, Patricia Ch. por haberme dado todo lo que tengo y todo lo que soy; por tus palabras siempre acertadas para brindarme, ánimo, consuelo, esperanza, para reprenderme, gracias por hacerme sentir que si tú estás, siempre todo está bien, por más difícil que puede tornarse. Mil Gracias Mami.

A, Josse Ch, por ser mi compañera, más que mi hermana, mi mejor amiga, incondicional en todo momento, gracias por tu apoyo, paciencia y amistad.

A, Daniel Ch, por ti mi vida no es monótona, gracias por llenarla con alegrías y disgustos, y en tu inocencia permanecer siempre pendiente de mí.

A, Andrés Q, quien entre sus numerosas ocupaciones siempre se dio tiempo para sacarme de aprietos y ayudarme sinceramente cuando lo necesité, gracias porque con amor y paciencia nunca duda en compartirlo todo, retos, logros y dificultades, siempre hace que todo se vea muy sencilló.

A mis abuelitos, por sus bendiciones y por estar pendientes en todo momento, de alguna o de otra forma siempre están apoyándome y son de los mejores protagonistas de mi vida.

A, Iván M, un amigo muy querido, con un corazón enorme, siempre dispuesto a colaborar, sin tener que hacerlo, gracias por tu ayuda durante este tiempo.

A, Germán Jácome, cuya amistad y trabajo constante, hicieron posible la culminación de este proyecto, quien con su forma de ser seguro hará que este reto sea inolvidable.

A mi director Ing. Carlos Novillo y codirector Carlos Pinargote, quienes con su apoyo y experiencia supieron guiarnos de la mejor manera en el desarrollo de nuestro proyecto.

A mis maestros, quienes con su ejemplo y enseñanzas forjaron en mí una persona útil para abrir nuevos horizontes en el futuro y a todas aquellas personas de la Universidad que hicieron posible avanzar con este proyecto para poderlo finalizarlo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios ya que durante toda mi vida ha sido esa “energía” que guía cada uno de mis pasos.

A mis padres, José y Patricia, gracias a Ustedes sé que “la vida no es fácil pero, tampoco tiene que ser tan difícil” y además por haberse constituido en los grandes precursores de lo que soy y lo que aspiro ser, su apoyo ha sido muy importante para mí; te agradezco, especialmente a ti mami, porque desde donde quiera que estés sé que siempre vivirás en mí. Ahora sé, gracias a ti madre y a mis tías Ángela, Consuelo y Gloria, que cada situación es una experiencia: muchas gracias.

A las directivas del MIES-INFA Manabí, Kerly Torres y Fernanda Hidalgo; por habernos abierto las puertas de ésta institución, que me ha permitido conjugar mis dos pasiones de vida, las Redes de Información y la Ayuda Social, nunca olvidaré los momentos vividos en ésta institución. Así también quisiera agradecer a todas las funcionarias y funcionarios del MIES-INFA Manabí, por permitirnos conocer desde adentro a esta gran institución que sirve al País.

A las empresas de telecomunicaciones, sus directivos y empleados, que mediante la información otorgada nos permitieron ofertar la mejor propuesta para el MIES-INFA Manabí.

A nuestros, Director y Codirector, Carlos Novillo y Carlos Pinargote, por haber sido ese apoyo importante en la Universidad y en el MIES-INFA Manabí respectivamente, les agradezco por su predisposición para ayudarnos en todas las dudas que teníamos; por su puesto también quisiera agradecer a mis profesores que siempre me dieron el camino de ruta para llegar a obtener ésta una de mis metas, a Guillermo Escobar, Carmen Medina, Marcelo Arias, Pablo Hidalgo, Mónica Vinueza, Soraya Sinche, Fernando Flores y muy en especial a Santiago Yépez y Cristian Duque, quienes me permitieron desarrollar junto a ellos y a ACIERTE parte de este proyecto; en fin a todos mis profesores que de una u otra forma han colaborado en mi formación.

A mis amigos, a Alexa C., Anita T., Fer M., Fer O., Soraya S., Carmita S., Walter S., Jois A., Marcy A., Andrea P.; por todos los momentos vividos en ésta nuestra carrera universitaria. Así también quisiera agradecer a mis amigos que me ayudaron de diferentes formas en el desarrollo de este proyecto de titulación: a Ma. Elena P., Ivan M., Jhosse. Ch., Andrés Q., a Jenny A., Janeth P. y a mi hermana Hadit J. Quisiera agradecer especialmente a Liceth Q. y a toda su familia, sin duda les debo mucho, fueron un gran soporte para culminar este proyecto, muchas gracias Liz por tu amistad.

En fin a todos aquellos que me han ayudado a que este proyecto se convierta en un paso muy importante para mí, ya que así voy cumpliendo mis metas y convirtiéndome en una mejor persona.

Llerman.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme contar con todas las herramientas para poder culminar esta meta. A mi pequeña familia, Patricia, Orlando, Josselyn y Daniel, Andrés y a mi gran familia, abuelitos, tíos, tías, primos y amistades, por su apoyo incondicional.

LICETH

A Dios, porque su presencia perpetua, ha sido mi fuente de inspiración.

A mi familia, especialmente a mi hermano André, que se ha constituido en esa parte de mi madre que sigue viva y que fue quién me incentivó durante los buenos y difíciles momentos de mi vida.

A esos cambios que he tenido que experimentar durante mi vida, todo aquello que me ha permitido convertirme en lo que soy y me permite forjar lo que quiero ser.

Llerman

CONTENIDO

DECLARACIÓN	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN	XVI
PRESENTACIÓN	XVIII
 CAPÍTULO 1	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	1
1.1.1 ANSI/TIA 568 C	1
1.1.2 ANSI/TIA 568 C.0	1
1.1.3 ANSI/TIA 568 C.1	2
1.1.4 ANSI/TIA 568 C.2	3
1.1.5 ANSI/TIA 568 C.3	4
1.1.6 ANSI/TIA 568 C.4	4
1.1.7 ANSI/TIA 569 C	4
1.1.8 ANSI/TIA 606 B	5
1.1.9 ANSI/TIA 607 B	5
1.2 REDES DE INFORMACIÓN	6
1.2.1 TIPOS DE REDES	6
1.2.2 ARQUITECTURA DE REDES DE INFORMACIÓN	7
1.2.3 REDES DE ÁREA LOCAL (LAN).....	7
1.2.4 LAN VIRTUALES (VLAN).....	11
1.2.5 REDES DE ÁREA EXTENDIDA (WAN).....	12
1.2.6 TECNOLOGÍAS DE REDES DE ÁREA EXTENDIDA.....	13
1.2.7 TECNOLOGÍA DE REDES DE ÁREA METROPOLITANA	16
1.3 TELEFONÍA IP	18
1.3.1 PROTOCOLOS	18
1.4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LAS REDES DE DATOS.....	20
1.4.1 DEFINICIÓN DE QoS.....	20
1.4.2 TIPOS DE QoS.....	22
1.4.3 PARÁMETROS DE LA QoS	22
1.4.4 MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN DE QoS	23
 CAPÍTULO 2	
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LAS DEPENDENCIAS	
DEL MIES-INFA MANABÍ	24
2.1 MIES-INFA MANABÍ.....	25
2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL MIES-INFA MANABÍ	26

2.2.1	DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA (DP. MIES-INFA)	26
2.2.2	CENTRO DE REHABILITACIÓN MÉDICA (CRM No. 3)	26
2.2.3	COORDINACIONES TERRITORIALES PORTOVIEJO, MANTA, JIPIJAPA, CHONE Y BAHÍA	26
2.2.4	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	27
2.2.5	FUNCIONES DEL PERSONAL	29
2.2.6	DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL EN EL MIES-INFA MANABÍ	30
2.2.7	GENERALIDADES DEL MIES (COORDINACIÓN ZONAL 4 – MANABÍ)	30
2.3	SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE VOZ Y DATOS MIES-INFA MANABÍ	32
2.3.1	INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS	32
2.3.2	ANÁLISIS DE LA RED TELEFÓNICA	51
2.3.3	ANÁLISIS DE TRÁFICO	57
2.3.4	INTERCONEXIÓN CON LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES Y LAS COORDINACIONES TERRITORIALES	63

CAPÍTULO 3

	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA EXTENDIDA	65
3.1	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	68
3.1.1	RED PASIVA	68
3.1.2	DIRECCIONAMIENTO IP	69
3.1.3	APLICACIONES Y SERVICIOS	69
3.1.4	INTERCONEXIÓN CON LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES Y LAS COORDINACIONES TERRITORIALES	73
3.1.5	ESCALABILIDAD	73
3.1.6	REDUNDANCIA	75
3.1.7	SEGURIDAD	75
3.1.8	ADMINISTRACIÓN	75
3.1.9	CALIDAD DE SERVICIO	75
3.2	CRECIMIENTO DE USUARIOS	75
3.2.1	PROYECCIÓN DE EMPLEADOS	76
3.2.2	PROYECCIÓN DE LOS USUARIOS DE LA RED	78
3.3	DISEÑO DE LA LAN MULTISERVICIOS PARA LAS DEPENDENCIAS DEL MIES-INFA EN PORTOVIEJO	82
3.3.1	MODELO DE REDES JERÁRQUICAS	82
3.3.2	DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO	83
3.3.3	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL PASIVA	99
3.3.4	DIMENSIONAMIENTO DEL SUMINISTRO EMERGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CLIMATIZACIÓN	119
3.3.5	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL ACTIVA	122
3.3.6	DISEÑO LÓGICO DE LA RED	140
3.3.7	ESQUEMA DE TELEFONÍA IP	143
3.3.8	DIAGRAMA GENERAL DE RED	150
3.4	DISEÑO DE LA WAN	153
3.4.1	TOPOLOGÍA DE LA RED	153
3.4.2	DIMENSIONAMIENTO DE LOS ENLACES WAN	153
3.4.3	DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE TOTAL DE INTERNET	158
3.4.4	DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE CON LA PSTN (PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK, RED PÚBLICA TELEFÓNICA CONMUTADA)	160
3.4.5	PLAN DE NUMERACIÓN	163

3.4.6	TECNOLOGÍA WAN A UTILIZARSE	164
3.4.7	DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE HACIA LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES (PORTOVIEJO).....	165
3.4.8	TECNOLOGÍA MAN A UTILIZARSE	166
3.5	ADMINISTRACIÓN DE LA RED	168
3.5.1	HERRAMIENTAS PARA ADMINISTRACIÓN DE LA RED	169
3.6	SEGURIDAD EN LA RED.....	170
3.6.1	ANÁLISIS DE RIESGO PROMEDIO DE ACTIVOS INFORMÁTICOS EN LAS DEPENDENCIAS DEL MIES-INFA MANABÍ	171
3.6.2	POLÍTICAS DE SEGURIDAD.....	172
3.6.3	SEGURIDAD PERIMETRAL DE LA RED.....	175
3.7	CALIDAD DE SERVICIO (QoS).....	178
3.7.1	CONSIDERACIONES PARA IMPLEMENTAR QoS EN LA RED	178
3.8	CLASIFICACIÓN DE COSTOS DE LA RED	181
3.8.1	COSTOS DIRECTOS.....	181
3.8.2	COSTOS INDIRECTOS	198
3.8.3	COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA RED	201

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA RED, PRUEBAS Y RESULTADOS.....202

4.1	TOPOLOGÍA LÓGICA Y FÍSICA.....	202
4.2	DISEÑO LÓGICO DE LA RED.....	202
4.3	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROTOTIPO.....	202
4.3.1	DISPOSITIVOS TERMINALES.....	204
4.3.2	EQUIPOS DE CONECTIVIDAD	206
4.3.3	SERVIDORES.....	207
4.3.4	DIRECCIONAMIENTO IP DE LOS DISPOSITIVOS DEL PROTOTIPO	207
4.3.5	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE TELEFONÍA IP SOBRE ASTERISK	208
4.3.6	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO	209
4.3.7	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DNS	209
4.3.8	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DHCP	210
4.3.9	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE VIDEO	211
4.3.10	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR FTP	212
4.4	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	213
4.4.1	PRUEBAS	213
4.4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	229

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....231

5.1	CONCLUSIONES	231
5.2	RECOMENDACIONES	235

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....237

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1	Sistema de Cableado Estructurado según la Norma ANSI/TIA 568 C.0 ..	2
Figura 1. 2	Relación de TCP/IP con el modelo OSI.....	7
Figura 1. 3	Niveles OSI en las Redes de Área Local.....	8
Figura 1. 4	PDU LLC y MAC	8
Figura 1. 5	Identificador del IEEE para Ethernet	10
Figura 1. 6	Definición de una VLAN	12
Figura 1. 7	Componentes de una red MPLS	14
Figura 1. 8	Arquitectura de una red MPLS	15
Figura 1. 9	Operación de una VPN	16
Figura 1. 10	Pila de Protocolos de H.323.....	18
Figura 1. 11	Componentes de una red H.323	19

CAPÍTULO II

Figura 2. 1	Estructura Organizacional del MIES-INFA	28
Figura 2. 2	Topología lógica de la red del MIES.....	31
Figura 2. 3	Topología de la Red de Datos, dependencias MIES-INFA Manabí	33
Figura 2. 4	Interconexión, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	34
Figura 2. 5	Segmento del cuarto de telecomunicaciones de la DP. MIES-INFA Manabí	39
Figura 2. 6	Rack Dirección Provincial MIES-INFA – Servidores	40
Figura 2. 7	Interfaz de usuario del servidor AS/400.....	45
Figura 2. 8	Diagrama de la Red Actual de Datos, dependencias MIES-INFA Manabí	50
Figura 2. 9	Central Telefónica PANASONIC	52
Figura 2. 10	Regletas, Dirección Provincial MIES-INFA.....	54
Figura 2. 11	Situación Actual de la Red Telefónica, dependencias MIES-INFA Manabí	56
Figura 2. 12	Monitoreo 19/07/2012 de 10:20-12:15 horas.....	58
Figura 2. 13	Monitoreo 17/07/2012-20/07/2012	59
Figura 2. 14	Monitoreo 12/07/2012	60
Figura 2. 15	Monitoreo 17/01/2013	61
Figura 2. 16	Colasoft Capsa utilización de protocolos.....	62
Figura 2. 17	Ubicación de las dependencias del MIES-INFA y del MIES en Manabí.....	64

CAPÍTULO III

Figura 3. 1	Esquema de diseño de la LAN, WAN y MAN, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí	67
Figura 3. 2	Sistema Quipux.....	70
Figura 3. 3	Peso y Tiempo de Carga de una Página Web.....	71
Figura 3. 4	Crecimiento de Empleados a 5 años, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí	77
Figura 3. 5	Horario de uso de la red de datos, dependencias MIES-INFA Manabí...80	

Figura 3. 6	Tiempo de uso de la red de datos, dependencias MIES-INFA Manabí...	80
Figura 3. 7	Horario de uso de telefonía, dependencias MIES-INFA Manabí.....	81
Figura 3. 8	Número de llamadas, dependencias MIES-INFA Manabí.....	81
Figura 3. 9	Esquema Jerárquico para el diseño de la red	82
Figura 3. 10	Velocidad de Transmisión Requerida para Telefonía IP.....	91
Figura 3. 11	Distribución Cableado Vertical	104
Figura 3. 12	Etiqueta para Cuartos de Telecomunicaciones	108
Figura 3. 13	Ejemplo de Etiquetado de Racks, DP. MIES-INFA - Área de Tecnología	109
Figura 3. 14	Etiqueta Patch Panel.....	109
Figura 3. 15	Etiqueta Salida de Telecomunicaciones en el Faceplate (Telefonía)....	109
Figura 3. 16	Etiqueta Patch-Cords en los Extremos (Datos)	110
Figura 3. 17	Puesta a Tierra de los principales Equipos del SCE [22].....	112
Figura 3. 18	Rack 2 de Equipos Activos, DP. MIES-INFA Manabí –Área de Soporte2.....	117
Figura 3. 19	Distribución de bits para Direccionamiento IP	141
Figura 3. 20	Conexión PC y Teléfono IP a un Punto de Red.....	144
Figura 3. 21	Central Telefónica IP AVAYA IP Office 500 v2.....	150
Figura 3. 22	Diagrama General de la Red de Datos, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo	151
Figura 3. 23	Diagrama de la WAN, dependencias MIES-INFA Manabí	152
Figura 3. 24	Gráfico calculadora Erlang B, cálculo Número de Canales Requeridos (Actualidad y Dentro de 5 años)	162
Figura 3. 25	Tarjeta PCI de 4 puertos FXO[61]	162
Figura 3. 26	Plan de Numeración Previsto	164
Figura 3. 27	Distancia de la Radio Base a cada una de las Direcciones Provinciales	167
Figura 3. 28	Interconexión de la Dirección Provincial MIES-INFA con la Dirección Provincial MIES.....	167
Figura 3. 29	Ejemplo de Reporte Generado en What’s Up	169
Figura 3. 30	Ejemplo de Reporte Generado en Cacti.....	170
Figura 3. 31	Seguridad Perimetral en la Red	176

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1	Topología Física del Prototipo.....	203
Figura 4. 2	Configuración por Browser de un Teléfono IP	205
Figura 4. 3	Parámetros de QoS en un Teléfono IP.....	205
Figura 4. 4	Configuración de un Softphone X-Lite.....	205
Figura 4. 5	Traducción de Nombres de Dominio	214
Figura 4. 6	Resultado del Comando nslookup.....	214
Figura 4. 7	Resultado del Comando dig	214
Figura 4. 8	Pruebas desde un Cliente DHCP	215
Figura 4. 9	Prueba de Videostreaming	216
Figura 4. 10	Autenticación en OpenMeetings.....	217
Figura 4. 11	Ingreso a una Sala en OpenMeetings	217
Figura 4. 12	Configuración de Adobe Flash Player en OpenMeetings	217
Figura 4. 13	Prueba de Configuración en OpenMeetings.....	218
Figura 4. 14	Elección del Dispositivo en OpenMeetings.....	218
Figura 4. 15	Inicio de una Videoconferencia en OpenMeetings	219
Figura 4. 16	Interfaz de Autenticación de Zimbra.....	219
Figura 4. 17	Mensajes de Prueba Recibidos por un Usuario.....	220

Figura 4. 18	Llamadas en Asterisk	222
Figura 4. 19	IVR en Asterisk	222
Figura 4. 20	Conferencia de Audio en Asterisk	223
Figura 4. 21	Correo Electrónico desde Asterisk	223
Figura 4. 22	Mensajes de Voz Almacenados en Asterisk.....	224
Figura 4. 23	CDR Archivo master.csv	224
Figura 4. 24	Prueba de Conectividad a la Sub-interfaz de Servidores.....	226
Figura 4. 25	Prueba de Conectividad de Enrutamiento inter-VLAN	226
Figura 4. 26	Configuración Point to Point Bridge entre dos AP Cisco Aironet 1300	228
Figura 4. 27	Prueba de Conectividad hosts de la VLAN VIDEOC_PTV y MIESGENERAL_MNT	229

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1	Código de Colores para Etiquetado según ANSI/TIA 606 B.	6
------------	--	---

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1	Distribución del Personal.....	30
Tabla 2. 2	Distribución de Puntos de Red	38
Tabla 2. 3	Racks y Gabinetes Instalados	39
Tabla 2. 4	Dispositivos Terminales.....	41
Tabla 2. 5	Sistema Operativo Instalado en las PCs	41
Tabla 2. 6	Direccionamiento IP de las Coordinaciones Territoriales.....	42
Tabla 2. 7	Características de los Servidores	43
Tabla 2. 8	Equipos de Conectividad.....	48
Tabla 2. 9	Equipos de Conexión para Internet	49
Tabla 2. 10	Líneas Telefónicas y Extensiones.	51
Tabla 2. 11	Tarjetas de Servicios Opcionales de la Central Telefónica, PANASONIC KX-TDA100	53
Tabla 2. 12	Líneas y Extensiones disponibles en la Dirección Provincial MIES-INFA	53
Tabla 2. 13	Distribución de Puntos de Voz.....	55
Tabla 2. 14	Distribución de Equipos Terminales de la Red Telefónica	55
Tabla 2. 15	Monitoreo 19/07/2012	58
Tabla 2. 16	Monitoreo 17/07/2012-20/07/2012	59
Tabla 2. 17	Monitoreo 12/07/2012	60
Tabla 2. 18	Monitoreo 17/01/2013	61
Tabla 2. 19	Número Total de Llamadas Realizadas, dependencias MIES-INFA Manabí	63

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1	Capacidad de Correo Electrónico	69
------------	---------------------------------------	----

Tabla 3. 2	Peso de las Páginas Web Consultadas.....	71
Tabla 3. 3	Puntos de Red Requeridos, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	74
Tabla 3. 4	Puntos de Red Requeridos en las Coordinaciones Territoriales.....	74
Tabla 3. 5	Crecimiento de Personal, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	76
Tabla 3. 6	Crecimiento detallado Personal, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	77
Tabla 3. 7	Crecimiento de Empleados Coordinaciones Territoriales.....	77
Tabla 3. 8	Usuarios Reales y Potenciales, Actuales y Futuros, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí.....	79
Tabla 3. 9	Simultaneidad en los Servicios de Red, dependencias MIES-INFA Manabí.....	83
Tabla 3. 10	Velocidad de Transmisión Total para Correo Electrónico.....	85
Tabla 3. 11	Velocidad de Transmisión Total para Navegación Web.....	86
Tabla 3. 12	Velocidad de Transmisión Total para Descarga de Archivos.....	87
Tabla 3. 13	Códecs de Audio utilizados en Telefonía IP.....	88
Tabla 3. 14	Longitud de Cabeceras PDU de Voz.....	89
Tabla 3. 15	Velocidad de Transmisión Total para Telefonía IP.....	91
Tabla 3. 16	Velocidad de Transmisión Total para Transferencia de Archivos.....	92
Tabla 3. 17	Tasa de bits Recomendadas para la Emisión de Videos en Directo.....	93
Tabla 3. 18	Velocidad de Transmisión Total para Videostreaming.....	94
Tabla 3. 19	Velocidad de Transmisión para Videoconferencia.....	95
Tabla 3. 20	Velocidad de Transmisión Total en Videoconferencia.....	95
Tabla 3. 21	Requerimientos de Velocidad para la Intranet.....	98
Tabla 3. 22	Requerimientos de Velocidad para el Enlace a Internet.....	98
Tabla 3. 23	Puntos de Red, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	101
Tabla 3. 24	Abreviatura para Instalaciones de Ciudades.....	108
Tabla 3. 25	Cantidad de Elementos para Rutas de Cableado.....	113
Tabla 3. 26	Número de Rollos de Cable necesarios por Instalación.....	115
Tabla 3. 27	Cantidad de Cableado para Back-Bone.....	116
Tabla 3. 28	Cantidad de Elementos adicionales para el SCE.....	117
Tabla 3. 29	Número de Patch Cords Requeridos.....	118
Tabla 3. 30	Cantidad de Elementos para Salidas de Telecomunicaciones.....	118
Tabla 3. 31	Elementos para el Subsistema de Aterramiento.....	118
Tabla 3. 32	Capacidad UPS, DP. MIES-INFA– Áreas Principal, Soporte 1 y Tecnología.....	119
Tabla 3. 33	Capacidad Aires Acondicionados, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo.....	121
Tabla 3. 34	Dispositivos Terminales Requeridos.....	123
Tabla 3. 35	Número de Switches de Acceso Requeridos.....	124
Tabla 3. 36	Número de Puertos para Switches de Distribución.....	127
Tabla 3. 37	Número de Puertos para Switches de Core.....	129
Tabla 3. 38	Servidores para las dependencias del MIES-INFA Manabí.....	131
Tabla 3. 39	Especificaciones Técnicas para CentOS 6.2.....	132
Tabla 3. 40	Hardware Requerido para el Servidor Zimbra.....	135
Tabla 3. 41	Requerimiento de Hardware para los Servidores.....	138
Tabla 3. 42	Direccionamiento IP.....	141
Tabla 3. 43	Segmentación de VLANs, dependencias MIES-INFA Manabí.....	143
Tabla 3. 44	Direccionamiento IP para Telefonía IP.....	145
Tabla 3. 45	Características Generales de los Teléfonos IP.....	146
Tabla 3. 46	Características de Algunos Softphones.....	147
Tabla 3. 47	Número de Extensiones Totales Requeridas.....	148
Tabla 3. 48	Longitud de Cabeceras PDU Voz.....	156
Tabla 3. 49	Requerimientos de Velocidad para el Acceso a Internet.....	158
Tabla 3. 50	Velocidad de transmisión Requerida en los Enlaces WAN.....	158

Tabla 3. 51	Plan de numeración para el MIES-INFA Manabí	164
Tabla 3. 52	Análisis de Riesgo Promedio, DP. MIES-INFA Manabí	171
Tabla 3. 53	Análisis de Riesgo Promedio, CRM No. 3	172
Tabla 3. 54	Análisis de Riesgo Promedio, CT. Portoviejo	172
Tabla 3. 55	Número de Puertos para el Firewall Corporativo	177
Tabla 3. 56	Estándar 802.1p Niveles de Prioridad	179
Tabla 3. 57	Valores de DSCP e IP Precedence	180
Tabla 3. 58	Parámetros Presentes en la QoS	180
Tabla 3. 59	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Acceso	182
Tabla 3. 60	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Distribución	183
Tabla 3. 61	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Core	184
Tabla 3. 62	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas del Firewall ..	186
Tabla 3. 63	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Servidores	187
Tabla 3. 64	Especificaciones Técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT (TEUNO).	188
Tabla 3. 65	Especificaciones Técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT (LATECH)	189
Tabla 3. 66	Especificaciones Técnicas de los UPS Powercom	190
Tabla 3. 67	Especificaciones Técnicas de los Teléfonos AVAYA 9621G, 1616-I y 1608-I	191
Tabla 3. 68	Especificaciones Técnicas de los Teléfonos Elastix® LXP200, Grandstream GP2120 HD y Yealink VP530	192
Tabla 3. 69	Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Teléfonos IP	193
Tabla 3. 70	Especificaciones Técnicas de los ATA Cisco 187-I1-A	194
Tabla 3. 71	Costo Total de la Red Pasiva	195
Tabla 3. 72	Comparación de las Características de los Enlaces de Datos e Internet	196
Tabla 3. 73	Costo total de los Enlaces de Datos e Internet	197
Tabla 3. 74	Costos de Instalación y Puesta en Marcha de la Red	198
Tabla 3. 75	Costos por Software y Capacitación	199
Tabla 3. 76	Costos por Soterramiento y Malla a Tierra	200
Tabla 3. 77	Costo total de Servicios para la Red Instalada dentro de 5 años	200
Tabla 3. 78	Costo Total de la Instalación de la Red	201

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1	Esquema de Direccionamiento IP para el Prototipo	204
Tabla 4. 2	Servidores Implementados en el Prototipo	208

RESUMEN

La Dirección Provincial MIES-INFA en Manabí al ser una institución pública, cuya misión y visión están enfocadas a garantizar la integridad y los derechos de niños, niñas y adolescentes de la Provincia, se ve en la necesidad de contar con los servicios de una red estable y segura, que permita a los funcionarios, tanto acceder a la información que requieren como correr aplicaciones, de manera rápida y confiable para desempeñar de forma eficiente sus labores, lo que se refleja en una mejor atención a las personas que requieren asistencia.

En el presente proyecto de titulación, “DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS PARA EL CENTRO DE REHABILITACIÓN MÉDICO No.3 Y LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA EN PORTOVIEJO”, se describe aspectos importantes para la integración de nuevos servicios en la red actual, datos, video y telefonía IP, con QoS, con el fin de ofrecer a los usuarios una red de comunicaciones convergente, haciendo posible que cada uno pueda interactuar con nuevas tecnologías que faciliten sus funciones diarias, optimizando tiempo y dinero.

En el capítulo I, se presenta los principios básicos sobre las redes de datos, el cual contiene temas acerca de: LAN, MAN y WAN; aspectos y normas de cableado estructurado; conceptos de QoS en las redes de datos y estándares vigentes para la transmisión de servicios multimedia.

En el capítulo II, se describe las generalidades de la infraestructura de voz y datos instalada actualmente en la Dirección Provincial MIES-INFA, CRM No.3 y en cada una de las Coordinaciones Territoriales, se realiza un análisis del dimensionamiento activo y pasivo, así como del esquema de direccionamiento IP que presenta la red de datos en la actualidad. Se describe tanto la topología lógica como la topología física, el tipo de tráfico y aplicaciones que circulan por la red, características de los enlaces que interconectan las instalaciones de la Institución en Portoviejo y aspectos de seguridad con los que cuenta actualmente en la red; este análisis permite identificar los requerimientos que presentan los usuarios, así como los problemas y fallas de conectividad en la red de datos.

En el capítulo III, se describe de forma detallada los procedimientos, datos técnicos y consideraciones necesarias para realizar el rediseño teórico de la red multiservicios con QoS, de la Dirección Provincial MIES-INFA y de las instalaciones de Portoviejo; en el que se incluye: dimensionamiento de la parte activa y pasiva de la red, en base al tráfico que circulará por la misma; ofreciendo un diseño de red confiable, escalable, seguro y administrable.

En este capítulo se dimensionan los enlaces que interconectarán la Dirección Provincial con cada una de las Coordinaciones Territoriales y con la Dirección Provincial MIES, se determina las características que deben cumplir estos enlaces para la transmisión de los tres servicios, datos, video y telefonía IP con integración de servicios adicionales como administración y registro de llamadas, buzón de voz, mensajería instantánea, IVR, conferencia de audio, etc.

Además se incluye las especificaciones técnicas y una solución económica rentable para la adquisición de elementos y dispositivos que permitan la reorganización de los servicios actuales y la implementación de nuevos servicios con QoS.

En el capítulo IV, se presenta el procedimiento detallado para la implementación de un prototipo de la red corporativa de la Dirección Provincial MIES-INFA, se incluye la configuración de equipos terminales, configuración de equipos de conectividad y la implementación de los servidores necesarios para probar la transmisión de datos, video y telefonía IP, los servicios que se prueban en el prototipo son: transmisión de archivos, correo electrónico, telefonía IP, videoconferencia y videostreaming.

Finalmente en el capítulo V, se exponen las conclusiones y las recomendaciones obtenidas durante el desarrollo del proyecto.

Con respecto a los anexos, se detallan, planos de cada una de las instituciones, direccionamiento IP, resumen de datasheets y configuraciones de los equipos de conectividad, tabulaciones de las encuestas realizadas, procedimientos realizados para la implementación de los servidores en el prototipo y cotizaciones económicas.

PRESENTACIÓN

Los constantes avances que se producen en el ámbito de las tecnologías de información, obligan a las compañías a incorporarse al mismo y por ende las instituciones gubernamentales al ser el eje fundamental del Estado no pueden quedar por fuera de estos cambios; las tecnologías de información permiten tener presencia en distintas ubicaciones geográficas, acceder a servicios informáticos en tiempo real; todo ello de forma eficiente; siendo éste, uno de los objetivos principales del Gobierno y sus diferentes instituciones.

En concordancia con los avances de las tecnologías de información, el Centro de Rehabilitación Médico No. 3 y la Dirección Provincial MIES-INFA Manabí, instituciones del gobierno orientadas al desarrollo de programas integrales para niños, niñas y adolescentes con énfasis al desarrollo infantil y la ayuda social, deben poseer una infraestructura informática que les permita coordinar eficientemente sus procesos con los ciudadanos y la empresa privada.

El diseño de red de área extendida, que interconecta la Dirección Provincial MIES-INFA Manabí con sus dependencias en Portoviejo, Manta, Bahía, Jipijapa y Chone; incorpora multiservicios; incluye: el reconocimiento de la situación actual de la red, diseño técnico y pruebas con un prototipo, integrando nuevos servicios de voz mediante una central telefónica para toda la provincia; así como videoconferencia en cualquiera de las instalaciones; servicios que se ofrecen mediante la plataforma de desarrollo Linux, que a más de poseer grandes ventajas en cuanto a desarrollo de software, permite la implementación de dichos servicios a bajo costo. Todo esto garantiza a la institución, que se ha realizado el diseño de la red de datos con el fin de brindar una solución de última tecnología, ajustada a sus necesidades.

En consecuencia el diseño de la red multiservicios permitirá a los usuarios de la red corporativa, aumentar su productividad; mediante el uso compartido de la información y corriendo aplicaciones sobre una misma infraestructura de red.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se realiza una descripción general de las principales características y QoS de las redes de datos, incluye conceptos de Cableado Estructurado, LAN, MAN, WAN, Telefonía IP desde una perspectiva sencilla que permita desarrollar los capítulos posteriores.

1.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Para el desarrollo de este tema se ha tomado en cuenta las innovaciones del estándar ANSI/TIA¹ referente al cableado estructurado, a continuación se desarrollan los estándares involucrados para el desarrollo del proyecto.

1.1.1 ANSI/TIA 568 C

Tomando en cuenta que la primera publicación del estándar ANSI/TIA 568 B data de 2001 y ya ha cumplido su ciclo de cinco años, aparece el presente estándar; que incluye las especificaciones ANSI/TIA 568: C.0, C.1, C.2, C.3; las mismas que se desarrollan brevemente en los siguientes numerales.

1.1.2 ANSI/TIA 568 C.0

Publicado en 2009; a este estándar se lo ha denominado “Estándar para el Cableado de Telecomunicaciones Genérico para instalaciones de Clientes”. Algunos de los aspectos de la recomendación ANSI/TIA/EIA² 568 B.1; fueron generalizados e incluidos en el presente estándar. A continuación se desarrollará los más importantes cambios establecidos:

- Se definió una nueva nomenclatura para manejar algunos términos genéricos, entre los que se enfatizan: “Subsistemas de Cableado” para

¹ **ANSI/TIA:** (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares / Asociación de Industrias de Telecomunicaciones): Estándares oficiales de cableado estructurado.

² **EIA:** Asociación de Industrias Electrónicas.

denominar a segmentos de cableado, “Distribuidor” en el caso de los puntos de conexión y “Equipo de Salida” para distinguir al distribuidor final.

- Pruebas de desempeño y rendimiento para cableado con fibra óptica, se pasaron a este documento.
- El radio de curvatura establecido para la instalación de UTP (*Unshielded twisted pair, par trenzado no blindado*) y F/UTP³ (*Foil/ Unshielded twisted pair*) se ha cambiado a 4 veces el diámetro exterior (OD) y la curvatura para el “Patch Cord” establecido y cambiado a 1 x OD; para dar cabida a cables de gran diámetro. Y su desentorchado, se estableció en ½ pulgada.

Los componentes del sistema de cableado estructurado, se presentan en la Figura 1.1 y se describen brevemente en el Anexo A1.

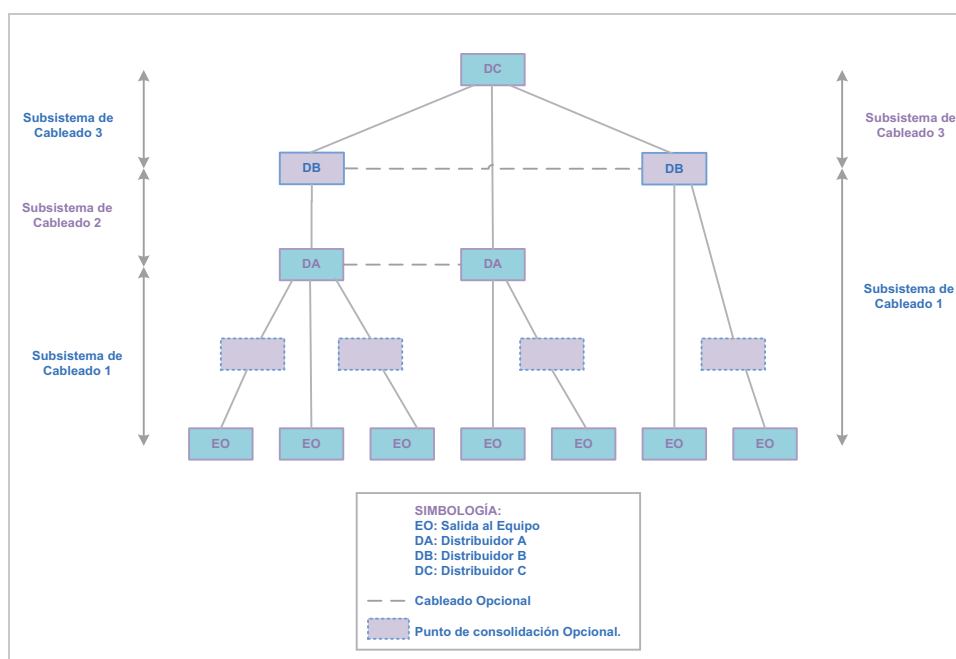


Figura 1.1 Sistema de Cableado Estructurado según la Norma ANSI/TIA 568 C.0
 Nota Fuente: Adaptado de ANSI/ TIA-568-C Series (2008). Obtenido de <http://bit.ly/12R8oAQ>

Los documentos anexos del presente estándar se mencionan en el Anexo A1.

1.1.3 ANSI/TIA 568 C.1

Publicado en 2009, nombrado como “Estándar para el Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales”.

³ F/UTP: Cable apantallado con hoja de metal sobre los pares trenzados sin blindaje.

Entre las innovaciones más destacadas se tiene:

- Se rectifica al cable Categoría 6 Aumentada (6A); cuyas especificaciones se muestran en el Anexo A1.
- Se recomienda el empleo de fibra óptica multimodo para el cableado troncal de 820 nm láser-optimizada 50/125 μm .
- En el caso del cable Categoría 5 de 150 ohmios (STP) y el cable coaxial de 50 y 75 ohmios; ya no forman parte del estándar.

En el Anexo A1 se definen las funcionalidades, más importantes de la norma, respecto a: Acometidas de entrada, Distribuidor principal y distribuidores secundarios, Back- Bone de Distribución, Distribuidores horizontales y Distribución horizontal del cableado; respecto a este último ítem se puede destacar lo siguiente.

- La distancia entre el punto de conexión en el área de trabajo al distribuidor de interconexión es de 90 m.; se recomienda que los patch cores a los extremos no superen los 5 m, para dar un total de 100 m de extremo a extremo.

1.1.4 ANSI/TIA 568 C.2

Data del año 2009, se lo señala como “Estándar para el Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales Parte 2: Componentes de Cable Par Trenzado Balanceado”. Sus documentos anexos se indican en el Anexo A1.

Las estandarizaciones más destacadas son:

- Especifica los parámetros eléctricos (pérdidas por: inserción retorno, NEXT, entre otros), para la instalación y desempeño adecuado del cable UTP estandarizado.
- Se incluye el parámetro adicional ANEXT^[1] (Alien Near end crossTalk) para el cable Categoría 6A. La fuente especificada, define principalmente a ANEXT como:

- “El cálculo de la señal no deseada de acoplamiento de múltiples transmisores en el extremo cercano en un par vecino que es externo a los canales de cableado de los transmisores, medido en el extremo cercano”. (Obtenido de <http://bit.ly/1dWlzpp>)
- “Es el ruido que puede disminuir la relación señal a ruido (SNR) y aumentar la tasa de error de bit (BER) en cualquier sistema de transmisión dado de un entorno de cableado estructurado”. (Obtenido de <http://bit.ly/1dWlzpp>)

1.1.5 ANSI/TIA 568 C.3

Divulgado en 2008, se lo nombró como el “Estándar para Componentes de Cableado de Fibra Óptica”. El Anexo A1 contiene su especificación anexa. El cambio fundamental implementado es que:

- Se incluye la nomenclatura ISO 1801 para determinar los tipos de fibras reconocidas; como por ejemplo: OM1, OM2, OS1, OS2, etc.

1.1.6 ANSI/TIA 568 C.4

Data del 2011, se lo nombró como el “Estándar para Componentes y Cableado Coaxial Banda Ancha”. El Anexo A1 menciona sus documentos anexos.

En este estándar se especifica, principalmente: requerimientos de instalación y requerimientos para las pruebas de campo.

1.1.7 ANSI/TIA 569 C

Promulgado en 2010, se la denominó como la “Normativa para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales”.

La presente normativa toma en cuenta que, la innovación en infraestructura de edificios es permanente; por lo que se adopta una visión sistemática adaptable que pueda cambiar durante la vida útil de las instalaciones de telecomunicaciones. De ésta forma se plantea algunos elementos a tomar en cuenta en el momento del diseño como: Instalaciones de Entrada, Cuarto de

Equipos, Canalizadores de Back-Bone, Cuarto de Telecomunicaciones, Canalizadores Horizontales, Áreas de Trabajo, Puntos de Consolidación y MUTOA; los cuales se desarrollan en el Anexo A1

1.1.8 ANSI/TIA 606 B

Se trata de una norma innovadora aprobada en 2012, denominada “Norma para la Administración de Infraestructuras Comerciales de Telecomunicaciones”; se fundamenta en la norma original ANSI/TIA/EIA 606 A y su segunda versión ANSI/TIA/EIA 606 A Addendum 1.

Principalmente se concentra en el etiquetado del cableado y la documentación de la red en cuanto a registro y mantenimiento, donde cada terminación de hardware poseerá una identificación única. Las innovaciones que presenta esta norma se detallan en el Anexo A1 y las más relevantes se citan a continuación.

- Adopta la administración e identificación de los elementos del sistema de puesta a tierra como la TMGB y TGB.
- Crea nuevos formatos de identificación para:
 - Subsistema de Cableado para enlaces tipo 1; correspondiente a los enlaces Horizontales.
 - Subsistema de Cableado de enlaces 2 y 3; que incluyen el cableado de back-bone.
 - Salidas de telecomunicaciones, puntos de consolidación, entre otros.
- Se recomienda el uso opcional de los colores. En la Tabla 1.1 se describe los espacios en el que se usan determinados colores.

1.1.9 ANSI/TIA 607 B

Publicado en agosto de 2012, denominado como el Estándar para “Puesta a Tierra y Uniones de Telecomunicaciones para Instalaciones de Clientes”. Define los conceptos indicados a continuación, los cuales se detallan en el Anexo A1: Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones (TMGB), Barras de Tierra para Telecomunicaciones (TGB) y Back-Bone de Tierras (TBB).

Tabla 1. 1
Código de Colores para Etiquetado según ANSI/TIA 606 B

Color Etiqueta	Pantone ⁴ #	Tipo de Terminación	Descripción
Naranja	150C	Punto de Demarcación	Conexión a la Oficina Central proveedora de servicios de telecomunicaciones
Verde	353C	Conexión de Red	Conexión correspondiente al extremo del cliente
Púrpura	264C	Equipos Comunes	Conexión a al PBX, Servidores, Multiplexores
Blanco	--	Cableado Subsistema 3	Terminaciones de Edificios, Subsistema de Cableado 3. (Cable que conecta el MC ⁵ a ICs ⁶)
Gris	422C	Cableado Subsistema 2	Terminaciones de Edificios, Subsistema de Cableado 2. (Cable que conecta el IC a HC ⁷)
Azul	465C	Cableado Subsistema 1	Terminaciones de Cableado en el Subsistema 1 (Cableado en los Espacios de Telecomunicaciones – Cableado Horizontal)
Café	291C	Cableado de Campus Inter-Edificios	Terminaciones de Campus Inter-Edificios (Cableado entre edificios)
Amarillo	101C	Misceláneos	Alarmas, Seguridad, Administración de energía, entre otros
Rojo	184C	Telefonía	Sistemas de Telefonía

Nota Fuente: Adaptado de ANSI/TIA -606-B (2012). Obtenido de <http://bit.ly/16EVCXq>

1.2 REDES DE INFORMACIÓN

Redes de información es el conjunto de dispositivos autónomos que se comunican directamente entre sí por medio de un canal de comunicaciones, con la posibilidad de compartir información utilizando protocolos establecidos.

1.2.1 TIPOS DE REDES

Existen varios criterios para clasificar a las redes, así, según el ámbito de cobertura, la tecnología de transmisión, la topología, etc. En este capítulo se mencionan los siguientes criterios.

- **Por la Tecnología de Transmisión.** Según la tecnología de transmisión existen dos tipos: Redes de difusión que tienen un solo canal de comunicación, el mismo que es compartido por todas las máquinas de la

⁴ **Pantone:** Empresa creadora del Pantone Matching System; que permite la identificación, comunicación y comparación de un color para el uso en gráficas.

⁵ **MC:** Main cross connect (Conexión cruzada principal); punto principal de concentración del cableado.

⁶ **IC:** Intermediate Cross Connect (Conexión Cruzada Intermedia); se conecta a la MC y puede contener los equipos de telecomunicaciones de una infraestructura.

⁷ **HC:** Horizontal Cross Connect (Conexión Cruzada Horizontal); se refiere al Cuarto de Telecomunicaciones más próximo al área de trabajo.

red y Redes Punto a Punto, un conjunto de numerosas conexiones entre pares individuales de máquinas que hacen posible la comunicación entre dos host determinados de forma permanente.

- **Por el Ámbito de Cobertura o Alcance.** Por el ámbito de cobertura se pueden distinguir redes de: área local (LAN) se refieren a redes ubicadas en entornos que alcanzan pocos kilómetros; de área metropolitana (MAN) permiten interconectar varias localidades en una misma ciudad; y de área extendida (WAN) que proporcionan gran cobertura geográfica.

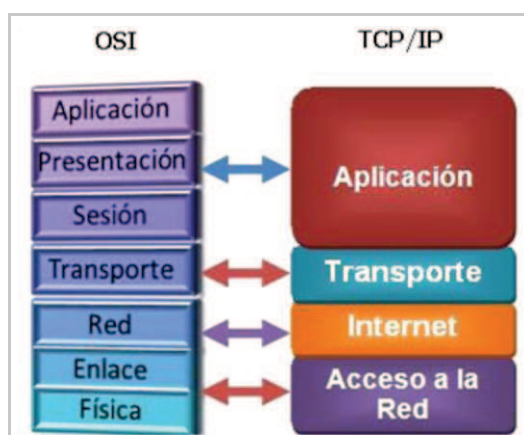


Figura 1.2 Relación de TCP/IP con el modelo OSI

Nota Fuente: Adaptado de Raya, C. J. L., Raya, G. L., & Martínez, R. *Redes Locales Instalación y Configuración Básicas* (p. 57)

1.2.2 ARQUITECTURA DE REDES DE INFORMACIÓN

Se conocen dos arquitecturas que han sido determinantes y básicas en las comunicaciones: el modelo de Interconexión de sistemas abiertos (OSI), un modelo de referencia que describe el intercambio de datos entre sistemas heterogéneos, y el conjunto de protocolos TCP/IP, arquitectura más utilizada por los computadores que se conectan a internet. Las capas del modelo de referencia OSI guardan relación con las de la arquitectura TCP/IP (Figura 1.2).

1.2.3 REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)

Normalmente emplean tecnología de difusión, es decir, tienen un medio de transporte común compartido por todos los dispositivos de la red y los medios de transmisión que se pueden utilizar son: Guiados: *UTP, STP, COAXIAL, FIBRA ÓPTICA*; Inalámbricos: *Enlaces infrarrojos o de radio*.

1.2.3.1 Modelo OSI

El modelo OSI de las LAN se basa en un modelo de dos capas: capa física y capa de enlace de datos; debido a que las funciones desempeñadas por estas capas son suficientes para el intercambio de datos dentro de la LAN en la cual, la Capa de Enlace se subdivide en dos: LLC (Control Lógico del Enlace) y MAC (Control de Acceso al Medio). Sin embargo, cada computadora conectada a la red debe soportar la pila de protocolos en su totalidad, a pesar de que las funciones de las capas 3, 4 y superiores no estén relacionadas con la arquitectura de las LAN, de esta manera se hace posible la entrega de paquetes y la compatibilidad de las aplicaciones aun cuando los sistemas se encuentran en diferentes redes. En la Figura 1.3 se muestran los niveles OSI en las LAN.

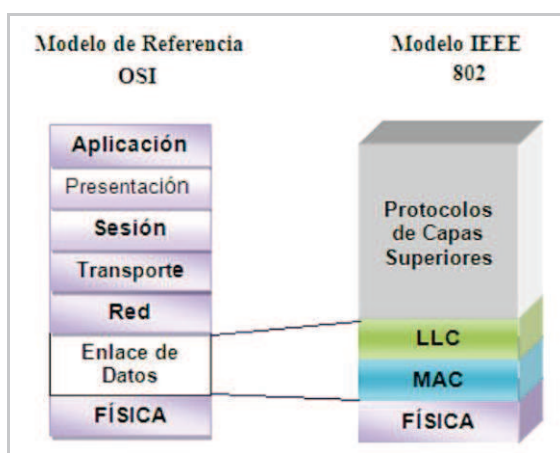


Figura 1.3 Niveles OSI en las Redes de Área Local

Nota Fuente: Adaptado de Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores* (p.490). Séptima Edición

En la Figura 1.4 se pueden apreciar las PDU (Unidad de Datos de Protocolo) LLC y MAC, y como se encapsula la PDU LLC en la PDU MAC.

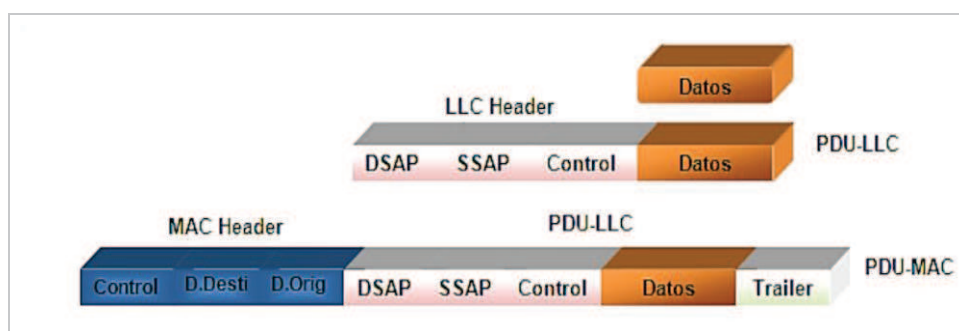


Figura 1.4 PDU LLC y MAC

Nota Fuente: Adaptado de Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores* (p.494). Séptima Edición

1.2.3.2 Tecnologías de Redes de Área Local

1.2.3.2.1 Estándar IEEE 802:

El Comité IEEE 802 de la IEEE, desarrolló el estándar IEEE 802.x que actúa básicamente sobre redes de área local, en base a estándares de redes propietarias como: Ethernet, Arcnet y Token Ring; el mismo que reúne un conjunto de recomendaciones para el diseño e implementación de las capas inferiores de las LAN. Se dividió la capa de enlace en dos: **LLC** (*Control Lógico del Enlace*) agrupado en **802.2** y **MAC** (*Control de Acceso al Medio*).

Los principales estándares ideados por el grupo de trabajo IEEE 802 son:

- **IEEE 802.1q**: Especificaciones de VLAN (LAN virtuales).
- **IEEE 802.1p**: Asignación de prioridades.
- **IEEE 802.2**: Protocolo LLC.
- **IEEE 802.3**: Ethernet (CSMA/CD).
- **IEEE 802.6**: Redes de Área Metropolitana (MAN).
- **IEEE 802.7**: Recomendaciones para una LAN banda ancha.
- **IEEE 802.8**: Grupo de asesoría para LAN con fibra óptica.
- **IEEE 802.10**: Comité de seguridad y encriptación.

1.2.3.2.2 Redes Ethernet/IEEE802.3

Generalmente cuando se mencionan las redes de área local se hace referencia a redes Ethernet, que fueron la base para el estándar IEEE 802.3. Las primeras redes Ethernet operaban a 10 Mbps con topología tipo bus, en la actualidad funcionan a 100 Mbps, 1 Gbps y 10 Gbps.

IEEE 802.3 proporciona especificaciones adicionales para la capa física, así como estándares para Fast Ethernet y Gigabit Ethernet; es compatible con Ethernet; pero no idéntico al original DIX Ethernet (Digital Equipment Corporation, Intel and Xerox) que definía una red basada solo en cable coaxial.

Tanto Ethernet como IEEE 802.3 tratan: especificaciones de la capa física, formato de la trama, mecanismos de control de acceso al medio (MAC),

denominado acceso múltiple por escucha de portadora y detección de colisión CSMA/CD, cuyo funcionamiento se despliega en el Anexo A1.

1.2.3.2.3 Especificaciones del Medio Físico de Ethernet/IEEE 802.3

Ethernet es similar a IEEE 802.3 10Base5; éste es un identificador que se utiliza para designar las diferentes opciones de la capa física de Ethernet, su significado se muestra en la Figura 1. 5.

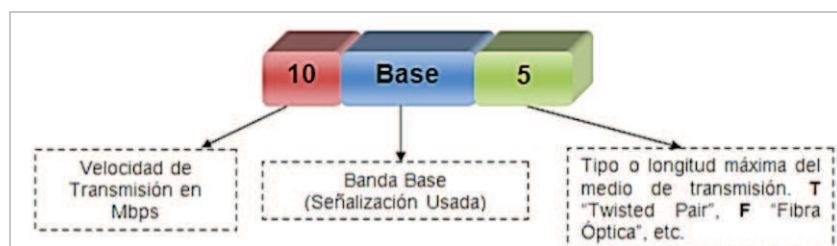


Figura 1. 5 Identificador del IEEE para Ethernet

Nota Fuente: Adaptado de Vinueza M., & Hidalgo P. (2009). *Redes de Área Local* (p.101)

1.2.3.3 Redes de Área Local de Alta Velocidad

Para cubrir la demanda de ancho de banda que requirieron aplicaciones tales como: multimedia, acceso a bases de datos, aplicaciones distribuidas, entre otras, se vio la necesidad de crear redes de área local de alta velocidad.

1.2.3.3.1 Fast Ethernet

El estándar IEEE 802.3u (Fast Ethernet) es una variación de Ethernet 10BaseT, permite a una red operar a 100 Mbps; puesto que está basado en Ethernet es compatible con la misma, conservando el mecanismo de acceso al medio CSMA/CD, formato de la trama y la mayor parte de la infraestructura actual de la red; la diferencia está en que el nivel de rendimiento es mayor.

Fast Ethernet define los estándares: **100BaseX**, inicialmente desarrollado por FDDI (Fiber Distributed Data Interface), abarca los estándares 100Base TX para par trenzado y **100BaseFX** para fibra óptica y el estándar **100Base T4**. En el Anexo A1, se indican las características de cada uno de estos estándares.

1.2.3.3.2 *Gigabit Ethernet*

Esta tecnología está estandarizada en las normas IEEE 802.3z (1000 Base SX y 1000 Base LX) e IEEE 802.3ab (1000 Base T), para transmisión a través de fibra óptica y par trenzado categoría 5 respectivamente. Gigabit Ethernet adopta características de Ethernet y Fast Ethernet: mecanismo de acceso y formato de la trama; con la introducción de ciertas mejoras, utiliza ráfaga de tramas y extensión de portadora. Permite una velocidad de 1000 Mbps o 1 Gbps, operando en modo Half y Full Duplex. Gigabit Ethernet es utilizada en redes troncales y para conectar servidores a la red. Utiliza el método de codificación 8B/10B. En el Anexo A1, se describen las diferentes alternativas de capa física para Gigabit Ethernet.

1.2.3.3.3 *10 Gigabit Ethernet*

Se encuentra estandarizada en la norma IEEE 802.3 ae, básicamente considera la transmisión sólo por fibra óptica en modo full dúplex, en la cual se incrementa la velocidad de Gigabit Ethernet a 10 Gbps; conserva las mismas características de las anteriores tecnologías Ethernet a 10 y 100 Mbps, lo que permite compatibilidad con los estándares existentes.

Se aplican no solamente en las LAN, sino también las MAN y WAN. Entre las tecnologías de 10 Gigabit Ethernet están: **10 GBase SR, 10GBase LX4, 10 GBase LR y 10 GBase ER, 10 GBase SW, 10 GBase LW y 10 GBase EW.**

1.2.4 LAN VIRTUALES (VLAN)

Las VLANS son conexiones virtuales independientes dentro de la red física, permite a un grupo de dispositivos compartir el mismo dominio de broadcast, a pesar de que éstos se encuentren en distintos lugares (ver Figura 1.6). En una VLAN todos los miembros reciben la información enviada por otros miembros de la misma VLAN; pero no recibirán información de otras VLANs; es decir una VLAN permite segmentar el Broadcast a nivel de capa 2, además brindan seguridad y flexibilidad en la administración de la red, debido a que la configuración de la misma o cualquier cambio se lo hará mediante software. Las VLANs se conectan a través de dispositivos de capa 3 tales como: switch de capa 3 o ruteadores.

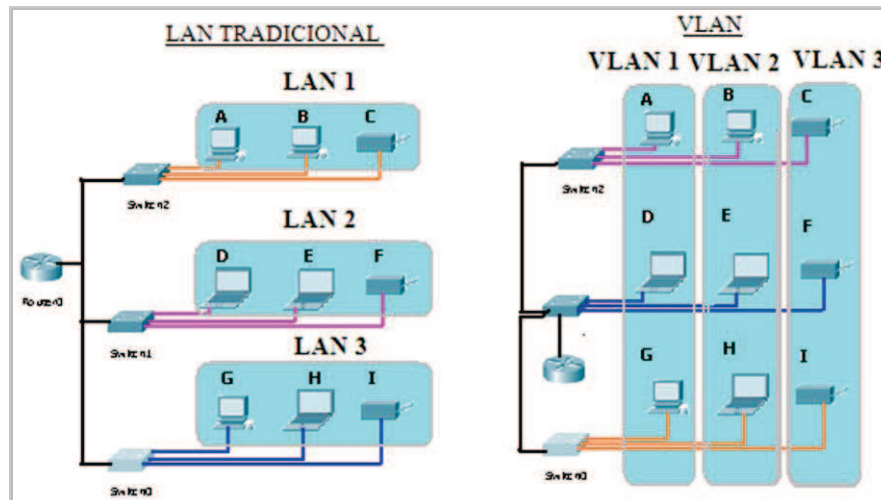


Figura 1. 6 Definición de una VLAN

Nota Fuente: Adaptado de Vinueza M., & Hidalgo P. (2009). *Dispositivos para interconectividad de redes* (p.25)

El estándar IEEE 802.1 Q se encarga de definir el envío de tráfico de una o más VLAN a través de enlaces de trunking; identificando las mismas con etiquetas o tags insertadas en la cabecera de Ethernet. La etiqueta es retirada en el switch de destino y luego la trama es entregada al puerto de la VLAN correspondiente.

En el Anexo A1 se pueden ver los 4 bytes que son añadidos por IEEE 802.1 Q en la cabecera de Ethernet, es así que este protocolo no encapsula la trama original, sólo añade los campos: Tag Protocol ID y Tag Control Information.

1.2.5 REDES DE ÁREA EXTENDIDA (WAN)

El objetivo de las WAN es la interconexión de redes o dispositivos que se encuentran separados extensas áreas geográficas, sus principales elementos son: líneas de transmisión de altas prestaciones (camino o circuito por el cual viaja la información de un nodo a otro) y nodos de conmutación (enrutadores). Generalmente las WAN utilizan redes públicas como líneas telefónicas, para conectar los dispositivos; asimismo, enlaces satelitales o de radio y fibra óptica.

1.2.5.1 Conmutación de Circuitos y Paquetes

En una red conmutada la información viaja de origen a destino atravesando varios nodos intermedios, estos nodos están conectados entre sí y su función no afecta el contenido de los datos, si no en proveer un servicio de conmutación encaminando los datos de nodo a nodo hasta que alcancen el destino final.

En una WAN conmutada se utilizan las tecnologías: conmutación de circuitos, en la cual existe un canal de comunicación dedicado entre dos estaciones, que permanece activo durante la comunicación y es liberado al terminar la misma y conmutación de paquetes, en la que la información es fragmentada en unidades pequeñas llamadas “paquetes”, éstos se envían de forma individual a través de la red y pueden tomar diferentes caminos hasta alcanzar el destino.

1.2.6 TECNOLOGÍAS DE REDES DE ÁREA EXTENDIDA

1.2.6.1 IP-MPLS

IP es el protocolo de red del mejor esfuerzo, para aplicaciones tolerantes a tiempo sin realizar distinción entre las mismas y sin garantizar QoS; con la aparición de aplicaciones en tiempo real y la evolución de Internet, se originó un déficit de ancho de banda y con ello la necesidad de aprovechar el ancho de banda de los enlaces. Para satisfacer esta demanda y asegurar aplicaciones con QoS, previa a MPLS surgió la arquitectura IP sobre ATM; cuya ventaja principal es la obtención de mayores velocidades, con las desventajas del caso, la red es más compleja y requiere altos costos pues se tiene que mantener dos redes por separado.

Para evitar el trabajo discontinuo de las dos redes por separado se desarrollaron tecnologías para integrar de forma efectiva y sin discontinuidades los niveles 2 (conmutación) con el nivel 3 (encaminamiento) las cuales conllevaron a la adopción del estándar MPLS de la IETF (*Internet Engineering Task Force*).

1.2.6.2 MPLS (MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING)

MPLS es una tecnología unificada que opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red; integrando así la inteligencia del routing con la rapidez y simplicidad del switching, permite interoperabilidad y puede funcionar sobre distintas tecnologías de capa de enlace, provee enrutamiento, envío y conmutación de los paquetes a través de una red. Sus principales características son:

- Es una solución que permite tener QoS en redes IP y optimizar la QoS en redes tales como: ATM y Frame Relay.

- Mejora el rendimiento de la red disminuyendo el procesamiento de los paquetes cuando ingresan a los ruteadores en la red IP.
- Soporte Multi-protocolo, soporta varios protocolos de capa de red y enlace.
- Provee mecanismos para manejar flujos de tráfico de varios tamaños, tipos y con diferentes requerimientos.
- Mapea direcciones IP en etiquetas de longitud fija.
- Es conocida como arquitectura 2.5 debido a que la etiqueta se inserta entre la cabecera de la capa 2 y la de la capa 3 del modelo OSI.
- No define nuevos protocolos, interconecta protocolos existentes como RSVP (*Resource Reservation Protocol*) y OSPF (*Open Shortest Path First*).

1.2.6.2.1 Componentes de una red IP/MPLS

En la Figura 1. 7 se pueden apreciar los elementos de una red MPLS, los cuales se particularizan en el Anexo A1.

1.2.6.2.2 Funcionamiento de MPLS

Este ítem se desarrolla a través de un ejemplo técnico en el Anexo A1.

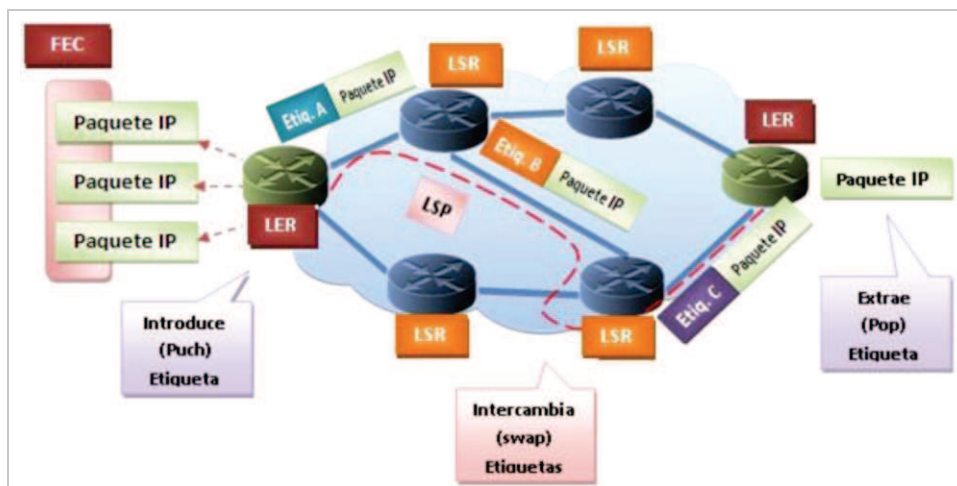


Figura 1. 7 Componentes de una red MPLS

Nota Fuente: Adaptado de Evans J., & Filsfils C. (2007). *Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Network* (p.176)

1.2.6.2.3 Arquitectura de una red MPLS

Constituida por un Plano de Control o Componente de Control y Plano de Datos o Componente de Envío (ver Figura 1. 8; definiciones detalladas en el Anexo A1).

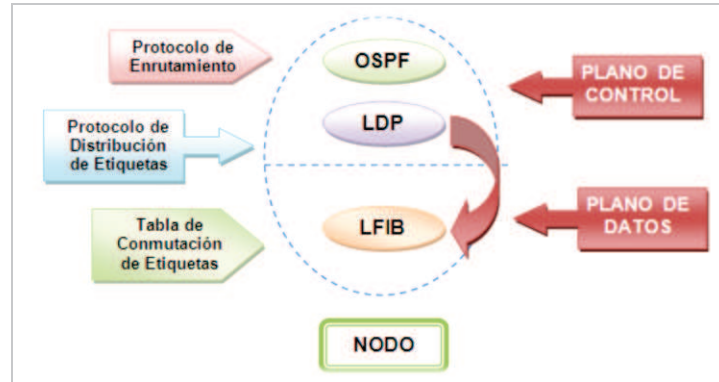


Figura 1. 8 Arquitectura de una red MPLS

Nota Fuente: Adaptado de Falconi N., & Rodríguez G. (2012). *Análisis de riesgos de la red IP/MPLS de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, basado en la norma ISO/IEC 27005 y propuesta de mejoramiento del control de acceso a la administración de sus dispositivos (p.9)*

1.2.6.3 Aplicaciones de MPLS

1.2.6.3.1 Ingeniería de Tráfico

La ingeniería del tráfico permite mejorar la utilización de los recursos físicos de la red y sus prestaciones, a través de la distribución de los distintos flujos de tráfico por rutas menos cargadas, aunque no sean el camino más corto calculado por el Protocolo IGP⁸ (*Interior Gateway Protocol*) y así tener rutas igualmente utilizadas. Con esta aplicación MPLS facilita el establecimiento de rutas explícitas en las que se especifica el LSP⁹ (Label Switched Path) de origen a destino y permite realizar encaminamiento restringido ofreciendo distintos niveles de QoS a los diferentes flujos de tráfico. Dentro de este esquema hay dos protocolos que hacen ingeniería de tráfico, CR-LDP¹⁰ (Constrained-Based Routing Label Distribution Protocol) y TE-RSVP¹¹ (Traffic-Engineering Resource Reservation Protocol).

1.2.6.3.2 VPNs (*Virtual Private Networks*)

El establecimiento de una VPN permite la extensión de una red privada sobre un ambiente compartido, es decir una infraestructura de red pública, integrando voz, video y datos con las mismas propiedades de seguridad y de red que caracterizan

⁸ **IGP:** Protocolo de enrutamiento que hace posible enrutar información dentro de un sistema autónomo.

⁹ **LSP:** es un camino virtual unidireccional por el que viajan los paquetes pertenecientes a la misma FEC (Forwarding Equivalence Class, grupo de paquetes que reciben la misma etiqueta y se reenvían por la misma ruta a través de la red)

¹⁰ **CR-LDP:** Realiza la distribución de etiquetas extremo-extremo de un LSP, soporta rutas explícitas o túneles, clase de servicio y permite la implementación de QoS.

¹¹ **TE-RSVP:** Protocolo de señalización y distribución de etiquetas el cual utiliza datagramas UDP para establecer un LSP. Soporta enrutamiento explícito.

a una red privada, haciendo posible que los usuarios de estas redes se comuniquen entre sí a pesar de encontrarse geográficamente en diferentes lugares. En la Figura 1. 9 se puede observar la operación y los componentes de una VPN (más detalles ver Anexo A1). Para implementar una VPN se definen los siguientes tipos de routers:

- **Customer Edge (CE):** Router ubicado en las instalaciones del cliente, interconecta al cliente con la red del proveedor.
- **Provider Edge (PE):** Router ubicado en la frontera de la red del proveedor, hace posible tener rutas separadas para cada cliente.
- **Provider (P):** Router ubicado dentro de la red del proveedor.

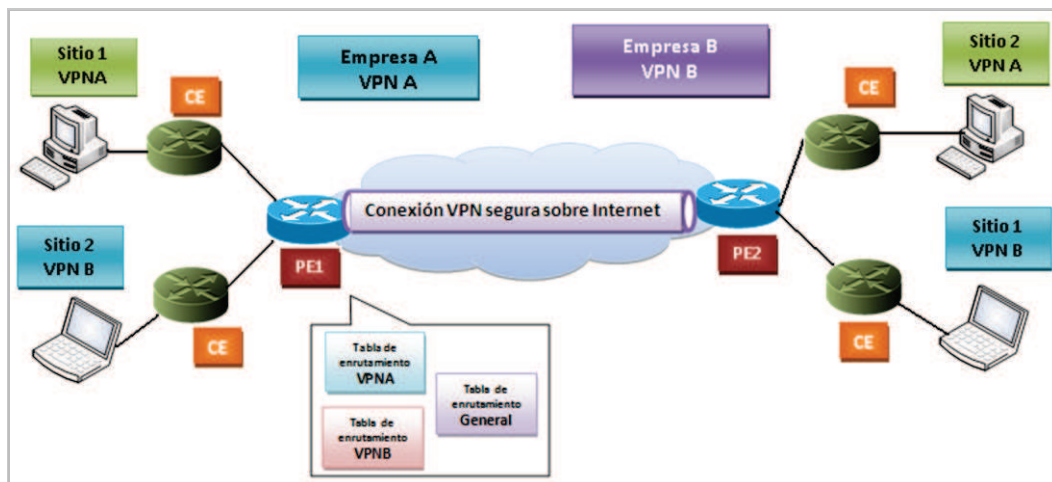


Figura 1. 9 Operación de una VPN

Nota Fuente: Adaptado de Evans J., & Filisfilis C. (2007). *Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Network* (p.18)

Entre las principales ventajas de una VPN están: Confiabilidad, Seguridad e Integridad de los datos, Escalabilidad, Facilidad de implementación, Optimización de los recursos de la red, Diferenciación de Servicios y Disminución de Costos.

Otra aplicación de MPLS, es la Clase de Servicio (CoS) y Calidad de Servicio (QoS) relacionada con el numeral 1.4.2 y descrita en el Anexo A1.

1.2.7 TECNOLOGÍA DE REDES DE ÁREA METROPOLITANA

1.2.7.1 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es un tipo de red inalámbrica de área metropolitana (WMAN), la cual se basó en elementos

existentes de la plataforma WipLL para su implementación. El IEEE desarrolló el estándar 802.16 con especificaciones mejoradas para WiMAX.

Esta es una tecnología que se enfoca tanto a los Proveedores de Servicio como a suscriptores finales y permite tener acceso inalámbrico de banda ancha, comunicaciones internas en ambientes empresariales así como su implementación a bajo costo. Normalmente se emplea en topologías punto-multipunto y su característica principal es que brinda cobertura en áreas en las cuales se tenga o no línea de vista (LOS y NLOS) con los abonados.

Básicamente WiMAX proporciona velocidades de aproximadamente 70Mps y se basa en OFDM, con 256 subportadoras puede cubrir aproximadamente distancias dentro de un rango de 30 a 50 Km. Soporta los esquemas de duplicación en frecuencia FDD¹² y en tiempo TDD¹³.

WiMAX contempla dos posibilidades, la de *WiMAX fijo (IEEE 802.16d)*, el cual en teoría alcanza velocidades de 70 Mbps con canales de 20 MHz, en un rango de cobertura de 70 Km, pero en ambientes reales, la velocidad alcanzada es aproximadamente 20 Mbps con un rango de cobertura entre 5 y 6 Km, puede operar en bandas de frecuencia no licenciadas como la de 5.8 GHz y en bandas licenciadas como las de 2.5 y 3.5 GHz y la de *WiMAX móvil (IEEE 802.16e)*, permite desplazamiento y portabilidad, alcanza velocidades de hasta 15 Mbps con canales de 5 MHz, con un radio de cobertura aproximado de 3.5 Km.

WiMAX está diseñado para soportar niveles de servicio y ofrecer QoS. La capa MAC se encarga de manejar la QoS ofreciendo a los diferentes tipos de tráfico mayor prioridad y mejores garantías sobre otros, dependiendo de las necesidades y requerimientos.

En el Anexo A1 se detallan conceptos adicionales referentes a esta tecnología.

¹² **FDD (Frequency Division Duplex):** Sistema que requiere dos canales uno para transmisión y otro para recepción con cierta separación para evitar interferencia.

¹³ **TDD (Time Division Duplex):** Sistema en el cual la transmisión de subida y de bajada se realiza por el mismo canal, debido a que no son simultáneas.

1.3 TELEFONÍA IP

Permite la comunicación de voz mediante conmutación de paquetes utilizando el protocolo RTP (Real Time Protocol), a través de UDP/IP. Las principales ventajas que brinda ésta tecnología son la reducción general en el costo de la llamada y la multiplexación de varias aplicaciones incluyendo la voz.

1.3.1 PROTOCOLOS

En base al surgimiento de mayor demanda en cuanto al uso de la Telefonía IP, se han establecido ciertos estándares que permiten el uso de dicha tecnología.

1.3.1.1 Recomendación H.323

Creado por el grupo 16 de la UIT-T como estándar para la transmisión de voz, video y datos multimedia sobre LAN sin QoS garantizada. Sus ventajas se pueden extender a una WAN, mediante dispositivos de interconexión ya especificados.

1.3.1.1.1 Protocolos de H.323 usados por la Telefonía IP

La Figura 1. 10 especifica la porción de control y audio, utilizada de la recomendación H.323 para telefonía IP.

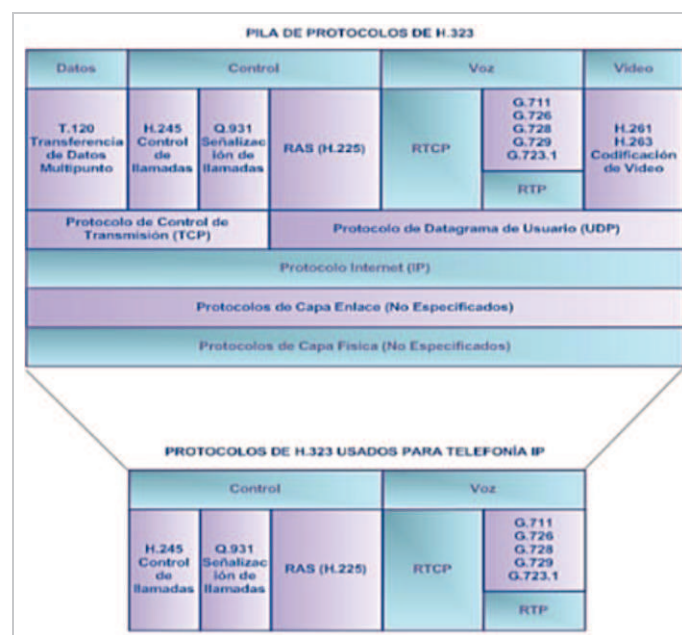


Figura 1. 10 Pila de Protocolos de H.323

Nota Fuente: Adaptado de Ferreira, Frotch, & Mayone. M. (2001). *Tecnología de voz sobre IP* (p.51)

1.3.1.1.2 Componentes de una Red H.323

Esta red se basa en cuatro dispositivos lógicos; manifiestos en la Figura 1. 11 y explicados en el Anexo A1.

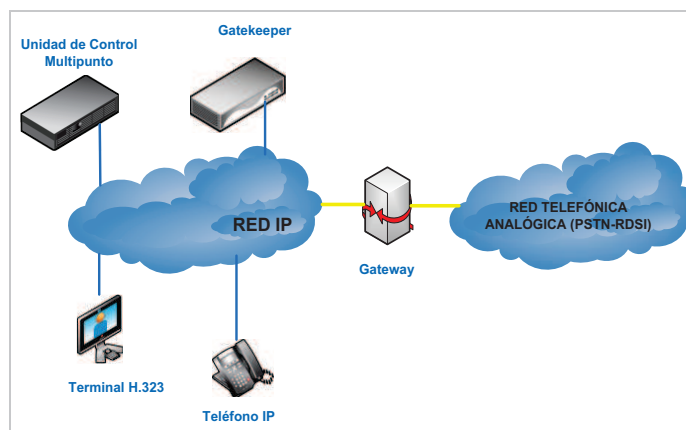


Figura 1. 11 Componentes de una red H.323

Nota Fuente: Adaptado de Margit, B., Karl, F., & Dimitris, D. (2004). *IP Telephony Cookbook* (p.14)

1.3.1.2 Session Initiation Protocol - SIP

Publicado en 1996 en el RFC 2543 (obsoleto), con una última actualización en el RFC 3261 del año 2002.

Protocolo ligero en comparación a H.323; ya que se orienta específicamente a las aplicaciones de VoIP, además aprovecha las ventajas ya existentes. Este protocolo que se encuentra a nivel de capa aplicación (ISO/OSI), mediante el establecimiento y gestión de sesiones con múltiples usuarios establece comunicaciones interactivas multimedia en tiempo real. La comunicación en este protocolo es posible ya que se basa en protocolos petición respuesta. Por la intervención de:

- **SDP (Session Description Protocol):** Negocia las capacidades de los participantes en la comunicación. SIP permite a los usuarios, mediante una función, especificar su ubicación actual, para que dicha información sea usada por los servidores proxy, los mismos que constituyen un elemento empleado en el presente protocolo.
- **RTP/RTCP (Real-Time Transport Protocol) / (Real-Time Transport Control Protocol):** Permiten el transporte de voz en tiempo real. RTP

transfiere los datos multimedia, en tanto que RTCP envía cíclicamente la información de control relacionada con el flujo de datos.

1.4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LAS REDES DE DATOS

La concepción de la QoS empieza en 1981 con el establecimiento del RFC 791 que define el Octeto de Tipo de Servicio (ToS), pasando por el IntServ (RFC 1633), los Campos de prioridad y etiqueta de flujo en IPv6 (RFC 1883), DiffServ (RFC 2474) hasta un conjunto de estándares que definen hoy en día la QoS, tales como los RFCs: 2211, 2212, 5432, etc. Cabe destacar que los lineamientos que definen la QoS, se hallan principalmente especificados por el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF).

1.4.1 DEFINICIÓN DE QoS

Se refiere al mecanismo que permite diferenciar y priorizar el tráfico para garantizar un nivel de servicio adecuado a cada tipo de aplicación que circula por la red, mejorando su desempeño y utilización. La QoS está relacionada con los conceptos de Clase de servicio (CoS) y al Tipo de servicio (ToS).

1.4.1.1 Service Level Agreement (SLA)

Constituye un acuerdo, orientado al campo de los negocios, donde se especifican los valores y criterios acordados en cuanto a las cualidades del servicio prestado por el proveedor al usuario. Se debe tomar en cuenta que la QoS depende directamente de lo que se fije en el SLA; con lo que se podrá llevar a cabo un control del rendimiento de la red, para verificar las especificaciones ofrecidas.

El SLA se basa en las especificaciones técnicas del SLS (Service Level Specifications) y SLO (Service Level Objective); el primero se define como una guía de procedimientos para la ejecución del servicio y el segundo como la colección de SLS, que define especialmente los propósitos de los SLS.

1.4.1.2 Recursos Fundamentales de Calidad de Servicio y Mecanismos de Manejo de Tráfico

Las redes actuales, empleando elementos de hardware y software realizan el reenvío de tráfico mediante interfaces; interconectándose con otros dispositivos mediante un medio de transmisión; cada interfaz puede enviar y recibir datos a distintas velocidades finitas. La congestión se produce cuando la velocidad de transmisión de la interfaz excede la velocidad de trabajo normal; uno de los recursos para evitar pérdida de datos es la cola de tráfico en la memoria del dispositivo hasta que la congestión desaparezca; otra alternativa, es descartar el tráfico para aliviar la congestión. Experimentándose así, una variación de latencia.

La capacidad de las interfaces para reenviar el tráfico y la memoria disponible para almacenar el tráfico de los dispositivos de red, constituyen recursos fundamentales para proporcionar QoS a los flujos de tráfico de las aplicaciones.

- **FIFO:** Representa el método más sencillo de encolamiento en el cual el primer mensaje en llegar es el primer mensaje en salir.
- **COLA DE PRIORIDAD (PQ):** Este mecanismo permite ofrecer un tratamiento preferencial a los paquetes importantes, garantizando que este tráfico importante reciba un servicio rápido y eficaz, asignando el tráfico a 4 clases de prioridad (baja, media, normal y alta prioridad).
- **COLA PERSONALIZADA (CQ):** A diferencia de PQ este mecanismo ofrece a varias aplicaciones, no solo a las aplicaciones importantes, la posibilidad de compartir el ancho de banda, teniendo disponible un ancho de banda mínimo garantizado y ciertas garantías en cuanto a los retrasos.
- **WEIGHTED FAIR QUEUING (WFQ):** WFQ es un método que se adapta a los cambios a los cuales están expuestas las redes en la actualidad, se basa en flujos de tráfico y ofrece tiempos de respuesta mínimos; organiza el tráfico en las colas disminuyendo el tiempo de respuesta y garantiza un ancho de banda mínimo a las diferentes colas.

1.4.2 TIPOS DE QoS

Existen dos métodos básicos que se aplican para suministrar QoS en las redes; el tipo a emplearse dependerá directamente de, en qué capa de la arquitectura ISO/OSI se aplique la QoS.

1.4.2.1 Clase de Servicio (CoS)

Se utiliza para clasificar tráfico con requisitos similares, priorizando determinados flujos de datos frente a otros. Servicio de nivel 2 (Capa Enlace ISO/OSI); es el servicio más común y simple que se ofrece, esto significa que el proveedor de servicios le ofrece Ethernet como mecanismo de transporte, sin comprobar capas superiores. La forma de implementar CoS se especifica en el estándar 802.1q/p.

1.4.2.2 Tipo de Servicio (ToS)

Si el proveedor de servicios brinda servicios a la capa 3 (IP), entonces se usará el tipo de servicio (ToS) para dar QoS, especificado en el RFC-791; o Puntos de Código de Servicios Diferenciados (DSCP) normado en el RFC-2475. El RFC-791 era el estándar original, pero fue reemplazado por el nuevo estándar RFC-2475.

Ambas normas utilizan el mismo campo en la cabecera del paquete IP para identificar el nivel de servicio, en donde se incluye un octeto que consta de los campos detallados en el Anexo A1.

1.4.3 PARÁMETROS DE LA QoS

El tráfico de datos; en una red, que maneja diferentes aplicaciones debe especificar un trato diferenciado en cuanto a los requerimientos de cada tipo de tráfico. Dichas aplicaciones manejarán diferentes velocidades, y tendrán un determinado nivel de tolerancia frente a la latencia, pérdida de datos y otros aspectos que se manejan en las redes. Estos requisitos se expresan mediante los siguientes parámetros relacionados con la calidad de servicio:

- **Disponibilidad:** Hace referencia al valor porcentual en la que el proveedor garantiza el funcionamiento de la red de datos.

- **Throughput:** Constituye la velocidad a la que debe ser transportado el tráfico de una aplicación a través de la red. Medido en Bps.
- **Latencia:** Retraso que una aplicación puede tolerar en la transmisión y recepción de un paquete. Se mide segundos.
- **Jitter:** Variación en la latencia; es decir la fluctuación de la latencia en transmisión y recepción, en el medio de transmisión o variabilidad del tiempo de ejecución de los paquetes. Medido en segundos.
- **Pérdida de Paquetes:** Se refiere al valor porcentual de pérdida de datos, que no debe exceder el caudal de pérdida predeterminado.

Al no contar con recursos de red infinitos, se deben desarrollar los mecanismos existentes de control de asignación de recursos, para de este modo cumplir con los exigencias de cada aplicación que se halle operando en la red de datos.

1.4.4 MODELOS DE IMPLEMENTACIÓN DE QoS

Básicamente existen tres modelos de implementación de QoS para redes de datos:

- **Best-Effort:** Básicamente Internet opera bajo los distintivos de este modelo en el cual, dependiendo de los recursos disponibles el tráfico es encaminado de la mejor manera posible sin ninguna diferenciación en el servicio ni garantía de que los paquetes serán entregados.
- **Servicios integrados (IntServ):** Se basa en la reserva de recursos de la red a través del protocolo RSPV (Resource Reservation Protocol), de esta manera las aplicaciones que requieren un trato crítico de forma previa al envío de datos solicitan un cierto tipo de servicio y tendrán reservados los recursos necesarios para su correcta operación. IntServ provee diversos niveles de servicio y ofrece entrega garantizada sobre otros tipos de tráfico.
- **Servicios diferenciados (DiffServ):** Modelo en el cual el tráfico es dividido para ser asignado a determinadas clases según los requerimientos específicos, los cuales tienen un trato y nivel de servicio dependiendo de la clase a la cual pertenecen. No requiere una reserva previa de recursos y garantiza condiciones de servicio fijadas para diferentes flujos de tráfico.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LAS DEPENDENCIAS DEL MIES-INFA MANABÍ

En este capítulo se describirá las características principales de la infraestructura de datos y voz que existe en la Dirección Provincial MIES-INFA y en el Centro Médico de Rehabilitación No. 3 en Portoviejo y en cada una de las dependencias sectoriales, ésta información permitirá identificar los requerimientos actuales, en los cuales se basará el diseño de la nueva red.

El presente capítulo se desarrolla de acuerdo al siguiente procedimiento:

- **Aspectos Institucionales:** Describe las funciones de las dependencias del MIES-INFA Manabí; localización de sus instalaciones; se presenta su estructura orgánica; así como las funciones y distribución de su personal. El mismo procedimiento se realiza con la Dirección Provincial MIES.
- **Análisis situación actual de la Red de Datos de las dependencias del MIES-INFA Manabí (En Portoviejo: Dirección Provincial MIES-INFA, CRM No.3 y Coordinación Territorial Portoviejo. Coordinaciones Territoriales: Manta, Jipijapa, Chone y Bahía).**
 - *Estudio de la Red Pasiva:* Este ítem describe la situación actual del cableado horizontal, vertical, puntos de red y cuartos de telecomunicaciones.
 - *Estudio de la Red Activa:* Involucra la identificación de dispositivos terminales, equipos de conectividad, servidores y seguridad.
- **Análisis de la situación actual de la Red de Voz de las dependencias del MIES-INFA Manabí.**
 - Descripción de la central telefónica.
 - Se incluye la identificación del cableado telefónico; distribución de puntos; equipos terminales.

- **Análisis de Tráfico**

- Se monitorizó el tráfico de datos de la red local de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo.
- Se monitorizó el tráfico telefónico en base a encuestas, realizadas en cada una de las dependencias del MIES-INFA Manabí, para conocer el flujo de llamadas telefónicas institucionales y externas, así como la duración en promedio de cada llamada.

2.1 MIES-INFA MANABÍ

El Ministerio de Inclusión Económica y Social – MIES mediante el Instituto de la Niñez y la Familia – INFA ejecuta planes y normativas, establecidas por el Gobierno Nacional; para proteger la integridad de niños, niñas, adolescentes, familias y comunidades; ofreciéndoles educación inicial, estimulación temprana, cuidado diario, alimentación, etc.

El INFA fue adherido al MIES como institución de derecho público mediante el Decreto Ejecutivo No. 1170, con vigencia a partir del 3 de julio del 2008. Dentro de la estructura del INFA se identifican cuatro procesos principales: Gobernantes, Habilitantes, Agregadores de Valor y Desconcentrados.

Los procesos Desconcentrados son ejecutados por las Coordinaciones Territoriales y Direcciones Provinciales; es misión de las Direcciones Provinciales fusionar y controlar la gestión de las Coordinaciones Territoriales desde el punto de vista de las necesidades de la provincia en la cual residen.

Las Coordinaciones Territoriales de Protección Integral están constituidas por personal técnico y administrativo más cercano a las comunidades, los cuales deben promover, mantener e instar para que las acciones de desarrollo comunitario y las agendas de niños, niñas y jóvenes, que tienen bajo su responsabilidad, se enfoque hacia un progreso colectivo dentro de cada sociedad.

Entre los servicios ofrecidos por el INFA está el Servicio Médico de Atención directa al Público, en varias provincias, en Manabí se ofrece estos servicios en el Centro de Rehabilitación Médica (CRM No. 3).

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL MIES-INFA MANABÍ

2.2.1 DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA (DP. MIES-INFA)

La Dirección Provincial se ubica actualmente en la ciudad de Portoviejo en la Prolongación a la Avenida Manabí y Avenida Periodista, instalación que reúne la mayor cantidad de usuarios. Tiene a su cargo el funcionamiento de los edificios del CRM No.3 y la Coordinación Territorial Portoviejo, además cuenta con oficinas en Manta, Bahía, Chone y Jipijapa, conocidas como “dependencias o coordinaciones territoriales de protección integral”. Los departamentos y áreas de trabajo localizados en la Dirección Provincial MIES-INFA se pueden observar en los planos de los Anexos B1 y B2.

2.2.2 CENTRO DE REHABILITACIÓN MÉDICA (CRM No. 3)

El CRM No.3 se ubica en la prolongación a la Av. Manabí, junto al IESS, a 74.8 metros al Oeste de la Dirección Provincial, en esta instalación se brinda servicios de atención directa al público, a través de la entrega de turnos personalmente o vía telefónica, para diferentes áreas, cuya distribución se puede observar en los planos del Anexo B3.

2.2.3 COORDINACIONES TERRITORIALES PORTOVIEJO, MANTA, JIPIJAPA, CHONE Y BAHÍA

2.2.3.1 Coordinación Territorial MIES-INFA Portoviejo (CT. Portoviejo)

La Coordinación Territorial Portoviejo está localizada a 51 metros hacia el Nor-Oeste del CRM No.3, abarca los Distritos de Portoviejo, Rocafuerte, Tosagua, Junín, Bolívar, Pichincha, Santa Ana, Olmedo. La distribución de las oficinas que operan en esta Coordinación se pueden observar en los planos del Anexo B4.

2.2.3.2 Coordinación Territorial MIES-INFA Manta (CT. Manta)

La Coordinación Territorial MIES-INFA de Manta está ubicada en el barrio la Ensenadita Calle 4 y Avenida 5. En el plano Anexo B5 consta la distribución de

oficinas. Esta coordinación tiene a su cargo el funcionamiento de los Distritos: Manta, Montecristi y Jaramijó.

2.2.3.3 Coordinación Territorial MIES-INFA Jipijapa (CT. Jipijapa)

La Coordinación Territorial MIES-INFA en Jipijapa se encuentra ubicada en la Parroquia Eloy Alfaro, Avenida Martiniano Delgado P. Los ambientes de trabajo de la Coordinación MIES-INFA en Jipijapa se pueden observar en los planos de los Anexos B6 y B7. Esta coordinación tiene bajo su responsabilidad los Distritos de Pto. López, Paján y Jipijapa.

2.2.3.4 Coordinación Territorial MIES-INFA Chone (CT. Chone)

La Coordinación Territorial MIES-INFA de Chone está ubicada en el barrio Santa Martha, Avenida Carlos Aray Dueña; las oficinas departamentales que funcionan en esta Coordinación se pueden observar en los planos de los Anexos B8, B9, B10. Actualmente esta coordinación tiene a su cargo el funcionamiento de los Distritos: Chone, El Carmen y Flavio Alfaro.

2.2.3.5 Coordinación Territorial MIES-INFA Bahía (CT. Bahía)

La Coordinación Territorial MIES-INFA en Bahía se encuentra ubicada en la Avenida Velasco Ibarra. En esta coordinación funcionan los ambientes de trabajo que se pueden observar en los planos del Anexo B11. Esta coordinación tiene a su cargo el funcionamiento de los Distritos: Bahía y San Vicente.

2.2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

2.2.4.1 Dirección Provincial MIES-INFA

Las funcionalidades de la Dirección Provincial MIES-INFA están distribuidas en varios departamentos según la estructura organizacional jerárquica mostrada en la Figura 2. 1. Como se puede observar, la Dirección Provincial tiene bajo su responsabilidad directa las funciones realizadas por Asesoría Jurídica, Planificación y Comunicación; además tiene a su cargo el personal responsable

de los servicios institucionales, de protección integral y del correcto funcionamiento de cada una de las Coordinaciones Territoriales.

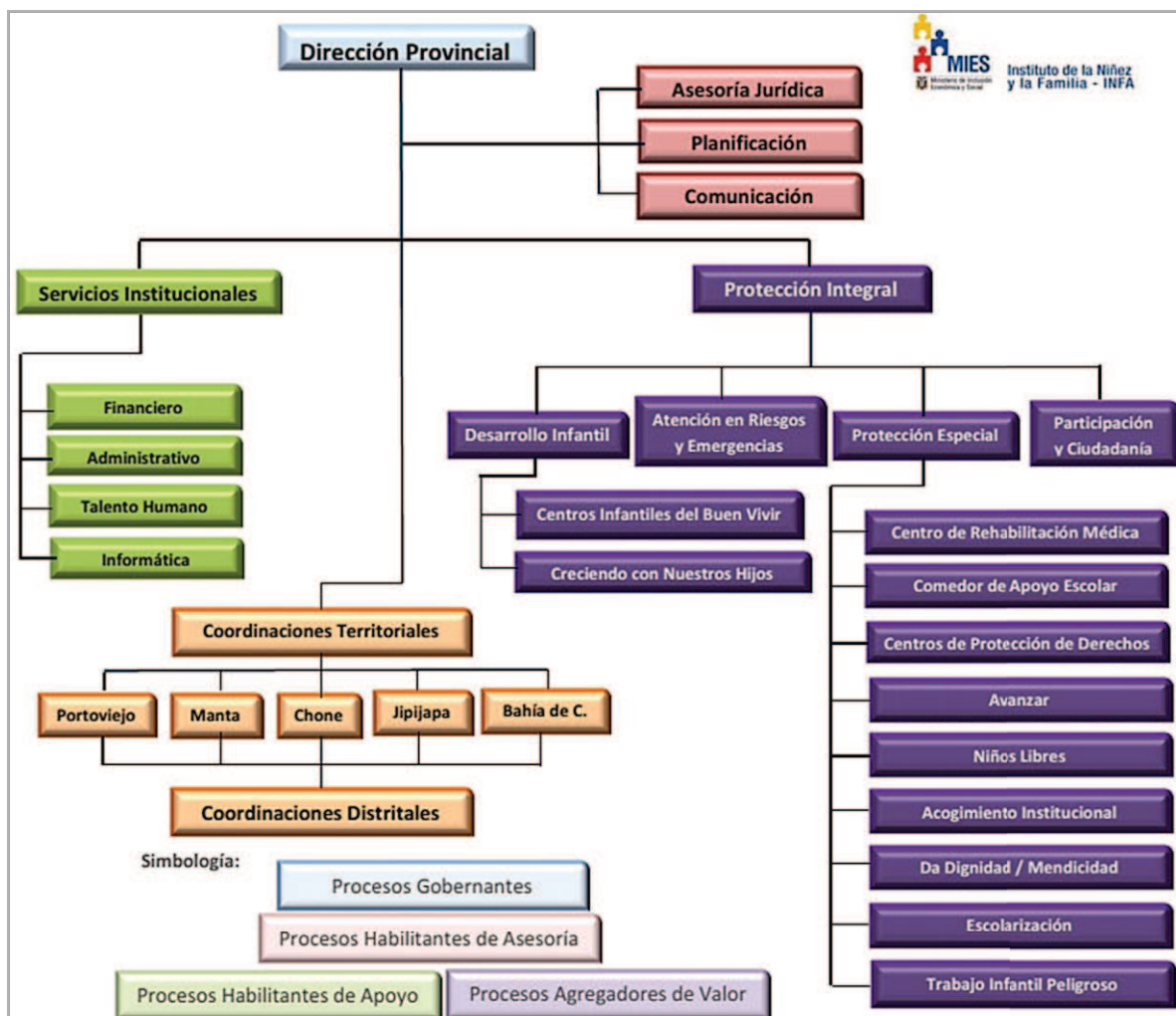


Figura 2. 1 Estructura Organizacional del MIES-INFA

Nota Fuente: Adaptado de información del departamento de Talento Humano. Dirección Provincial MIES-INFA (2012)

2.2.4.2 Centro de Rehabilitación Médica (CRM No.3)

El CRM No.3 tiene su propia estructura organizacional como se muestra en el Anexo B12. A la cabeza se encuentra el Médico Director General, encargado de la coordinación de todas las áreas.

2.2.4.3 Coordinaciones Territoriales Portoviejo, Manta, Jipijapa, Chone y Bahía

Las Coordinaciones Territoriales dependen directamente de la Dirección Provincial; como se puede ver en el Anexo B12. Internamente las actividades se

organizan de manera jerárquica según su propia estructura orgánica, tal como en Jipijapa (ver Anexo B12). Para todas las coordinaciones esta organización es similar; las funciones se dividen en servicios institucionales y protección integral encabezados por un Coordinador Local; en cada coordinación, dependiendo de la demanda de los servicios específicos requeridos por las comunidades, operan únicamente los departamentos que se vean necesarios.

2.2.5 FUNCIONES DEL PERSONAL

El rol desempeñado por cada uno de los empleados mencionados anteriormente, se describe en el Anexo B12: Estatuto Orgánico por procesos del Instituto de la Niñez y la Familia – INFA (Acuerdo Ministerial MIES-INFA 01415) ^[2].

En el caso de las Coordinaciones Territoriales, se tiene adicionalmente personal técnico, el cual realiza labores de oficina y de campo, quienes para ingresar al sistema comparten recursos con el personal de oficina o utilizando sus laptops personales; entre ellos están personal de PE (Protección Especial) ^[3], quienes trabajan en casos de violaciones de derechos como: maltrato, abuso sexual, trabajo infantil, entre otros; los cuales pertenecen a Protección Integral.

Los **CIBV** (Centros Infantiles del Buen Vivir) ^[4] son centros infantiles en los cuales niños menores de 3 años reciben educación, salud preventiva, recreación, etc; asistiendo los 5 días de la semana. Los CIBV están a cargo de una coordinadora de desarrollo infantil integral, la misma que tiene bajo su responsabilidad la planificación de actividades y roles que cumplirán las promotoras en el CIBV, en beneficio de los niños y niñas.

La modalidad **CNH** (Creciendo con nuestros hijos) ^[5] se basa en acciones educativas orientadas a familias pobres, con el objetivo de que los padres pongan en práctica los consejos dictados por promotores CNH, en cuanto a educación inicial, salud, nutrición y cuidado, con sus hijos e hijas menores de 5 años. Los promotores CNH trabajan conjuntamente con instituciones propias de las comunidades; en Manabí son aproximadamente 154 personas encargadas de esta modalidad y de las funciones realizadas por los promotores CNH.

2.2.6 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL EN EL MIES-INFA MANABÍ

El personal total de la Dirección Provincial MIES-INFA, del CRM No.3 y de las Coordinaciones Territoriales se encuentra distribuido respectivamente como se muestra en la Tabla 2. 1. En la actualidad existen aproximadamente 463 empleados, en su mayoría, concentrados en la ciudad de Portoviejo. El número de empleados en detalle, en cada departamento, se indica en el Anexo B13.

Tabla 2. 1
Distribución del Personal

INSTALACIÓN	NÚMERO EMPLEADOS			
	OFICINA	PROTECCIÓN INTEGRAL		TOTAL
		CIBV	CNH	
Dirección Provincial MIES-INFA Manabí	39	0	0	39
Centro de Rehabilitación Médico No. 3	31	0	0	31
Coordinación Territorial Portoviejo	28	45	50	123
Coordinación Territorial Manta	19	32	35	93
Coordinación Territorial Jipijapa	15	25	24	64
Coordinación Territorial Chone	14	33	25	72
Coordinación Territorial Bahía	13	8	20	41
Sub TOTAL	159	150	154	463
TOTAL (EMPLEADOS)	463			

2.2.7 GENERALIDADES DEL MIES (COORDINACIÓN ZONAL 4 – MANABÍ)

2.2.7.1 Misión y Visión del MIES

Es misión ^[6] del MIES “Establecer y ejecutar políticas, regulaciones, programas y servicios para la inclusión social y atención al ciclo de vida de niños, niñas, adolescentes, jóvenes, adultos mayores, personas con discapacidad y aquellos que se encuentran en situación de pobreza, a fin de aportar a su movilidad social y salida de la pobreza.” (Obtenido de www.inclusion.gob.ec).

Es visión ^[7] del MIES “Ser la entidad pública líder en la inclusión social para los grupos de atención prioritaria y aquellos que se encuentran en situación de pobreza para aportar a su movilidad social.” (Obtenido de www.inclusion.gob.ec).

2.2.7.2 Infraestructura del MIES Manabí

La Coordinación Zonal No.4 del Ministerio de Inclusión Económica y Social se ubica actualmente en la Av. Manabí S/N Entre Francisco de P. Moreira y Alajuela Edificio MIES, a lado del Banco Comercial, instalación que tiene a su cargo el funcionamiento de 5 Direcciones Distritales: Portoviejo, Chone, Pedernales, Manta y Santo Domingo de los Tsáchilas.

2.2.7.3 Estructura orgánica del MIES Manabí

En el MIES desempeñan sus actividades 19 empleados, la distribución de los mismos en las áreas de trabajo y la estructura orgánica en la cual basa su funcionamiento, se puede observar en el Anexo B14.

2.2.7.4 Diseño de la red del MIES Manabí

En la Figura 2. 2 se puede apreciar la topología lógica que presenta actualmente la red de datos del MIES.

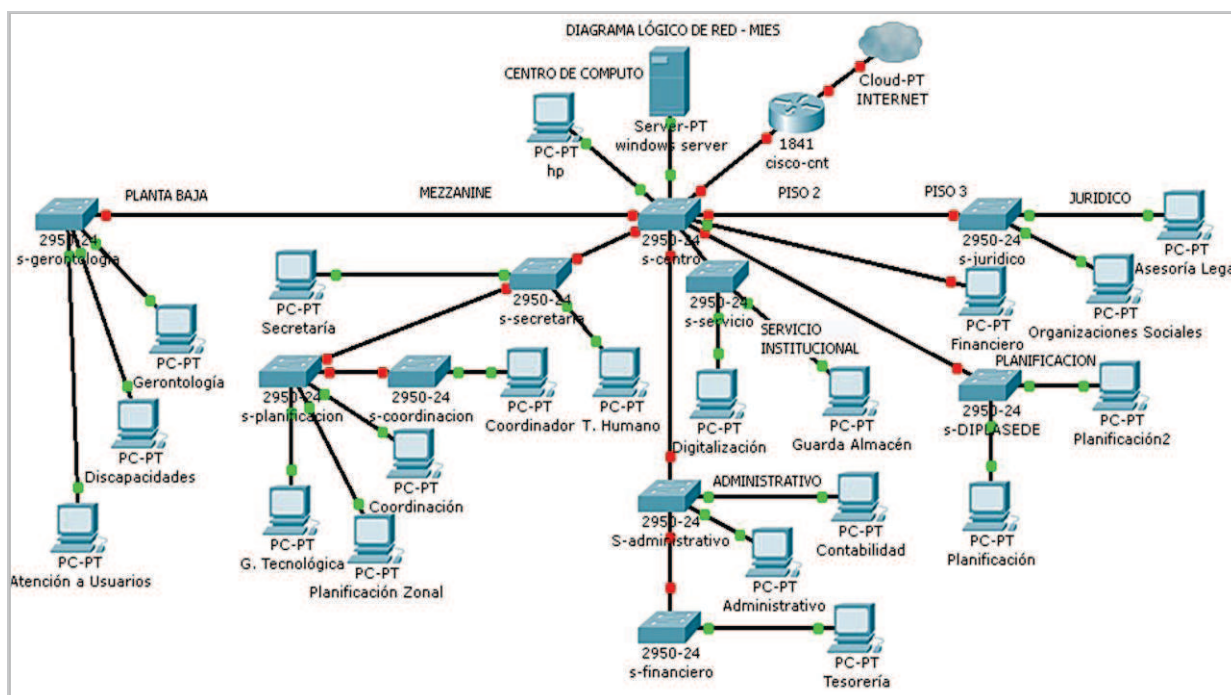


Figura 2. 2 Topología lógica de la red del MIES

Fuente: Saltos José Luis. Administrador red del MIES Manabí (2012)

En el Anexo B15 se muestran datos sobre el cableado estructurado del MIES en la provincia de Manabí, información facilitada por el Administrador de la red.

2.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE VOZ Y DATOS MIES-INFA MANABÍ

El INFA mantenía una infraestructura de red montada, su operación y gestión estaba bajo su propia administración, la cual paso a manos de la actual administración cuando el INFA fue adherido al MIES como institución de derecho público, hasta el momento se ha seguido el mismo lineamiento de operación sin realizar cambios significativos en la red.

2.3.1 INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS

En la actualidad la LAN está constituida por las redes locales de la Dirección Provincial MIES-INFA, la del CRM No.3 y la de la Coordinación Territorial Portoviejo, las cuales son de tecnología Fast Ethernet e incluyen dispositivos activos y pasivos. Cada Coordinación Territorial posee conectividad local mediante sus propios elementos de interconexión de red.

2.3.1.1 Análisis de la Topología de la Red de Datos

La topología física de la LAN del MIES-INFA en Portoviejo es tipo estrella, las estaciones de trabajo y demás periféricos de la red se conectan al núcleo de operaciones ubicado en el Área de Tecnología, en el cuarto de telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA. No existe redundancia en los enlaces que interconectan la Dirección Provincial MIES-INFA con las demás dependencias en Portoviejo, por lo tanto de presentarse alguna avería en esta parte de la red quedarían inhabilitados los departamentos de las demás instalaciones.

La topología lógica está organizada como se indica en la Figura 2. 3.

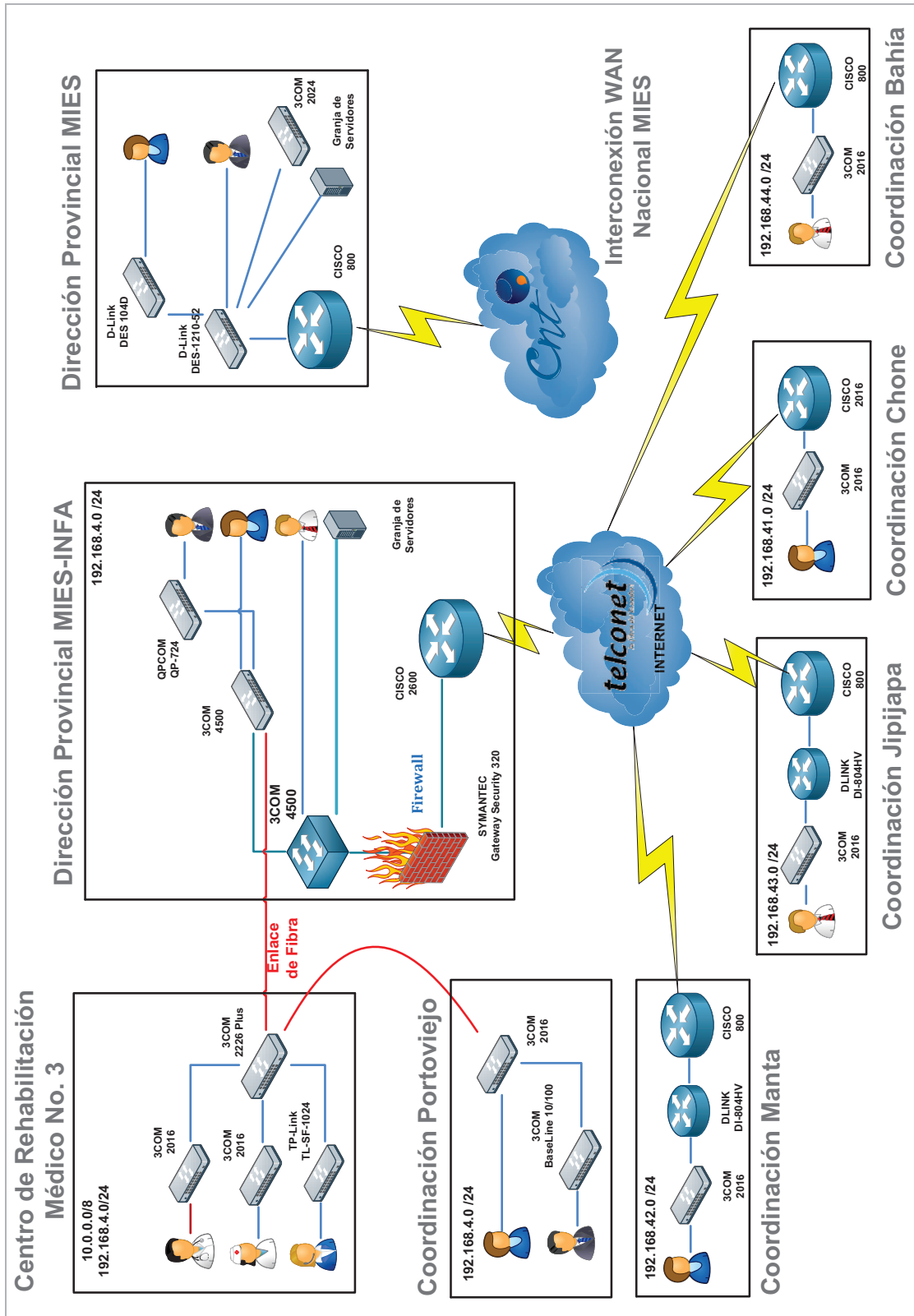


Figura 2. 3 Topología de la Red de Datos, dependencias MIES-INFA Manabí

2.3.1.2 Sistema de Cableado Estructurado

El punto central de la red cableada se encuentra en la Dirección Provincial MIES-INFA en el área de Tecnología, permitiendo una administración centralizada.

2.3.1.2.1 Interconexión entre Edificaciones MIES-INFA en Portoviejo

La Dirección Provincial MIES-INFA se encuentra interconectada con el CRM No.3 y desde el CRM No.3 existe un enlace hacia la Coordinación Territorial Portoviejo, en la actualidad no tiene conexión hacia las otras Coordinaciones Territoriales.

La interconexión de las instalaciones es por medio de enlaces de fibra óptica, como se puede observar en la Figura 2. 4. La fibra óptica de cada enlace es de tipo Multimodo 62.5/125 μm , MICRON OFNR¹⁴ y viaja a través de dos pares de cable de recubrimiento de fibra óptica marca New Link Cabling System, en cada par viajan 4 hilos de fibra, los cuales finalizan en los cuartos de equipos con conectores FC y utilizando convertidores D-Link DMC-300SC, dispositivo que permite la conversión de medios de transmisión desde un cable UTP 100Base-TX a una Fibra Óptica 100Base-FX Multimodo y viceversa.

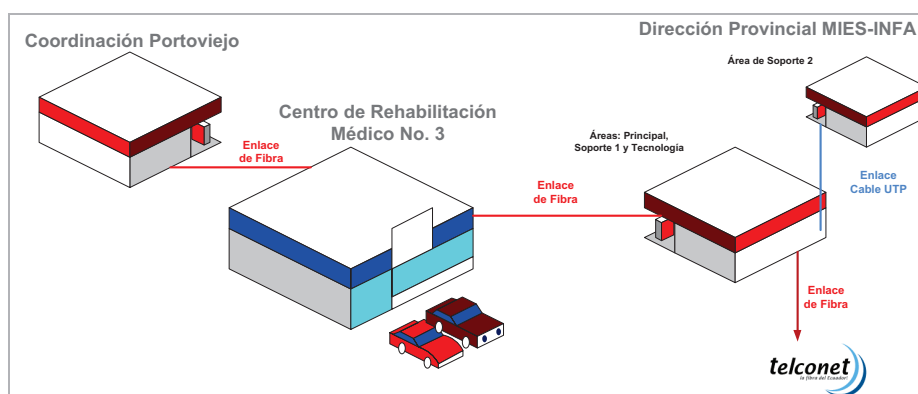


Figura 2. 4 Interconexión, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

Dentro de la Dirección Provincial MIES-INFA, el Área de Soporte 2 se interconecta con el cuarto de telecomunicaciones en el Área de Tecnología, por medio de cable UTP categoría 5e marca NEXT SOLUTIONS (ver Figura 2.4).

¹⁴ **OFNR** (Optical Fiber Nonconductive Riser, canalización vertical No conductiva de fibra óptica) es la designación para cable con categoría de flama Riser de acuerdo a las normas mexicana NOM y NMX.

2.3.1.2.2 *Descripción del cableado estructurado en las Instalaciones de Portoviejo*

- En la Dirección Provincial MIES-INFA, los puntos terminales de cableado se dirigen desde el Área de Soporte 1, el Área de Soporte 2 y el Área Principal, al Área de Tecnología, donde se encuentra el Cuarto de Telecomunicaciones. En el Área de Soporte 2 se encuentra un punto de interconexión (*switch*), al cual llega todo el cableado de esta área para luego conectarse al Cuarto de Telecomunicaciones en el Área de Tecnología.
- En el CRM No. 3, los puntos de red se conectan a un punto principal ubicado en el Armario de Telecomunicaciones, situado en el Ala Central junto a la Bodega.
- En la Coordinación Territorial Portoviejo los puntos de red se concentran en el espacio de interconexión, ubicado tras la oficina del Distrito Santa Ana – Olmedo – 24 de Mayo.

2.3.1.2.3 *Descripción del cableado estructurado en las Coordinaciones Territoriales*

Las Coordinaciones Territoriales no cuentan con interconexión cableada o de cualquier tipo hacia la Dirección Provincial MIES-INFA. Las características de cableado se indican a continuación.

- La Coordinación Territorial Manta cuenta con puntos terminales de cableado estructurado que se conectan a un punto central ubicado en la Oficina del Departamento Financiero.
- En la Coordinación Territorial Jipijapa se encuentran puntos de red que confluyen a un espacio de interconexión central ubicado en el Departamento Financiero.
- La Coordinación Territorial Chone cuenta con puntos terminales de cableado estructurado que se conectan a un punto central ubicado en la Oficina del Departamento Financiero – Administrativo.

- En la Coordinación Territorial Bahía de Caráquez se encuentran puntos de red que confluyen a un espacio de interconexión central ubicado en la bodega de archivo del Departamento Financiero-Administrativo.

2.3.1.2.4 Cableado Horizontal

En general todas las infraestructuras cuentan con un cableado horizontal UTP categoría 5 y 5e, excepto un segmento en el CRM No. 3, que se detalla posteriormente.

En el Centro de Rehabilitación Médico No. 3, de acuerdo a la verificación visual realizada; cuenta con cableado horizontal a través de canaletas, existen segmentos de cableado en el techo, que únicamente están soportados por el cielo raso; si bien se conserva el mismo patrón en cuanto a las salidas de telecomunicaciones simples, en el auditorio se presentan salidas dobles. El área de Terapia de Lenguaje cuenta con un segmento de cableado UTP categoría 6.

La Dirección Provincial MIES-INFA, las Coordinaciones Territoriales: Portoviejo, Manta y Bahía de Caráquez, cuentan con un cableado horizontal protegido por canaletas plásticas; pero la parte del cableado que va por encima del cielo raso se encuentra tendido sin ningún tipo de canalización; los puntos de red tienen únicamente salidas simples.

En cuanto a la CT. Jipijapa, en el área principal cuenta con cableado a través de canaletas, tanto a través del techo como por la parte horizontal; meses atrás, el Centro de Protección de Derechos, se interconectaba con un cable UTP Categoría 5e desde una salida de telecomunicaciones desde el Hall del área principal; a través del patio, sin que este tendido de cable, cuente con un recorrido o canalización que lo proteja. En la actualidad la salida de telecomunicaciones ubicada en el Hall, es utilizada eventualmente para conectar PCs de técnicos del MIES-INFA, a la red y el Centro de Protección de Derechos cuenta con sus propias salidas de telecomunicaciones.

En lo que se refiere a la CT. Chone, cuenta con un sistema de cableado con canaletas a través del techo, tanto el cableado vertical como el horizontal, pero se

mantiene puntos con salidas únicas que no cumplen con el estándar vigente, ANSI/TIA 569 C (Normativa para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales”, edición posterior a la norma ANSI/TIA/EIA 569 A), de cableado estructurado.

En general, se concluye que todas las edificaciones no cuentan con un sistema de cableado estructurado estandarizado bajo las normas anteriores o vigentes, debido a que no se cumple totalmente la norma ANSI/TIA/EIA 569 A¹⁵ en lo que se refiere a la distribución del cableado horizontal que va por techo. En cuanto a los faceplates no cumplen, en su mayoría, con la norma ANSI/TIA 568 C.1, que manifiesta que una salida de telecomunicaciones debe tener al menos 1 salida doble.

2.3.1.2.5 Especificaciones del Cableado Estructurado

Las especificaciones de cableado estructurado con el que cuentan las dependencias del MIES-INFA Manabí son:

El cableado que se encuentra en la Dirección Provincial MIES-INFA es:

- Categoría 5 marca UL y Categoría 5e marca Tongyuan, General Cable.

El Centro de Rehabilitación Médico No. 3 cuenta con distintos tipos de cableado:

- Categoría 5 marca *Uniclass, UL, Quabbin, DataMax*;
- Categoría 5e marca *CMR FT4*;
- Categoría 6 marca *QuestCabling Solution, QPCOM -Qp66604*, se encuentra implementada en el área de Terapia de Lenguaje.

El cableado que se encuentra en la Coordinación Territorial Portoviejo es:

- Categoría 5 marca Tekdata SA, UL;
- Categoría 5e marca Intellinet.

¹⁵ ANSI/TIA/EIA 569 A: “Normativa para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales”, edición anterior a la norma ANSI/TIA 569 C.

El cableado que se encuentra en las Coordinaciones Territoriales Manta, Jipijapa y Bahía es:

- Categoría 5 marca UL;
- Categoría 5e marca Intellinet.

La Coordinación Territorial Chone consta de un tendido de cable de diferente tipo:

- Categoría 5 marca UL;
- Categoría 5e marca Netconnect.

De forma general en todas las instalaciones antes descritas; la marca usual de canaleta utilizada es *Dexson y Panduit*; de 20×12 mm, 45×25 mm, 40×40 mm y 60×40 mm sin división; en cuanto a las juntas y enmiendas son de la misma marca. Así también se cuenta con Faceplates de marca *OPCOM* Categoría 5e.

2.3.1.2.6 Distribución de Puntos de Red

El número de puntos de red instalados dentro de las dependencias del MIES-INFA Manabí, se indica en la Tabla 2.2. En el Anexo B16 se encuentra la distribución de los puntos de red en detalle, para cada una de las instalaciones; además pueden observarse en orden, en los planos de los Anexos B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10 y B11.

Tabla 2. 2
Distribución de Puntos de Red

INSTALACIÓN		NÚMERO DE PUNTOS DE RED		TOTAL (No. PUNTOS)
		OCUPADOS	LIBRES	
Portoviejo	DP. MIES-INFA	31	21	52
	CRM No.3	13	48	61
	CT. Portoviejo	17	12	29
CT. Manta		10	4	14
CT. Jipijapa		11	10	21
CT. Chone		10	7	17
CT. Bahía		7	7	14

2.3.1.2.7 Cuartos de Telecomunicaciones - Dependencias MIES-INFA



Figura 2. 5 Segmento del cuarto de telecomunicaciones de la DP. MIES-INFA Manabí

En la Figura 2.5 se puede observar un segmento del cuarto de telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA, el cual cuenta con dos Racks Cerrados, uno donde se encuentran algunos de los servidores, como se muestra en la Figura 2. 6 y otro donde se alojan equipos de conectividad. Además se dispone de un Rack abierto que se encuentra en el departamento de Contabilidad; estos racks se grafican en el Anexo B16.

Tabla 2. 3
Racks y Gabinetes Instalados

ELEMENTO	UBICACIÓN		MARCA	DIMENSIÓN [mm]
	INSTALACIÓN	DEPARTAMENTO		
Rack Cerrado	DP. MIES-INFA	Tecnología	Beaucoup	2154 x 804 x 1004
Rack Cerrado		Tecnología	Beaucoup	2154 x 804 x 1004
Rack Abierto		Contabilidad	No Especificada	1300 x 652
Rack Cerrado	CRM No.3	Cuarto de Equipos	Beaucoup	1204 x 604 x 754
Gabinete Rack de Pared	CT. Portoviejo	Cuarto de Equipos	Beaucoup	540 x 490 x 500
Gabinete Rack de Pared	CT. Manta	Financiero	Beaucoup	540 x 490 x 500
Gabinete Rack de Pared	CT. Jipijapa	Financiero	Beaucoup	540 x 490 x 500
Gabinete Rack de Pared	CT. Chone	Financiero – Administrativo	Beaucoup	540 x 490 x 500
Gabinete Rack de Pared	CT. Bahía	Archivo Financiero – Administrativo	Beaucoup	540 x 490 x 500

Existen equipos adicionales que no se encuentran en los racks y están ubicados en otros lugares dentro del cuarto de telecomunicaciones; tal es el caso de los servidores AS/400 y Zimbra.

En el cuarto de telecomunicaciones del CRM No. 3, existe un Rack Cerrado donde se alojan los equipos de conectividad, graficado en el Anexo B16.

El cuarto de telecomunicaciones de la Coordinación Territorial Portoviejo cuenta con un gabinete Rack de pared, que contiene equipos de conectividad; las demás Coordinaciones Territoriales presentan una infraestructura similar a la de Portoviejo, como se puede observar en el Anexo B16.

La Tabla 2. 3 describe la ubicación, marca y dimensiones de los racks y gabinetes en los cuartos de telecomunicaciones, de las diferentes instalaciones.

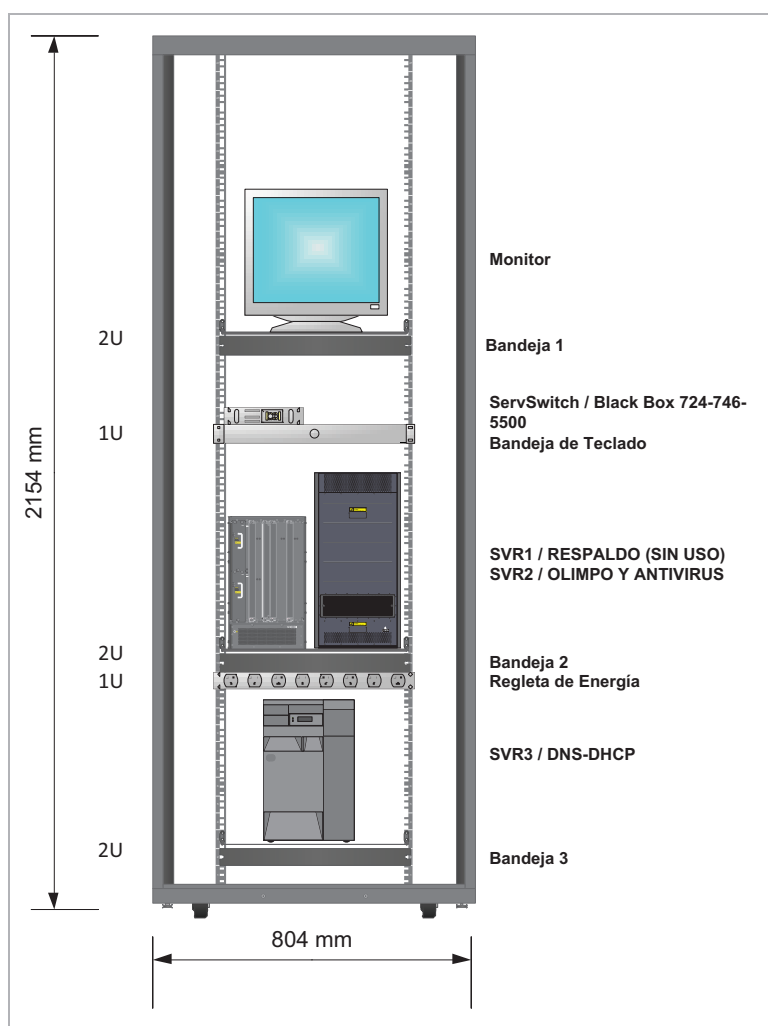


Figura 2. 6 Rack Dirección Provincial MIES-INFA – Servidores

2.3.1.3 Dispositivos Terminales

En las dependencias del MIES-INFA Manabí, los empleados desempeñan sus funciones utilizando herramientas de ofimática y acceden a los recursos de la red mediante el uso de PCs de escritorio, computadores portátiles, impresoras; además se cuenta con dispositivos, tales como copiadora, proyector y scanner. Básicamente los dispositivos existentes se indican en la Tabla 2. 4 y se describen en detalle en el Anexo B17.

Tabla 2. 4
Dispositivos Terminales

INSTALACIÓN		PCS Y PORTÁTILES	IMPRESORAS	COPIADORAS	TOTAL DISPOSITIVOS
Portoviejo	DP. MIES-INFA	34	9	1	44
	CRM No.3	15	5	1	21
	CT. Portoviejo	20	5	0	25
Manta		12	2	0	14
Jipijapa		12	3	1	16
Chone		12	3	0	15
Bahía		10	6	0	16
TOTAL (DISPOSITIVOS)		115	33	3	151

Tabla 2. 5
Sistema Operativo Instalado en las PCs

SISTEMA OPERATIVO INSTALADO				
DEPENDENCIA	WINDOWS XP		WINDOWS VISTA	WINDOWS 7
	Service Pack 2	Service Pack 3		
DP. MIES-INFA	26	8	-	-
CRM No. 3	11	2	-	2
C. Territoriales	37	20	3	6
TOTAL (PCS)	74	30	3	8
115				

2.3.1.3.1 PCs y Portátiles

Todas las PCs tienen instalado el sistema operativo Windows como se muestra en la Tabla 2. 5 y trabajan con procesadores de la Arquitectura Intel; de forma general las especificaciones técnicas de las PCs se describen en el Anexo B17. Las computadoras portátiles son de propiedad de los usuarios y son utilizadas

para realizar sus actividades cuando no disponen de una PC de la Institución o ésta cumplió su vida útil y está en mal estado o no funciona de forma adecuada.

2.3.1.3.2 *Direccionamiento IP*

En las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, el direccionamiento IP se lo ha hecho en el rango de direcciones clase C, 192.168.4.0/24, con puerta de enlace 192.168.4.254; adicionalmente en el CRM No.3 el direccionamiento está realizado según la red 10.0.0.0, máscara 255.0.0.0, estas direcciones son añadidas en cada PC, en la tarjeta de red en *opciones avanzadas*.

En la Dirección Provincial MIES-INFA la asignación de direcciones IP en los host, es mediante direccionamiento estático o dinámico utilizando DHCP y no se basa en ningún tipo de segmentación. En el Anexo B17 se encuentra detallado el direccionamiento IP de las estaciones de trabajo en las diferentes instalaciones.

El direccionamiento de cada Coordinación Territorial está realizado de forma estática, en base a una subred determinada, tal como se indica en la Tabla 2. 6.

Tabla 2. 6
Direccionamiento IP de las Coordinaciones Territoriales

COORDINACIÓN TERRITORIAL	SUBRED	MÁSCARA DE SUBRED	GATEWAY
CHONE	192.168.41.0	255.255.255.0	192.168.41.254
MANTA	192.168.42.0	255.255.255.0	192.168.42.254
JIPIJAPA	192.168.43.0	255.255.255.0	192.168.43.254
BAHÍA	192.168.44.0	255.255.255.0	192.168.44.254

2.3.1.3.3 *Impresoras*

Las dependencias del MIES-INFA Manabí, cuentan actualmente con **33** impresoras, repartidas en las diferentes áreas; en su mayoría están instaladas y compartidas en la red desde computadores individuales de los empleados en cada departamento. Únicamente existen cuatro impresoras conectadas directamente a la red de la institución, tres de las cuales utilizan Print Servers (Servidores de Impresión que hacen posible tratar a la impresora como un dispositivo más de red, centralizando los trabajos de impresión para que cualquier

PC pueda realizar impresiones sin depender de otro PC) y una está conectada de forma directa con cable de red.

En la dirección del CRM No.3 y la Coordinación Territorial Portoviejo están en funcionamiento 3 Print Servers D-Link 10/100M Fast Ethernet DP-300U, para conectar de forma directa las impresoras a la red. En el Anexo B17 se indican las especificaciones generales de las impresoras.

2.3.1.3.4 Otros Dispositivos

La Dirección Provincial MIES-INFA cuenta adicionalmente con un Access Point el cual es utilizado eventualmente, marca D-Link modelo DWL-2100AP y un proyector marca NEC modelo VT 580 utilizado para videoconferencias.

2.3.1.4 Servidores

La Dirección Provincial MIES-INFA tiene varios servidores conectados a uno de los switches en el cuarto de telecomunicaciones, los cuales presentan las características detalladas en la Tabla 2. 7; estos servidores permiten compartir recursos y ofrecen servicios requeridos por los usuarios de datos de la institución.

Tabla 2. 7 (Continuación)
Características de los Servidores

SERVIDOR	CARACTERÍSTICA	
AS/400	Marca	IBM
	Modelo	AS/400e Series
	SO	OS/400
	Capacidad Disco	175GB
	Memoria RAM	4GB
	Tarjeta de Red	Adaptador Ethernet 10/100 Mbps
	IP	10.4.1.1
DNS /DHCP	Marca	HP
	Nombre	serverdcr41
	SO	Microsoft Windows Server 2003 R2 enterprise Edition Service Pack 2
	Capacidad Disco	119.7 GB
	Procesador	Intel® Xeron™ CPU3
	Memoria RAM	3 GB
	Tarjeta de Red	HPNC IC 1020 Gigabit Server Adapter 32 PCI
	IP	192.168.4.2

Tabla 2. 7
Características de los Servidores

OLIMPO	Marca	IBM
	Nombre	sistemasr4a
	SO	Microsoft Windows 2000 Service Pack4
	Capacidad Disco	179.7 GB
	Procesador	Intel® Core™ 2Quad
	Memoria RAM¹⁶	1.048.048KB
	Tarjeta de Red	Minipuerto WAN (IP) Teefer2Miniport Wmware Accelerated AMD PCNet Adapter.
	IP	192.168.4.11
SECURE	Marca	IBM
	Nombre	secureserver4
	SO	Microsoft Windows Server 2003 R2 enterprise Edition Service Pack 2
	Capacidad Disco	199.9 GB
	Procesador	Intel® Core™ 2Quad
	Memoria RAM	3 GB
	Tarjeta de Red	MT PRO/1000 de Intel®
	IP	192.168.4.7
ZIMBRA	Marca	IBM
	Nombre	sistemas r4
	SO	Red Hat
	Procesador	Intel Inside Xeon
	Memoria RAM	512 MB
	Modelo	xSeries 236
	Tarjeta de Red	Adaptador Ethernet 10/100 Mbps
	IP	192.18.4.4

2.3.1.4.1 Servidor AS-400

El servidor AS-400 es un sistema seguro, multiusuario de IBM, el cual presenta al usuario una interfaz mediante menús (ver Figura 2.7); este servidor aloja una base de datos con información utilizada exclusivamente por los empleados del CRM No.3, incluye registro, datos, historias clínicas de los pacientes así como la información acerca de la derivación o pase para otro especialista.

¹⁶ **Memoria RAM (Random Access Memory):** Memoria de acceso aleatorio.

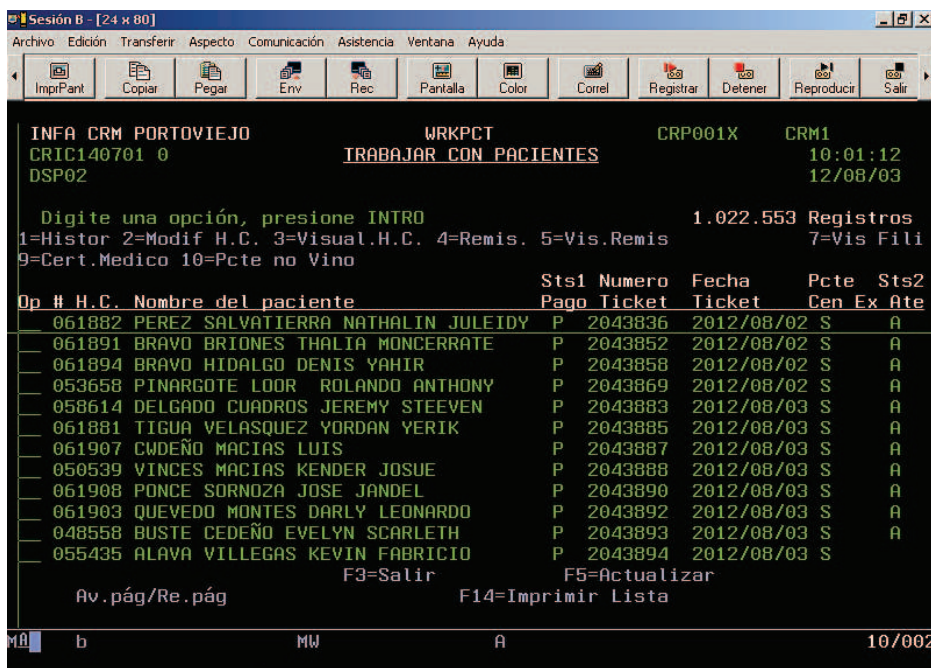


Figura 2. 7 Interfaz de usuario del servidor AS/400

2.3.1.4.2 Servidor Olimpo

Olimpo está montado sobre una máquina virtual VMware con sistema operativo Linux con distribución Red Hat. Olimpo utiliza una base de datos tipo MySQL, en la cual se almacenan los activos fijos e inventarios de la institución y permite llevar los registros contables de las operaciones financieras, según los Principios de Contabilidad Aplicables al Sector Público, además permite registrar cronológicamente las transacciones realizadas. Cada Coordinación Territorial dispone de SQL Server instalado en una PC para llevar los activos fijos e inventario de su localidad.

2.3.1.4.3 Zimbra

Zimbra hace posible montar un sistema de correo electrónico sobre el sistema operativo Linux, permitiendo intercambiar de forma sencilla archivos o textos entre los usuarios, posee un componente de servidor y uno de cliente. Tiene disponible una versión de código abierto y otras de código cerrado. El cliente puede acceder a través de un navegador Web, con la opción de soportar correos electrónicos, calendarios compartidos, aplicaciones y datos o puede configurarse en una herramienta de administración de correos electrónicos como Outlook.

Incluye aplicaciones tales como: Servidor Web (Apache, Tomcat), Servidor de base de datos (MySQL), Servidor de correo SMTP (Postfix), Servidor de correo POP/IMAP, entre otras.

2.3.1.4.4 Servidor de Antivirus Symantec® Endpoint Protection

Este servidor es una solución de software antivirus que integra herramientas de seguridad con nueva tecnología para garantizar detección y protección contra cualquier tipo de ataque, como troyanos, gusanos, bloqueando códigos mal intencionados, etc., sin consumir recursos de red. Tiene tres componentes de administración, la consola de Symantec para administrar equipos y servidores, la base de datos integrada Sybase y Symantec Protection Manager.

2.3.1.4.5 DNS

El Servidor DNS permite traducir una dirección IP a un nombre de dominio sencillo de manejar y viceversa. En la actualidad existe un servidor local para las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo. Los servidores DNS para las demás coordinaciones son parte del servicio proporcionado por Telconet.

2.3.1.4.6 DHCP

El Servidor DHCP hace más sencilla la administración de la red, evitando colocar direcciones estáticas en cada dispositivo terminal; permite a cada dispositivo obtener automáticamente información de configuración de red; como: una dirección IP, máscara de sub-red, puerta de enlace y dirección de servidor DNS.

2.3.1.5 Aplicaciones

Las aplicaciones que se ejecutan a través de la red, son las siguientes:

- Microsoft Outlook: administrador de correos electrónicos personales.
- Exploradores de páginas web
- Antivirus
- Videoconferencia: Mediante la plataforma Saba Centra, solución que permite aprendizaje y videoconferencia a través de Internet.

2.3.1.6 Servicios

Entre los principales servicios ofrecidos a los usuarios, se tiene:

- DNS: servicio de nombres de dominio
- Correo electrónico
- Servidor de Antivirus: detección y eliminación de amenazas
- Escritorio Remoto: es utilizado por el administrador de la red para controlar PCs y servidores de forma remota en la red local; ésta aplicación debe estar activada y no permite tener varias sesiones simultáneamente.
- Proxy: dispositivo intermediario utilizado por motivos de seguridad y para compartir entre los usuarios una única conexión a internet.
- Internet: utilizado para abrir páginas Web tales como el Sistema de Gestión documental “Quipux”.

2.3.1.7 Equipos de Conectividad

En el cuarto de telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA, en los espacios de interconexión de las diferentes localidades y en determinados departamentos, se encuentran funcionando equipos de conectividad los cuales corresponden en su mayoría a la marca 3com como se puede apreciar en la Tabla 2. 8. La distribución de estos equipos no está basada en ningún diseño predeterminado, la implementación de los mismos está sujeta a las necesidades actuales de la institución. En el Anexo B18 se puede ver los datasheets generales de los principales equipos mencionados.

2.3.1.8 Salida de Internet

Actualmente la salida de Internet de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, es a través de los servicios del proveedor Telconet, mediante un enlace corporativo de fibra óptica dedicado, nivel de compartición^{17 [8]} 1:1; con una capacidad de 1 Mbps. Las Coordinaciones Territoriales Manta, Chone y Bahía

¹⁷ **Compartición:** “Expresión que define el número de usuarios asignados a un determinado canal compartido (Canal de comunicación en el que se divide el ancho de banda disponible para el número de usuarios que lo ocupan simultáneamente)”. RESOLUCIÓN 216-09-CONATEL-2009.

disponen de un ancho de banda contratado con Telconet de 256 Kbps con un nivel de compartición 1:1. El enlace corporativo contratado para Jipijapa es de 512 Kbps con nivel de compartición 1:1. El detalle de los enlaces de internet contratados con Telconet para cada dependencia se muestra en el Anexo B22.

Los equipos utilizados para la conexión de internet son los que se presentan en la Tabla 2. 9.

Tabla 2. 8
Equipos de Conectividad

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA MANABÍ			
Switch 4500 26-Port	3com Super Stack® 3	3CR17561-91	2
Switch 24 Puertos	3com Super Stack® 3	3C16987A	1
24 Port Nway 10/100 Mbps Fast Ethernet Switch	P COM	QP 724	1
10/100 Fast Ethernet Switch 22 Puertos	D-Link	DES-3225G	1
8 Port 10/100Mbps Switch	Intellinet Network Solutions		3
Firewall	Symantec™ Security Gateway	320	1
CRM No. 3			
Baseline Switch 2226 Plus	3com	3C16475CS	1
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	2
Switch	TPLINK	TL-SF1024	1
COORDINACIÓN TERRITORIAL PORTOVIEJO			
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	1
Baseline 10/100 Switch	3com Super Stack® 3	3C16471	1
8 Port 10/100 Mbps Switch	Intellinet Network Solutions		3
COORDINACIÓN TERRITORIAL MANTA			
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	1
Router	D-Link	DI-804HV	1
COORDINACIÓN TERRITORIAL JIPIJAPA			
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	1
Router	D-Link	DI-804HV	1
COORDINACIÓN TERRITORIAL CHONE			
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	1
8 Port 10/100 Mbps Switch	Intellinet Network Solutions		1
COORDINACIÓN TERRITORIAL BAHÍA			
Baseline Switch 2016	3com	3C16470	1
TOTAL (EQUIPOS DE CONECTIVIDAD)			25

Tabla 2. 9
Equipos de Conexión para Internet

INSTALACIÓN	EQUIPO	MODELO
Dirección Provincial MIES-INFA Manabí	WDM Fast Fiber Converter 10/100Base TX to 100Base FX.	CS-110 ^a
	ROUTER CISCO	2600
CT. Manta	WDM Fast Fiber Converter 10/100Base TX to 100Base FX.	CS-110 ^a
	ROUTER CISCO	800
CT. Jipijapa	WDM Fast Fiber Converter 10/100Base TX to 100Base FX.	CS-110 ^a
	ROUTER CISCO	800
CT. Chone	ROUTER CISCO	800
CT. Bahía	WAMIN Media Converter 10/100Base TX to 100Base FX.	CS-110
	ROUTER CISCO	800

2.3.1.9 Seguridad en la Red

En la actualidad la red de datos de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, en cuanto a la seguridad física, se cumple ciertas políticas, tales como, el cuarto de telecomunicaciones y los cuartos de equipos se encuentran correctamente asegurados, ninguna persona no autorizada tiene acceso a los equipos de conectividad, en el caso de ciertas Coordinaciones Territoriales en las cuales los equipos se encuentran en departamentos, los gabinetes están debidamente cerrados y no permiten acceso no autorizado. En lo referente a la seguridad lógica, se utiliza con un equipo perimetral de seguridad Symantec™ Security Gateway 320, el cual previene intrusiones desde el internet a la red e impide que algún tipo de información delicada se envíe hacia el internet, es decir, permite acceso seguro a las aplicaciones y servicios y si existe algún tipo de amenaza, la bloquea.

2.3.1.10 Diagrama de la red actual de datos

Una vez terminado el análisis completo de la red de datos, se presenta en la Figura 2. 8 el Diagrama de la Red Actual.

2.3.2 ANÁLISIS DE LA RED TELEFÓNICA

Para el servicio de telefonía, la Dirección Provincial MIES-INFA utiliza una central ubicada en el departamento de Contabilidad; en el CRM No.3 y en la Coordinación Territorial Portoviejo se encuentran dos centrales adicionales de marcas Panasonic Electronic Modular Switching System 1232 EASA PHONE y Panasonic 616 EASA PHONE respectivamente, están desconectadas debido a que se encuentran en mal estado.

Actualmente existen una o más líneas directas para realizar llamadas, las cuales se describen a continuación y se detallan en la Figura 2. 11.

- En la Dirección Provincial MIES-INFA Manabí se cuenta con 6 líneas, contratadas con la CNT y aproximadamente 16 extensiones para comunicación interna.
- El personal del CRM No. 3 se comunica con el medio externo a través de 3 líneas contratadas con la CNT, de las cuales una se encuentra averiada.
- Las Coordinaciones Territoriales Portoviejo, Manta, Jipijapa, Chone y Bahía se comunican con el medio externo con un total de 13 líneas telefónicas contratadas con la CNT.

Tabla 2. 10
Líneas Telefónicas y Extensiones

INSTALACIÓN	DP. MIES- INFA	CRM NO.3	CT. PORTOVIEJO	CT. MANTA	CT. JIPIJAPA	CT. CHONE	CT. BAHÍA
	05 2						
Líneas Directas	639 060	633 696	637 770	920 920	600 252	698 602	691 469
	639 070	634 834	637 311	924 259	-	698 111	691 491
	637 777	633 796	652 190	922 900	-	-	-
	636 550	-	631 577	-	-	-	-
	635 022	-	653 336	-	-	-	-
	630 451	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL	6	3	5	3	1	2	2
No. Ext.	16	7	0	0	0	0	0
TOTAL	Líneas Directas						22
	No. Extensiones						23

En la Tabla 2. 10 se muestra un resumen de las líneas telefónicas y el total del número de extensiones utilizadas en las dependencias del MIES-INFA Manabí.

Los números de extensión y líneas telefónicas en detalle para cada departamento se detallan en el Anexo B20.

2.3.2.1 Central Telefónica de la Dirección Provincial MIES-INFA

Actualmente las funciones de la central telefónica ubicada en la Dirección Provincial MIES-INFA en el departamento de Contabilidad, no son totalmente optimizadas y no existe conexión con la red de datos, por tal motivo para proveer el servicio de telefonía se tiene una red independiente dentro de las instalaciones.

La central telefónica es de marca PANASONIC modelo KX-TDA100 (Figura 2. 9). Es una central híbrida, es decir soporta líneas y extensiones analógicas y digitales y se pueden conectar dispositivos tales como, teléfonos sencillos, digitales y faxes.



Figura 2. 9 Central Telefónica PANASONIC

La central Panasonic consta de un armario básico con los principales elementos indicados a continuación:

- Posee un gabinete de comunicación para la instalación de tarjetas de líneas externas o extensiones como se observa en la Figura 2. 9.
- Tiene una ranura (PSU) para la Unidad de alimentación.
- Posee 1 ranura no válida y de 1 a 6 ranuras libres para instalar las tarjetas de servicio opcional.
- Tarjeta de Procesador principal (MPR).

Las principales tarjetas de servicios opcionales que se pueden instalar en las ranuras de ampliación se indican en la Tabla 2. 11 y son las siguientes^[9]:

- Tarjeta de líneas externas analógicas LCOT8 y LCOT16 de 8 y 16 puertos respectivamente.
- Tarjeta de Extensión híbrida digital de 8 puertos DHLC8; permite conectar dispositivos tales como teléfonos específicos digitales y teléfonos específicos analógicos. Con las funciones de teléfonos en paralelo se puede tener un número máximo de 64 extensiones.
- Tarjetas de extensión digital DLC8 y DLC16 de 8 y 16 puertos respectivamente, tarjetas para teléfonos específicos digitales.
- Tarjetas de extensión SLC8 y SLC16 de 8 y 16 puertos respectivamente, para conectar teléfonos regulares.

Tabla 2. 11
Tarjetas de Servicios Opcionales de la Central Telefónica, PANASONIC KX-TDA100

TARJETA	NUMERO MÁXIMO DE TARJETAS	NUMERO DE PUERTOS	TOTAL	
LCOT 8	4	8	32	LÍNEAS EXTERNAS ANALÓGICAS
LCOT16	4	16	64	
DHLC8	4	8	32	EXTENSIONES HÍBRIDAS
DLC8	4	8	32	EXTENSIONES DIGITALES
DCL16	4	16	64	
SLC8	4	8	32	EXTENSIONES DE TELÉFONO REGULAR
SLC16	4	16	64	

Nota Fuente: Adaptado de información técnica de la Central Telefónica PANASONIC modelo KX-TDA100. Obtenido de: http://www.csportal.panasonic-la.com/descargaspla//pla/herramientasventas/Manual_de_instalacion.pdf.

Tabla 2. 12
Líneas y Extensiones Disponibles en la Dirección Provincial MIES-INFA

TARJETA	NUMERO DE TARJETAS	NUMERO DE PUERTOS	TOTAL		
LCOT 8	1	8	8	LÍNEAS EXTERNAS ANALÓGICAS	8
DHLC8	1	8	8x2	EXTENSIONES HÍBRIDAS	48
			16		
SLC16	2	16	32	EXTENSIONES DE TELÉFONO REGULAR	

Actualmente la central telefónica de la Dirección Provincial MIES-INFA tiene de 1 a 6 ranuras para ampliación, de las cuales se encuentran ocupadas 4; una con

una tarjeta LCOT8, una con una tarjeta DHLC8 y dos con tarjetas SLC16; es así que se tiene 2 ranuras libres para conectar nuevas tarjetas. Por lo tanto las líneas y extensiones disponibles se indican en la Tabla 2. 12.

2.3.2.2 Cableado Telefónico

El cableado telefónico de la Dirección Provincial MIES-INFA parte del Área de Soporte 2 del departamento de Contabilidad, aquí se encuentra la PBX, la acometida del servicio telefónico, 2 regletas de 50 pares cada una (Figura 2.10). Desde este lugar se reparte el cableado telefónico de la institución, a través de cable multipar del fabricante General Cable. El cable es tendido mediante canaletas plásticas por el techo hacia cada una de las oficinas.

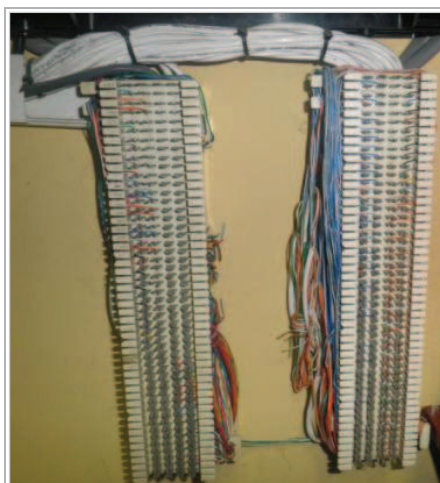


Figura 2. 10 Regletas, Dirección Provincial MIES-INFA

2.3.2.3 Distribución de Puntos de Telefonía

Los puntos de voz dentro de las diferentes instalaciones del MIES-INFA Manabí; se distribuyen como se indica en la Tabla 2.13. En el Anexo B20 se encuentra en detalle la ubicación de los puntos de voz, para cada área.

2.3.2.4 Equipos Terminales

Los equipos terminales que forman parte de la red telefónica son teléfonos analógicos y faxes que se encuentran distribuidos en las dependencias del MIES-INFA Manabí. En la Tabla 2. 14 se presenta el total de terminales, incluyendo los terminales que actualmente no se encuentran conectados a la red telefónica.

Tabla 2. 13
Distribución de Puntos de Voz

INSTALACIÓN		NÚMERO DE PUNTOS DE VOZ		TOTAL (No. PUNTOS)
		OCUPADOS	LIBRES	
Portoviejo	DP. MIES-INFA	16	49	65
	CRM No.3	10	34	44
	CT. Portoviejo	6	13	19
	CT. Manta	8	1	9
	CT. Jipijapa	1	1	2
	CT. Chone	3	0	3
	CT. Bahía	2	6	8

Tabla 2. 14
Distribución de Equipos Terminales de la Red Telefónica

INSTALACIÓN	TERMINAL	CANTIDAD
Dirección Provincial MIES-INFA Manabí	Teléfono	15
	Fax	4
Centro de Rehabilitación Médico No. 3	Teléfono	14
	Fax	1
Coordinación Territorial Portoviejo	Teléfono	4
	Fax	3
Coordinación Territorial Manta	Teléfono	6
	Fax	2
Coordinación Territorial Jipijapa	Teléfono	0
	Fax	1
Coordinación Territorial Bahía	Teléfono	2
	Fax	1
Coordinación Territorial Chone	Teléfono	1
	Fax	2
SUBTOTALES	Teléfono	42
	Fax	14
TOTAL (EQUIPOS TERMINALES)		56

La cantidad y tipo de teléfonos analógicos y faxes para cada instalación se detalla en el Anexo B20.

2.3.2.5 Diagrama actual de la Red de Telefonía

Actualmente el MIES-INFA Manabí cuenta con 23 extensiones y 22 líneas directas, en la Figura 2. 11 se muestra el diagrama de la red de telefonía actual, como se puede observar, únicamente los empleados de la Dirección Provincial MIES-INFA cuentan con extensiones de teléfono, los usuarios de las demás

instalaciones, en este momento disponen de líneas directas para realizar llamadas.

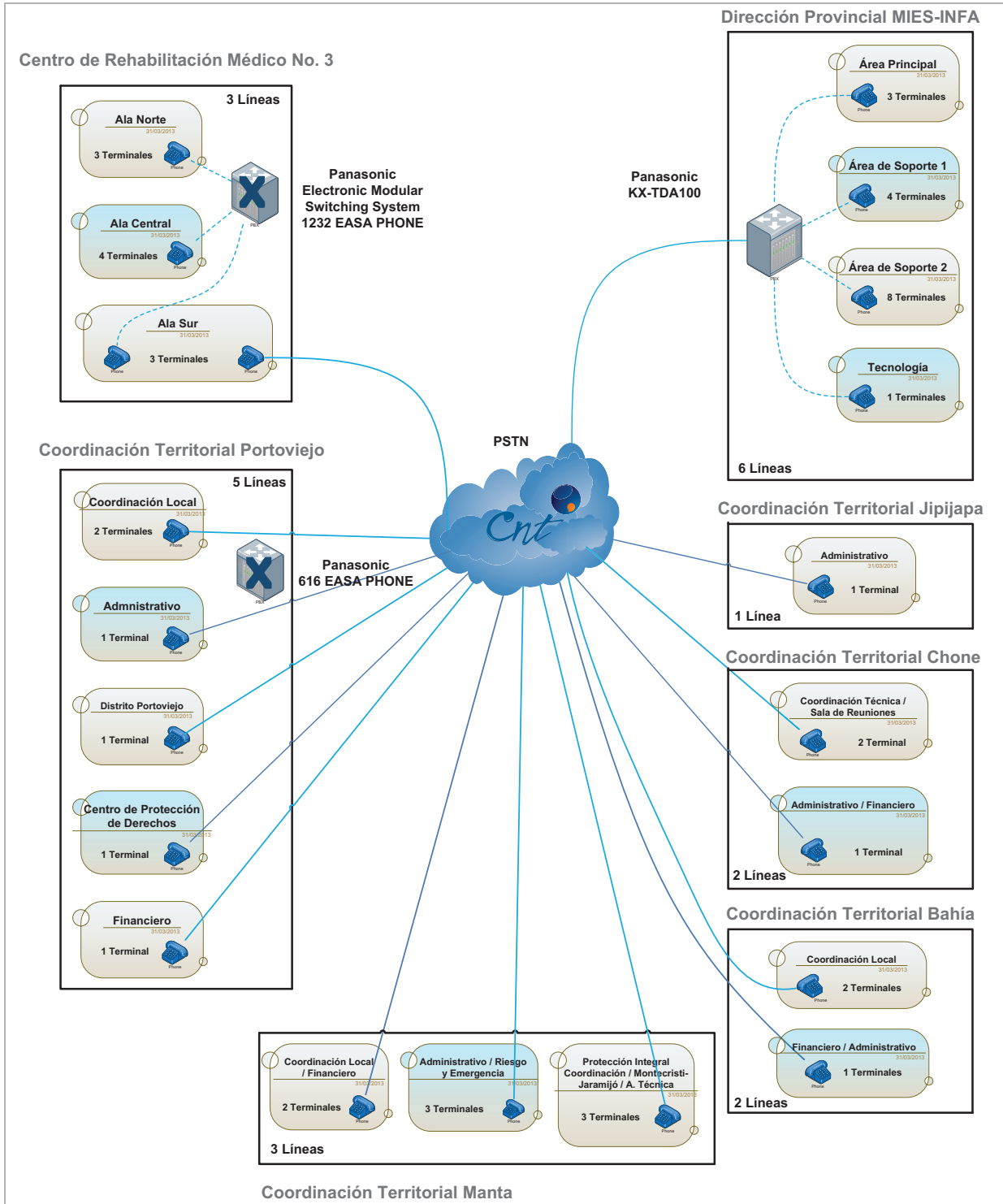


Figura 2. 11 Situación Actual de la Red Telefónica, dependencias MIES-INFA Manabí

2.3.3 ANÁLISIS DE TRÁFICO

2.3.3.1 Análisis del tráfico de datos

Para analizar el tráfico que circula por la red de datos se realizó la instalación del programa PRTG Network Monitor (Paessler Router Traffic Grapher), versión 12.2.1; PRTG a diferencia de otros analizadores permite recolectar estadísticas del tráfico generado por máquinas, aplicaciones y servidores, de forma gráfica.

Se monitorizó y se analizó el tráfico que fluye desde el CRM No.3 y de la Coordinación Territorial Portoviejo hacia la Dirección Provincial MIES-INFA en un período de 30 días, desde el 28/06/2012 hasta el 28/07/2012.

Se recolectaron datos a diferentes horas del día; en las Figuras 2. 12, 2. 13 y 2.14; se puede observar tanto la tendencia del tráfico entrante y saliente, como los valores máximos y mínimos de velocidad de transmisión; resultados que permitieron determinar que la velocidad alcanzó un valor máximo de **1.184 Kbps**, durante el período de monitorización, con lo cual se constata que no existe saturación en la red local, debido a que, al presentar la red actual una infraestructura basada en tecnología Fast Ethernet, puede alcanzar velocidades de hasta 100 Mbps. Además se pudieron identificar los siguientes aspectos:

- La semana en la que se presentó mayor tráfico en la red fue del 16 al 20 de julio del 2012.
- La semana de menor tráfico fue del 9 al 13 de julio del 2012.
- El intervalo de tiempo en el cual se presentó el mayor flujo de tráfico atravesando la red, en un día, fue de 08:00 hasta 12:00 dentro del horario de trabajo de 8:00-16:30 horas.

Además el programa PRTG permitió obtener los valores promedios de las velocidades de transmisión, los cuales se detallan al pie de cada Figura.

Adicionalmente, se capturó por separado el tráfico generado por el servidor AS/400 (Figura 2. 15), debido a que este servidor solamente es utilizado por los médicos del CRM No.3.

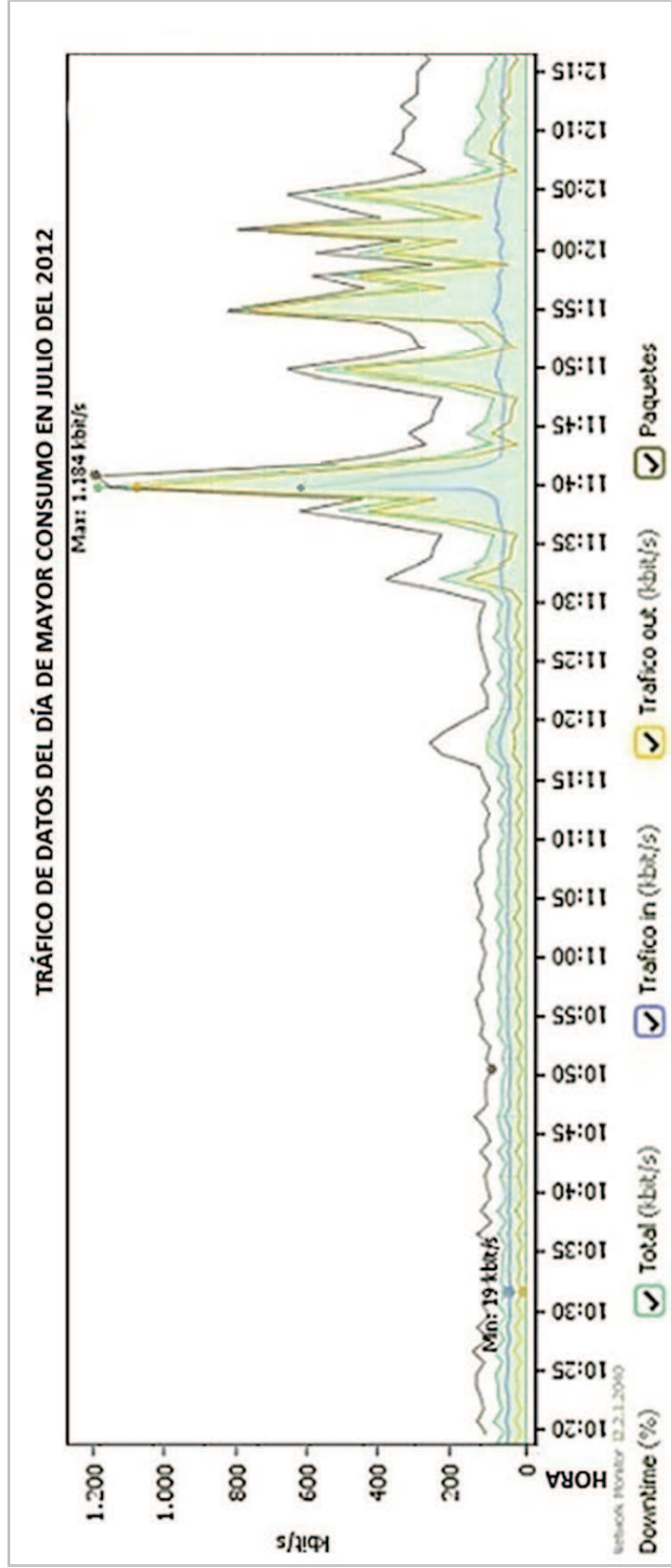


Figura 2. 12 Monitoreo 19/07/2012 de 10:20-12:15 horas

Tabla 2. 15
Monitoreo 19/07/2012

TIEMPO DE MONITOREO	FECHA	HORA	VALOR MÁXIMO	TRAFICO ENTRADA		TRAFICO SALIDA		TRAFICO TOTAL	
				VOLUMEN	VELOCIDAD - PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD - PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD
Día 21	19/07/2012	11:40	1.184 Kbit/s	40.327 Kbyte	46 Kbit/s	32.005 Kbyte	36 Kbit/s	72.332 KByte	82 Kbit/s

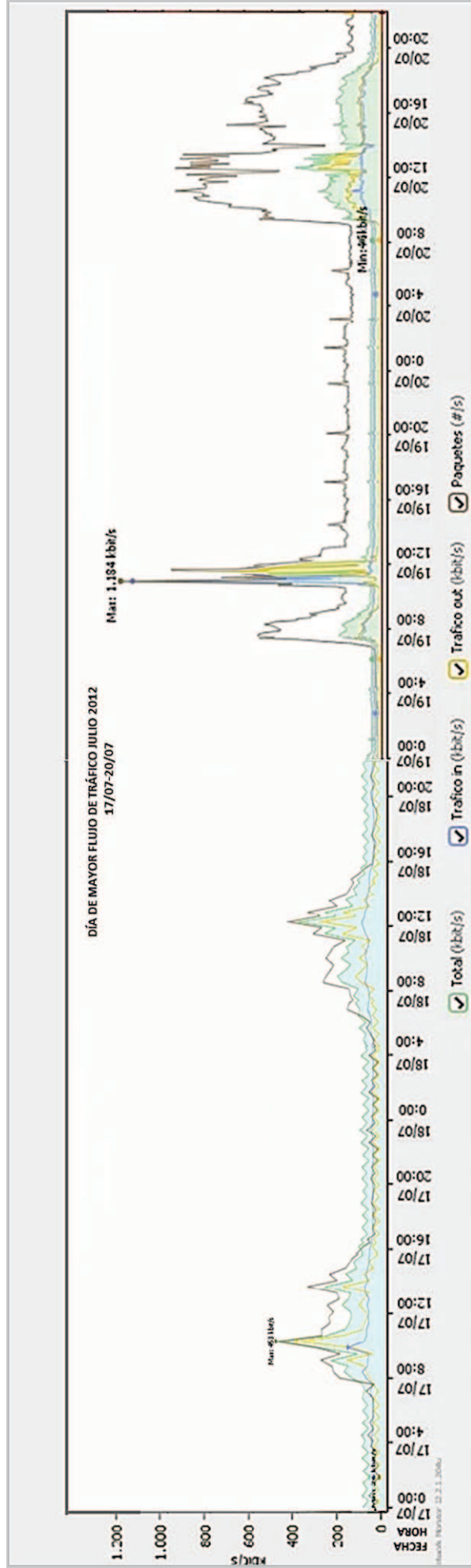


Figura 2. 13 Monitoreo 17/07/2012-20/07/2012

Tabla 2. 16
Monitoreo 17/07/2012-20/07/2012

TIEMPO DE MONITOREO	FECHA	VALOR MÁXIMO	TRAFICO ENTRADA		TRAFICO SALIDA		TRAFICO TOTAL	
			VOLUMEN	VELOCIDAD PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD
Dia 19 Y 20	17/07/2012	453 Kbit/s	17.034 Kbyte	19 Kbit/s	5.046 KByte	32 Kbit/s	22.080 KByte	51 Kbit/s
	18/07/2012	1.184 Kbit/s	57.786 Kbyte	27 Kbit/s	46.612,540 Kbyte	46 Kbit/s	104.398,5 Kbyte	73 Kbit/s
Dia 21 Y 22	19/07/2012	1.184 Kbit/s						
	20/07/2012							

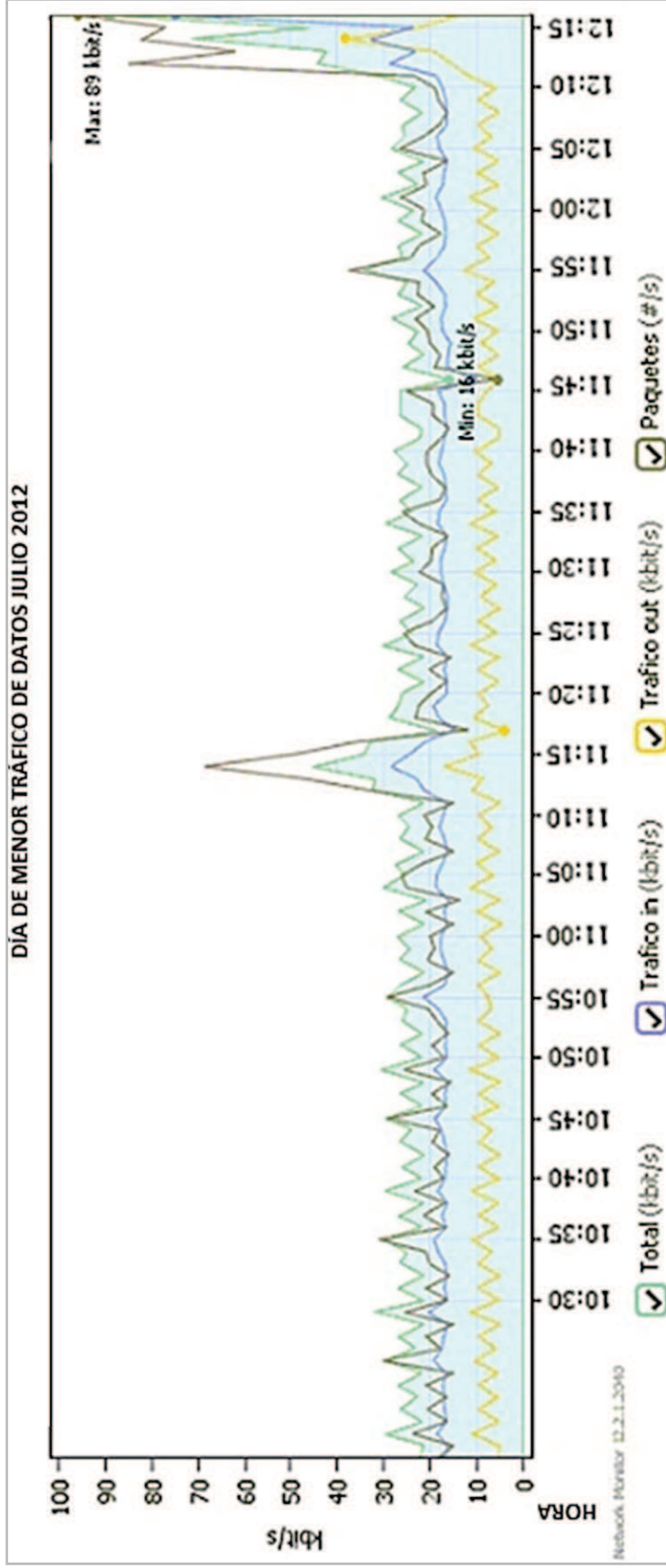


Figura 2.14 Monitoreo 12/07/2012

Tabla 2.17
Monitoreo 12/07/2012

TIEMPO DE MONITOREO	FECHA	VALOR MÁXIMO	TRAFICO ENTRADA		TRAFICO SALIDA		TRAFICO TOTAL PROMEDIO	
			VOLUMEN	VELOCIDAD - PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD - PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD
Día 14	12/07/2012	89 Kbit/s	16.307 Kbyte	18 Kbit/s	7.777 KByte	9 Kbit/s	24.084 Kbyte	27 Kbit/s

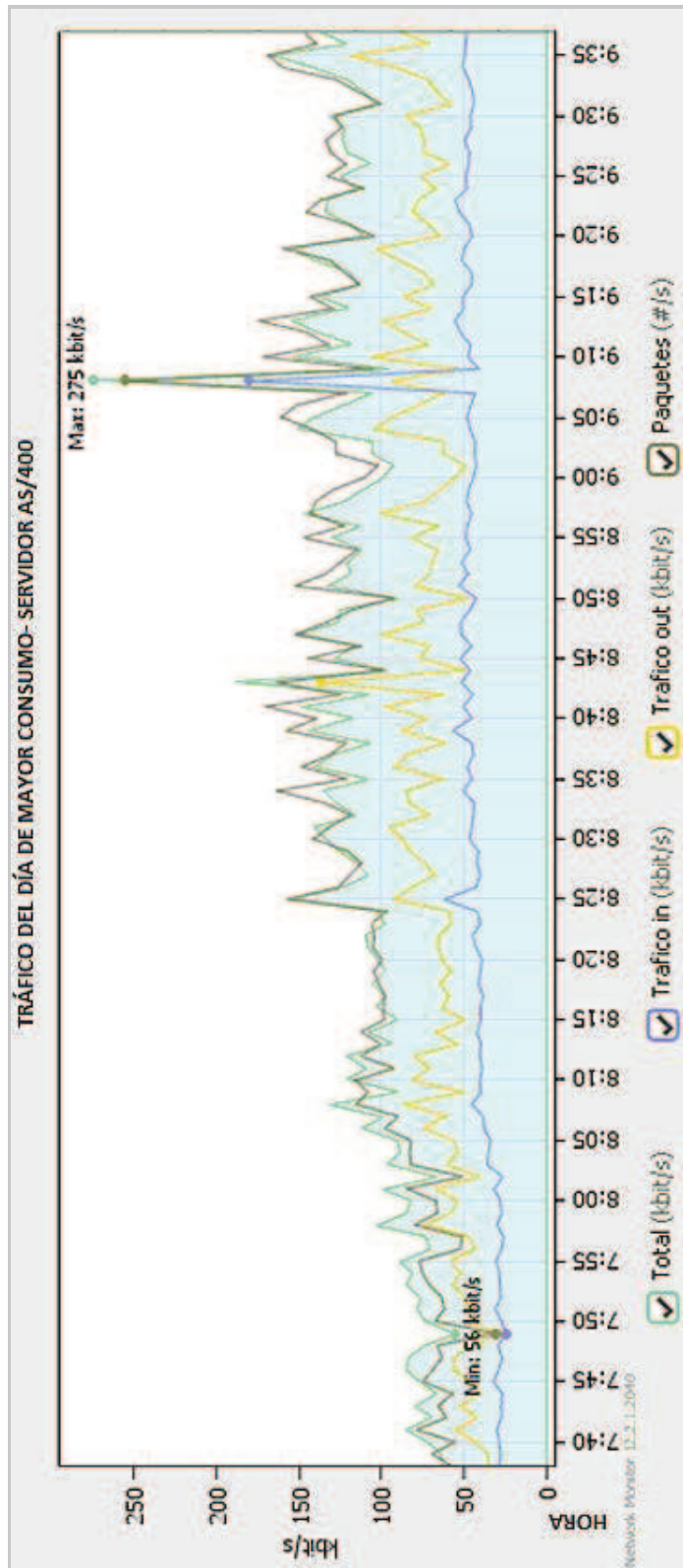


Figura 2. 15 Monitoreo 17/01/2013

Tabla 2. 18
Monitoreo 17/01/2013

TIEMPO DE MONITOREO	FECHA	VALOR MÁXIMO	TRAFICO ENTRADA		TRAFICO SALIDA		TRAFICO PROMEDIO	
			VOLUMEN	VELOCIDAD PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD PROMEDIO	VOLUMEN	VELOCIDAD
Día 6	17/01/2013	275 Kbit/s	28.457 Kbyte	23 Kbit/s	11.866 KByte	30 Kbit/s	40.323 Kbyte	53 Kbit/s

2.3.3.1.1 Protocolos

Para capturar el tipo de protocolos que circulan por la red se analizó todo el tráfico generado en un día laborable, mediante el uso de varios programas, tales como, Microsoft Network Monitor, Wireshark (ver Anexo B23) y Colasoft Capsa con el cual se obtuvo los resultados que se observan en la Figura 2. 16.

En la figuras mencionadas, se puede apreciar que el protocolo más utilizado es TCP, dentro de éste HTTP, debido a que el personal técnico ingresa con frecuencia a las paginas web determinadas, para registrar información de niños en el sistema.

Name	Bytes	Packets	Packets Received
Ethernet II	4.529 GB	6,824,404	3,530,486
IP	4.529 GB	6,824,404	3,530,486
TCP	4.522 GB	6,764,905	3,500,868
HTTP	2.095 GB	3,864,694	2,215,698
Other	1.392 GB	2,456,411	1,054,969
HTTPS	223.149 MB	490,646	289,144
HTTP Proxy	5.694 MB	9,116	4,746
CIFS	1.785 MB	5,856	5,376
MSSQL	1.480 MB	2,001	790
MGCP	1.224 MB	1,950	611
NetBIOS	979.712 KB	6,617	3,356
Session Service	979.712 KB	6,617	3,356
SMTP	636.701 KB	883	227
MSN	577.309 KB	986	434
PPTP	473.451 KB	896	385
RDP	446.920 KB	837	306
Citrix ICA	384.888 KB	747	328
SCP	346.620 KB	760	345
1.129	342.463 KB	830	386
NFS	320.998 KB	645	286
LDP	6.538 MB	59,040	29,392
DNS	6.423 MB	58,499	29,211
NetBIOS	60.562 KB	407	114
Datagram Service	33.680 KB	140	1
Name Service	26.882 KB	267	113

Figura 2. 16 Colasoft Capsa utilización de protocolos

2.3.3.2 Análisis del tráfico de voz

Para analizar el tráfico de voz se realizaron encuestas a la mayoría de empleados, debido a que no se tuvo acceso al monitoreo propio de la central PANASONIC. Estas encuestas hicieron posible determinar un rango aproximado de duración promedio de llamadas de 2 a 3 minutos (180 segundos). El Anexo

B21 contiene las encuestas realizadas, así como el análisis de las llamadas ejecutadas por los usuarios.

Para determinar la cantidad total de llamadas diarias se estimó 20 días laborables, considerando llamadas internas, entre coordinaciones y externas, como se muestra en la Tabla 2. 19; información que se obtuvo de la encuesta a los usuarios.

Tabla 2. 19
Número Total de Llamadas Realizadas, dependencias MIES-INFA Manabí

INSTALACIÓN	No. LLAMADAS DIARIAS	No. DÍAS LABORABLES	TOTAL DE LLAMADAS	PORCENTAJE DE LLAMADAS	DURACIÓN PROMEDIO
DP. MIES-INFA	513	20	10260	50.44%	3 minutos
CRM No.3	97	20	1940	9.53%	3 minutos
CT. PORTOVIEJO	62	20	1240	6.09%	3 minutos
CT. MANTA	127	20	2540	12.48%	3 minutos
CT. JIPIJAPA	71	20	1420	7.6%	3 minutos
CT. CHONE	57	20	1140	6.98%	3 minutos
CT. BAHÍA	90	20	1800	8.85%	3 minutos
TOTAL (No. Llamadas)	20.340				3 minutos

Como se observa en la Tabla 2. 19 se obtuvo una cantidad aproximada de 20.340 llamadas mensuales, de las cuales la mayor cantidad se realizan desde la DP. MIES-INFA. En las encuestas realizadas (ver modelo en el Anexo C5), los usuarios dijeron que el horario en el que más utilizan el servicio de telefonía es de 8h00 a 10h00 y de 10h00 a 12h00, dentro del horario laboral de 8h00 a 16h30.

En el Anexo B21 se localiza el número de llamadas diarias, en lo que se refiere al consumo de las líneas contratadas con CNT para las dependencias del MIES-INFA Manabí y en el Anexo B19 se pueden ver ciertas facturas emitidas por CNT.

2.3.4 INTERCONEXIÓN CON LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES Y LAS COORDINACIONES TERRITORIALES

En la actualidad las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo no se encuentran interconectadas con las Coordinaciones Territoriales ni con la Dirección Provincial

MIES, instalaciones que se encuentran ubicadas en Manabí como se observa en la Figura 2.17.

La Directora Provincial del MIES-INFA mantiene una línea formal de comunicación con las Coordinadores Locales de cada Coordinación Territorial, mediante varias vías, tales como el correo institucional, o el correo personal y llamadas telefónicas, además es común, la comunicación con la Dirección Provincial MIES, acordando reuniones, en las instalaciones de las dependencias mencionadas, en la ciudad Portoviejo. Así también, los departamentos de Planificación y Riesgo y Emergencia de ambas instituciones, permanecen en contacto constantemente.



Figura 2. 17 Ubicación de las dependencias del MIES-INFA y del MIES en Manabí

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED DE ÁREA EXTENDIDA

Con el diseño de la nueva infraestructura de voz, datos y video en la Dirección Provincial, el Centro de Rehabilitación Médico (CRM No.3) y el de las interconexiones con sus respectivas Coordinaciones Territoriales, se pretende que los usuarios tengan a su disposición servicios de un red sólida y confiable, entre ellos llamadas telefónicas de calidad, que les permitirá optimizar tiempo y dinero.

El presente capítulo se desarrolla bajo el procedimiento que se describe a continuación; el cual se grafica detalladamente en el Anexo C1.

- **Análisis de Requerimientos.** Desde una perspectiva general, para cada una de las dependencias del **MIES-INFA Manabí** (En Portoviejo: Dirección Provincial MIES-INFA, CRM No.3 y Coordinación Territorial Portoviejo. Coordinaciones Territoriales: Manta, Jipijapa, Chone y Bahía).
- **Crecimiento de los Usuarios:** Aquí se realiza un análisis para las dependencias del MIES-INFA y el MIES en Manabí, que incluye la proyección de empleados y de los usuarios de red como tal.
- **Diseño de la LAN Multiservicios:** se plantea el diseño de la LAN para dependencias del MIES-INFA en Portoviejo (ver Figura 3. 1), así como la reorganización de los servicios actuales y la implementación de nuevos servicios con QoS, en base a los requerimientos institucionales. Este ítem involucra:
 - *Selección del modelo jerárquico:* el mismo que servirá de base para el diseño de la LAN.
 - *Dimensionamiento del Tráfico:* se calcula la capacidad requerida para los servicios de voz, video y datos.
 - *Diseño de la Red Pasiva:* en donde se dimensiona los puntos de red necesarios y de acuerdo a ello se procede a diseñar cada uno de los subsistemas de cableado estructurado.

- *Diseño de la Red Activa:* Involucra los dispositivos finales, equipos de conectividad a utilizarse, diseño de la granja de servidores y zona desmilitarizada.
- *Diseño Lógico de la red:* en donde se incluye el direccionamiento IP y la asignación de VLANs.
- *Diseño del esquema de Telefonía IP:* lo que comprende, el número de teléfonos físicos y softphones necesarios; así como selección de la central IP.
- **Diseño de la WAN Multiservicios:** Se incluye una solución de diseño de la WAN para las Coordinaciones Territoriales (ver Figura 3. 1), considerando escalabilidad, disponibilidad, seguridad y administración de la red.
 - *Dimensionamiento de los Enlaces WAN entre Portoviejo y Manta, Jipijapa, Bahía y Chone:* incluye el cálculo de la capacidad de dichos enlaces, el dimensionamiento para el acceso a internet y a la PSTN con el respectivo plan de numeración de telefonía IP.
 - *Tecnología WAN a utilizarse:* una vez realizado el análisis correspondiente se procede a escoger la tecnología WAN que se implementará.
- **Dimensionamiento del enlace al MIES Manabí:** este enlace comprende la conexión de la Dirección Provincial MIES-INFA Manabí y la Dirección Provincial MIES Manabí (ver Figura 3. 1).
- **Administración de la Red:** en donde se presenta las diferentes herramientas de administración de red.
- **Seguridad en la Red:**
 - En este punto se realiza un análisis completo de los diferentes recursos de red y contenido de la información, para garantizar su buen uso e identificar las vulnerabilidades de los activos informáticos de las dependencias del MIES-INFA Manabí.
 - *Políticas de Seguridad:* en este apartado se procede a determinar diferentes acciones, para enfrentar posibles riesgos de seguridad de la **red corporativa** (LAN de las dependencias del MIES-INFA en

Portoviejo, *enlaces WAN* entre la Dirección Provincial MIES-INFA con cada una de las Coordinaciones Territoriales y enlace entre la Dirección Provincial MIES-INFA y Dirección Provincial MIES).

- Una vez realizado el análisis correspondiente de vulnerabilidades de la información, se determina el equipo de seguridad que se implementará en la Dirección Provincial MIES-INFA.

- **Calidad de Servicio:** este apartado incluye las diferentes consideraciones que se deben tener en cuenta para implementar QoS en la red corporativa.
- **Costos Referenciales:** Se realizará la selección de equipos y se presentará los costos referenciales de las soluciones seleccionadas para el diseño, en base de al menos dos fabricantes difundidos en el mercado, además se incluye propuestas para el servicio de transporte de datos, internet y troncales SIP. Finalmente se presenta el costo referencial total de la red corporativa.

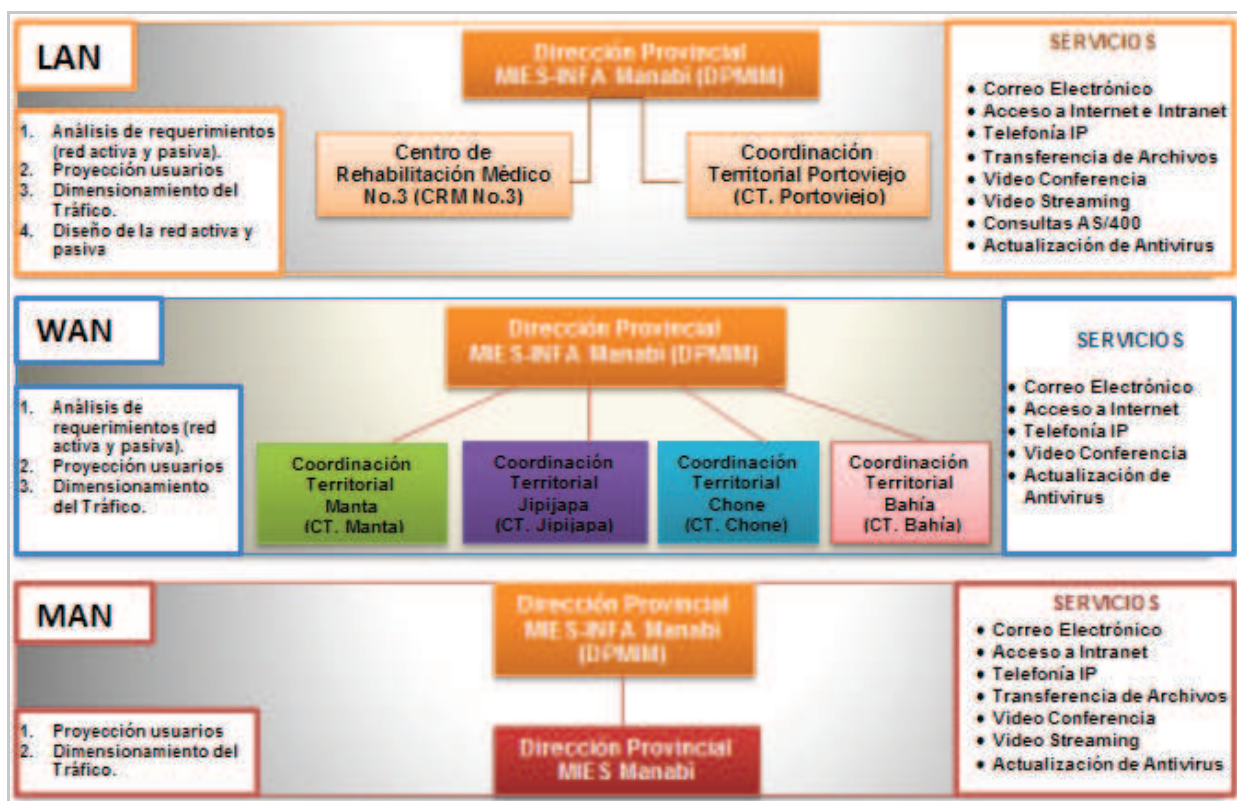


Figura 3. 1 Esquema de diseño de la LAN, WAN y MAN, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí

3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Los empleados de las dependencias del MIES-INFA Manabí están distribuidos en varios departamentos, de los cuales no todos tienen acceso a la red, debido a varios factores, tales como, falta de PCs, falta de puntos de red disponibles, puntos de red en mal estado, falta de patch cords, entre otros.

Del análisis previo al rediseño de la red, incluyendo elementos activos, pasivos y aplicaciones se ve necesaria la optimización de los servicios actuales y la integración de nuevos servicios; por lo tanto se realizará el rediseño de la red de la institución en base a los requerimientos definidos a continuación.

3.1.1 RED PASIVA

En virtud de la verificación técnica realizada en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, en lo referente a infraestructura de red, se concluye que se debe realizar un rediseño completo, debido a que el Sistema de Cableado Estructurado no cumple en general, con las normas ANSI/TIA vigentes; de manera que para el posterior diseño se requiere:

- Un manejo eficiente y adecuado para gestionar y administrar el sistema de cableado; que incluye un etiquetado correcto, tanto para el cable como para las salidas de telecomunicaciones, cumpliendo con el estándar ANSI/TIA 606 B.
- Optimizar el uso del espacio de los cuartos de telecomunicaciones y equipos; esto incluye los diferentes armarios que contienen los equipos de conectividad.
- Manejar para el diseño una sola categoría de cable; que permita soportar las diferentes aplicaciones actuales y propuestas.
- Usar canaletas y escalerillas en toda la infraestructura, ya sea sobre pared, piso o cielo raso: que cumpla con la norma ANSI/TIA 569 C; y el uso de salidas dobles de telecomunicaciones, bajo la norma ANSI/TIA 569 C2.
- Aumentar el número de puntos de red, en las diferentes instalaciones.

- Implementar un mejor sistema de climatización y seguridad, en el Centro de Rehabilitación Médico No. 3; debido a que esta instalación no cuenta con un espacio adecuado para el armario de telecomunicaciones.

3.1.2 DIRECCIONAMIENTO IP

Actualmente el direccionamiento de la red es de forma dinámica o estática, no presenta subredes y todos los usuarios pertenecen a una única VLAN, la VLAN predeterminada. Para garantizar mayor eficiencia en los servicios de la red y para facilitar la administración de la misma, será considerada la implementación de VLANs, tanto para la red de datos como para la telefonía IP.

3.1.3 APLICACIONES Y SERVICIOS

3.1.3.1 Correo Electrónico

Los empleados de las diferentes dependencias del MIES-INFA Manabí acceden al correo utilizando el cliente Outlook y envían a diario correos internos entre usuarios del dominio infaptv.gob.ec y externos para otros dominios, tales como hotmail, gmail, yahoo entre otros; con la posibilidad de adjuntar archivos.

Tabla 3. 1
Capacidad de Correo Electrónico

INSTALACIÓN	FUNCIONARIOS	No. CORREOS RECIBIDOS/DÍA	TAMAÑO PROMEDIO DEL CORREO
DIRECCIÓN PROVINCIAL	Funcionario 1	19	22KB
	Funcionario 2	14	39 KB
CRM No.3	Funcionario 1	15	640 KB
	Funcionario 2	11	213 KB
CT. PORTOVIEJO	Funcionario 1	8	23 KB
	Funcionario 2	3	37 KB
CT. MANTA	Funcionario 1	13	217 KB
	Funcionario 2	12	28.4 KB
CT. JIPIJAPA	Funcionario 1	17	26 KB
	Funcionario 2	20	26 KB
CT. CHONE	Funcionario 1	12	278 KB
	Funcionario 2	4	21 KB
CT. BAHÍA	Funcionario 1	7	91 KB
	Funcionario 2	3	10 KB

En el Anexo C3 se puede encontrar imágenes con capturas de la bandeja de entrada de las cuentas de correo de dos usuarios (Funcionario 1 y Funcionario 2), escogidos arbitrariamente de distintos departamentos de las dependencias del MIES-INFA Manabí; en las imágenes se puede observar el tamaño de los correos recibidos en un día, valores que permitieron determinar el tamaño promedio de un correo electrónico, información indicada en la Tabla 3.1.

Por lo tanto, el diseño de la red debe garantizar como mínimo estas capacidades de correo electrónico para cada una de las instalaciones.

3.1.3.2 Acceso a Internet

Las páginas de internet más visitadas por los usuarios son: El Sistema de Gestión Gubernamental Quipux (Figura 3. 2), servicio Web puesto a disposición de las entidades públicas por parte de la Presidencia de la República y el Sistema de Información de Primera Infancia, SIPI, sistema que permite llevar un registro tanto de los prestadores de servicio, como de los niños y niñas desde el momento de que ingresan al programa hasta que comiencen la educación básica y la página Web del MIES.

De	Asunto	Fecha Documento	Número Documento	No. Referencia	Usuario Anterior
Fernanda Francisca Hidalgo Franco (MIES)	AUTORIZACION DE VACACIONES	2012-06-28 11:08:12 (GMT-5)	MIES-INFA-DPMA-2012-1365-M		Fernanda Francisca Hidalgo Franco (MIES)
Mirella Elizabeth Cabrera Delgado (MIES)	Seguimiento del ingreso de información de los líderes GPR al sistema	2012-06-25 00:52:52 (GMT-5)	MIES-INFA-DPMA-PL-2012-0099-M		Mirella Elizabeth Cabrera Delgado (MIES)
Fernanda Francisca Hidalgo Franco (MIES)	DISPOSICION DE CUMPLIMIENTO INMEDIATO	2012-06-28 16:09:40 (GMT-5)	MIES-INFA-DPMA-2012-1277-M		Fernanda Francisca Hidalgo Franco (MIES)
Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)	INFORME EJECUTIVO DE GESTIÓN DE RESULTADOS	2012-03-27 17:08:06 (GMT-5)	MIES-INFA-DP-MANABI-PI-2012-0202-M		Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)
Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)	DISPOSICIÓN	2012-03-18 16:18:35 (GMT-5)	MIES-INFA-DP-MANABI-2012-0379-M		Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)
Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)	NOTIFICACION DE EVALUACIONES	2011-12-23 11:31:23 (GMT-5)	MIES-INFA-DP-MANABI-2011-3941-M		Kerly Annabel Torres Cedeño (MIES)
Kerly Annabel Torres (MIES)	DISPOSICIÓN	2011-09-05 17:19:44 (GMT-5)	MIES-INFA-DP-MANABI-2011-2348-M		Kerly Annabel Torres

Figura 3. 2 Sistema Quipux

Para realizar el análisis del acceso web por parte de los funcionarios, se consultó el peso de las páginas más visitadas en el sitio Web <http://tools.pingdom.com/>,

incluyendo imágenes y diferentes contenidos; este sitio permite observar el peso y el tiempo de carga de la misma, como se observa en la Figura 3.3.

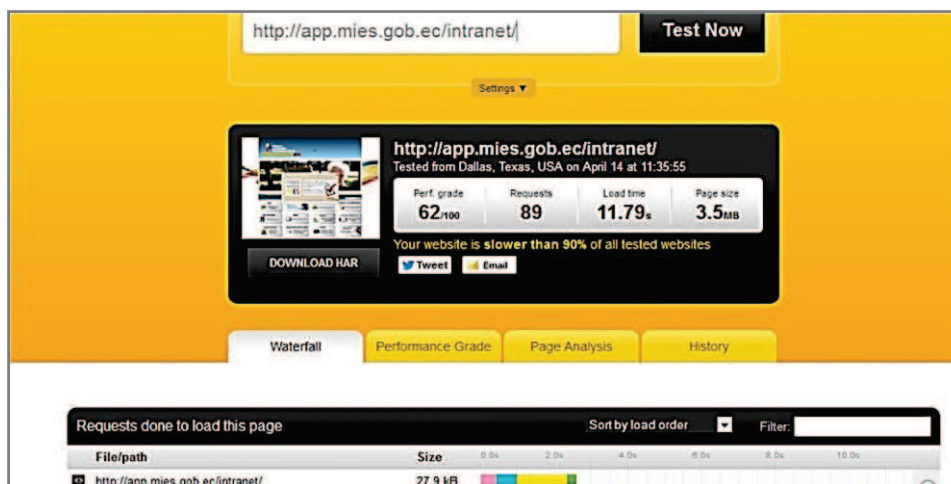


Figura 3.3 Peso y Tiempo de Carga de una Página Web

Además se utilizó el complemento *View Dependencies 0.3.3.2* del navegador Mozilla Firefox, el cual permite observar una página web en detalle, listando cada contenido de la página con el tamaño respectivo.

Los análisis anteriores hicieron posible determinar el peso promedio de las páginas web más consultadas por los funcionarios de dependencias del MIES-INFA Manabí. Los resultados se pueden observar en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2
Peso de las Páginas Web Consultadas

PAGINA WEB	URL	TAMAÑO	TIEMPO DE CARGA
QUIPUX	http://www.gestiondocumental.gob.ec/	157.62 KB	2.14s
MIES	http://app.mies.gob.ec/intranet/	3.5 MB	11.8s
SIPI	http://www.sistemamatriculas.gov.co/sipi/login/auth	122.39KB	3.70s
GOOGLE	http://www.google.com.ec	235.35KB	574 ms

Por lo tanto, en el diseño de la red se debe considerar un peso promedio de 1024 KB y un tiempo de carga de 5 segundos para una página Web.

3.1.3.3 Telefonía IP

El sistema de telefonía no se encuentra en condiciones óptimas, las centrales telefónicas del CRM No.3 y de la Coordinación Territorial Portoviejo no están

funcionamiento; en cuanto a la central telefónica ubicada en la Dirección Provincial MIES-INFA, no soporta la demanda actual de extensiones telefónicas que requieren los funcionarios; en la actualidad la central tiene capacidad para 48 extensiones, como se indicó en capítulo anterior sección 2.3.2.1 y la demanda actual de usuarios es 39 solo en la Dirección Provincial MIES-INFA , sin tomar en cuenta el personal del CRM No.3 y de la Coordinación Territorial Portoviejo.

Cada instalación, tanto en Portoviejo como en cada una de las Coordinaciones Territoriales tiene un sistema de telefonía independiente, no existe un sistema de administración centralizada que facilite el monitoreo y la identificación de fallas en las llamadas, así como la adición de nuevos usuarios de forma sencilla a la red.

Por lo tanto se plantea migrar el sistema de telefonía actual a telefonía IP. Entre las funciones de telefonía IP se requerirá.

- Administración y Registro de Llamadas.
- Buzón de Voz, mensajería instantánea y fax.
- La posibilidad de tener un sistema telefónico con funciones como: IVR (Interactive Voice Response).
- Terminales telefónicos con funciones tales como: transferencia, parqueo de llamadas, llamada en espera, etc.

Además cada una de las Coordinaciones Territoriales cuenta con personal que realiza visitas de campo durante su jornada de trabajo, quienes requieren comunicarse continuamente con el resto del personal, estos usuarios tendrán la alternativa de recibir un correo electrónico con un mensaje de voz adjunto, si no pudieron atender una llamada.

3.1.3.4 Videoconferencia

Es un servicio que actualmente se encuentra limitado de ancho de banda, es utilizado por el personal de Alta Gerencia para establecer comunicaciones con el Despacho Ministerial y la planta central del MIES-INFA. Básicamente es un servicio que facilitará la comunicación entre la Directora Provincial y los

Coordinadores Locales de cada Coordinación Territorial, los cuales viajan constantemente a las instalaciones de la Dirección Provincial.

3.1.3.5 Servicios de Intranet

La red deberá disponer de servicios Intranet tales como: servicio de transferencia de archivos FTP, servicio DNS, servicio DHCP, servicio de videoconferencia y demás servicios para el correcto funcionamiento de la red y para que los empleados puedan desempeñar sus actividades con eficiencia y rapidez. Además estos servicios deben permitir tener una red administrable y segura.

3.1.4 INTERCONEXIÓN CON LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES Y LAS COORDINACIONES TERRITORIALES

Se requiere la conexión desde cada una de las Coordinaciones Territoriales y la Dirección Provincial MIES hacia la Dirección Provincial MIES-INFA, para lo cual se deberá conocer el tráfico total que soportará cada enlace, debido a que la red total debe permitir el funcionamiento de los servicios actuales, antes descritos, más los nuevos servicios de videoconferencia y telefonía IP.

3.1.5 ESCALABILIDAD

En la actualidad en la provincia, existen 22 switches de acceso, distribuidos en las diferentes instalaciones, los cuales en determinados tramos de red están casi copados por los usuarios de ciertos departamentos, es el caso de los departamentos de Contabilidad, Secretaria General, Administrativo, en los cuales se encuentran instalados pequeño switches en el piso para conectar PCS e impresoras, debido a que no existen los suficientes puntos de red. Además en determinados casos los usuarios deben conectar la impresora directamente a la PC para poder imprimir, debido a que existen puntos de red en ciertos departamentos que se encuentran deteriorados. Por lo tanto se debe tener una infraestructura de red escalable que permita agregar capacidad de hardware, sin afectar en el desempeño de la misma. En la Tabla 3.3 se analiza el número de puntos de red y puertos en los switches de acceso, mínimos que se requiere, en

las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, los mismos que se encuentran cuantificados para cada departamento en el Anexo C2.

Tabla 3. 3
Puntos de Red Requeridos, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

ÁREA	PUNTOS DE RED PARA:			PUERTOS EN NIVEL DE ACCESO PARA:		
	VOZ/DATOS	IMPRESORAS	VIDEO	PUNTOS DE RED	CAPA DISTRIBUCIÓN	TOTAL
DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES-INFA						
ÁREA PRINCIPAL	6	2	1	24	2	26
ÁREA DE SOPORTE 1	10	3	2			
ÁREA DE SOPORTE 2	25	6	4	35	2	37
ÁREA DE TECNOLOGÍA	2	1	-	3	-	3
SUBTOTAL	43	12	7	62	4	66
		62			66	
CRM No.3						
TODAS LAS ÁREAS	43	10	3	56	2	58
SUBTOTAL		56			58	
COORDINACIÓN TERRITORIAL PORTOVIEJO						
TODAS LAS ÁREAS	67	8	7	82	4	86
SUBTOTAL		82			86	
TOTAL (PUNTOS_RED /PUERTOS)		200			210	

El número de puntos requeridos en cada una de las Coordinaciones Territoriales se indica en la Tabla 3. 4 y se encuentran detallados en el Anexo C2.

Tabla 3. 4
Puntos de Red Requeridos en las Coordinaciones Territoriales

ÁREA	PUNTOS DE RED PARA:		
	VOZ/DATOS	IMPRESORAS	VIDEO
COORDINACIÓN TERRITORIAL MANTA			
TODAS LAS ÁREAS	35	6	3
TOTAL(PUNTOS_RED)		44	
COORDINACIÓN TERRITORIAL JIPIJAPA			
TODAS LAS ÁREAS	31	6	2
TOTAL (PUNTOS_RED)		39	
COORDINACIÓN TERRITORIAL CHONE			
TODAS LAS ÁREAS	32	6	3
TOTAL (PUNTOS_RED)		41	
COORDINACIÓN TERRITORIAL BAHÍA			
TODAS LAS ÁREAS	29	5	2
TOTAL (PUNTOS_RED)		36	

3.1.6 REDUNDANCIA

En el rediseño de la red se considerarán enlaces redundantes desde el CRM No.3 y Coordinación Territorial Portoviejo hacia la Dirección Provincial MIES-INFA de manera que se tenga una red con tolerancia a fallas.

En cuanto a los enlaces de datos y de internet se requiere contratar con un proveedor que garantice altos niveles de disponibilidad de al menos 99%, es decir que la red permanezca operativa al menos 361 días del año.

3.1.7 SEGURIDAD

La infraestructura de comunicaciones deberá presentar políticas y normativas de seguridad tanto en el aspecto físico, en lo que se refiere al resguardo de equipos de conectividad, como en el aspecto lógico para mantener un equilibrio entre acceso y seguridad y evitar problemas tales como; pérdidas de información, ataques internos, entre otros.

3.1.8 ADMINISTRACIÓN

En el rediseño de la red se deberá incluir un esquema de administración y gestión, el cual permita realizar un monitoreo continuo del desempeño de la red e identificar futuros inconvenientes para tomar medidas preventivas.

3.1.9 CALIDAD DE SERVICIO

En el rediseño de la nueva red de datos se deberá considerar aspectos de QoS, para clasificar los paquetes, priorizar el tráfico y garantizar un nivel de servicio adecuado para cada tipo de aplicación.

3.2 CRECIMIENTO DE USUARIOS

Para realizar el diseño de la red se proyectará el crecimiento del número usuarios y de los requerimientos de una red multiservicios, a 5 años.

3.2.1 PROYECCIÓN DE EMPLEADOS

En el año 2012 en Portoviejo, se cuenta con aproximadamente 193 empleados en las tres instalaciones (ver Tabla 2.1); lo que corresponde al 20% en la Dirección Provincial, 16% en el CRM No.3 y el 64% a la Coordinación Portoviejo; según el departamento de Talento Humano, este personal desde el año 2009 creció en un 20%; es decir, se tuvo un crecimiento aproximado del 6% anual. En base a estos valores se obtiene la proyección del personal para los siguientes 5 años, hasta el año 2017, cuyos valores se muestran en la Tabla 3. 5 y se lo puede apreciar en la Figura 3. 4.

Tabla 3. 5
Crecimiento de Personal, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PORTOVIEJO	160	170	180	193	204	216	229	242	256

Estos valores pueden corroborarse a partir de la fórmula del interés compuesto:

$$V_F = V_o(1 + i)^n \text{ (Fórmula 3. 1) }^{[10]}; \text{ Donde:}$$

V_F = Número de usuarios en un determinado año.

V_o = Número de usuarios iniciales en un determinado año

i = Porcentaje de crecimiento de usuarios por año.

n = Número de años.

Realizando el cálculo para el año 2013 se tiene:

$$V_F = V_o(1 + i)^n = 193 (1 + 0.06)^1 = \mathbf{204 \text{ empleados.}}$$

Con el porcentaje del número de empleados, se calcula la proyección de usuarios, aplicando una regla de tres simple y utilizando la información de la Tabla 3.5; para las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo; como se muestra en la Tabla 3. 6.

En cuanto a cada una de las Coordinaciones Territoriales, la información que se obtuvo, se describe en el Anexo C4.

Según estos datos y utilizando la Fórmula 3.1 del interés compuesto, indicada anteriormente, el crecimiento de empleados para los siguientes 5 años se detalla en resumen en la Tabla 3.7 y se puede apreciar en la Figura 3.4. Las operaciones realizadas para obtener estos resultados se indican en el Anexo C4.

Tabla 3.6
Crecimiento detallado Personal, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

AÑO	% USUARIOS	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
DP. MIES-INFA	20%	32	34	36	39	41	43	46	48	51
CRM No.3	16%	26	27	29	31	32	34	37	39	41
CT. PORT.	64%	102	109	115	123	131	138	146	155	164

Tabla 3.7
Crecimiento de Empleados Coordinaciones Territoriales

AÑO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
MANTA										
TOTAL	91	91	91	93	96	99	103	107	111	
JIPIJAPA										
TOTAL	64	64	64	64	66	68	70	72	74	
CHONE										
TOTAL	60	64	67	72	76	80	84	89	94	
BAHÍA										
TOTAL	45	40	36	41	42	43	44	45	46	
TOTAL-MIES-INFA	420	429	438	463	484	506	530	555	581	
MIES										
TOTAL	-	-	24	29	34	40	48	57	68	

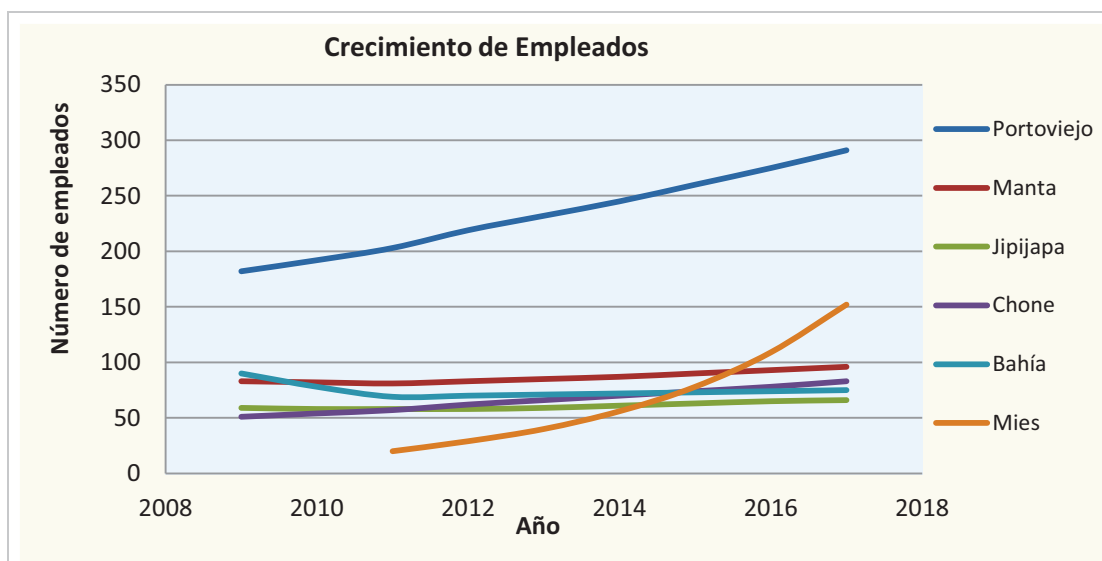


Figura 3.4 Crecimiento de Empleados a 5 años, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí

3.2.2 PROYECCIÓN DE LOS USUARIOS DE LA RED

En las dependencias del MIES-INFA Manabí, no todos los empleados hacen uso de la red de datos, depende de las funciones que cada uno realiza. En la actualidad ciertos empleados que deberían tener acceso a la red no lo tienen, situación que será corregida en este diseño.

En el caso del personal de CNH y CIBV, no todos los empleados tienen acceso a la red; como se indicó en el capítulo anterior en la Tabla 2.1; actualmente existe 150 empleados que se encargan de la modalidad CIBV, según la Dirección de Protección Integral en Manabí, se requiere que todo este personal tenga acceso a la red. Analizando los empleados responsables de la modalidad CNH son aproximadamente 154 en toda la provincia, quienes, como se indicó en el capítulo anterior en la sección 2.2.5, trabajan conjuntamente con organizaciones; cada una de las organizaciones se encarga de entregar documentos oficiales sobre los datos personales, asistencia y seguimiento de todos los niños que participan en la modalidad CNH, al personal técnico del MIES-INFA.

Los coordinadores de CNH que representen a cada una de las instituciones, deben tener acceso al sistema y poseer un correo electrónico con el nombre de la institución que representa, con el fin de tener una vía directa de comunicación y además para que tengan la posibilidad de ingresar información de niños al sistema, de forma directa y no a través de otros técnicos del MIES-INFA, así se podrá evitar varios errores y malos entendidos en el ingreso de la información. Además cabe resaltar, que el personal de mantenimiento y servicios generales no tienen acceso a la red.

En base a estas consideraciones, a los resultados de las encuestas realizadas (ver modelo de encuesta en el Anexo C5) y a la clasificación ^[11] de usuarios indicada a continuación, se calculará el número de usuarios que de forma simultánea accederían a los servicios de la red.

- *Usuarios totales*: corresponde al número de puntos totales que se plantea instalar en las dependencias del MIES-INFA Manabí; en total son 549

puntos incluyendo 23 puntos correspondientes a la Dirección Provincial MIES (ver Anexo B15).

- *Usuarios potenciales*: corresponde a un grupo de posibles usuarios, los cuales tienen disponibles recursos y servicios de la red, pero no siempre los utilizan.
- *Usuarios reales*: corresponde al número de usuarios que utilizan los recursos y servicios de la red de forma recurrente. El tráfico generado por los usuarios reales permitirá calcular la capacidad de ancho de banda que requiere la institución.

El número de usuarios totales, potenciales y reales para las dependencias del MIES-INFA en Manabí se cuantifica en la Tabla 3. 8 y el análisis en detalle se encuentra en el Anexo C4.

Tabla 3. 8
Usuarios Reales y Potenciales, Actuales y Futuros, dependencias MIES-INFA y MIES Manabí

INSTALACIÓN		TOTAL DE USUARIOS	2012		2017 $Us. Real_{17} = \frac{Us. Pot_{17} * Us. Real_{12}}{Us. Pot_{12}}$	
			USUARIOS POTENCIALES	USUARIOS REALES	USUARIOS POTENCIALES	USUARIOS REALES
Portoviejo	DP. MIES-INFA	100	39	33	51	43
	CRM No.3	88	31	24	41	32
	CT. Portoviejo	124	54	48	72	64
	Manta	60	34	31	41	37
	Jipijapa	48	30	26	35	30
	Chone	56	29	26	38	34
	Bahía	50	28	24	31	27
	DP. MIES	23	19	17	45	40
TOTAL (USUARIOS)		549	264	229	354	307

3.2.2.1 Simultaneidad de usuarios de la red

Usuarios simultáneos, son aquellos que utilizan los servicios de la red en un mismo instante; la cantidad de tráfico consumido por estos usuarios permitirá dimensionar la capacidad total requerida para cada uno de los servicios de la red. El número de usuarios simultáneos se calcula en base a los resultados de las encuestas realizadas (ver tabulación de encuestas en Anexo C6).

Dentro de los resultados que se obtuvieron de las encuestas aplicadas, se tiene que, la mayor parte de empleados de las dependencias del MIES-INFA Manabí, utilizan la red de 08h00-12h00 o de 12h00-14h00, aproximadamente 1 hora diaria, como se puede observar en las Figuras 3. 5 y 3. 6.

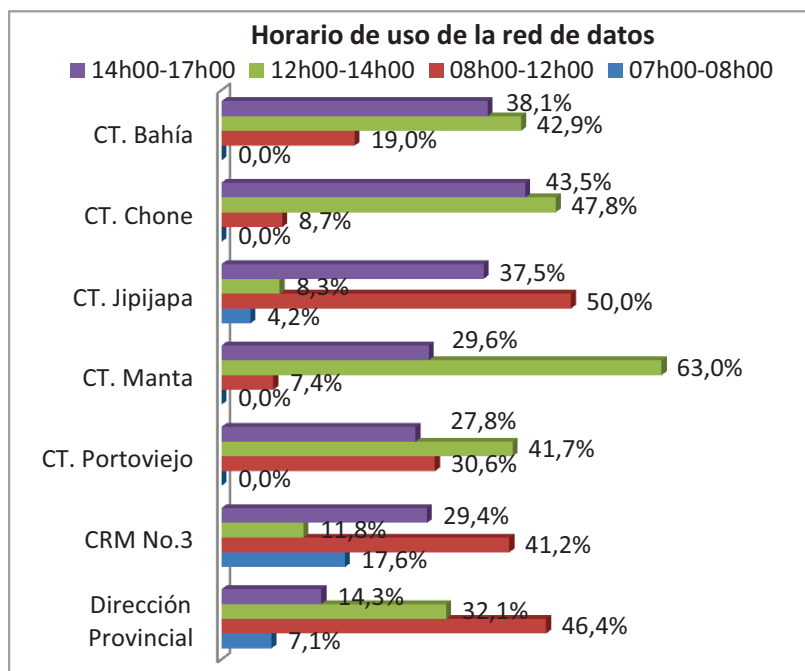


Figura 3. 5 Horario de uso de la red de datos, dependencias MIES-INFA Manabí

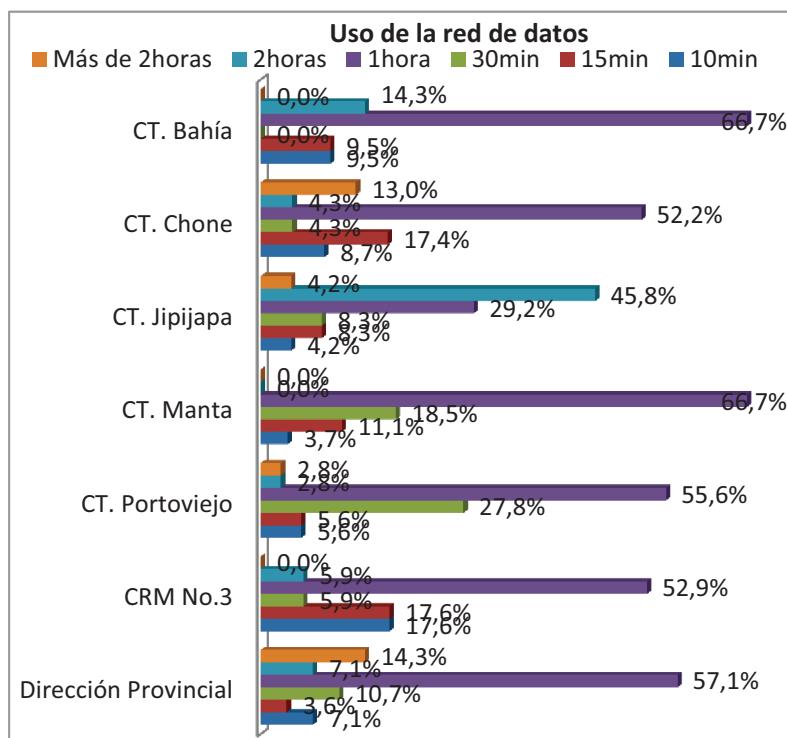


Figura 3. 6 Tiempo de uso de la red de datos, dependencias MIES-INFA Manabí

En cuanto al servicio de telefonía se tiene que, la mayor parte de empleados de las dependencias del MIES-INFA Manabí, utilizan el servicio de 08h00-12h00 o de 14h00-17h00 y aproximadamente realizan entre 5 y 10 llamadas por hora, como se puede observar en las Figuras 3. 7 y 3. 8.

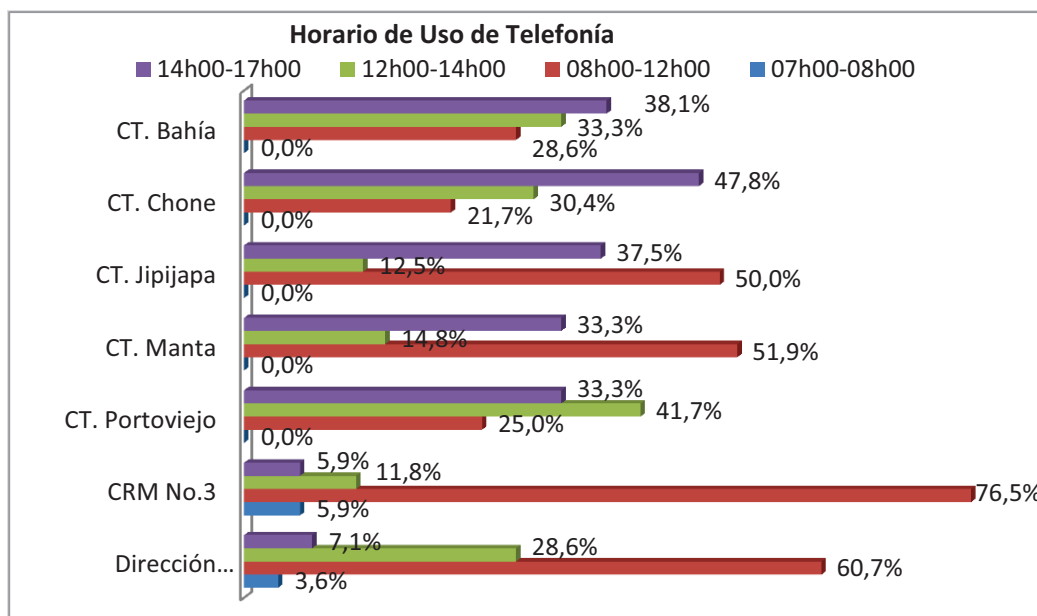


Figura 3. 7 Horario de uso de telefonía, dependencias MIES-INFA Manabí

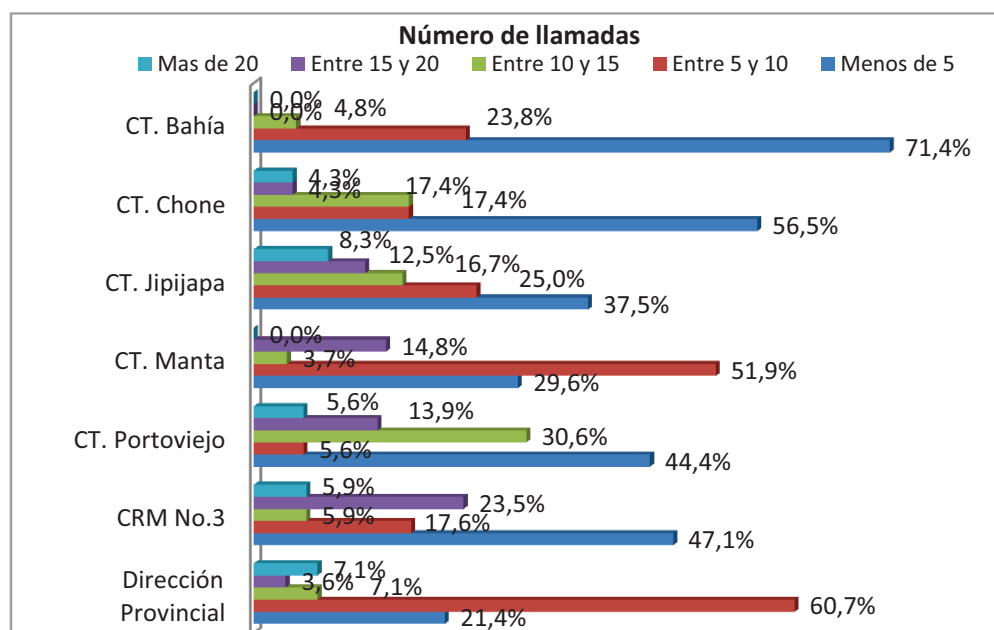


Figura 3. 8 Número de llamadas, dependencias MIES-INFA Manabí

En base a los valores más significativos de las figuras anteriores, se calculará el número de usuarios simultáneos que harán uso de todos los servicios de la red, el análisis en detalle de la simultaneidad se encuentra en el Anexo C7.

3.3 DISEÑO DE LA LAN MULTISERVICIOS PARA LAS DEPENDENCIAS DEL MIES-INFA EN PORTOVIEJO

En el proceso del diseño de la red multiservicios con QoS se considerará un crecimiento de usuarios a 5 años y un tiempo de vida útil de 10 años^[12] en lo que se refiere a cableado estructurado; además se detallarán: procedimientos, consideraciones, datos técnicos y dimensionamientos básicos para realizar el diseño de las partes pasivas y activas de la red. Se realizará el rediseño lógico de la red y se definirán, tanto características como elementos para implementar QoS, escalabilidad, disponibilidad, seguridad y administración. Fast Ethernet y Gigabit Ethernet son las tecnologías a considerarse en el diseño de la LAN por sus características, entre ellas velocidades más altas.

3.3.1 MODELO DE REDES JERÁRQUICAS

El diseño de la LAN se basa en un modelo jerárquico de tres capas: acceso, distribución y core (ver Figura 3. 9), el cual conlleva a la división de la red en capas independientes con funciones específicas, facilitando la implementación, administración, escalabilidad y la identificación de fallas en la red.

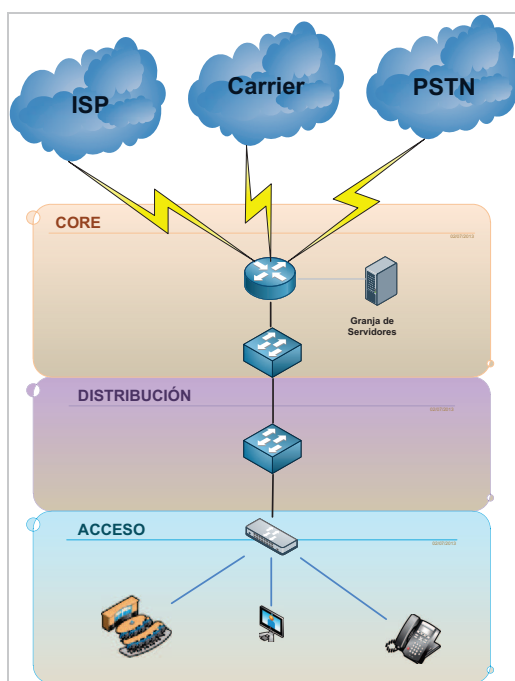


Figura 3. 9 Esquema Jerárquico para el diseño de la red

Nota Fuente: Adaptado de la currícula del CCNA3 “LAN Switching and Wireless”

3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO

Con el dimensionamiento del tráfico se evitará el congestionamiento o saturación en la red; se garantizará el soporte de los servicios actuales más los nuevos servicios de telefonía IP y videoconferencia, implementando QoS. La estimación del tráfico que se prevé que circulará en la infraestructura de la red corporativa se efectuará en base a muestras de tráfico actuales, a las encuestas realizadas a los diferentes funcionarios (ver tabulación de encuestas en Anexo C6) y al índice de simultaneidad en los servicios de red indicados en la Tabla 3.9.

Tabla 3. 9
Simultaneidad en los Servicios de Red, dependencias MIES-INFA Manabí

SIMULTANEIDAD EN LOS SERVICIOS DE RED									
INSTALACIÓN	AÑO	CORREO ELECTRÓNICO (No. Correos / 1 minuto)		NAVEGACIÓN WEB (No. Pág. Web/ 90 seg)	DESCARGA DE ARCHIVOS (No. Descargas/ 2 min)	TELEFONÍA IP (No. Llamadas/ 3 min)	TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS (No. Descargas/ 2 min)	VIDEO CONFERENCIA	VIDEOSTREAMING
		INTERNO	EXTERNO						
DP. MIES-INFA	2012	2	2	2	1	10	1	7	7
	2017	2	2	2	1	13	1	9	9
CRM No.3	2012	1	1	1	1	5	1	3	5
	2017	1	1	2	1	6	1	4	6
CT. PORTOVIEJO	2012	3	2	3	2	5	2	7	10
	2017	4	3	3	3	7	3	9	13
CT. MANTA	2012	3	2	2	3	8	3	3	-
	2017	4	2	3	3	10	3	4	-
CT. JIPIJAPA	2012	3	2	1	1	3	1	2	-
	2017	3	2	1	1	4	1	2	-
CT. CHONE	2012	3	2	2	1	3	1	3	-
	2017	3	2	3	2	4	2	4	-
CT. BAHÍA	2012	2	2	1	1	2	1	2	-
	2017	2	2	1	1	3	1	2	-

3.3.2.1 Correo Electrónico

Todos los usuarios que disponen de un PC, tienen acceso a una cuenta de correo electrónico, servicio ofrecido por el servidor Zimbra. El tipo de información que normalmente se intercambia a través del correo electrónico es: informes técnicos, contratos, convenios, expedientes del personal, proformas, etc. Como se mencionó en la sección 3.1.1.3.1 el personal de las dependencias MIES-INFA

Manabí, envía correos internos y externos, de los cuales, el tráfico que generan los correos internos y externos será considerado en los enlaces LAN y WAN, mientras que el tráfico generado por los correos electrónicos externos será considerado para dimensionar el enlace a Internet.

En base a la información de la Tabla 3.1, se pudo determinar el tamaño aproximado de un correo electrónico, así, para la Dirección Provincial MIES-INFA, CT. Portoviejo, CT. Jipijapa y CT. Bahía, se considera un tamaño de 100 KB, con este valor se cumple el requerimiento del tamaño de un correo electrónico calculado para estas instalaciones; para las demás, se considera el valor más alto, para el CRM No.3 640 KB, para CT. Manta 217 KB y para la CT. Chone 278KB. Se considera que cada correo se tarde en enviar o en descargarse un máximo de 1 minuto. Por lo tanto en base a los siguientes valores se halla la velocidad de transmisión de un correo electrónico interno y externo.

- **Tamaño promedio de un correo:** 100 KB, 640 KB, 100 KB para la Dirección Provincial, CRM No.3, CT. Portoviejo respectivamente.
- **Tiempo carga máximo:** 1 minuto
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para correo electrónico).

A continuación se realiza el cálculo de la velocidad de un correo electrónico interno y externo para cada instalación de Portoviejo.

$$V_{Dir.Provincial} = \frac{100 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = 13,3 \text{ Kbps}$$

$$V_{CRM \text{ No.3}} = \frac{640 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = 85,3 \text{ Kbps}$$

$$V_{CT.Portoviejo} = \frac{100 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = 13,3 \text{ Kbps}$$

En base a estos resultados y considerando la simultaneidad para correo electrónico (ver Tabla 3.9), se obtienen los valores indicados en la Tabla 3. 10.

3.3.2.2 Acceso a Internet

La navegación web, descarga de archivos y correos electrónicos externos son servicios que requieren acceso a internet, por tal motivo el análisis del Acceso a Internet se basa en garantizar calidad en estos servicios y conocer los requerimientos de velocidad para el enlace que se debe contratar con un Proveedor de Servicio de Internet para satisfacer la demanda actual y futura de usuarios de la red, en las dependencias del MIES –INFA en Portoviejo.

Tabla 3. 10
Velocidad de Transmisión Total para Correo Electrónico

INSTALACIÓN	AÑO	CORREO ELECTRÓNICO INTERNO			CORREO ELECTRÓNICO EXTERNO		
		VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	13,3 Kbps	2	26,6 Kbps	13,3 Kbps	2	26,6 Kbps
	2017	13,3 Kbps	2	26,6 Kbps	13,3 Kbps	2	26,6 Kbps
CRM No.3	2012	85,3 Kbps	1	85,3 Kbps	85,3 Kbps	1	85,3 Kbps
	2017	85,3 Kbps	1	85,3 Kbps	85,3 Kbps	1	85,3 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	13,3 Kbps	3	39,9 Kbps	13,3 Kbps	2	26,6 Kbps
	2017	13,3 Kbps	4	53,2 Kbps	13,3 Kbps	3	39,9 Kbps
TOTAL	2012	151,8 Kbps			138,5 Kbps		
	2017	165 Kbps			151,8 Kbps		

3.3.2.2.1 Navegación web

Actualmente la navegación en Internet se encuentra sumamente restringida y según las páginas más visitadas por los funcionarios, detalladas en la Tabla 3.2, se pudo determinar que el tamaño promedio aproximado de las páginas web es 1024 KB incluyendo texto e imágenes. Considerando un máximo de 90 segundos para cargar una página web, se halla la velocidad de transmisión en base a los siguientes valores.

- **Tamaño promedio de una página web:** 1024 KB.
- **Tiempo de carga máximo:** 90 segundos
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para navegación web).

Dirección Provincial, CRM No.3, CT. Portoviejo:

$$V_{Web} = \frac{1024 \text{ KByte}}{1 \text{ página}} * \frac{1 \text{ página}}{90 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{91 \text{ Kbps}}$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad para Navegación Web (ver Tabla 3.9), se obtienen los valores indicados en la Tabla 3. 11.

Tabla 3. 11
Velocidad de Transmisión Total para Navegación Web

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. x SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	91 Kbps	2	182 Kbps
	2017	91 Kbps	2	182 Kbps
CRM No.3	2012	91 Kbps	1	91 Kbps
	2017	91 Kbps	2	182 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	91 Kbps	3	273 Kbps
	2017	91 Kbps	3	273 Kbps
TOTAL	2012	546 Kbps		
	2017	637 Kbps		

3.3.2.2.2 Descarga de Archivos de Internet

Los usuarios de las dependencias MIES-INFA en Portoviejo, continuamente realizan descargas de sitios gubernamentales; se ha observado que el tamaño de las descargas es muy variado, por lo tanto se considera que el tamaño aproximado de un archivo a descargar es de 1 MB y que cada descarga sea realizada en 2 minutos.

En base a los siguientes valores, la velocidad de transmisión de cada archivo descargado de Internet, se calcula a continuación.

- **Tamaño promedio de un archivo a descargar:** 1024 KB.
- **Tiempo de descarga máximo:** 120 segundos
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para descarga de archivos).

Dirección Provincial, CRM No.3, CT. Portoviejo:

$$V_{Descarga} = \frac{1024 \text{ Kbytes}}{1 \text{ descarga}} * \frac{1 \text{ descarga}}{120 \text{ seg}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{68,27 \text{ Kbps}}$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad para descarga de archivos (ver Tabla 3.9), se obtiene la velocidad total indicada en la Tabla 3. 12.

Tabla 3. 12
Velocidad de Transmisión Total para Descarga de Archivos

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
	2017	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
CRM No.3	2012	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
	2017	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	68,27 Kbps	2	136,54 Kbps
	2017	68,27 Kbps	3	204,81 Kbps
TOTAL	2012	273,1 Kbps		
	2017	341,4 Kbps		

3.3.2.3 Acceso a la Intranet

Los servicios de intranet que estarán disponibles son: DNS, DHCP, FTP, videostreaming, videoconferencia, telefonía IP y adicionalmente a los servidores AS/400 por parte de los usuarios del CRM No.3 y Olimpo por parte de los departamentos administrativo y contabilidad de la Dirección Provincial.

El servidor olimpo únicamente atiende las consultas de los encargados de los departamentos: administrativo y contabilidad, 5 usuarios en total en la Dirección Provincial MIES-INFA (ver Anexo B13), de tal manera que basa su funcionamiento en un consumo reducido de ancho de banda, de forma similar que los servicios básicos DNS y DHCP; por lo tanto se asignará 200 Kbps para el funcionamiento de estos servicios.

3.3.2.4 Telefonía IP

Para la transmisión de tráfico multimedia se tomará como referencia el estándar H.323, que define procedimientos que hacen posible la transmisión de tráfico multimedia en tiempo real, sobre redes LAN, las cuales usan el Protocolo de mejor esfuerzo IP (Internet Protocol). Esta recomendación comprende nuevas

codificaciones de audio y video; así H.261, H.263, H.264 contienen recomendaciones para video; G.711, G.722, G.723, G.728 y G.729 para audio.

Telefonía IP será un nuevo servicio al que tendrán acceso los usuarios de la red de datos y el tráfico que cruzará a través de la red dependerá en cierto grado del códec de audio soportado por la central telefónica. Entre las características de los códecs¹⁸ están la frecuencia de muestreo, el método de compresión, tasa binaria o bit rate y el MOS.

La frecuencia de muestreo indica el número de muestras de la señal tomadas a diferentes frecuencias; determina la calidad del sonido, mientras mayor sea el número de muestras tomadas, mayor será su calidad. El método de compresión, para distinguir compresión con o sin pérdidas, el más simple y usado ampliamente en la red telefónica es PCM (Pulse Code Modulation). La tasa binaria o bit rate indica el número de bits por segundo que salen o entran al codificador, básicamente en la codificación se pretende disminuir esta tasa sin afectar significativamente a la señal original. MOS (Mean Opinion Score) indica la calidad general del códec, con una puntuación mínima de 1.0 para calidad pésima y una máxima de 5.0 para una calidad excelente.

En la Tabla 3. 13 se especifican los principales códecs de audio utilizados en telefonía IP.

Tabla 3. 13
Códecs de Audio utilizados en Telefonía IP

CÓDEC	MÉTODO DE COMPRESIÓN	BIT RATE	FRECUENCIA DE MUESTREO	SAMPLE PERIOD	FRAMESIZE	MOS
G.711	PCM	64 kbps	8 KHz	20 ms	160 byte	4.2
G.723.1a	ACELP	5.3 kbps	8 KHz	30 ms	20 byte	3.9
G.723.1a	MP-MLQ	6.4 kbps	8 KHz	30 ms	24 byte	3.8
G.726	ADPCM	32 kbps	8 KHz	20 ms	80 byte	3.85
G.728	LD-CELP	16 kbps	8 KHz	2.5 ms	60 byte	3.61
G.729a	CS-ACELP	8 kbps	8 KHz	10 ms	20 byte	4.0

Nota Fuente: Adaptado de información técnica de Codecs de telefonía IP. Obtenido de <http://bit.ly/176C4Ni>.

¹⁸ **Códec:** Conjunto de algoritmos que permiten la digitalización y compresión de la señal de audio para su transmisión y recepción entre terminales que establezcan una comunicación de audio o video.

3.3.2.4.1 Selección del códec para Telefonía IP

Los códecs G.729 y G.723 necesitan licencia a diferencia del códec G.711 que no la necesita. De acuerdo a la Tabla 3. 13 se determina que el códec G.711 permite una señal de audio de mejor calidad, permite representar señales de audio con frecuencias de la voz humana entre 300 y 3400 Hz; utiliza el método de compresión más simple PCM y provee un flujo de datos de 64 Kbps. Este códec requiere un procesamiento lento y 128 Kbps para una comunicación bidireccional. Por lo tanto para el diseño del ambiente LAN se utilizará el códec G.711 con una longitud de 160 bytes.

3.3.2.4.2 Cálculo de la velocidad de transmisión para Telefonía IP^[13]

- Tamaño de la trama de voz

Para el códec seleccionado G.711 se tiene un tamaño de trama de 160 bytes, al cual se debe agregar el tamaño de la cabecera de capa 2 y la cabecera de los protocolos IP/UDP/RTP, como se indica en la Tabla 3. 14.

Tabla 3. 14
Longitud de Cabeceras PDU de Voz

PROTOCOLO	RTP	UDP	IP	ETHERNET	TOTAL
TAMAÑO DE LA CABECERA	12 bytes	8 bytes	20 bytes	18bytes	58 bytes

Nota Fuente: Adaptado de Mis Libros de Networking. *Método simplificado para el cálculo de ancho de banda para VoIP*. Obtenido de <http://bit.ly/12WJ6Bq>

Según la Tabla 3. 14, el total de datos adicionales que se debe considerar para obtener la longitud de la trama es de 58 bytes.

Debido al peso de este encabezado en la trama, es conveniente aplicar compresión a las cabeceras de los protocolos IP/UDP/RTP, la cual se basa en reducir o no enviar en todos los paquetes aquella información que se mantiene constante o que cambia en base a patrones específicos. La compresión de las cabeceras de los protocolos IP/UDP/RTP se define en el RFC 2508¹⁹,

¹⁹ **RFC 2508**: This document describes a method for compressing the headers of IP/UDP/RTP datagrams to reduce overhead on low-speed serial links (<https://tools.ietf.org/html/rfc2508>)

denominado cRTP (Compresión de Protocolo de Transporte en Tiempo Real) y determina un tamaño comprimido de 2 a 4 bytes para los 40 bytes iniciales. cRTP no es utilizado en redes Ethernet.

De este modo la longitud de la trama sería:

$$\text{Longitud}_{\text{trama}} = \text{Trama}_{G.711} + \text{RTP}_{ENC} + \text{UDP}_{ENC} + \text{IP}_{ENC} + \text{ETHERNET}_{ENC}$$

$$\text{Longitud}_{\text{trama}} = 160 \text{ bytes} + 40 \text{ bytes} + 18 \text{ bytes} = 218 \text{ bytes}$$

$$\text{Longitud}_{\text{trama}} = 218 \text{ bytes} * 8 \text{ bits/byte} = \mathbf{1,744 \text{ Kbits/trama}}$$

- Cálculo de la Velocidad de Transmisión

Para realizar el cálculo de la velocidad de transmisión requerida para Telefonía IP se debe multiplicar el tamaño de cada trama por la cantidad de tramas enviadas por segundo, para el códec G.711 (ver Tabla 3. 13) se tiene.

$$\text{NúmeroTramas}_{\text{seg}} = \frac{1 \text{ trama}}{1280 \text{ bits}} * \frac{64000 \text{ bits}}{1 \text{ seg}} = \mathbf{50 \text{ tramas/segundo}}$$

Por lo tanto la velocidad de transmisión requerida por llamada será:

$$\mathbf{VELOCIDAD T_{tel-IP} = 1,744 \text{ Kbits/trama} * 50 \text{ tramas/segundo} = \mathbf{87,2 \text{ Kbps}}}$$

- Velocidad de Transmisión Total para Telefonía IP

En la Tabla 3. 15 se muestra el cálculo total de la velocidad requerida para Telefonía IP, en la que se toma en cuenta el número de llamadas simultáneas que se realizan multiplicadas por la velocidad requerida para cada llamada. Se considera la simultaneidad indicada en la Tabla 3. 9, para telefonía IP.

Estos valores pueden ser corroborados con la calculadora Online <http://tools.cisco.com/Support/VBC/do/CodecCalc2.do>, un ejemplo de cálculo se muestra en la Figura 3. 10.

Tabla 3. 15
Velocidad de Transmisión Total para Telefonía IP

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	87,2 Kbps	10	872 Kbps
	2017	87,2 Kbps	13	1133,6 Kbps
CRM No.3	2012	87,2 Kbps	5	436 Kbps
	2017	87,2 Kbps	6	523,2 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	87,2 Kbps	5	436 Kbps
	2017	87,2 Kbps	7	610,4 Kbps
TOTAL	2012	1.744 Kbps		
	2017	2.267,2 Kbps		

<p>Your Selections</p> <p>Your results are based on the following entries. Use the back button to make any changes.</p> <p>Your Selections</p> <p>Codec: g711_All_Variants</p> <p>Voice Payload Size: 160 bytes</p> <p>Voice Protocol: VoIP</p> <p>Compression: Not Applicable</p> <p>Media Access: Ethernet</p> <p>Tunnel/Security/Misc: None</p> <p>Number of Calls: 13</p>		<p>Bandwidth Per Call (VoIP)</p> <p>Voice Packets Per Second: 50 (Codec Bit Rate / Voice Payload Size)</p> <p>Bandwidth Per Call (RTP Only): 87.2 kbps (Total Packet Size(bits) * (Packets Per Second))</p> <p>5% Additional Overhead: 4.36 kbps (5% additional overhead per call to accommodate bandwidth for signaling (for example: RTCP/H225/H245 messages on H.323 networks).)</p> <p>Bandwidth Per Call + 5.0% Additional Overhead: 91.56 kbps (Overhead + Bandwidth Per call)</p> <p>Total Bandwidth Required (VoIP)</p> <p>Bandwidth Used for All Calls (RTP Only): 1133.6 kbps (Bandwidth per Call) * (Number of Calls)</p> <p>Total Bandwidth (including Overhead): 1190.28 kbps (Same as above + 5.0% Overhead)</p>	
---	--	--	--

Figura 3. 10 Velocidad de Transmisión Requerida para Telefonía IP

3.3.2.5 Transferencia de Archivos

La transferencia de archivos es un nuevo servicio que se propone implementar en la LAN; los datos a utilizar serán los mismos que se utilizó para calcular la velocidad requerida para descargar archivos de Internet, en la sección 3.1.3.2, debido a que, con ambos servicios los usuarios podrán obtener archivos de forma sencilla, ya sea desde el Internet o dentro de la Intranet respectivamente.

En base a estas consideraciones se halla la velocidad que se requiere para el servicio de transferencia de archivos en la Intranet.

- **Tamaño promedio de un archivo a descargar:** 1024 KB.
- **Tiempo de carga máximo:** 120 segundos
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para transferencia de archivos).

Dirección Provincial, CRM No.3, CT. Portoviejo:

$$V_{Tranf_archivos} = \frac{1024 \text{ Kbytes}}{1 \text{ descarga}} * \frac{1 \text{ descarga}}{120 \text{ seg}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{68,27 \text{ Kbps}}$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad requerida para el servicio de transferencia de archivos en la Intranet (ver Tabla 3. 9), se obtiene la velocidad total indicada en la Tabla 3. 16.

Tabla 3. 16
Velocidad de Transmisión Total para Transferencia de Archivos

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
	2017	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
CRM No.3	2012	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
	2017	68,27 Kbps	1	68,27 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	68,27 Kbps	2	136,54 Kbps
	2017	68,27 Kbps	3	204,8 Kbps
TOTAL	2012	273,1 Kbps		
	2017	341,34 Kbps		

3.3.2.6 Videostreaming

Videostreaming es un nuevo servicio que se propone implementar en la intranet, en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, en cuanto a video. Este servicio permitirá al personal de alta gerencia dar a conocer nuevos eventos, noticias y disposiciones, lanzar nuevas campañas para mejorar la ayuda a niños y niñas, en directo y que los empleados, especialmente los que pertenecen a protección integral, CNH y CIBV puedan seguir la transmisión en tiempo real.

Para obtener la velocidad requerida para videostreaming se debe considerar factores tales como: formatos soportados por el servidor de streaming, protocolo utilizado para el transporte, tiempo de almacenamiento de los videos, entre otros. Para el servicio de videostreaming, los videos a distribuirse serán en formato estándar H.264 o MPEG²⁰-4 parte 10, el cual ofrece al usuario varias

²⁰ **MPEG:** Moving Picture Experts Group

capacidades para codificar. H.264 abarca 7 perfiles y 11 diferentes niveles; los perfiles se encuentran destinados a una aplicación determinada y los más utilizados son: BaselineProfile, MainProfile, ExtenProfile; generalmente el perfil ExtenProfile está dirigido a las aplicaciones de videostreaming, en cuanto a los niveles, cada uno define la frecuencia de bits y de codificación de macrobloques por segundo para resoluciones desde QCIF²¹ hasta HDTV (Televisión de alta definición).

Básicamente H.264 es un códec de video, se enfoca únicamente a la codificación de video, la opción para la codificación del audio queda a libre elección; generalmente se utiliza el códec AAC (Advanced Audio Codec , Codificación avanzada de audio) para video H.264, debido a que presenta mejores características con respecto a códecs de audio antiguos de compresión como MP3.

Se considerará la transmisión de videos con una resolución de 640x360, a 30 cuadros por segundo, como se puede ver en la Tabla 3. 17.

Tabla 3. 17
Tasa de bits Recomendadas para la Emisión de Videos en Directo^[14]

CÓDEC DE VÍDEO	RESOLUCIÓN	BIT RATE DEL VIDEO	CÓDEC DE AUDIO	FRECUENCIA DE MUESTREO	BIT RATE DEL AUDIO
PERFIL PRINCIPAL H.264	720p (1.280 x 720)	2.000 Kbps	AAC-LC	44,1 KHz	128 Kbps
PERFIL PRINCIPAL H.264	480p (854 x 480)	1.000 Kbps	AAC-LC	44,1 KHz	128 Kbps
PERFIL PRINCIPAL H.264	360p (640 x 360)	600 Kbps	AAC-LC	44,1 KHz	128 Kbps
PERFIL BÁSICO H.264	240p (426 x 240)	250 Kbps	AAC-LC	44,1 KHz	128 Kbps

Fuente: Jácome Germán, Quiroga Liceth (2012). Información obtenida de <https://support.google.com/youtube/>

Por lo tanto, en base a los siguientes valores se halla la velocidad de transmisión.

- **Códec de Video:** Perfil Principal H.264 (ver Tabla 3. 17).
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3. 9, simultaneidad para videostreaming).

²¹ **QCIF (Quarter Common Interface Format):** Define una resolución de 176x144 píxeles.

Dirección Provincial, CRM No.3, CT. Portoviejo

$$V_{videostreaming} = (BIT\ RATE_{VIDEO} + BIT\ RATE_{AUDIO}) = \frac{(600+128)Kb}{1\ segundo} = 728\ Kbps$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad para videostreaming (ver Tabla 3. 9), se obtienen los valores indicados en la Tabla 3. 18.

Tabla 3. 18
Velocidad de Transmisión Total para Videostreaming

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	728 Kbps	7	5.096 Kbps
	2017	728 Kbps	9	6.552 Kbps
CRM No.3	2012	728 Kbps	5	3.640 Kbps
	2017	728 Kbps	6	4.368 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	728 Kbps	10	7.280 Kbps
	2017	728 Kbps	13	9.464 Kbps
TOTAL	2012	16.016 Kbps		
	2017	20.384 Kbps		

3.3.2.7 Videoconferencia

Es un sistema de comunicaciones que permite un intercambio bidireccional de información en tiempo real, entre personas que se encuentran en diferentes lugares. El sistema de videoconferencia a implementarse debe garantizar una calidad de video aceptable, evitando imágenes pixeladas o el congelamiento de las mismas.

3.3.2.7.1 Características

- Por la calidad de las imágenes y la percepción de los usuarios, en un sistema de videoconferencia es importante el factor de cuadros por segundo; para tener una calidad aceptable se recomienda manejar 30 cuadros por segundo.
- Para que una comunicación de video en un sentido presente buena calidad, se debe garantizar un total de retraso entre 125 y 150 ms en la transmisión de cuadros por segundo.

- El 1% de pérdida de paquetes producirá congelamiento en el video o pérdida en el audio.

3.3.2.7.2 Estándares

Entre los estándares de videoconferencia está H.263 y H.264 de la recomendación H.323, en la que se especifica, codificación de video, formatos adicionales de imagen (16 CIF²², 4CIF y sub-QCIF²³) y técnica de corrección de errores.

3.3.2.7.3 Velocidad de Transmisión para Videoconferencia

En la Tabla 3. 19 se muestra la velocidad de transmisión para 15 y 30 cuadros por segundo.

Tabla 3. 19
Velocidad de Transmisión para Videoconferencia ^[15]

CALIDAD CUADROS /SEGUNDO	VELOCIDAD T.	CONSUMO REAL DE ANCHO DE BANDA (+ 25% de overhead)
15	128 Kbps	160 Kbps
30	192 Kbps	240 Kbps

Nota Fuente: Adaptado de Grupoact. *Consideraciones para implementación de videoconferencia vía IP*. Obtenido de <http://bit.ly/14BQtnH>

Tabla 3. 20
Velocidad de Transmisión Total en Videoconferencia

INSTALACIÓN	AÑO	VELOCIDAD T.	SIMULTANEIDAD	TOTAL VELOCIDAD T. X SIMULTANEIDAD
DP. MIES-INFA	2012	256 Kbps	7	1.792 Kbps
	2017	256 Kbps	9	2.304 Kbps
CRM No.3	2012	256 Kbps	3	768 Kbps
	2017	256 Kbps	4	1.024 Kbps
CT. PORTOVIEJO	2012	256 Kbps	7	1.792 Kbps
	2017	256 Kbps	9	2.304 Kbps
TOTAL	2012			4.352 Kbps
	2017			5.632 Kbps

²² CIF (Common Interface Format): Define una resolución de imagen de 352x288 pixeles.

²³ QCIF (Quarter Common Interface Format): Define una resolución de 176x144 pixeles.

En base a los datos de la Tabla 3. 19, el tráfico generado en la realización de videoconferencia es de 256 Kbps y considerando la simultaneidad para este servicio (ver Tabla 3. 9) se obtienen los valores mostrados en la Tabla 3. 20, en la cual se calcula la velocidad de transmisión total requerida.

3.3.2.8 Actualizaciones para el antivirus

La Dirección Provincial MIES-INFA utiliza el antivirus Symantec Endpoint Protection, el cual en las opciones de Políticas incorpora Live Update ^[16] que permite obtener actualizaciones tanto de programa como de protección para los equipos, utilizando la conexión de Internet; actúa como repositorio para estas actualizaciones y posteriormente permite distribuirlas a los clientes. Live Update se ejecuta automáticamente en los intervalos de tiempo programados, aunque también se puede ejecutar manualmente. Se tiene la alternativa de escoger el servidor de actualizaciones, el que trae por defecto Live Update o el que se utiliza de manera independiente en la red. En este caso se considerara el servidor por defecto de Live Update. Las actualizaciones serán programadas para realizarse dos veces por semana, después de las horas laborables para no afectar el desempeño de la red; con la opción de configurar el número de actualizaciones que se conservarán en el servidor. Básicamente el tamaño de las actualizaciones es de 1 MB a 2 MB ^[17] y se realizan en alrededor de 30 minutos como máximo. En base a estos valores la velocidad de transmisión para las actualizaciones del servidor de antivirus a través de la conexión de Internet es la siguiente:

$$V_{Act_Antivirus} = \frac{2048KByte}{1 act} * \frac{1 act}{30 minutos} * \frac{1 minuto}{60 segundos} * \frac{1024 Bytes}{1KByte} * \frac{8bits}{1Byte} * \frac{1 Kbits}{1024 bits}$$

$$V_{Act_Antivirus} = 9 Kbps$$

3.3.2.9 Acceso a los servidores AS/400 y Olimpo

Debido a que la demanda atendida en la actualidad por el servidor AS/400 no representa un gran número, no se recomienda reemplazar este servidor. Existe un total de 24 médicos de los cuales 8 disponen de una PC conectada a la red (información tomada de los Anexos B. 14 y B. 17 del capítulo 2), en base a la

información del Anexo B12, se puede determinar que cada especialista realiza alrededor de 12 consultas en un día, lo que representa aproximadamente 2 consultas al servidor AS/400 en una hora, por cada especialista. Por lo tanto en la actualidad se realizan cerca de 16 consultas en una hora, a dicho servidor.

De acuerdo a la Figura 2. 15 del capítulo 2, en la muestra de tráfico tomada, la velocidad alcanza un valor máximo de 275 Kbps, es decir las 16 consultas realizadas al servidor AS/400 requieren alrededor de 275 Kbps.

En base a este análisis y considerando que en el diseño se plantea PCs en cada departamento, la mayoría de médicos tendrán acceso al servidor; de esta manera los valores aproximados son:

- En la actualidad, los 24 médicos realizarán aproximadamente 48 consultas en una hora, para lo cual se requiere alrededor de **825 Kbps**.
- Dentro de 5 años, para los 32 usuarios reales presentes en el CRM No.3, calculados en la Tabla 3. 8, se tendrán alrededor de 64 consultas al servidor AS/400 en una hora, para lo cual se requiere aproximadamente de **1.100 Kbps**.

3.3.2.10 Velocidad de Transmisión para Internet e Intranet

Teniendo los requerimientos de velocidad de los diferentes tipos de tráfico que manejará la red, se procede a calcular la velocidad de transmisión en los años, 2012 y 2017, tanto para la Intranet como para el enlace hacia el ISP; los cuales están dados por los valores indicados en resumen, en las Tablas 3. 21 y 3. 22.

En base a los resultados obtenidos, se presenta las siguientes observaciones:

- La velocidad de transmisión en la Intranet es de **30.241 Kbps**, con la cual se permitirá el acceso a los servicios, tanto a los usuarios presentes en la actualidad como dentro de 5 años; por lo tanto en el backbone de la red se debe garantizar este valor; la categoría de cable a utilizar es UTP cat. 6 A, que permite trabajar con una velocidad de hasta 1000 Mbps.

- La velocidad de transmisión en el enlace de Internet de la LAN es de 1.139,18 Kbps, por lo que se recomienda contratar **2 Mbps**, que permitirá el servicio de navegación en Internet tanto a los usuarios presentes en la actualidad como dentro de 5 años.

Tabla 3. 21
Requerimientos de Velocidad para la Intranet

INTRANET	DP. MIES-INFA [Kbps]		CRM No.3 [Kbps]		CT. PORTOVIEJO [Kbps]	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017
CORREO ELECTRÓNICO	53,2	53,2	170,6	170,6	66,5	93,1
TELEFONÍA IP	872	1.133,6	436	523,2	436	610,4
TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS	68,27	68,27	68,27	68,27	136,54	204,8
CONSULTAS AS/400	-	-	825	1.100	-	-
VIDEOSTREAMING	5.096	6.552	3.640	4.368	7.280	9.464
VIDEOCONFERENCIA	1.792	2.304	768	1.024	1.792	2.304
SUBTOTALES	7.881,5	10.111	5.907,8	7.254,1	9.710	12.676
TOTAL	2012	23.699,30 Kbps				
	2017	30.241 Kbps				

Tabla 3. 22
Requerimientos de Velocidad para el Enlace a Internet

ACCESO A INTERNET	DP. MIES-INFA [Kbps]		CRM No.3 [Kbps]		CT. PORTOVIEJO [Kbps]	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017
CORREO ELECTRÓNICO EXTERNO	26,6	26,6	85,3	85,3	26,6	39,9
NAVEGACIÓN WEB	182	182	91	182	273	273
DESCARGA DE ARCHIVOS	68,27	68,27	68,27	68,27	136,54	204,81
ANTIVIRUS	9	9	-	-	-	-
SUBTOTALES	285,87	285,87	244,57	335,6	436	517,71
TOTAL	2012	966,44 Kbps				
	2017	1.139,18 Kbps				

3.3.2.10.1 Requerimientos del Enlace a Internet

El o los ISP con los cuales se va a contratar el enlace a Internet deben garantizar al menos los siguientes requerimientos.

- Nivel de compartición. Deberán proporcionar enlaces con un nivel de compartición de 1:1.

- Disponibilidad. Deben permitir la transmisión de datos garantizando altos niveles de disponibilidad, de al menos 99%.
- Escalabilidad. Deberán permitir una inmediata escalabilidad de ancho de banda; a un costo razonable y definido previamente en el contrato.
- Tecnología a utilizar. De preferencia la tecnología que se utilice para última milla deberá ser fibra óptica, garantizando la facilidad de implementar QoS.
- Resolución de Nombres. Deberán permitir servicio completo de DNS.
- Intercambio de tráfico de internet mediante NAP²⁴. Para ofrecer un mejor servicio, la red del proveedor deberá participar en el intercambio de tráfico de internet con otros ISP a través del NAP Ecuador.
- Monitoreo y Soporte. Deberán realizar monitoreo las 24 horas del día, en el caso de presentarse alguna falla deberá ofrecer soporte las 24 horas los 7 días de la semana.

3.3.3 DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL PASIVA

Tomando en cuenta que la tecnología de red que se plantea es Fast Ethernet y Gigabit Ethernet; para desarrollar el diseño del Sistema de Cableado Estructurado (SCE), se seguirán las diferentes normas de ANSI/TIA; con el fin de garantizar que el SCE soporte aplicaciones de datos, voz, video y una proyección de crecimiento a 10 años.

De forma general, la solución que se propone se basa en los siguientes estándares:

- ANSI/TIA 568 C.0 en lo referente al diseño general del SCE.
- El diseño se desarrollará en base a una topología tipo estrella extendida, debido a que el punto central se concentrará en el cuarto de telecomunicaciones, ubicado en la Dirección Provincial MIES-INFA y tanto el CRM No.3 como la CT. Portoviejo tienen un punto central que concentra el tráfico de cada instalación respectivamente.

²⁴ **NAP (Network Access Point):** Representa el punto de concurrencia de varias redes de proveedores de servicios de Internet (ISP).

- En cuanto al uso de cable, se seguirá las normas ANSI/TIA 568 C2, que incluye el uso de la Categoría 6. Garantiza parámetros de uso como: ancho de banda de hasta 250 MHz, con velocidad de transmisión de 1 Gbps a una distancia máxima de 100m. Se plantea la utilización de categoría 6 debido a que se “recomienda tener sistemas de cableado estructurado que soporten como mínimo dos generaciones de aplicaciones de redes, las cuales generalmente tienen una vida útil de 5 años” ^[18], es decir para 10 años.
- Se tomará en cuenta la normativa ANSI/TIA 607 para la puesta a tierra de los diferentes componentes del sistema de telecomunicaciones, tales como racks y otros componentes que lo ameriten.
- Se seguirá el estándar ANSI/TIA 569 C, para el diseño de las rutas y espacios de telecomunicaciones.
- En cuanto al etiquetado se seguirá la normativa ANSI/TIA 606 B.
- En el apartado 3.3.3.1 se define los puntos requeridos y la escalabilidad respectiva, para determinar el número de puntos necesarios en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo. Se toma en cuenta los espacios con los que se cuenta, áreas con una posible expansión y sobre todo lo que manifiesta la norma ANSI/TIA 568 C2, dos salidas de telecomunicaciones como mínimo por cada área de trabajo.

3.3.3.1 Dimensionamiento de los puntos de Red

En las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, se considera la distribución de puntos que se muestran en la Tabla 3. 23, para lo cual se toma en cuenta: estaciones de trabajo (datos), teléfonos IP, impresoras, puntos para video, y proyección de puntos a 10 años de al menos el 20%. En el Anexo C8 se encuentra en detalle la ubicación de los puntos de red, para cada área.

Acorde a las características físicas de cada una de las 3 instalaciones se ha definido una distribución eficiente de los diferentes espacios y de acuerdo a ello se ha procedido a realizar la ubicación de los puntos de red, como se puede observar en los planos de los Anexos C9, C10, C11 y C12.

Tabla 3. 23
Puntos de Red, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

INSTALACIÓN	NÚMERO DE PUNTOS DE RED				TOTAL (PUNTOS)
	VOZ/DATOS	VIDEO	IMPRESORAS	PROYECCIÓN	
DP. MIES-INFA	51	7	12	42	116
CRM No.3	47	3	10	32	92
CT. Portoviejo	71	7	8	42	128

Los subsistemas que conformarán el SCE de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo son:

- Áreas de trabajo
- Cableado horizontal
- Cableado vertical
- Cuarto de telecomunicaciones
- Cuartos de equipos
- Acometida de entrada
- Puesta a tierra.

3.3.3.2 Diseño del Subsistema Área de Trabajo

La norma ANSI/TIA 569 C, se refiere específicamente al lugar donde se conectan los dispositivos que hagan uso de los equipos de telecomunicaciones.

En las diferentes instalaciones se ha considerado, la distribución actual de los departamentos, algunas reubicaciones y lugares donde se colocarán en el futuro áreas de trabajo. De acuerdo a lo mencionado con anterioridad, cumpliendo con la norma ANSI/TIA 569 C, para cada área de trabajo se ha considerado un computador, un teléfono IP y generalmente una impresora, este último dispositivo será compartido por departamentos con funcionalidades similares.

Las salidas de telecomunicaciones serán dobles, ubicadas en cajas apropiadas, teniendo en cuenta que el radio de curvatura para el cable Cat. 6 es de 4 OD²⁵. Las salidas deberán aproximarse a salidas de energía eléctrica y ubicarse a 50cm de distancia del suelo, para un manejo eficiente de los dispositivos que se encuentran en las áreas de trabajo. La distribución de las salidas de telecomunicaciones se las detalla en los planos de los Anexos C9, C10, C11 y

²⁵ OD: Diámetro exterior del cable.

C12, para cada instalación respectivamente. Los Faceplates tendrán que cumplir con la norma ANSI/TIA 568 C.2 y tener una zona específica para colocar la respectiva etiqueta. Las terminaciones serán jacks de 8 posiciones que cumplan con la norma T568B; además de cumplir con la norma ANSI/TIA 568 C.2, deberán ser conectores UTP Cat. 6.

En cuanto a los Patch Cords, deberán cumplir con la norma ANSI/TIA 568 C.2, ser ensamblados en fábrica. Estarán disponibles tres patch cords por cada punto habilitado: uno de 0,91m (3 pies) para la conexión con el Patch Panel y dos de 2,13 m (7 pies) uno para conectar una impresora o un teléfono IP al SCE y otro para la conexión entre el teléfono IP y la estación de trabajo.

3.3.3.3 Diseño del Subsistema Cableado Horizontal

Esta área comprende a la interconexión desde el área de trabajo al distribuidor de interconexión (patch panel). Para el desarrollo del presente ítem se ha tomado en cuenta la norma ANSI/TIA 569 C y el cable a utilizarse es UTP Cat. 6.

3.3.3.3.1 Rutas de Cableado

En lo referente a la Dirección Provincial MIES-INFA y a la CT. Portoviejo, existe en su mayoría techo falso; mientras que en el CRM No. 3, el techo falso se ubica únicamente en los departamentos en donde se atiende a los pacientes, las áreas comunes cuentan con loza de concreto y techo expuesto al ambiente.

Para el enrutamiento del cableado; en los lugares donde se presente una mayor densidad de cables se usará escalerilla metálica, que cuenta con juntas fáciles de instalar y manipular. Para evitar algún tipo de operación en espacios abiertos, por parte de agentes externos, se los cubrirá con los respectivos aditamentos; pero generalmente irán por sobre el techo falso ya instalado, lo que facilita el diseño. En espacios con poca densidad de cableado se preferirá el uso de tubería Conduit EMT (Electrical Metallic Tubing); en tanto que se empleará canaleta decorativa para el cableado que llegue hasta las estaciones de trabajo (faceplates). Así también, se usarán juntas y acoples para mejorar la distribución del SCE. Se debe tomar en cuenta que el diámetro del cable

categoría 6 seleccionado es de 6,1 mm (0,2402") aproximadamente y el radio de curvatura de 4 x OD; para determinar la densidad adecuada de cables que irán por los distintos canalizadores, ya establecidos.

Durante el proceso de instalación de la escalerilla, se establecerá una distancia aproximada de 15 cm con el techo falso, para poder maniobrar fácilmente el cableado. La distribución y recorrido del cableado se encuentra detallado en los planos de los Anexos C9, C10, C11 y C12. Cabe destacar que el tendido eléctrico, no afectará el desempeño del cable ya que éste se encuentra instalado y distribuido en oficinas, a través de tubería empotrada en pared.

3.3.3.4 Diseño del Subsistema Cableado Vertical

De acuerdo a la norma ANSI/TIA 568 C.1, el cableado vertical o Back-Bone, se define como aquel que permite la interconexión entre cuartos de telecomunicaciones. Se empleará fibra óptica multimodo OM3²⁶ de 50/125 µm que permite la comunicación a una distancia máxima de 300m a 10 Gbps sin repetidores; esto para comunicar el Cuarto de Telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA (1A) con:

- El Cuarto de Telecomunicaciones del CRM No. 3 (1C).
- El Cuarto de Telecomunicaciones de la CT. Portoviejo (1D).

Para la conexión del Cuarto de Telecomunicaciones 1A con el Cuarto de Telecomunicaciones del Área de Soporte 2 (1B) de la Dirección Provincial MIES-INFA, se empleará cable UTP Categoría 6A. La distribución del cableado vertical se muestra en la Figura 3. 11.

²⁶ **OM3**: Optical Multimode 3, fibra óptica optimizada por láser adecuada para velocidades de 10 Gbps hasta 300 m. Ésta nomenclatura se encuentra aprobada en la norma ISO / IEC 11801 para diferenciar los diferentes grados de fibra óptica multimodo (62,5/125 µm y 50/125 µm).



Figura 3. 11 Distribución Cableado Vertical

3.3.3.4.1 *Rutas de Cableado*

Para el enrutamiento del cableado de back-bone, se empleará ductería subterránea y cableado con recubrimiento anti-roedores que lo protegerá del medio externo, que pueda albergar 24 fibras y que sea lo suficientemente flexible como para permitir un radio de curvatura de 25 mm (1")^[19], esto se debe al terreno y distancia que debe atravesar.

La ruta que une el Cuarto de Telecomunicaciones 1A y el Cuarto de Telecomunicaciones 1B será una "tubería Conduit EMT de 1 ½ pulgada, que puede albergar hasta 15 cables UTP Categoría 6A"^[20]. Dicha tubería irá sobre el cielo falso dentro de las instalaciones; mientras que a través del patio se utilizará ductería subterránea. Al igual que la fibra óptica, este cable deberá poseer recubrimiento anti-roedores.

3.3.3.5 **Cuartos de Telecomunicaciones y Cuarto de Equipos**

El estándar ANSI/TIA 569 C indica que el Cuarto de Telecomunicaciones debe permitir la conexión entre el cableado vertical y horizontal y albergar los equipos de telecomunicaciones; mientras que el Cuarto de Equipos es el espacio donde se encuentran los dispositivos activos de red y servicios.

La ubicación física del Cuarto de Telecomunicaciones y Cuarto de Equipos para cada instalación será en el mismo lugar, debido a la falta de espacios; la distribución propuesta es la siguiente:

- En la Dirección Provincial MIES-INFA, se mantendrá la ubicación actual (14.2 m² de área) para los dos subsistemas mencionados; en lo referente a: dimensión, climatización y facilidad de acceso. Además se implementará un segundo Cuarto de Telecomunicaciones en el Área de Soporte 2 (9.6m²), como se puede observar en los planos de los Anexos C9 y C10; de esta forma se podrá brindar acceso a la red, a los usuarios del área de Soporte 2, la misma que abarca un conjunto importante de departamentos.

- En cuanto al CRM No.3, también se mantendrá en estas instalaciones su ubicación actual (11.1 m²), debido a que esta área se ha previsto para dicho propósito.
- En la Coordinación Territorial Portoviejo se reemplaza el armario de telecomunicaciones actual, por un Cuarto de Telecomunicaciones (9,2 m²); graficado en el plano del Anexo C12, para un mejor manejo de los diferentes equipos, ya que son instalaciones más seguras y climatizadas.

Entre las características más importantes que se toman en cuenta para éstas instalaciones se destaca:

- Disponer de un sistema de seguridad adecuado y que solo las personas autorizadas puedan acceder a estos espacios.
- Contar con un sistema apropiado de climatización (de 21 °C y 43% de humedad en promedio) y un UPS (descrito en el numeral 3.3.4.1)
- Los subsistemas mencionados deben tener una altura mínima de 2,6 m.
- Tener un sistema de puesta a tierra adecuado, para los equipos que lo necesiten.

Las características que deberán cumplir los racks de telecomunicaciones serán:

- Preferiblemente incorporado en un gabinete desmontable, en acero laminado frío.
- Dos puertas de acero laminado; puerta frontal de vidrio con manija fácil de operar y puerta posterior con cerradura rápida.
- Contar con el espacio suficiente para bandejas que contengan equipos activos, organizadores horizontales y regletas de tomacorrientes internas.
- Disponer de ventiladores incorporados, en caso de un posible fallo del sistema de climatización.
- Contar con conexión a tierra

Para mantener los dos racks que se encuentran actualmente en la Dirección Provincial MIES-INFA, estos deberán ser aterrizados para que cuenten con todos los requerimientos descritos anteriormente.

Otro de los elementos que se debe tomar en cuenta son los Patch Panels, que deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Contar con 48 o 24 puertos categoría 6, ensamblados en fábrica.
- Tener una adecuada puesta a tierra.

3.3.3.6 Acometida de Entrada

Según la norma ANSI/TIA 568 C.1 correlacionada con la ANSI/TIA 569 C; determina que la acometida de entrada es el lugar donde ingresan los servicios de telecomunicaciones o interconexión con otras instalaciones pertenecientes a la misma empresa, espacio en donde se encuentran dispositivos de interconexión con servicios públicos.

Se debe instalar una acometida de entrada adecuada con dos tuberías Conduit EMT de 3 pulgadas, por las cuales ingresará: los enlaces de fibra óptica y su respectivo enlace redundante (correspondientes al Carrier); fibra óptica del cableado vertical (con su respectivo recubrimiento) y posible cableado de servicios adicionales como el de televisión satelital, enlaces telefónicos, entre otros. Se ha establecido dos tuberías para evitar la Diafonía, en servicios que posiblemente en la última milla lleguen hasta las instalaciones con cable de cobre. Esto se aplicará en Portoviejo, en la Dirección Provincial MIES-INFA y se sugiere replicar el mismo procedimiento en cada una de las Coordinaciones Territoriales.

3.3.3.7 Etiquetado del Sistema de Cableado Estructurado

Para una administración adecuada de la Red Pasiva y de acuerdo a la norma ANSI/TIA 606 B, se debe identificar de forma única a cada elemento del sistema de cableado estructurado; esto incluye: Cuartos de Telecomunicaciones, Cuarto de Equipos, racks, patch panels, jacks, faceplates y cables.

Según la norma ANSI/TIA 606 B, el formato adecuado de etiquetado para el SCE de las dependencias del MIES-INFA Manabí, se indica en la Tabla 3. 24.

Tabla 3. 24
Abreviatura para Instalaciones de Ciudades

CIUDAD	ABREVIATURA
Portoviejo	PTV
Manta	MNT
Jipijapa	JIP
Chone	CHO
Bahía de Caráquez	BAH

El color de cada una de las etiquetas también se ha establecido según la norma ANSI/TIA 606 B, de las cuales se utilizará principalmente:

- **Gris:** para las terminaciones de las infraestructuras, que conectan el IC²⁷ con el HC²⁸.
- **Rojo:** usado en terminaciones de telefonía
- **Amarillo:** usado en terminaciones de aplicaciones como video.
- **Azul:** para terminaciones de datos.

Para los Cuartos de Telecomunicaciones, se ha determinado la nomenclatura que se muestra en la Figura 3. 12.

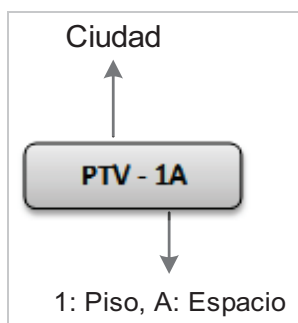


Figura 3. 12 Etiqueta para Cuartos de Telecomunicaciones

La forma de etiquetado para los racks se basa en la división de los “Espacios de Telecomunicaciones”²⁹; en coordenadas de malla. Para las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, se ha procedido a dividir cada espacio de

²⁷ **HC:** Horizontal Cross Connect (Conexión Cruzada Horizontal); se refiere al Cuarto de Telecomunicaciones más próximo al área de trabajo.

²⁸ **IC:** Intermediate Cross Connect (Conexión Cruzada Intermedia); se conecta a la MC y puede contener los equipos de telecomunicaciones de una infraestructura.

²⁹ **Espacios de Telecomunicaciones:** Lugares donde se ubican los equipos de telecomunicaciones, tales como Cuartos de Equipos y Telecomunicaciones.

telecomunicaciones en cuadros de 1 m × 1m como se indica en la Figura 3. 13; para las demás áreas el etiquetado de racks se encuentra en el Anexo C13.

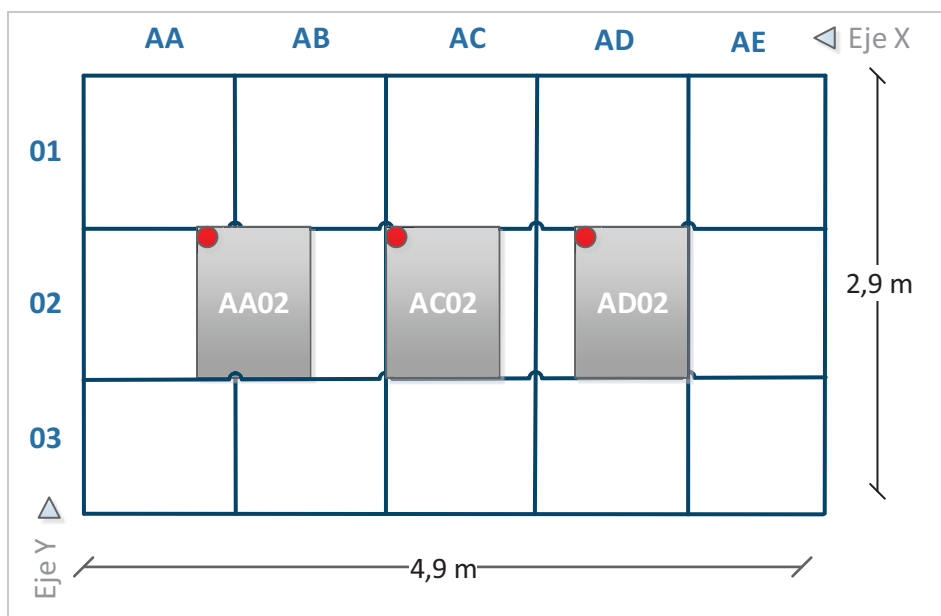


Figura 3. 13 Ejemplo de Etiquetado de Racks, DP. MIES-INFA - Área de Tecnología

En la Figura 3. 14 y la Figura 3. 15; se presentan algunos ejemplos de la forma de etiquetado para componentes de cableado como: patch panels y salidas de telecomunicaciones en el faceplate.

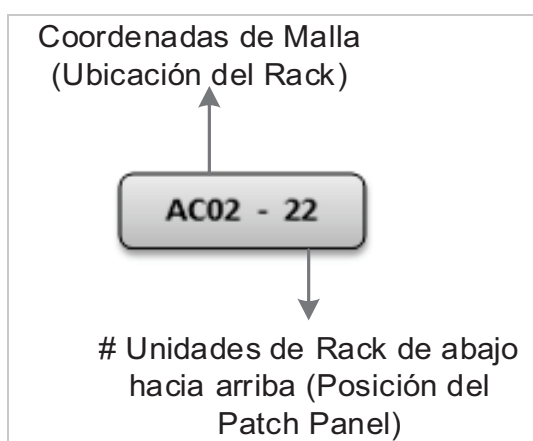


Figura 3. 14 Etiqueta Patch Panel



Figura 3. 15 Etiqueta Salida de Telecomunicaciones en el Faceplate (Telefonía)

El etiquetado de los patch-cords se realizará en cada extremo, para identificar a qué punto está asociado en el patch-panel; la identificación para estos dos elementos será la misma que se muestra en la Figura 3. 16.

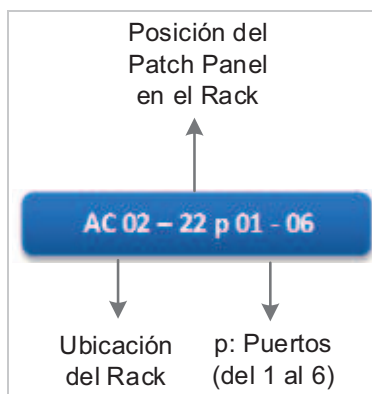


Figura 3. 16 Etiqueta Patch-Cords en los Extremos (Datos)

Para observar de mejor manera el etiquetado se puede hacer referencia a los planos de los Anexos C9, C10, C11 y C12

Algunas de las características que se debe cumplir, en cuanto a este ítem, serán:

- Los planos deben mostrar esquemáticamente la distribución de etiquetas del SCE de cada una de las dependencias del MIES-INFA Manabí.
- En la medida de lo posible el etiquetado se realizará con máquinas etiquetadoras para evitar el desgaste por las condiciones ambientales.
- Tomar en cuenta las recomendaciones de código de colores.

3.3.3.8 Subsistema de Puesta a Tierra

De acuerdo a la norma ANSI/TIA 607 B, el subsistema de puesta a tierra determina la protección eléctrica a los equipos de usuario e infraestructura del SCE, mediante la implementación de la tierra física y demás elementos que forman parte de este subsistema.

Dentro del subsistema de puesta a tierra se encuentra la TMGB³⁰, para el cual se toma en cuenta ciertas particularidades y recomendaciones como:

- Se colocará una TMGB en los cuarto de telecomunicaciones de cada una de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo para minimizar las distancias entre ésta y los equipos de telecomunicaciones.

³⁰ **TMGB:** Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones.

- Debe estar pre-perforada según la norma ANSI/TIA 607 B y las recomendaciones BICSI³¹; “los agujeros deben tener un tamaño de 79 mm (0,3125”) y 111 mm (0,4375”) de radio. En cuanto al espaciado debe ser: en el eje longitudinal, 286 mm (1.125”) y en el eje transversal, 159 mm (0.625”). Acorde al tamaño de la TBB, con distancias similares entre agujeros”^[27].
- Tendrá una longitud de 6 mm (0,23”) de espesor, 100 mm (4”) de ancho y 500 mm (20”) de largo; que asegura un crecimiento futuro.

En cuanto a las TGB³² debe cumplir con:

- Su longitud será de 6 mm (0,23”) de espesor, 50 mm (2”) de ancho y 300 mm (12”) de largo; que incluye un crecimiento futuro.
- En la medida de lo posible, en el caso de que las instalaciones cuenten con una estructura metálica, se le conectará la TGB, mediante un conector de cobre de 6 AWG.

En el caso de la TBB³³ se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El conductor principal de cobre debe aislarse y de por lo menos 6 AWG.
- Se extenderá por todas las infraestructuras utilizando las vías troncales de telecomunicaciones.
- Los conductores no se deben instalar en un conducto metálico y deben estar marcados mediante etiquetas verdes.
- Los conductores de cobre no deberán presentar empalmes, y tendrán un tamaño de 6 AWG.

La puesta a tierra del SCE incluye racks y escalerillas metálicas, fundamentalmente; no se incluye todos los elementos del SCE debido a que se trabaja con cable UTP Cat. 6. Este procedimiento se realizará mediante el kit

³¹ **BICSI:** (Building Industry Consulting Service International); se encarga de publicar normas y recomendaciones para su uso en el diseño, instalación e integración de los sistemas de transporte de información (ITS)

³² **TGB:** Barras de Tierra para Telecomunicaciones.

³³ **TBB:** Back-Bone de Tierras.

completo de jumpers, que permiten implementar la puesta a tierra de los elementos pasivos mencionados.

En la Figura 3. 17 se muestra cómo se va a proceder para interconectar los deferentes elementos del subsistema de puesta a tierra.

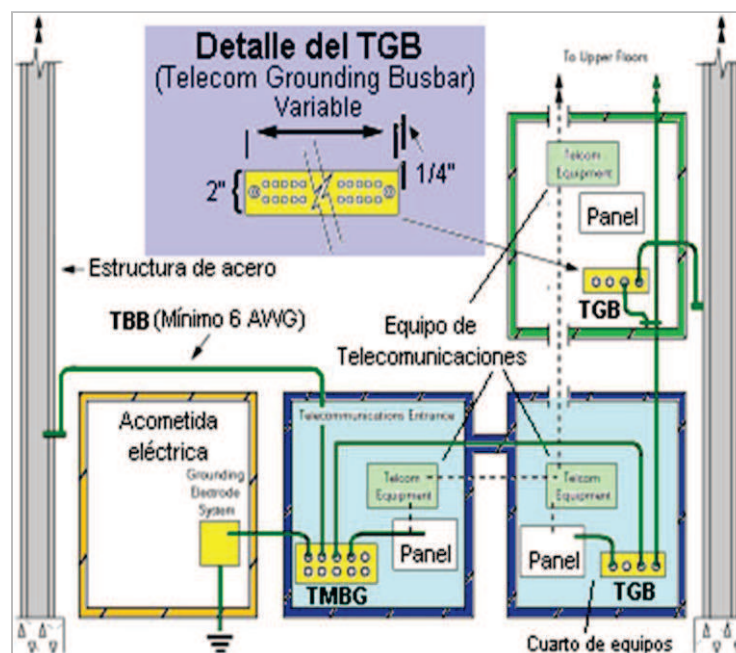


Figura 3. 17 Puesta a Tierra de los principales Equipos del SCE ^[22]

Fuente: JOSKOWICZ, J. *Cableado Estructurado*. 2011. Obtenido de: <http://bit.ly/12SiT5T>

3.3.3.9 Dimensionamiento de los elementos de Cableado Estructurado

En el presente ítem se detalla el número de elementos (unidades, metros, etc.) de los elementos que se serán necesarios para implementar el SCE.

3.3.3.9.1 Dimensionamiento de Rutas de Cableado

Para el cálculo de las rutas de cableado se consideran dos elementos importantes acerca del cable UTP Categoría 6:

- **El Diámetro del Cable:** 6,1 mm (0,2402"), aproximadamente.
- **Radio de Curvatura:** 4 x OD (Diámetro Exterior), 24,4 mm (0,968").

De acuerdo a la norma ANSI/TIA 569 C, el porcentaje de llenado de la tubería Conduit debe de ser del 40 %, estos valores se muestran en el Anexo C13.

El porcentaje de llenado de cable para la escalerilla metálica y las canaletas, es del 40% y para uso futuro 60%, valores que se muestran en el Anexo C13. En los cálculos el área interna de la escalerilla metálica se ha tomado al 75% del área total externa.

En cuanto a las canaletas se debe tomar en cuenta que, si bien las dimensiones exteriores varían respecto a la marca que se esté empleando, el área interior útil es muy similar, lo que se puede visualizar en el Anexo C13.

Tabla 3. 25
Cantidad de Elementos para Rutas de Cableado

ELEMENTO/ TAMAÑO	INSTALACIÓN			TOTAL
	DIRECCIÓN PROVINCIAL	CRM NO. 3	CT. PORTOVIEJO	
ESCALERILLA METÁLICA [mm] Ancho Alto	CANTIDAD [m] + 10%			[m]
200 70	34.1	94.5	--	128.6
350 70	31.9	51.7	68.2	151.8
TUBERÍA CONDUIT [pulg] Diámetro	CANTIDAD [m] + 10%			[m]
¾	546.4	557.7	619.3	1723.4
1	40.7	126.5	87.2	254.4
1 ¼	--	11	16.5	27.5
1 ½ BACK BONE	38.9	--	--	38.9
3	22	22	22	66
CANALETAS [mm] ancho alto	CANTIDAD [m] + 20%			[m]
32 12	208.8	165.6	230.4	604.8
CAJAS DE PASO Largo Ancho Altura	CANTIDAD [Unidades] + 10%			[Unidades]
12 12 10	13	11	15	39
20 20 10	5	12	15	32

De acuerdo a los planos de los Anexos C9, C10, C11 y C12, se realiza un cálculo exacto de las distancias; se observa en la Tabla 3. 25, la cantidad (en metros), tipo y dimensión (ancho – alto para el caso de la bandeja y canaleta; mientras que para la tubería se indica el diámetro) de elementos de rutas de cableado necesarias en cada una de las instalaciones; tomando en cuenta un 10% adicional de rango de respaldo; excepto en la bajante de las canaletas en donde se añade un 20%, debido a que se debe acercar la salida de telecomunicaciones

a un punto cercano a las estaciones de trabajo. Se considera además las dos tuberías Conduit EMT de 3 pulgadas, de acometida de entrada, para las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo.

Se debe tomar en cuenta que; al total calculado para tubería de 1 ½ pulgada se añade el enrutamiento de Back-Bone, por sobre cielo falso, entre el Cuarto de Telecomunicaciones 1A y 1B, cuyo cálculo se realiza de forma exacto en base a las medidas que se reflejan en los planos de los Anexos C9, C10, C11 y C12.

3.3.3.9.2 Cálculo del Número de Rollos de Cable

Para el desarrollo de este punto, se toma para el cálculo el método aproximado mediante el empleo de las fórmulas estandarizadas, por la norma ANSI/TIA 569 C, encargada de la “Normativa para Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales”.

El cálculo se realizará por instalaciones y la descripción por pasos se desarrolla únicamente para la Dirección Provincial MIES-INFA (Área Principal, Área de Soporte 1 y Área de Tecnología), como se muestra a continuación; para las otras dos instalaciones se muestra los valores más relevantes en la Tabla 3. 26.

- **Dirección Provincial MIES-INFA (Área Principal (AP), Área de Soporte1 (AS1) y Área de Tecnología (AT1)):**
 - Cálculo de la distancia promedio. Para ello se toma la distancia al punto de red más lejano ($d_{m\acute{a}x}$) y más cercano ($d_{m\acute{i}n}$) al cuarto de telecomunicaciones, como se indica a continuación.

$$d_{m\acute{a}x} = 21.85 [m]; \quad d_{m\acute{i}n} = 5.15 [m]$$

$$d_{med} = \frac{d_{m\acute{a}x} + d_{m\acute{i}n}}{2} = \frac{21.85 + 5.15}{2} [m] = \mathbf{13.5 [m]}$$

- Para obtener la distancia ajustada (d_{ajtd}). Se toma en cuenta la holgura, aumentando a la distancia promedio un 10 %. Se aumenta, además, a la distancia promedio una distancia constante de 5 m para tomar en

cuenta la bajante, esto para la Dirección Provincial MIES-INFA y el CRM No. 3; mientras que para la CT. Portoviejo se toma una constante de 7 m. Estos cálculos se indican a continuación.

$$d_{ajtd} = (d_{med} + 5) * 1.1 = (13.5 + 5) * 1.1 = \mathbf{20.35 [m]}$$

- Cálculo Número de Corridas. Se toma la longitud estándar de un rollo de cable (305 m), dividiéndola para la distancia ajustada. Con el fin de evitar mayores gastos en la adquisición de este elemento de cableado, el número de rollos se redondea al final del cálculo

$$\# \text{ corridas} = \frac{L}{d_{ajtd}} = \frac{305m}{20.35} = 14.98$$

$$\# \text{ corridas (redondeo)} = \mathbf{14}$$

- Para obtener el número de rollos. Se divide el número de puntos de la red (n) para el número de corridas obtenido.

$$\# \text{ rollos} = \frac{n}{\# \text{ corridas}} = \frac{52}{14} = 3.71$$

$$\# \text{ rollos (redondeo)} = \mathbf{4}$$

Para el caso del Área de Soporte 2, de la Dirección Provincial MIES-INFA, el CRM No. 3 y la CT. Portoviejo; los cálculos resumidos y la cantidad de rollos necesarios se presentan en la Tabla 3. 26.

Tabla 3. 26
Número de Rollos de Cable necesarios por Instalación

INSTALACIÓN	d _{máx.} [m]	d _{mín.} [m]	d _{med} [m]	d _{ajtd} [m]	# Corridas	# Salidas	# Rollos
Área Principal, Soporte 1 y Tecnología	21.85	5.15	13.5	20.35	14	52	3.71
Área de Soporte 2 (AS2)	31.36	7.64	19.5	26.95	11	64	5.82
CRM No. 3	84.69	5.69	45.19	55.21	5	92	18.40
CT. Portoviejo	48.34	7.55	27.95	38.44	7	128	18.29
SUBTOTAL ROLLOS							46.22
TOTAL ROLLOS							47

Para el caso de la cantidad de fibra óptica (multimodo 50/125 μm - OM3) a emplear; se toma el cálculo exacto más un 10% de rango de holgura; una constante, que se aplica para todas las instalaciones, de 10 m para cada bajante (ya que proviene de un ambiente externo) y dos hilos de fibra para transmisión/recepción, como se muestra en la Tabla 3.27.

Se debe tomar en cuenta que las bobinas de fibra calculada corresponden a bobinas de 1000 [m] con 24 hilos de fibra para exterior, las cuales ya cuentan con el recubrimiento respectivo; se ha tomado este tipo de fibra para evitar incurrir en mayores gastos pues si se adquiere un rollo de 12 hilos, para la conexión con el CRM No. 3 se estaría desperdiciando más del 50% de los dos rollos que para dicho caso se adquirirían. Para el cálculo de la cantidad de cable categoría 6A de back-bone se procede de la misma forma que con la fibra óptica (ver Tabla 3. 27).

Tabla 3. 27
Cantidad de Cableado para Back-Bone

CONEXIÓN AL CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DE LA DP. MIES-INFA DESDE:	DISTANCIA [m]	CANTIDAD [m] + 10% + 10 [m]	No. ROLLOS-UTP/ BOBINAS-FIBRA
Área de Soporte 2	36,42	60*6 (cables)	2
CRM No. 3	182	220,2	1 (24 hilos)
Coordinación Territorial Portoviejo	252	297,2	

3.3.3.9.3 Dimensionamiento de Racks

Para los Racks, se ha procedido a plantear su dimensión de acuerdo al número de dispositivos que van a contener, como se puede observar en la Figura 3. 18 para la Dirección Provincial MIES-INFA; el dimensionamiento de racks para las demás instalaciones en Portoviejo se encuentran en el Anexo C13.

En el Rack se encuentran alojados elementos de cableado estructurado, cuyo total, para las tres instalaciones se presenta la en la Tabla 3. 28.

Se recomienda, en el caso de las conexiones de cable UTP Categoría 6 con los patch panels, no quitar más de 3 cm de la cubierta. Además se toma en cuenta que para las conexiones de cableado se utilizará la norma T568B.

Tabla 3. 28
Cantidad de Elementos adicionales para el SCE

ELEMENTO \ INSTALACIÓN	DP. MIES-INFA – AP, AS1, AT [U]	DP. MIES-INFA – AS2 [U]	CRM No.3 [U]	CT. PORTOVIEJO [U]	Total [U]
Rack de Piso Cerrado 42 UR	3	0	1	1	5
Rack de Piso Cerrado 24UR	0	1	0	0	1
Patch Panel 24 Puertos Cat. 6	1	0	0	0	1
Patch Panel 48 Puertos Cat. 6	1	2	2	3	8
Organizador de Cables (1U de Rack)	5	0	0	0	5
Organizador de Cables (2U de Rack)	2	2	2	3	9
Organizador de Fibra (1U de Rack)	1	0	1	1	3
ODF (Distribuidor de Fibra Óptica) 24 Hilos	1	0	1	1	3
Regleta Vertical Tomacorriente	4	0	0	0	4
Regleta Horizontal Tomacorriente	0	1	1	1	3
Bandeja Metálica	6	1	1	1	9
Bandeja de Teclado	2	0	0	0	2

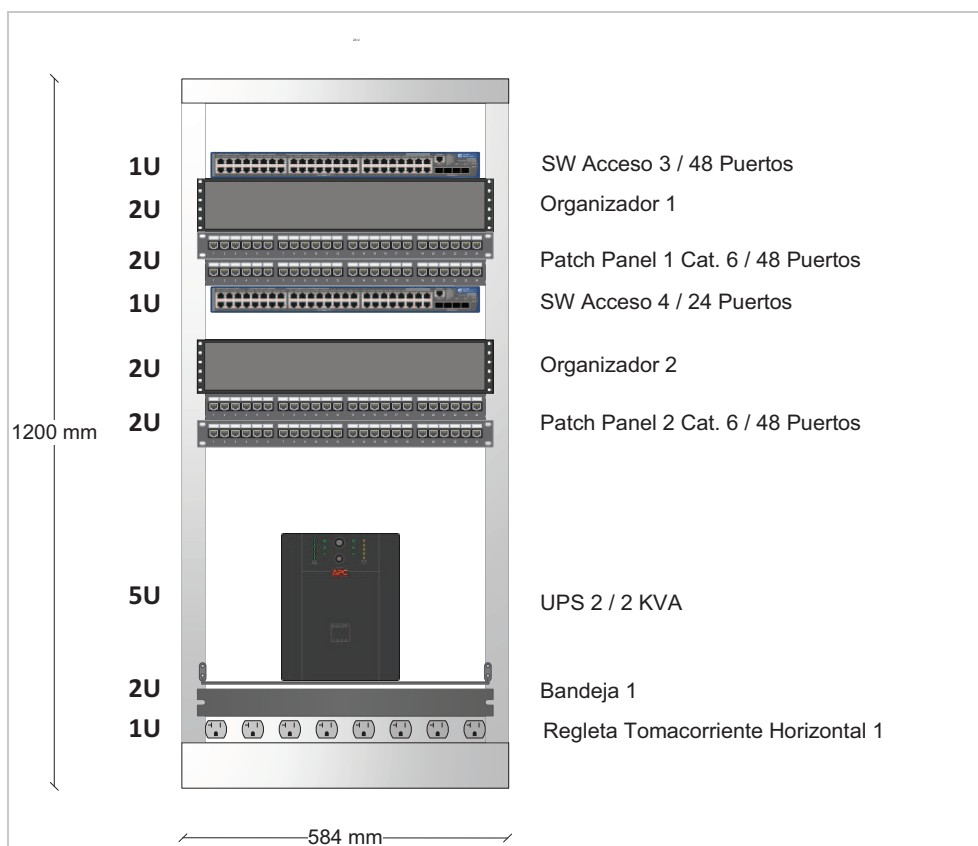


Figura 3. 18 Rack 2 de Equipos Activos, DP. MIES-INFA Manabí –Área de Soporte2

3.3.3.9.4 Cálculo Número de Elementos Adicionales

El número de patch cords requeridos para las 3 instalaciones se presenta en la Tabla 3. 29. Estarán disponibles tres patch cords por cada punto habilitado (ver Tabla 3. 23), uno de 0,91 m (3 pies) para la conexión con el Patch Panel y dos de 2,13 m (7 pies), uno para la conexión entre la estación de trabajo y un teléfono IP y otro para conectar un teléfono IP o una impresora al SCE.

Tabla 3. 29
Número de Patch Cords Requeridos

MEDIDA PATCH CORD \ INSTALACIÓN	DP. MIES-INFA [U]	CRM No. 3 [U]	CT. Portoviejo [U]	Total [U]
No. Puntos de red	116	92	128	336
0.91 m (3 pies) [U]	116	92	128	336
2.13 m (7 pies)[U]	232	184	256	672

En la Tabla 3. 30 se muestra el número de elementos correspondientes a las salidas de telecomunicaciones; en base al número de puntos totales obtenidos en la Tabla 3. 23.

Tabla 3. 30
Cantidad de Elementos para Salidas de Telecomunicaciones

ELEMENTO \ INSTALACIÓN	DP. MIES-INFA [U]	CRM NO. 3 [U]	CT. PORTOVIEJO [U]	TOTAL [U]
Jack UTP Cat. 6	116	92	128	336
Face Plate salida doble	58	46	64	168
Cajetín Rectangular 40 mm	58	46	64	168

En la Tabla 3. 31, se muestra el cálculo exacto del número de elementos necesarios para el subsistema de aterramiento.

Tabla 3. 31
Elementos para el Subsistema de Aterramiento

ELEMENTO \ INSTALACIÓN	DP. MIES-INFA [U]	CRM No. 3 [U]	CT. PORTOVIEJO [U]	TOTAL [U]
TMGB 6×100×500 [mm]	1 U	1 U	1 U	3 U
TGB 6×50×300 [mm]	4 U	2 U	2 U	8 U
Cable # 6 AWG	50 m			55 m
Kit de jacks para puesta a tierra.	12	5	6	23

3.3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SUMINISTRO EMERGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CLIMATIZACIÓN

El sistema de suministro emergente de energía eléctrica y climatización permiten mantener la red operativa frente a eventualidades energéticas y climáticas respectivamente.

3.3.4.1 UPS (UNINTERRRUMPTIBLE POWER SUPPLY, FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA)

El sistema UPS permite suministrar energía de emergencia, durante fallas y cortes de energía eléctrica y así salvaguardar la integridad de los equipos de red más importantes; mientras se pone en marcha, entra en operación la planta de energía eléctrica a Diésel.

Generalmente en todas las instalaciones, los equipos de red que necesitan este back-up de energía son: Firewall, Routers, Switches y Servidores. En la Tabla 3.32; se presenta el cálculo de la capacidad de los UPS's para la Dirección Provincial MIES-INFA; los valores para las demás instalaciones se encuentran en el Anexo C14. Se toma en cuenta valores de consumo de potencia de equipos comerciales y que la línea de alimentación es de 120 [V] para todos los equipos.

Tabla 3. 32
Capacidad UPS, DP. MIES-INFA– Áreas Principal, Soporte 1 y Tecnología

EQUIPO	CANTIDAD	INTENSIDAD [A]	POTENCIA [W]	PICO DE POTENCIA + 40% [W]	POTENCIA TOTAL [W]
SERVIDOR	7	6,60	800 ^[23] [24]	1.120	7.840
SWITCH CORE	2	4,50	540 ^[25] [26]	756	1.512
SWITCH DISTRIBUCIÓN	2	3,50	420 ^[27]	588	1.176
SWITCH - 48 PUERTOS	1	7,25	870 ^[28] [29]	1.218	1.218
ROUTER	1	0,5	60 ^[30] [31]	84	84
FIREWALL	1	0,67	190 ^[32] [33]	226	226
MONITOR	2	0,16	20 ^[34] [35]	42	84
TRANCEIVER	2	0,6	72 ^[36]	101	202
SWSERVER	2	0,08	10 ^[37] [38]	14	28
POTENCIA TOTAL REQUERIDA					12.370

Haciendo referencia a los cálculos anteriores, se requieren UPS's de las siguientes capacidades:

- En la Dirección Provincial MIES-INFA (Área Principal, Área de Soporte 1 y Área de Tecnología): UPS de **15 KVA**.
- En la Dirección Provincial MIES-INFA (Área de Soporte 2): UPS de **2 KVA**.
- En el Centro de Rehabilitación Médico No. 3: UPS de **2 KVA**
- En la Coordinación Territorial Portoviejo: UPS de **3,5 KVA**

Entre las características más relevantes que deben cumplir los UPS de menor potencia (2 KVA y 3,5 KVA) se considera:

- Generales
 - Interfaz remoto, que permita su monitoreo y configuración de parámetros.
 - Disponibilidad para conectar baterías externas
 - Puerto transitorio para red.
 - Mínimo 4 conexiones de salida para respaldo de batería y 2 conexiones para protección contra variaciones de tensión.
 - El tiempo mínimo de soporte a plena carga será de 10 minutos, adicionando bancos de baterías.
 - Bancos de baterías adicionales cerrados.
 - Frecuencia 50 – 60 Hz con autoselección
 - Que filtre la corriente alterna, manteniendo una tensión constante y, en caso de ser necesario, aislar la salida a la carga crítica.
- Eléctricas
 - Tecnología de doble conversión, que brinda mayor protección contra apagones, picos de voltaje, rudos de línea y otros fenómenos eléctricos.
 - Amplia gama de voltajes de entrada
 - Excelente adaptación eléctrica

Las características principales que debe cumplir el UPS de 15 KVA: además de las ya mencionadas para los UPS's de menor capacidad, se encuentran en el Anexo C14.

3.3.4.2 Climatización - Aire Acondicionado ^[39]

Cada uno de los cuartos de telecomunicaciones debe brindar las condiciones adecuadas para el funcionamiento de los equipos que alojan. Se debe tomar en cuenta que la temperatura adecuada para este tipo de instalaciones está entre 18° y 24° centígrados y una humedad entre un 33% y 55% medida desde 1.5 metros desde el piso ^[40].

La capacidad requerida para el aire acondicionado de los cuartos de telecomunicaciones de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, se calcula en función de las dimensiones de cada uno de los cuartos, la temperatura establecida y la temperatura externa ambiente promedio ^[41].

La capacidad de los aires acondicionados se muestra en la Tabla 3. 33, el cálculo se realiza mediante la expresión indicada en el Anexo C14.

Tabla 3. 33
Capacidad Aires Acondicionados, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

DIMENSIONES	CUARTO TELECOM	UNIDADES	ANCHO (A)	LARGO (L)	ALTURA (H)	ÁREA TOTAL [pies ²] $2 \times A \times L + 2 \times A \times H + 2 \Delta \times L \times H$	
	A1	[m]		2,9	4,9	2,7	760,03
[pies]			9,51	16,1	8,86		
A2		[m]		3	3,2	2,7	567,06
		[pies]		9,84	10,5	8,86	
A3		[m]		3	3,4	3	634,48
		[pies]		9,84	11,2	9,84	
A4	[m]		2,2	4,2	3,5	682,73	
	[pies]		7,22	13,8	11,5		
TEMPERATURA	UNIDADES	EXTERNA MÁXIMA	INTERNA DESEADA		DIFERENCIA DE TEMPERATURA		
	[°C]	33	21		21,6		
	[°F]	91,4	69,8				
CUARTO DE TELECOM.		A1	A2	A3	A4		
POTENCIA	[w]	12.370	1855	1.956	3.174		
CAPACIDAD AIRE ACONDICIONADO	[BTU]	62.727,28	21.640,01	23.804,92	29.263,45		

De acuerdo a los cálculos realizados y mostrados en la Tabla 3. 33, se recomienda la instalación de aires acondicionados tipo Split de **24.000 [BTU]**. De ésta forma se instalarán: tres aires acondicionados en el Cuarto de telecomunicaciones A1, dos en el Cuarto de telecomunicaciones A4 y 1 en los cuartos A2 y A3 respectivamente. Todo esto con el fin de evitar adquirir aires acondicionados de precisión, que tienen un precio mucho más alto.

3.3.5 DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL ACTIVA

El diseño de la LAN tiene como objetivo combinar los tres servicios: datos, telefonía IP y video en la misma infraestructura, por lo tanto la red debe soportar la carga de los nuevos servicios y de los que presenta actualmente.

Además en el diseño se contempla la implementación de Software Libre, al ser instituciones públicas deben cumplir con el Decreto Ejecutivo No. 1014 ^[42], que dispone el uso de software libre como política de Gobierno. Para Instituciones que trabajan con software privativo, que es el caso de las dependencias del MIES-INFA Manabí, la Subsecretaría Informática del Ecuador sugiere una “Secuencia de Migración de Aplicaciones a Software Libre” ^[43]; recomendaciones que serán tomadas en cuenta en el rediseño de la red y se describen en el Anexo C15.

3.3.5.1 Dispositivos Terminales

Los 124 usuarios potenciales que están presentes en las instalaciones de Portoviejo en la actualidad (ver Tabla 3. 8), tendrán acceso a la red mediante 1 PC cada uno, excepto la persona de servicios generales del CRM No.3, es decir, se debe contar con 123 PCs, incluyendo 26 PCs para los empleados que además de sus funciones en oficina realizan labores de campo y continuamente ingresan datos de niños y jóvenes, no se prevé instalar PCs para todos los funcionarios, porque en la actualidad no existe el suficiente espacio físico, las cuales se instalarán en dos áreas que se encuentran desocupadas actualmente, en la Coordinación Territorial Portoviejo. En la Tabla 3. 34 se indica los dispositivos terminales que se requieren en la LAN, con sus características

principales, la distribución de estos dispositivos, para cada departamento, se encuentra en el Anexo C8.

Tabla 3. 34
Dispositivos Terminales Requeridos

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	INSTALACIÓN	No.
ESTACIONES DE TRABAJO	PCs de escritorio o portátiles, instalado el sistema operativo Linux (básicamente UBUNTU 12.10, última versión) y deberán tener integradas NIC Fast Ethernet 10/100 Mbps; las demás características de hardware y software dependerán de las aplicaciones ejecutadas por los funcionarios. Se conectarán en su mayoría a los teléfonos IP y éstos a su vez a los puntos de red con <i>patchcord</i> categoría 6 de 2.13 [m].	DP. MIES-INFA	39
		CRM No. 3	30
		CT. Portoviejo	54
TOTAL	123		
IMPRESORAS	Conectadas de forma directa a la red o mediante Print Servers, con cables <i>patchcord</i> categoría 6 de 2.13 m.	DP. MIES-INFA	12
		CRM No. 3	10
		CT. Portoviejo	8
TOTAL	30		

3.3.5.2 Equipos de Conectividad

Los equipos de conectividad que se incluirán en el diseño de la LAN de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo son: switches de acceso, switches de distribución y switches de núcleo, los cuales se conectarán en base al modelo en capas propuesto en la parte introductoria de la sección 3.3.1, Figura 3.8.

3.3.5.3 Capa de Acceso

Los dispositivos que se encuentran en la capa de acceso deberán trabajar en los niveles 1 y 2 del modelo ISO/OSI; se utilizarán switches de acceso, los cuales permitirán integrar los dispositivos finales y demás periféricos (estaciones de trabajo, teléfonos IP, impresoras, entre otros) a la red; los switches de acceso deben admitir las siguientes características.

- **Velocidad de puerto:** Interfaces Fast Ethernet (100 Mbps) y Gigabit Ethernet (1000 Mbps).
- **VLAN:** Permitirán dar un trato diferencial al tráfico de voz y video.

- **QoS:** Característica que permite priorizar el tráfico en una red que admite, datos, voz y video.
- **Seguridad de Puerto:** El switch controla cuáles y cuántos dispositivos se pueden conectar al mismo.
- **Power over Ethernet:** Permite entregar energía eléctrica a través del switch, esta característica aumenta su costo, por lo tanto se considera únicamente en esta capa, debido a que se implementará telefonía IP.

3.3.5.3.1 Dimensionamiento de los switches de Acceso

Los switches de acceso admitirán la conexión de aproximadamente **228** dispositivos finales, incluyendo los requeridos tanto para usuarios actuales, como para los proyectados a 5 años. No se toma en cuenta el número de teléfonos, para calcular el número de puertos totales, debido a que se utilizará un solo puerto para conectar una PC y un teléfono a la red, excepto en el CRM No.3 y la CT. Portoviejo que se conectarán 4 teléfonos directamente a la red sin utilizar una PC. Por lo tanto se deberá contar con al menos 228 puertos para la conexión de equipos terminales a la red.

Tabla 3. 35
Número de Switches de Acceso Requeridos

INSTALACIÓN		PUNTOS ACTUALES REQUERIDOS	PUNTOS PROYECTADOS A 5 AÑOS	TOTAL PUNTOS	PUERTOS UP-LINK 1 GBPS	# SWITCHES ACCESO (SWA)	
DP. MIES-INFA	Área Principal	9	2	11	2	1 SW de 48 Puertos	
	Área Soporte 1	15	5	20			
	Área Tecnología	3	1	4			
	Área Soporte 2	39	13	52	4	1 SW de 48 Puertos y 1 SW de 24 Puertos	
CRM No.3	Ala Norte	21	5	26	4	1 SW de 48 Puertos y 1 SW de 24 Puertos	
	Ala Central	13	5	18			
	Ala Sur	22	6	28			
CT. Portoviejo		85	21	106	6	2 SW de 48 Puertos y 1 SW de 24 Puertos	
TOTAL		207	58	265	16	-	
		Switches de 24 puertos					3
		Switches de 48 puertos					5

En el Anexo C16, se encuentran cuantificados los equipos finales requeridos en el MIES-INFA, para la actualidad y para el futuro.

En base a los cálculos realizados en el Anexo C16, el número de switches de acceso que se deberá adquirir y su distribución en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, se detallan en la Tabla 3. 35, junto con el número de puntos totales, requeridos en la actualidad y el total de puntos proyectados.

3.3.5.3.2 Dimensionamiento de la Velocidad de Backplane y Throughput

Backplane: Capacidad de ancho de banda de un switch para admitir la comunicación entre sus puertos. El cálculo pertinente de este parámetro se basa en los siguientes datos: número de puertos del switch, la capacidad (velocidad) de puerto y al tratarse de transmisión full dúplex (que es lo más común en redes de nueva generación) se agrega el doble de la capacidad de puerto; por lo que, para el cálculo, se tiene la siguiente expresión:

$$C_{backplane} = \#puertos \times capacidadPuerto \times 2 \quad (\text{Fórmula 3. 2})^{[44]}$$

Se tendrán puertos de cobre para la conexión a los equipos de distribución cercanos y puertos de fibra que permitirán la conexión a los equipos ubicados a distancias mayores de 90 metros.

De esta manera se realiza el cálculo de la capacidad de backplane para los switches de acceso, considerando switches de 24 y 48 puertos a 100 Mbps y 2 puertos de Uplink de fibra a 1000 Mbps, respectivamente.

$$C_{backplane} = 24 \times 100 [Mbps] \times 2 + 2 \times 1000 [Mbps] \times 2$$

$$C_{backplane-24} = \mathbf{8,8 [Gbps]};$$

$$C_{backplane-48} = \mathbf{13,6 [Gbps]}$$

Throughput: Número de paquetes enviados desde el puerto de un switch en una unidad de tiempo. La siguiente expresión permite obtener el throughput y para aquello es necesario dividir la capacidad total de puertos para la longitud de los paquetes a procesar.

$$\text{Throughput} = \frac{\#puertos \times capPuerto}{longitud paquete} \quad (\text{Fórmula 3. 3})^{[45]}$$

El tamaño del paquete en capa enlace de datos, se encuentra dentro del rango de 64 y 1518 bytes; a esto se le añade 12 bytes de GAP³⁴, 7 bytes de preámbulo y 1 byte delimitador de trama (20 bytes en total), considerando estos valores, a continuación se calcula el Throughput:

$$\text{Throughput} - 24 = \frac{24 \times 100\text{Mbit/s} + 2 \times 1000\text{Mbit/s}}{\frac{(64 + 20)\text{byte}}{1 \text{ paquete}} \times \frac{8 \text{ bit}}{1 \text{ byte}}} = 3.16 \frac{\text{Mpaquete}}{\text{s}}$$

$$\text{Throughput} - 24 = \mathbf{3.16 [Mpps]}$$

$$\text{Throughput} - 48 = \mathbf{10.12 [Mpps]}$$

3.3.5.3.3 Especificaciones Técnicas de los Switches de Acceso

Los switches de acceso manejarán los diferentes tipos de tráfico que circularán a través de una red multiservicios (datos, voz y video). Las especificaciones básicas que deben reunir los switches de acceso se resumen en el Anexo C17.

3.3.5.4 Capa de Distribución

En esta capa se requiere la conexión de equipos con alta capacidad de procesamiento y rendimiento, con una tasa de envío mayor que la capa de acceso; los equipos de distribución tienen funcionalidades de capa 2 y 3 del modelo OSI, se encargan de realizar enrutamiento entre las VLANs definidas en la capa de acceso. Se utilizarán switches de distribución a los cuales se conectarán todos los switches de acceso. De forma similar a los switches de acceso, deberán soportar QoS.; adicionalmente admitir las siguientes características:

- **Velocidad de puerto:** Interfaces Gigabit Ethernet (1000 Mbps).
- **Agregación de enlaces:** El switch puede utilizar varios enlaces simultáneamente, se aumenta el ancho de banda hasta los switches de la siguiente capa.

³⁴ **GAP:** En un Switch, se lo define como tiempo de recuperación entre tramas para permitir a los dispositivos prepararse para la recepción del siguiente paquete.

- **Políticas de seguridad y control de acceso:** Mediante el uso de ACL's (Access Control List, Listas de control de acceso) para controlar el tráfico que circula por la red.

3.3.5.4.1 Dimensionamiento de los switches de distribución

Los switches de distribución deben soportar el tráfico de 8 switches de acceso que tendrán enlazados y se conectarán a la capa de core mediante enlaces Gigabit Ethernet. Se considera redundancia con enlaces primarios (EP) y secundarios (ES), hacia la capa de acceso y hacia la capa de core, los enlaces secundarios operarán si los primarios presentan algún tipo de falla. En la Tabla 3.36 se especifica el número de puertos requeridos para la conexión con los equipos de acceso y core.

Tabla 3. 36
Número de Puertos para Switches de Distribución

SWITCH DISTRIB.	SWA1	SWA2	SWA3	SWA4	SWA5	SWA6	SWA7	SWA8	SW Core1	SW Core2
SWD1	EP	EP	EP	EP	EP	ES	ES	ES	2EP	ES
SWD2	ES	ES	ES	ES	ES	EP	EP	EP	ES	2EP
Puerto	Gi 0/1	Gi 0/2	Gi 0/3	Gi 0/4	Gi 0/5	Gi 0/6	Gi 0/7	Gi 0/8	Gi0/9 - Gi0/10	Gi 0/11
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	11									

De acuerdo a la Tabla 3. 36 en la capa de distribución se requiere 11 puertos, para cada switch, por lo tanto se dimensionarán dos switches de **12 puertos**.

3.3.5.4.2 Dimensionamiento de la Velocidad de Backplane y Throughput

Para proceder con el cálculo del backplane y throughput se sigue el mismo procedimiento realizado en la sección 3.3.5.3.2, utilizando las Fórmulas 3.2 y 3.3.

Cálculo de Backplane:

Se realiza el cálculo de la capacidad de backplane para los switches de distribución, considerando switches de 8 puertos de cobre a 1000 Mbps y 4 puertos de fibra a 1000 Mbps, respectivamente.

$$C_{backplane} = 8_{p-cobre} \times 1000 [Mbps] \times 2 + 4_{p-fibra} \times 1000 [Mbps] \times 2$$

$$C_{backplane} = \mathbf{24 [Gbps]}$$

Cálculo de Throughput:

$$Throughput = \frac{8 \times 1000 \text{ Mbit/s} + 4 \times 1000 \text{ Mbit/s}}{\frac{(64 + 20) \text{ byte}}{1 \text{ paquete}} \times \frac{8 \text{ bit}}{1 \text{ byte}}} = 18 \frac{\text{Mpaquete}}{\text{s}}$$

$$Throughput = \mathbf{18 [Mpps]}$$

3.3.5.4.3 Especificaciones Técnicas de los Switches de Distribución

Los switches de distribución se ubicarán en el cuarto de telecomunicaciones de la DP. MIES-INFA; cuyas especificaciones técnicas se describen en el Anexo C17.

3.3.5.5 Capa de Core

La capa de *core* maneja grandes volúmenes de tráfico por lo que debe ser sumamente redundante y altamente disponible. Alojará los switches de *core*, los cuales presentarán interfaces para la conexión con los switches de distribución, además, esta capa incluye los servidores, el firewall corporativo y los routers que proporcionan los servicios de ISP y Carrier.

Los switches de core se conectarán a los de distribución mediante agregación de enlaces, lo que permitirá tener un ancho de banda disponible de 2 Gbps.

Las principales características que deben soportar los switches de core son:

- Tasa de renvío muy alta
- Calidad de servicio (QoS)
- Agregación de enlaces
- Interfaces Gigabit Ethernet.

3.3.5.5.1 Dimensionamiento del Switch de Core

Se colocarán 2 switches de core en el cuarto de telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA, los cuales permitirán la conexión de los 2 switches de distribución, de los servidores, del firewall corporativo y hacer

balanceo de carga. En la Tabla 3. 37 se especifica el número de puertos requeridos en los equipos de core.

Tabla 3. 37
Número de Puertos para Switches de Core

Switch Core	SWC1		SWC2	
	No. Puertos	Puerto	No. Puertos	Puerto
SWC1/2	1	Gi0/1	1	Gi0/1
SWD1	2	Gi0/2 - Gi0/3	1	Gi0/2
SWD2	1	Gi0/4	2	Gi0/3 - Gi0/4
Ser1 (T.IP)	1	Gi0/5	1	Gi0/5
Ser2 (Correo)	1	Gi0/6	1	Gi0/6
Ser3 (Video)	1	Gi0/7	1	Gi0/7
Ser4 (Secure)	1	Gi0/8	-	-
Ser5 (AS400)	1	Gi0/9	1	Gi0/8
Ser6 (Olimpo)	-	-	1	Gi0/9
Ser7(DNS-DHCP-FTP)	1	Gi0/10	1	Gi0/10
Firewall-FW1	2	Gi0/11 - Gi0/12	2	Gi0/11 - Gi0/12
Router_Carrier	1	Gi0/13	1	Gi0/13
TOTAL PUERTOS		13		13

En base a este análisis se constata que se requiere en total 13 puertos para los switches de core, para tener escalabilidad se dimensionarán 2 switches de core de **16 puertos** Gigabit Ethernet.

La capa de core conjuntamente con el router de borde del Carrier, en la Dirección Provincial MIES-INFA, se encargará de realizar la interconexión de la red corporativa; con los respectivos núcleos colapsados³⁵ de cada Coordinación Territorial y routers de borde del Carrier.

En la capa de *core* se manejará la redundancia en dos sentidos: mediante la conexión de dos enlaces utilizando un ancho de banda de 2 Gbps hacia los switches de distribución, de manera de que si un enlace principal falla se disponga de 1 Gbps para la transmisión, mientras se levanta el enlace que falló; segundo, disponer de un enlace adicional hacia cada switch de distribución, para evitar que la red quede inactiva si se presenta algún inconveniente con los enlaces antes mencionados.

³⁵ **Núcleo colapsado:** Se refiere a un modelo de capas que combina la capa de distribución y la de core en una sola capa, modelo apropiado para redes pequeña que no requieren grandes prestaciones.

3.3.5.5.2 Dimensionamiento de la Velocidad de Backplane y Throughput

Para obtener los valores del backplane y throughput se sigue el mismo procedimiento realizado en la sección 3.3.5.3.2, utilizando las Fórmulas 3.1 y 3.2.

Cálculo de Backplane:

Se realiza el cálculo de la capacidad de backplane, considerando switches de 16 puertos de cobre a 1000 Mbps y 2 puertos de fibra a 1000 Mbps.

$$C_{backplane} = 16 \times 1000 [Mbps] \times 2 + 2 \times 1000 [Mbps] \times 2$$

$$C_{backplane} = \mathbf{36 [Gbps]}$$

Cálculo de Throughput:

$$Throughput = \frac{16 \times 1000 \text{ Mbit/s} + 2 \times 1000 \text{ Mbit/s}}{\frac{(64 + 20) \text{ byte}}{1 \text{ paquete}} \times \frac{8 \text{ bit}}{1 \text{ byte}}} = 27 \frac{\text{Mpaquete}}{\text{s}}$$

$$Throughput = \mathbf{27 [Mpps]}$$

3.3.5.5.3 Especificaciones Técnicas de los Switches de Core

El Anexo C17, describe las características principales de los switches de core.

3.3.5.6 Diseño de la Granja de Servidores

La etapa del diseño para la granja de servidores en la Dirección Provincial MIES-INFA tiene como objetivo ampliar y mejorar los servicios que ofrece a los usuarios actuales y futuros.

Las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo deberán seguir los lineamientos del decreto 1014 (utilización de software libre en entidades de administración pública del país); por lo tanto los servicios correrán bajo la plataforma GNU/Linux, específicamente en la distribución CentOS, basada en la distribución segura y estable orientada al ambiente de servidores, Red Hat; pero no requiere ninguna retribución para acceder a las actualizaciones.

Tabla 3. 38
Servidores para las dependencias del MIES-INFA Manabí

SERVIDOR	DESCRIPCIÓN
DNS (Domain Name System)	Almacena de forma jerárquica traducciones de nombres de dominio a direcciones IP y viceversa, para cualquier recurso conectado a la red. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Corporativa
DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	Permite a cada dispositivo (computadoras, teléfonos IP, impresoras, etc.) obtener de forma automática una dirección IP, máscara de sub-red, puerta de enlace, dirección de servidor DNS, entre otros. Ubicación: En cada Coordinación Local Servicio: Red Local
E-mail (Correo Electrónico)	Es uno de los servicios más utilizado por los usuarios de la institución, básicamente se asigna una cuenta de correo electrónico a cada funcionario; la capacidad de almacenamiento deberá garantizar las diferentes actividades que se realizan a través de este medio. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Corporativa
FTP (File Transfer Protocol)	Permite la transferencia de archivos desde un servidor hacia un cliente FTP. Mediante FTP se organizarán los documentos utilizados por los diferentes funcionarios de acuerdo al departamento que pertenecen. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Local
Asterisk	Para permitir señalización y dirigir las llamadas telefónicas entre los usuarios dentro de la LAN o de otras sucursales atravesando la WAN. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Corporativa
Antivirus	Para garantizar detección y protección contra cualquier tipo de ataque. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Corporativa
Video Streaming	Para distribuir videos y seguir la transmisión en tiempo real. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Local
Video conferencia	Para permitir un intercambio bidireccional de información de video en tiempo real, entre personas que se encuentran en diferentes lugares. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Corporativa
Olimpo	Almacena los activos fijos e inventarios de la institución y permite llevar los registros contables de las operaciones financieras, según los Principios de Contabilidad Aplicables al Sector Público. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Local
AS/400	Aloja información utilizada exclusivamente por el personal del CRM No.3, como historias clínicas de los pacientes. Ubicación: Portoviejo (DP. MIES-INFA) Servicio: Red Local

En cuanto a la ubicación de los servidores en la red corporativa, los servicios que operan en Portoviejo podrán ser accedidos por los usuarios de las demás Coordinaciones Territoriales mediante los enlaces WAN a contratar; de todas formas es conveniente que ciertos servicios operen de forma local en cada una de las Coordinaciones por razones de disponibilidad y para no sobrecargar los enlaces WAN, como en el caso del servidor DHCP que funcionará en cada Coordinación para permitir una conexión rápida y sencilla de los equipos a la red.

Los servidores que se requiere para atender toda la demanda de usuarios de las dependencias del MIES-INFA Manabí, se describe en la Tabla 3. 38.

3.3.5.6.1 Sistema Operativo para los Servidores

Es indispensable que los servidores estén consolidados en el mismo sistema operativo, en este caso sobre CentOS 6.2 (última versión estable); para facilitar la administración y la asistencia técnica. En la Tabla 3. 39 se indican las especificaciones técnicas requeridas para la instalación de CentOS 6.2.

Tabla 3. 39
Especificaciones Técnicas para CentOS 6.2

REQUISITOS DE HARDWARE		
MEMORIA RAM	Mínimo	64 MB
DISCO DURO	Mínimo	1024 MB
	Recomendado	4 GB
PROCESADOR	Compatibilidad	i386 o x86_64; según sea de 32 o 64 bits.
	Marcas ^[46]	<ul style="list-style-type: none"> • Intel x86-compatible (32 bit) (Intel Pentium I/II/III/IV/Celeron/Xeon, AMD K6/II/III, AMD Duron, Athlon/XP/MP). • Intel Itanium (64 bit). • Advanced Micro Devices AMD64 (Athlon 64, etc.) e Intel EM64T (64 bit). • PowerPC/32 (Apple Macintosh PowerMac corriendo sobre procesadores G3 o G4 PowerPC). • IBM Mainframe (eServer zSeries y S/390).

3.3.5.6.2 Software para DNS

A continuación se indica los tipos de software utilizados en servidores DNS. En el Anexo C18, se describe en detalle las características de estos tipos de software.

- BIND (Berkeley Internet Name Domain)
- Pdnssd
- Power DNS
- Unbound
- Mara DNS
- DNS(Windows 2000/2003/2008)
- Djbdns
- Dnsmasq

De acuerdo al análisis realizado en el Anexo C18, los servidores más opcionados para la configuración del Servidor DNS son el servidor Unbound y el servidor BIND, por las características que los definen, en especial porque ambos cuentan con seguridad DNSSEC; estos servidores al igual que el de Windows están enfocados a incrementar el nivel de seguridad, con la diferencia que éste último requiere de una licencia para su operación. De las dos alternativas se escoge el servidor BIND (última versión estable 9.9.2) debido a que en la actualidad es la más utilizada en internet, principalmente para sistemas Linux, bajo licencia BSD.

3.3.5.6.3 *Hardware Requerido para el servidor DNS*

En esta sección del diseño se especificarán los valores para el CPU, memoria y discos requeridos para el funcionamiento del servidor DNS. En la página oficial de BIND (<http://www.isc.org/software/bind>) las recomendaciones para su operación son las siguientes:

- Los requerimientos de CPU para BIND 9, van desde máquinas con procesadores i486 (antecesor de Intel Pentium, con velocidades entre 16 MHz y 100 MHz), hasta procesadores modernos (Intel® Core™ i7).
- La memoria del servidor debe ser lo bastante grande para cargar los datos en las zonas y en la memoria cache.

3.3.5.6.4 *Software para DHCP*

Las opciones de software para el servidor DHCP sobre Linux se indican a continuación. Las características de cada uno, se encuentra en el Anexo C18.

- ISC DHCP
- Linux LiveCDRouter

- Dual DHCP/DNS Server

De las tres alternativas presentadas, se elegirá ISC DHCP (4.2.4-P2, última versión ^[47]), debido a que en la actualidad es el más utilizado, además es desarrollado por el mismo fabricante de BIND, software escogido para el servidor DNS, facilitando la administración y la asistencia técnica.

3.3.5.6.5 *Hardware Requerido para el servidor DHCP*

Para la instalación del servidor DHCP, se requiere como mínimo un procesador de 1GHz, un disco duro con baja capacidad, una memoria RAM de al menos 1GB. En la ciudad de Portoviejo funcionará junto al servidor DNS.

3.3.5.6.6 *Software para FTP*

Entre las opciones más comunes para la implementación del servidor FTP se encuentran las siguientes:

- CrushFTP
- Vsftpd
- ProFTPD
- Wu-ftp

En el Anexo C18, se describe en detalle las características de estos tipos de software.

De las alternativas de software para FTP, se recomienda ProFTPD (1.3.4^a, última versión estable ^[48]), la más factible para implementar el servidor FTP, por sus características de seguridad y de autenticación de usuarios, que lo diferencian de su similar Vsftpd.

3.3.5.6.7 *Hardware Requerido para el servidor FTP*

Para la implementación del servidor FTP se recomienda un procesador de 1 GHz como mínimo, un disco duro con una capacidad que soporte el sistema operativo más 10 GB aproximadamente y una memoria RAM de al menos 1 GB.

3.3.5.6.8 Software para Correo electrónico

Las principales opciones que existe para implementar un servidor de correo electrónico, se listan a continuación. Las características principales de cada uno, se encuentran en el Anexo C18.

- Sendmail
- Postfix
- Microsoft Exchange Server
- Qmail
- Zimbra

Si fuera necesario reemplazar el servidor Zimbra, si en algún momento llegara a presentar fallas significativas; de las alternativas anteriores se recomienda Postfix (última versión estable 2.9.4 ^[49]) porque es un servidor de código abierto, es uno de los más utilizados en la actualidad y debido a sus características de seguridad, administración simplificada e incorporar características como autenticación a través de SASL usando canales seguros (TLS).

3.3.5.6.9 Hardware Requerido para el servidor de correo

Las características de hardware que se recomienda se muestran en la Tabla 3.40.

Tabla 3. 40
Hardware Requerido para el Servidor Zimbra ^[50]

NO. CUENTAS	CPU	RAM	DISCO
Hasta 50 cuentas	Intel /AMD 32 bits a 1.5 GHz o superior	1GB	5GB
51 a 2000 cuentas	Intel /AMD 32 bits a 2 GHz o superior	2 GB	10 GB
Más de 2000 cuentas	de 64 bits	4 GB	> 10GB

Nota Fuente: Adaptado de Batioja C., & Guitiérrez C. (2009). *Implementación del servicio de correo móvil que interactúa con un servidor de correo Linux, utilizando la plataforma de BlackBerry Enterprise Server que trabaja sobre una red GPRS (p.70).*

En base a la información de la Tabla 3. 7, se requiere 463 cuentas de correo, una para cada funcionario de las dependencias del MIES-INFA Manabí, en la actualidad y 581 cuentas dentro de 5 años. Por lo tanto, tomando como referencia los datos de la Tabla 3. 40, para un número de cuentas de 51 a 2000, las características de hardware recomendadas para el servidor Zimbra son:

- Procesador Intel Dual-Core a 2 GHz.
- 2 Discos duros de alta capacidad (10 GB, mínimo), dependiendo si los correos se van almacenar en el servidor.
- Memoria RAM de al menos 4 GB.

3.3.5.6.10 Software para Antivirus

Como software de antivirus se seguirá manteniendo Symantec Endpoint Protection, debido a que no ha presentado ningún problema significativo, brindando protección contra cualquier tipo de ataque y mediante uno de sus tres componentes permite administrar equipos y servidores. Además incluye protección Symantec para Linux. Adicionalmente se recomienda el software Mail scanner (versión estable 4.83.3 ^[51]), puede ser instalado en el servidor de correo conjuntamente, es un sistema de antivirus y antispam para correo electrónico, funciona sobre sistemas tipo UNIX, entre sus principales características están: realiza un escaneado de la cabecera, asunto y cuerpo de correos entrantes y salientes, brinda protección anti-spam contra envíos masivos y bloquea mensajes mal intencionados. Básicamente los componentes de hardware mínimos recomendados para la implementación de Mailscanner son ^[52]: Servidor a 250 MHz, 256 MB RAM y 8 GB disco duro.

3.3.5.6.11 Software para Videoconferencia

Los servidores que permiten la implementación de videoconferencia en la red y sus principales características se analizan en el Anexo C18.

La alternativa planteada para videoconferencia es OpenMeetings, la cual a finales del año 2011 fue aceptada por Apache Software Foundation, nombrando a su última versión como *apache-openmeetings-incubating-2.0.0.r1361497-14-07-2012* ^[53]; debido a que puede ejecutarse tanto en sistemas operativos Windows como Linux, utiliza la plataforma flash para su operación y los clientes únicamente requieren de un navegador web y Flash Player para participar en una sesión de videoconferencia.

3.3.5.6.12 *Hardware Requerido para OpenMeetings* ^[54]

Para la implementación del servidor de videoconferencia, las características mínimas de hardware que se recomienda son:

- Procesador Intel Dual-Core a 2 GHz o superior (32 o 64 bits)
- 1 disco duro de alta capacidad.
- Memoria RAM de al menos 4 GB.
- Micrófonos, auriculares y altavoces ^[55]

3.3.5.6.13 *Software para Videostreaming*

Entre las alternativas de servidores que se tiene para implementar videostreaming y sus principales características se analizan en el Anexo C18.

Se escogerá la alternativa libre a Flash Media Server, desarrollado en Java, Red5, para la implementación de videostreaming, en su versión más actual 1.0 ^[56], el cual reúne todas las ventajas que open source ofrece, tratando de brindar los mismos beneficios de FMS. Red5 es compatible con el protocolo RTMP y con varios formatos de audio y video, tales como, .flv, .mp4, .mp3, AAC, entre otros.

3.3.5.6.14 *Hardware Requerido para Red5* ^[57]

Básicamente los componentes de hardware requeridos para la implementación de Red5 son los siguientes:

- Procesador Intel Dual-Core a 2 GHz o superior.
- 1 disco duro de alta capacidad, dependiendo de, si los videos se van a guardar en el servidor.
- Memoria RAM de al menos 4 GB.
- Interfaz de red de 1 GB

3.3.5.6.15 Telefonía IP

Para implementar telefonía IP en la red, se plantea el uso del software Asterisk como central de telefonía IP, para el cual los componentes de hardware recomendados^[58] para la instalación son:

- **Hasta 5 llamadas recurrentes:** CPU: 400 MHz, RAM: 256 MB
- **Hasta 10 llamadas recurrentes:** CPU: 1 GHz, RAM: 512 MB
- **Hasta 15 llamadas recurrentes:** CPU: 3 GHz, RAM: 1 GB
- **Más de 15 llamadas recurrentes:** Procesadores duales.

En base a estos datos, las características básicas que debe tener el hardware para la implementación de los servidores en la red, se resumen en la Tabla 3. 41, y se ve necesaria la adquisición de 4 servidores, uno para el funcionamiento de DNS/DHCP/FTP, otro para el servicio de Correo electrónico, uno para telefonía IP y otro para el servidor de Video. Considerando la información de la Tabla 2. 7 del capítulo anterior, los servidores AS/400, Olimpo y Secure (Antivirus), se seguirán manteniendo, debido a que las especificaciones técnicas que presentan actualmente son suficientes para continuar funcionando en la red de las dependencias del MIES-INFA en Manabí.

Tabla 3. 41
Requerimiento de Hardware para los Servidores

SERVIDOR	SERVICIOS	SOFTWARE	CPU	DISCO DURO	RAM
DNS/DHCP	DNS/DHCP	BIND/ ISC DHCP	Intel Dual-Core a 2 GHz	500 GB	1 GB
FTP	Compartición archivos	ProFTPD	Intel Dual-Core a 2 GHz	100 GB	1GB
MAIL	Correo Electrónico	Zimbra (ó Postfix)	Intel Core 2 Quad a 2 GHz	500 GB	4 GB
ANTIVIRUS	Antivirus/ Mailscanner	Symantec EndpointProtection	Intel Core 2 Quad a 2 GHz	500GB	4 GB
VIDEO	Videoconferencia/ Streaming	Openmeetings/ Red5	Intel Core 2 Quad a 2 GHz	800GB	4 GB
TELEFONÍA	Telefonía IP	Asterisk	Intel Core 2 Quad a 2 GHz	800GB	4 GB

3.3.5.7 Servicios y Aplicaciones

Los servicios que se brindarán a los usuarios de las dependencias del MIES-INFA en Manabí, en la actualidad y dentro de 5 años, se describen a continuación:

- **Correo Electrónico:** Los usuarios de la red corporativa podrán intercambiar y almacenar correos electrónicos haciendo uso de clientes de correo tales como: *Thunderbird*, aplicación de correo de software libre y fácil de manejar; *Evolution* cliente de correo electrónico libre, similar a *Microsoft Outlook*, permite administración de correo y otras funcionalidades.
- **Escritorio Remoto:** El escritorio remoto es utilizado por el administrador de la red para controlar PCs y los servidores, existen varias alternativas. Actualmente se utiliza el Escritorio Remoto de Windows, si la opción es tener un software en Linux se tienen varias opciones tales como: *rdesktop* el cual permite acceder a máquinas Windows desde máquinas Linux; uno de los más comunes es VNC (Virtual Network Computing), aplicación multiplataforma de software libre, entre otros.
- **Acceso web:** Para acceder a páginas web, los usuarios de la red corporativa utilizarán navegadores, tales como Mozilla Firefox.
- **Transferencia de archivos:** Este servicio, permitirá almacenar e intercambiar todo tipo de documentos. Se tendrá acceso al servidor FTP a través de un navegador web o de clientes FTP tales como: Filezilla, última versión estable 3.5.3, cliente FTP open source, multiplataforma, el cual presenta una interfaz amigable al usuario y soporta FTP sobre SSL/TLS y SFTP sobre SSH.
- **DNS y DHCP:** El servicio DNS permitirá la resolución de nombres de dominio y el servicio DHCP permitirá la asignación automática de direcciones IP.
- **Antivirus:** Permitirá introducir seguridad en la red corporativa.
- **Videoconferencia:** Los usuarios de la red corporativa podrán acceder a este servicio mediante el servidor OpenMeetings.

- **Videostreaming:** Los usuarios de la red en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, accederán a este servicio a través del servidor Red5.
- **Telefonía IP:** Con funciones tales como: administración y registro de llamadas, buzón de voz, mensaje de voz adjunto en un correo electrónico, parqueo de llamadas, llamada en espera, conferencias, etc.

3.3.6 DISEÑO LÓGICO DE LA RED

Se procede a plantear un esquema de direcciones IP, empleando VLSM³⁶; asignación de VLANs con su respectiva comunicación inter-VLAN y plan de numeración con grupo y categorías de usuarios para el esquema de telefonía IP.

La estructura orgánica definida en el MIES-INFA Manabí, permite identificar y determinar las funciones y actividades de los funcionarios de cada una de las dependencias de la Institución. Para un diseño lógico eficiente se ha procedido a segmentar la red corporativa, en función de las actividades afines que realiza cada departamento (ver Anexo C19). No se toma en cuenta la Dirección Provincial MIES Manabí, ya que cuenta con un esquema previamente definido; pero se reserva una porción de red para recomendar su integración con la red de las dependencias del MIES-INFA en Manabí, a nivel lógico.

3.3.6.1 Direccionamiento IP

El direccionamiento IP utilizado actualmente, clase privada C 192.168.0.0/24, solo permite 254 host, lo que da un total de 1270 hosts en distintas redes; limita la posibilidad de crear subredes, especialmente en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, que comparten una sola red de 254 host. Por tal motivo se ha decidido utilizar la subred **10.10.32.0/20** (ver Figura 3. 19) privada, de la red clase A 10.0.0.0/8, debido a que esta subred permite un total de 4096 hosts (para crecimiento futuro); la eventualidad de dividir la red en diferentes subredes y el uso de distintas IPs para la implementación de servicios como el de telefonía IP y videoconferencia; dinamiza y facilita el trabajo de diseño (ver Anexo C19).

³⁶ **VLSM (Variable Length Subnet Mask):** Diseño lógico en base a la cantidad de host existentes.

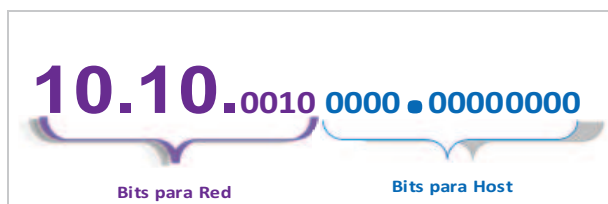


Figura 3. 19 Distribución de bits para Direccionamiento IP

La asignación de direcciones IP en equipos terminales (PCs, teléfonos IP, dispositivos para videoconferencia e impresoras) de las dependencias del MIES-INFA Manabí, se realiza mediante un servidor DHCP que se encuentra en las instalaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA; mientras que la asignación de direcciones IP para equipos de conectividad y servidores será de forma estática, para facilitar la configuración y la administración.

La red 10.10.32.0/20 se dividirá en subredes, por cada una de las instalaciones y departamentos de las dependencias del MIES-INFA Manabí; para nuestro propósito el tráfico de voz, video y datos de la red asignada se subdividirá; además se incluye una subred para administración de la red; esta distribución se muestra en la Tabla 3. 42. Como se mencionó previamente, se reserva una porción de la red y se recomienda el cambio del direccionamiento de la Dirección Provincial MIES a la red **10.10.32.0/22**.

Tabla 3. 42
Direccionamiento IP

SEGMENTO DE RED	DIRECCIÓN DE SUBRED / MÁSCARA	RANGO DE DIRECCIONES VÁLIDAS	DIRECCIÓN DE BROADCAST
DEPENDENCIAS MIES-INFA EN PORTOVIEJO			
TELEFONÍA - PTV	10.10.37.0/24	10.10.37.1 - 10.10.37.254	10.10.37.255
MIES GENERAL - PTV	10.10.38.0/24	10.10.38.1 - 10.10.38.254	10.10.38.255
MÉDICOS	10.10.39.0/26	10.10.39.1 - 10.10.39.62	10.10.39.63
ADMINISTRATIVO / FINANCIERO - PTV	10.10.39.64/27	10.10.39.65 - 10.10.39.94	10.10.39.95
CRM3 GENERAL	10.10.39.96/27	10.10.39.97 - 10.10.39.126	10.10.39.127
INGRESOS PROTECCIÓN INTEGRAL - PTV	10.10.39.128/27	10.10.39.129 - 10.10.39.158	10.10.39.159
VIDEO - PTV	10.10.39.160/27	10.10.39.161 - 10.10.39.190	10.10.39.191
ADMINISTRACIÓN DE LA RED - PTV	10.10.39.192/27	10.10.39.193 - 10.10.39.222	10.10.39.223
SERVIDORES	10.10.39.224/28	10.10.39.225 - 10.10.39.238	10.10.39.239

Para las Coordinaciones Territoriales Manta, Jipijapa, Bahía y Chone, por ser de naturaleza similar en cuanto a funciones; se ha tomado un esquema general de direccionamiento mostrado en el Anexo C19, para mantener una uniformidad y propiciar una mejor administración. En donde el tercer octeto (X), para las Coordinaciones Territoriales, toma los siguientes valores: Manta 41; Jipijapa 42; Bahía 43 y Chone 44.

3.3.6.1.1 VLANs

El empleo de VLANs para este diseño de red permite dinamizar los dominios de difusión, mejorar el rendimiento, aumentar la seguridad y facilitar la implementación de calidad de servicio.

La segmentación de VLANs (ver Anexo C19) se basará en el flujo de tráfico de la red y en el tipo de actividades que se realicen en cada departamento, uniendo en una sola VLAN a departamentos con actividades afines; para lo cual se ha definido **9** VLANs para las dependencias del MIES-INFA Manabí (ver Tabla 3.43); entre las que se distinguen **SERVIDORES**, **ADMINISTRATIVA** y las que contienen los 3 servicios, **VOZ**, de **DATOS (PINTEGRAL, MIESGENERAL, ADMINFIN, MEDICOS, CRM3GENERAL)**, y **VIDEOC**.

En cuanto a la VLAN **SERVIDORES** aquí se alojarán todos los servidores que se encontrarán en una Zona Desmilitarizada; conectados al Core, el cual se enlaza al firewall mediante una configuración que sigue el modelo three-leggent-firewall³⁷, de forma lógica.

La VLAN **ADMINISTRATIVA** contendrá los equipos de conectividad como Switches y Firewall.

En lo referente a la VLAN **VOZ** y **VIDEOC**; alojarán a los teléfonos y dispositivos terminales de videoconferencia, respectivamente; éstas VLANs tendrán mayor prioridad sobre otras debido a que se trata de servicios en tiempo real que deben

³⁷ **Three-Leggent-Firewall**: Configuración en la que la Red interna empresarial se conecta a uno de los puertos del firewall y la red de la DMZ se conecta otro de los puertos del firewall.

estar disponibles para toda la Provincia, lo que permitirá una implementación adecuada de la Calidad de Servicio en capas superiores.

Tabla 3. 43
Segmentación de VLANs, dependencias MIES-INFA Manabí

SEGMENTO DE RED	SUBRED		NOMBRE VLAN	NÚMERO VLAN				
	PORTOVIEJO MIES-INFA	MANTA, JIPIJAPA, CHONE, BAHÍA		PORTOVIEJO	MANTA	JIPIJAPA	BAHÍA	CHONE
TELEFONÍA IP	10.10.37.0/24	10.10.X.0/26	VOZ_(CIUDAD)	32	44	51	61	71
MIES GENERAL	10.10.38.0/24	10.10.X.64/26	MIESGENERAL_(CIUDAD)	4	3	52	62	72
INGRESOS PROTECCIÓN INTEGRAL	10.10.39.128/27	10.10.X.128/27	PINTEGRAL_(CIUDAD)	16	17	53	63	73
MÉDICOS	10.10.39.0/26	--	MEDICOS_(CIUDAD)	29	30	54	64	74
ADMIN / FINANCIERO	10.10.39.64/27	10.10.X.160/28	ADMFIN_(CIUDAD)	28	31	55	65	75
CRM3 GENERAL	10.10.39.96/27	--	CRM3GENERAL_(CIUDAD)	41	42	56	66	76
VIDEO	10.10.39.160/27	10.10.X.176/29	VIDEOC_(CIUDAD)	5	2	57	67	77
ADMIN DE LA RED	10.10.39.192/27	10.10.X.184/29	ADMIN_(CIUDAD)	47	48	58	68	78
SERVIDORES	10.10.39.224/28	10.10.X.192/29	SERVIDORES_(CIUDAD)	39	40	59	69	79

3.3.7 ESQUEMA DE TELEFONÍA IP

Con la inclusión del servicio de telefonía IP en la red corporativa, se pretende garantizar ciertas ventajas, tales como: reduce el costo atribuido a la instalación y mantenimiento de dos redes por separado, implementación rápida y sencilla de nuevos servicios utilizando la misma red de datos, tales como administración y registro de llamadas, buzón de voz, mensajería unificada, entre otras.

En la Dirección Provincial MIES-INFA se maneja el sistema de telefonía a través de una central híbrida, con un punto para cada servicio, datos y telefonía; actualmente solo se utilizan líneas analógicas y la central es utilizada únicamente para intercomunicar a los empleados de la Dirección Provincial MIES-INFA; los usuarios de las demás dependencias utilizan líneas directas para realizar o recibir llamadas; por lo tanto en el presente diseño se plantea la posibilidad de que una

sola central permita la comunicación telefónica entre los usuarios de las dependencias del MIES-INFA Manabí. Todos los elementos que forman parte del sistema de telefonía IP pasan a formar parte de la infraestructura de la red de datos, como se menciona en los siguientes numerales.

3.3.7.1 Cableado para soporte de telefonía IP

La parte de cableado estructurado de la red de la Dirección Provincial MIES-INFA, se diseñó con cable categoría 6, el cual hace posible la transmisión de aplicaciones en tiempo real como Voz sobre IP.



Figura 3. 20 Conexión PC y Teléfono IP a un Punto de Red

Nota Fuente. Adaptado en base a las recomendaciones del CCNA3 “LAN Switching and Wireless” (Redes CISCO).

Se plantea que en cada departamento se utilice el mismo punto de red para conectar un PC y un teléfono IP, gracias a que los teléfonos IP en su mayoría, tienen integrado un switch interno, cuyos puertos proporcionan conexiones a la LAN y al PC, como se puede observar en la Figura 3. 20.

3.3.7.2 Direccionamiento IP

Para integrar el servicio de telefonía IP en la red, a nivel lógico se asignó una subred separada con una VLAN exclusiva, como se detalla en la Tabla 3. 44. De esta forma se podrá identificar el tráfico de voz para su respectiva priorización; manejando el tráfico de voz en un único dominio de broadcast.

Tabla 3. 44
Direccionamiento IP para Telefonía IP

SUBRED / MÁSCARA	RANGO DE DIRECCIONES VÁLIDAS	NO. VLAN				NOMBRE VLAN
Portoviejo		PTV				VOZ-(CIUDAD ³⁸)
10.10.37.0/24	10.10.37.1 - 10.10.37.254	32				
Manta, Jipijapa, Bahía, Chone		MNT	JIP	BAH	CHO	
10.10.X ³⁹ .0/26	10.10.X.1 - 10.10.X.62	44	51	61	71	

3.3.7.3 Teléfonos IP y Softphones

3.3.7.3.1 Teléfonos IP

En la actualidad, en las dependencias del MIES-INFA en Manabí, no todo el personal tiene acceso al sistema de telefonía, básicamente los usuarios tienen acceso al servicio de telefonía dependiendo del ambiente físico en el que realizan sus labores diarias. En el diseño se considerará hasta 3 extensiones en cada departamento; se plantea que todos los usuarios tengan acceso al sistema de telefonía, incluido el personal de servicios generales, ya sea con una extensión propia o compartida con sus compañeros, debido a que existen departamentos en los cuales es poco necesaria una extensión para cada empleado.

En el caso de la CT. Portoviejo, para el personal que realiza labores de campo y requieren utilizar la red multiservicios, se habilitarán 2 teléfonos IP y se instalarán en total 26 softphones, en las máquinas en las cuales este personal desempeñará sus labores. De esta forma, se tiene dos alternativas para que los usuarios accedan al servicio de telefonía IP, una, a través de teléfonos IP físicos y la segunda mediante la instalación de un software llamado *softphone*, en una PC, el cual desempeña funciones muy similares que un teléfono IP.

Considerando la información del Anexo C16, sobre el número de teléfonos que se requieren tanto para la actualidad como para dentro de 5 años, se tiene que para las instalaciones del MIES-INFA Manabí, se requieren **159** teléfonos en el año

³⁸ (CIUDAD): Correspondiente a la abreviatura indicada en la Tabla 3. 24

³⁹ X: Corresponde al valor del tercer octeto, determinado en el numeral 3.3.6.1 para la Tabla 3. 24.

2012 (159 extensiones) y **202** teléfonos y extensiones para el año 2017. Estos valores en detalle para cada instalación, se encuentran en el Anexo C19.

Al personal del área directiva y administrativa se le otorgará teléfonos IP de tipo ejecutivo y a los demás funcionarios teléfonos IP de modelo estándar, cuyas especificaciones técnicas, se describen en la Tabla 3. 45.

Tabla 3. 45
Características Generales de los Teléfonos IP

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TELÉFONOS IP	
Características de red	Soporte protocolo de señalización SIP
	Asignación IP: Estática y mediante DHCP
	Compatibilidad con IEEE 802.1 q y manejo de VLANs
	Soporte DNS
Hardware	2 puertos RJ45 10/100 Mbps autosensing
Características de voz	Soporte de los códecs G.711 y G.729
Funciones de llamada	Llamada en espera, identificador, retención de llamadas.
	Transferencia y desvío de llamadas.
Administración	Configuración vía web

En el caso de los teléfonos ejecutivos, además de las características anteriores se debe incluir las siguientes especificaciones técnicas: soporte de códecs de video H.263 y demás características para establecer videoconferencias, pantalla de alta resolución (a todo color) y manos libres (con 1 puerto RJ9⁴⁰).

3.3.7.3.2 *Softphones*

Un softphone es un teléfono software, el cual permite a los usuarios poseer una extensión telefónica en su propio PC, es decir, pueden realizar y recibir llamadas desde y hacia otros teléfonos o softphones, sin la necesidad de disponer de un teléfono físico. Los softphones ofrecen ciertas ventajas, en cuanto a costos, hacen posible que la adquisición de nuevos teléfonos IP sea realizada de forma paulatina, de esta manera la migración al servicio de telefonía IP no requerirá de grandes inversiones. Además mediante el uso de softphones, el personal de

⁴⁰ **RJ9 (Registered Jack 9):** Conector 9 registrado de 4 pines, generalmente utilizado para la conexión entre el teléfono y el auricular.

protección integral y demás funcionarios que realizan labor de campo, tendrán acceso de forma sencilla al servicio de telefonía IP.

Las características que deberán tener los softphone son las siguientes:

- Como mínimo deberán garantizar el establecimiento de llamadas y video llamadas de alta calidad, conferencia, transferencia, identificador, parqueo de llamadas, mensajería instantánea, entre otras.
- Compatibilidad con el protocolo SIP.
- Manejo de QoS para las llamadas y videollamadas.
- Deberá ser multiplataforma (compatible con sistemas operativos Windows y Linux).

En la actualidad existe una variedad de softphones con características similares, algunos se citan en la Tabla 3. 46.

Tabla 3. 46
Características de Algunos Softphones

SOFTPHONE	SO	TECNOLOGÍA	SITIO WEB
Ekiga	Windows/Linux	SIP	http://wiki.ekiga.org/
Linphone	Windows/Linux/Otro	SIP	http://www.linphone.org
Zoiper	Windows/Linux/Otro	SIP/IAX	http://www.zoiper.com
X-Lite	Windows/Linux	SIP	http://www.counterpath.com/x-lite.html

De las alternativas anteriores, se recomienda el softphone X-Lite en su versión más actual 5.0, debido a que ya ha sido utilizado en el MIES, dispone de paquetes para su implementación sobre Linux; permite realizar llamadas, video llamadas, mensajería instantánea; es decir, cumple con las características mencionadas anteriormente. Los requerimientos mínimos recomendados para la instalación de X-lite son: Procesador Pentium 4R 2.4 GHz o equivalente, Memoria de 1 GB y Espacio en Disco de 50 MB.

3.3.7.4 Número de extensiones requeridas

En el diseño se plantea instalar softphones en las 26 PCs en Portoviejo y en las 15 PCs de las Coordinaciones Territoriales, que se proponen ubicar para que el

personal de Protección Integral tenga acceso al servicio de telefonía, por lo tanto, tomando en cuenta la información de la Tabla 3. 8 y realizando una regla de tres con los valores de los usuarios potenciales en el año 2017, el número de softphones y usuarios potenciales en el año 2012; el número de softphones que se requiere instalar se detalla en la Tabla 3. 47.

En base a la información de ésta tabla y a la del Anexo C19, el número de extensiones que se requieren para el año 2012 y para dentro de 5 años se muestra en la Tabla 3. 47.

Tabla 3. 47
Número de Extensiones Totales Requeridas

INSTALACIÓN	TOTAL TELÉFONOS	TOTAL SOFTPHONES	No. EXTENSIONES
	PRESENTE/FUTURO	PRESENTE/FUTURO	PRESENTE/FUTURO
DP. MIES-INFA	39/51	-	39/51
CRM No.3	29/38	-	29/38
CT. Portoviejo	24/32	26/35	50/67
CT. Manta	20/24	15/18	35/42
CT. Jipijapa	16/19	15/17	31/36
CT. Chone	17/22	15/20	32/42
CT. Bahía	14/16	15/17	29/33
TOTAL (No. Extensiones)	159/202	86/107	245/309

3.3.7.5 Equipos de conectividad

Se utilizará una sola conexión desde los switches de acceso para ofrecer los servicios de voz y datos. En el diseño de la red, en las especificaciones de las tres capas: acceso, distribución y core, se determinó que los switches deben manejar QoS para permitir la priorización del tráfico de Voz.

3.3.7.6 Central IP

Para permitir señalización y dirigir las llamadas telefónicas entre los usuarios dentro de la LAN o de otras sucursales atravesando la WAN; se implementará una central IP en el cuarto de telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA, la cual deberá soportar al menos 309 extensiones en un futuro de 5 años, para los usuarios de las dependencias del MIES-INFA Manabí.

Las características mínimas que debe presentar la central IP son las siguientes:

- Compatibilidad con los protocolos de señalización SIP y H.323, a nivel de extensiones como de troncales.
- Manejo de enlaces troncales para la conexión con otras centrales telefónicas usando el protocolo SIP.
- Soporte de los códecs G.711 y G.729.
- Debe soportar QoS (calidad de servicio).
- Permitir la conexión con la PSTN (Red Telefónica Pública conmutada).
- Ser compatibles con el protocolo DHCP.
- Soportar protocolos de enrutamiento y configuración de rutas estáticas.
- Contar con puertos RJ45 10/100 Mbps.
- Permitir las funcionalidades de desvío, retención, parqueo, identificación de llamadas, establecimiento de conferencias, buzón de voz, IVR, etc.
- Ofrecer el servicio de mensajería unificada; es decir el servidor de telefonía IP hará uso del servidor de correo electrónico para remitir los mensajes del buzón de voz, de esta manera se utiliza la misma bandeja de entrada de correo electrónico para correo de voz y fax.
- Soportar protocolos tales como: PPP (Point to Point Protocol), IP, UDP, TCP, PAP (Password Authentication Protocol), entre otros.

3.3.7.6.1 Opciones de Central Telefónica IP

De las opciones de centrales para telefonía IP se analizará AVAYA IP Office 500 v2 (ver Figura 3. 21), central IP que actualmente está utilizando la Dirección Provincial MIES para implementar telefonía IP en sus Distritos en Manabí, la cual requiere un costo para su implementación; las características principales se describen en el Anexo C19.

Adicionalmente se analiza la central IP basada en Asterisk, software no licenciado; cuyas especificaciones principales se indican en el Anexo C19.



Figura 3. 21 Central Telefónica IP AVAYA IP Office 500 v2

De las dos alternativas, evidentemente se escogerá Asterisk para implementar telefonía IP en las dependencias del MIES-INFA en Manabí, debido a que no requiere de altos costos para su funcionamiento; además por el momento invertir en una central IP como AVAYA IP Office 500 v2, representaría un gasto innecesario, ya que en un futuro el MIES pretende centralizar el servicio de telefonía IP en Manabí; por lo tanto, mientras esto sucede, Asterisk cumple con todas las características de una buena central IP. Además, se tiene la opción de conectar Asterisk a la central instalada en la Dirección Provincial MIES-INFA, de esta manera se podrá realizar una migración gradual al servicio de telefonía IP.

3.3.7.6.2 Hardware para Asterisk

En el Anexo C19 se describen los dispositivos que se pueden utilizar junto con Asterisk, para ofrecer el servicio de telefonía IP en las dependencias del MIES-INFA en Manabí.

3.3.8 DIAGRAMA GENERAL DE RED

En la Figura 3. 22 se muestra el diagrama general de la red de las dependencias del MIES-INFA en Manabí.

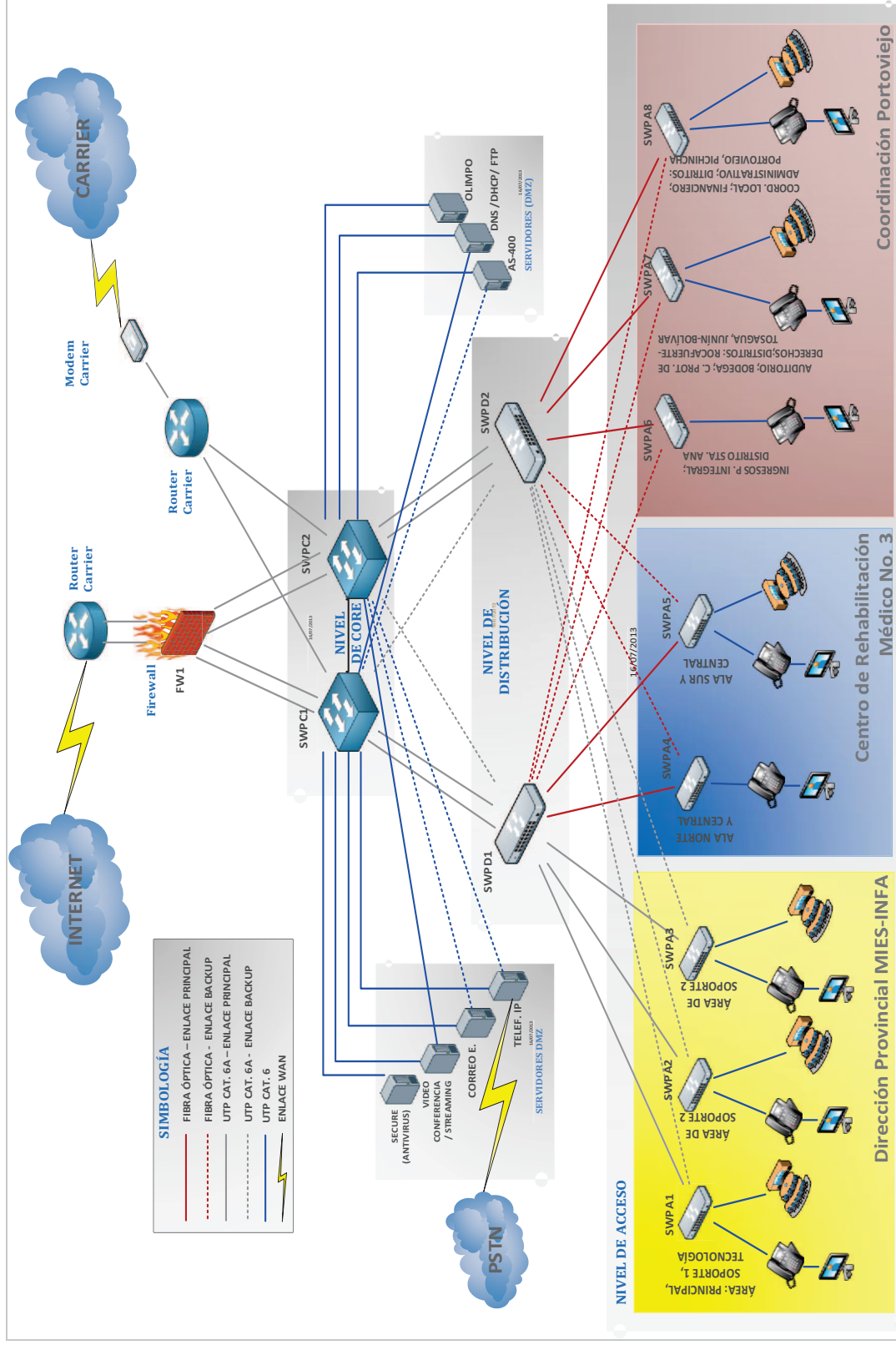


Figura 3. 22 Diagrama General de la Red de Datos, instalaciones MIES-INFA en Portoviejo

3.4 DISEÑO DE LA WAN

Con el diseño de la WAN se pretende que las Coordinaciones Territoriales en Manta, Jipijapa, Bahía y Chone, también tengan acceso a los tres servicios: voz, datos y video; además, ahorrar el costo de las llamadas telefónicas entre los usuarios de las dependencias del MIES-INFA Manabí. De igual forma el diseño contemplará a los usuarios actuales y a los que existirán dentro de 5 años.

3.4.1 TOPOLOGÍA DE LA RED

Los enlaces WAN que interconectarán la Dirección Provincial MIES-INFA con las Coordinaciones Territoriales en Manta, Jipijapa, Bahía y Chone, serán enlaces punto a punto, los cuales se alquilarán con un proveedor de servicios, *carrier*.

La administración de la red estará centralizada en la Dirección Provincial MIES-INFA; a la cual se interconectarán las demás dependencias, para acceder a los principales servicios; incluido el servicio de internet, por lo tanto se utilizará una topología en estrella, con el nodo central la Dirección Provincial MIES-INFA en Portoviejo; como se puede ver en la Figura 3. 23.

3.4.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS ENLACES WAN

La capacidad de los enlaces WAN, dependerá del tipo de tráfico que fluya respectivamente por cada uno, así: Correo electrónico, Acceso a Internet, Telefonía IP y Videoconferencia.

3.4.2.1 Capacidad de los enlaces Manta-Portoviejo, Jipijapa-Portoviejo, Chone-Portoviejo y Bahía-Portoviejo

3.4.2.1.1 Correo Electrónico

Para calcular la velocidad de transmisión requerida para correo electrónico, se seguirá el mismo procedimiento que en la sección 3.3.2.1.

Por lo tanto en base a los siguientes valores se halla la velocidad que requiere un correo electrónico interno y externo para cada una de las Coordinaciones Territoriales.

Datos:

- **Tamaño promedio de un correo:** 217 KB, 100 KB, 278 KB, 100 KB para las Coordinaciones Manta, Jipijapa, Chone y Bahía respectivamente.
- **Tiempo carga máximo:** 1 minuto
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para correo electrónico).

$$V_{CT.MANTA} = \frac{217 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{28.9 \text{ Kbps}}$$

$$V_{CT.JIPIJAPA} = \frac{100 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{13.3 \text{ Kbps}}$$

$$V_{CT.CHONE} = \frac{278 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{37 \text{ Kbps}}$$

$$V_{CT.BAHÍA} = \frac{100 \text{ KByte}}{1 \text{ correo}} * \frac{1 \text{ correo}}{60 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{13.3 \text{ Kbps}}$$

En base a estos resultados y considerando la simultaneidad para correo electrónico (ver Tabla 3.9), se obtiene los valores se indicados en el Anexo C20.

3.4.2.1.2 Acceso a Internet

Como se indicó en el apartado 3.3.2.2, los servicios que se considerarán que requieren acceso a internet son: la navegación web, la descarga de archivos y correos electrónicos externos, por lo tanto la velocidad de transmisión que requieren estos servicios es la siguiente:

- **Navegación web**

En la sección 3.3.2.2.1 se consideró el tamaño promedio aproximado de 1024 KB para las páginas web más visitadas por los usuarios; por lo tanto se halla la velocidad de transmisión requerida para las Coordinaciones Territoriales, en base a los siguientes valores.

Datos:

- **Tamaño promedio de una página web:** 1024 KB.
- **Tiempo de carga máximo:** 90 segundos
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para navegación web).

Coordinación Territorial Manta, Jipijapa, Chone y Bahía

$$V_{Web} = \frac{1024 \text{ KByte}}{1 \text{ página}} * \frac{1 \text{ página}}{90 \text{ segundos}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{91 \text{ Kbps}}$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad para Navegación Web (ver Tabla 3.9), se obtiene la velocidad requerida para cada una de las Coordinaciones Territoriales, los valores se indican en el Anexo C20.

- **Descarga de archivos de Internet**

Considerando un peso aproximado de 1 MB para un archivo descargado, como se analizó en la sección 3.3.2.2.2; se halla la velocidad de transmisión que se requiere para descargar un archivo de Internet para cada una de las Coordinaciones Territoriales, en base a los siguientes valores.

Datos:

- **Tamaño promedio de un archivo a descargar:** 1024 KB.
- **Tiempo de carga máximo:** 120 segundos
- **Simultaneidad:** (ver Tabla 3.9, simultaneidad para descarga de archivos).

Coordinación Territorial Manta, Jipijapa, Chone y Bahía

$$V_{Descarga} = \frac{1024 \text{ Kbytes}}{1 \text{ descarga}} * \frac{1 \text{ descarga}}{120 \text{ seg}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbits}}{1024 \text{ bits}} = \mathbf{68.27 \text{ Kbps}}$$

En base a este resultado y considerando la simultaneidad para descarga de archivos (ver Tabla 3.9), se obtiene la velocidad de transmisión indicada en el Anexo C20.

3.4.2.1.3 Telefonía IP

- **Selección del Códec para Telefonía IP**

Para los enlaces WAN no se trabajará con el códec G.711 utilizado para el diseño de la LAN, debido a que el ancho de banda para una llamada es demasiado grande, por lo tanto para un enlace WAN que demanda poco ancho de banda, un códec de poco ancho de banda como G.729 sería muy apropiado y de esta manera se evita problemas en la calidad de la voz. G.729 ofrece una alta compresión, manteniendo una buena calidad de la voz, con un MOS de 4.0

- **Cálculo de la velocidad de transmisión para Telefonía IP**

- Tamaño de la trama de voz

Para el códec seleccionado G.729 se tiene un tamaño de trama de 20 bytes, al cual se debe agregar el tamaño de la cabecera de capa 2 y un tamaño comprimido de 2 bytes correspondientes a las cabeceras de los protocolos IP/UDP/RTP, como se muestra en la Tabla 3. 48.

Tabla 3. 48
Longitud de Cabeceras PDU Voz ^[59]

PROTOCOLO	IP/UDP/RTP	Capa 2	Tunnel/Security	Flag	TOTAL
TAMAÑO DE LA CABECERA	2 bytes	6 bytes	16 bytes	1 byte	24 bytes

Nota Fuente: Adaptado de Products & Services CISCO. Obtenido de <http://bit.ly/16N6mDh>

De este modo la longitud de la trama sería:

$$Longitud_{trama} = Trama_{G.729} + IP/UDP/RTP_{ENC} + Capa2_{ENC} + Tunnel/Security$$

$$Longitud_{trama} = 20 \text{ bytes} + 2 \text{ bytes} + 6 \text{ bytes} + 16 \text{ bytes} + 1 \text{ bytes} = 45 \text{ bytes}$$

$$Longitud_{trama} = 45 \text{ bytes} * 8 \text{ bits/byte} = \mathbf{360 \text{ bits/trama}}$$

- Cálculo de la velocidad de transmisión

$$NúmeroTramas_{seg} = \frac{1 \text{ trama}}{160 \text{ bits}} * \frac{8000 \text{ bits}}{1 \text{ seg}} = \mathbf{50 \text{ tramas/segundo}}$$

Por lo tanto la velocidad de transmisión requerida por llamada será:

$$\text{Velocidad } T_{tel-IP} = 360_{bits/trama} * 50_{tramas/segundo} = \mathbf{18 \text{ Kbps}}$$

- Velocidad de Transmisión Total para Telefonía IP

El cálculo total de la velocidad de transmisión para telefonía IP, en cada una de las Coordinaciones Territoriales, se muestra en el Anexo C20. Se considera la simultaneidad indicada en la Tabla 3. 9, para telefonía IP.

3.4.2.1.4 Videoconferencia

La velocidad de transmisión para el servicio de videoconferencia para cada una de las Coordinaciones Territoriales, se basa en las mismas consideraciones que se siguieron para la implementación de videoconferencia en la LAN de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, en el apartado 3.3.2.7. Considerando la simultaneidad indicada en la Tabla 3. 9 para videoconferencia, se obtiene la velocidad de transmisión indicada en el Anexo C20.

3.4.2.2 Capacidad Total de los enlaces hacia las Coordinaciones Territoriales.

3.4.2.2.1 Acceso a Internet

En base a los resultados anteriores se procede a calcular los requerimientos de velocidad para acceder a Internet desde cada una de las Coordinaciones Territoriales; se obtienen los valores indicados en la Tabla 3. 49.

3.4.2.2.2 Capacidad Total de los enlaces WAN

La velocidad de transmisión que se requiere en los enlaces WAN en los años 2012 y 2017, para cada Coordinación Territorial, se muestra en el Anexo C20 y se resume en la Tabla 3. 50. Para obtener los valores indicados se realiza la siguiente suma.

$$\text{Enlace total}_{PVT-CT} = C_{CorreoTotal} + C_{Enlace_Intenet} + Tel.IP + Videoconf$$

Tabla 3. 49
Requerimientos de Velocidad para el Acceso a Internet

LUGAR	CORREO ELECTRÓNICO EXTERNO [Kbps]		NAVEGACIÓN WEB [Kbps]		DESCARGA DE ARCHIVOS [Kbps]		TOTAL [Kbps]	
	2012	2017	2012	2017	2012	2017	2012	2017
CT. MANTA	57,8	57,8	182	273	204,8	204,8	444,6	535,6
CT. JIPIJAPA	26,6	26,6	91	91	68,27	68,27	185,8	185,8
CT. CHONE	74	74	182	273	68,27	136,54	324,27	483,54
CT. BAHÍA	26,6	26,6	91	91	68,27	68,27	186	186

Tabla 3. 50
Velocidad de transmisión Requerida en los Enlaces WAN

LUGAR	AÑO	VELOCIDAD REQUERIDA PARA LOS SERVICIOS DE:				CAPACIDAD TOTAL_ENLACE WAN [Kbps]
		CORREO ELECTRÓNICO [Kbps]	ENLACE INTERNET [Kbps]	TELEFONÍA IP [Kbps]	VIDEO CONFERENCIA [Kbps]	
CT. MANTA	2012	144,5	444,6	144	768	1.501,1
	2017	173,4	535,6	180	1.924	2.813
CT. JIPIJAPA	2012	66,5	185,8	54	512	818,3
	2017	66,5	185,8	72	512	836,3
CT. CHONE	2012	185	324,27	54	768	1.331,27
	2017	185	483,54	72	1.024	1.764,54
CT. BAHÍA	2012	53,2	186	36	512	787,2
	2017	53,2	186	54	512	805,2

3.4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE TOTAL DE INTERNET

Para el cálculo del enlace total de Internet que se contratará en Portoviejo, se tomará en cuenta los requerimientos de velocidad de transmisión de las dependencias del MIES-INFA en Manabí para acceder a Internet, indicadas en las Tablas 3. 22 y 3. 49, debido a que a través del enlace de la Dirección Provincial MIES-INFA accederán al Internet las demás Coordinaciones Territoriales. Por lo tanto la capacidad requerida es la siguiente:

Enlace total_{Internet}

$$= \text{Enlace total}_{\text{PORTOVIEJO}} + \text{Enlace total}_{\text{MANTA}} + \text{Enlace total}_{\text{JIPIJAPA}} \\ + \text{Enlace total}_{\text{CHONE}} + \text{Enlace total}_{\text{BAHÍA}}$$

- Para el año 2012

$$\text{Enlace total}_{Internet} = 1 \text{ Mbps} + 444,6 \text{ Kbps} + 185,8 \text{ Kbps} + 324,27 \text{ Kbps} + 186 \text{ Kbps}$$

$$\text{Enlace total}_{Internet} = \mathbf{2,2 \text{ Mbps}}$$

- Para el año 2017

$$\text{Enlace total}_{Internet} = 2 \text{ Mbps} + 535,6 \text{ Kbps} + 185,8 \text{ Kbps} + 483,54 \text{ Kbps} + 186 \text{ Kbps}$$

$$\text{Enlace total}_{Internet} = \mathbf{3,5 \text{ Mbps}}$$

En base a los resultados obtenidos se presenta las siguientes observaciones:

- La capacidad del enlace Manta-Portoviejo requerido es 2.813 Kbps, de este modo se recomienda contratar **3 Mbps**, enlace que permitirá soportar la capacidad de los servicios de red en la actualidad y dentro de 5 años.
- La capacidad del enlace Jipijapa-Portoviejo requerido es 836 Kbps, se recomienda contratar **1 Mbps**, enlace que garantizará el tráfico de los servicios de red en la actualidad y dentro de 5 años.
- La capacidad del enlace Chone-Portoviejo requerido es 1.764,54 Kbps, de este modo se recomienda contratar **2,5 Mbps**, enlace que permitirá soportar la capacidad de red en la actualidad y dentro de 5 años.
- La capacidad del enlace Bahía-Portoviejo requerido es 805,2 Kbps, se recomienda contratar **1 Mbps**, enlace que garantizará el tráfico de los servicios de red en la actualidad y dentro de 5 años.
- En cuanto al enlace de Internet que se contratará en la Dirección Provincial MIES-INFA, se requiere 3,5 Mbps. Con la capacidad que se tiene actualmente contratada de 1 Mbps (ver sección 2.3.1.8 Capítulo 2), no es suficiente, de este modo, se recomienda contratar **4 Mbps** para el acceso a Internet, con un ISP que garantice redundancia en el enlace contratado y cumpla con los requerimientos especificados en la sección 3.3.2.10.1.

3.4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE CON LA PSTN (PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK, RED PÚBLICA TELEFÓNICA CONMUTADA)

En este numeral se calcula cuantas troncales debe manejar la central IP y el tráfico que circulará por cada una. Para realizar este cálculo se debe considerar dos parámetros: en promedio el número de llamadas en un intervalo de tiempo de mayor flujo de tráfico telefónico y la duración promedio de cada llamada.

- Para obtener el número de llamadas salientes hacia la PSTN, en el intervalo de tiempo de mayor flujo de tráfico telefónico, se descarta el número de llamadas tanto a usuarios de la Dirección Provincial MIES-INFA, como hacia usuarios de cada una de las Coordinaciones Territoriales, debido a que este tipo de tráfico cursará por la LAN y por el enlace WAN, respectivamente.
- En base a la información de los resultados de las encuestas efectuadas (ver Anexo B21), fue posible determinar la cantidad de llamadas externas que realizan los usuarios diariamente, se considera que el 30% de llamadas se establecen en la hora de mayor flujo de tráfico; además considerando la información sobre el número de usuarios reales, de la Tabla 3. 8, se obtiene el número de llamadas simultáneas dentro de 5 años, estos valores se cuantifican en Anexo C20.
- Para realizar el cálculo del tráfico se considera el número de llamadas en una hora, con una duración de 3 minutos cada una y se utilizará la fórmula de Erlang⁴¹ B, indicada a continuación

$$A = \lambda * H \quad (\text{Fórmula 3. 4})^{[60]}$$

A: Intensidad de tráfico total ofrecido por el sistema

λ : Número de llamadas cursadas en una hora de mayor flujo de tráfico.

H: Duración promedio de una llamada

⁴¹**Erlang:** Medida estadística de medición del volumen de tráfico, corresponde a la utilización de un recurso en una hora.

En base a estas consideraciones se calcula el flujo de tráfico telefónico hacia la PSTN, requerido para la actualidad y para dentro de 5 años, en las dependencias del MIES-INFA en Manabí, así como el tráfico total requerido para la actualidad y para dentro de 5 años. Estos valores se indican en el Anexo C20 y los resultados totales se muestran a continuación.

$$A_{actualidad} = \frac{92 \text{ llamadas}}{1 \text{ hora}} * \frac{3 \text{ minutos}}{1 \text{ llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = \mathbf{4.6 \text{ Erlangs}}$$

$$A_{proyectado} = \frac{135 \text{ llamadas}}{1 \text{ hora}} * \frac{3 \text{ minutos}}{1 \text{ llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = \mathbf{6.75 \text{ Erlangs}}$$

Para calcular el número de troncales se requiere tener un valor de Grado de Servicio, que representa en porcentaje, la probabilidad de que la llamada de un usuario falle por ocupación de los recursos. En el diseño se considerará un valor de 1% para el grado de servicio.

Además se utilizará la Tabla de Erlang B mostrada en el Anexo C20. En esta tabla se ubica el grado de servicio, 1% en la línea horizontal superior, siguiendo este valor hacia abajo, verticalmente se ubica el tráfico calculado de 4.62 Erlangs, siguiendo este valor hacia la izquierda nos permite obtener el número de troncales requeridas, en este caso se requieren **11 troncales** para la actualidad y **14 troncales** para dentro de 5 años.

Estos resultados se los puede ratificar con la Calculadora Erlang, en la web <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/cerlangb.htm>, como se puede observar en la Figura 3. 24.

En base a estos valores se plantea el uso de troncales SIP, **11** para la actualidad y **14** para dentro de 5 años, debido a sus características de escalabilidad, facilidad en la administración de la red y de implementación, flexibilidad que se ajusta a los requerimientos de la institución y por sus costos que son relativamente bajos. Además se tiene la ventaja de que las troncales SIP pueden conectarse directamente a las tarjetas de red Ethernet 10/100/1000 Mbps del servidor de telefonía IP Asterisk.

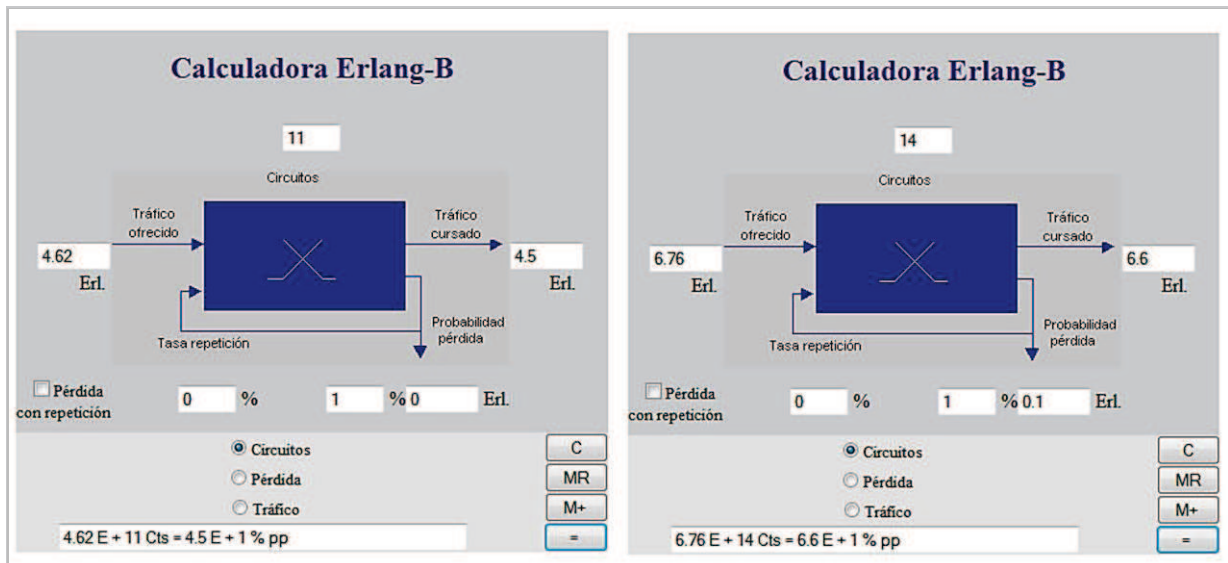


Figura 3. 24 Gráfico calculadora Erlang B, cálculo Número de Canales Requeridos (Actualidad y Dentro de 5 años)

En base a este análisis y a la información de la sección 3.3.5.6.15, se lista el hardware requerido para el servidor de telefonía IP.

- Procesador Intel Dual-Core a 2 GHz o superior.
- 1 disco duro de alta capacidad, 500 GB o superior
- Memoria RAM de al menos 4 GB.
- Otra opción para cubrir la demanda de la cantidad de troncales requeridas es adquirir 3 tarjetas PCI de 4 puertos con módulos FXO y FXS, como se puede observar en la Figura 3. 25.

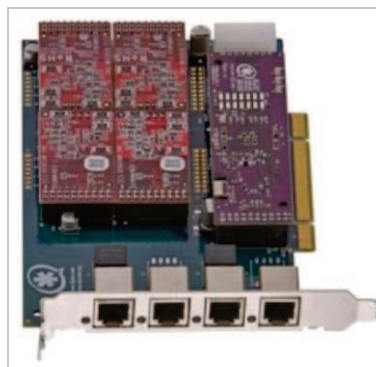


Figura 3. 25 Tarjeta PCI de 4 puertos FXO ^[67]

Fuente: Sitio Web, Capa Tres Soluciones Tecnológicas. Obtenido de <http://bit.ly/170b09G>

En el caso de que sea necesario escalar la solución de telefonía IP contratada se debe solicitar al proveedor de servicios un aumento de número de canales de la troncal SIP, lo cual es transparente para el usuario final.

3.4.5 PLAN DE NUMERACIÓN

Plan que permite establecer una numeración lógica y sencilla para los terminales telefónicos de las dependencias del MIES-INFA en Manabí.

La central telefónica IP Asterisk a diferencia de las centrales convencionales maneja otro tipo de conceptos como:

- **Extensión:** Hace referencia a un conjunto de comandos que se ejecutan en orden para cumplir determinada función, no identifica a un terminal.
- **Contexto:** Agrupación de extensiones bajo un mismo criterio.
- **Prioridad:** Orden en la cual se ejecutan las instrucciones.
- **Canal:** Medio lógico por el cual se emite una llamada entrante o saliente.

Para diseñar el plan de numeración se consideran los siguientes criterios.

- La longitud o la cantidad de dígitos, no debe ser demasiado extensa para permitir a los usuarios la facilidad de memorizarlos y en la medida de lo posible todas las extensiones deben tener la misma longitud.
- El plan debe ser diseñado de tal manera que permita un sencillo escalamiento de nuevas extensiones.
- Procurar que los departamentos o áreas con funcionalidades comunes dispongan extensiones con numeración similar.
- Evitar el diseño de un plan de numeración que inicie con 0 o 9, reservarlos para realizar llamadas externas

El plan de numeración dependerá del número de extensiones en los años 2012 y 2017. Se considerará el primer dígito para identificar la ciudad, el siguiente dígito para identificar la dependencia y los siguientes dos dígitos para identificar la extensión (ver Figura 3. 26). De esta forma se tiene un número de 4 dígitos, el cual permite que los usuarios actuales dispongan de una extensión y permite añadir de manera sencilla nuevas extensiones para usuarios futuros o para algún requerimiento especial. En la Tabla 3. 51 se muestra el plan de numeración propuesto.



Figura 3. 26 Plan de Numeración Previsto

Tabla 3. 51
Plan de Numeración para el MIES-INFA Manabí

INSTALACIÓN	DEPENDENCIA	No. EXTENSIONES		No. INICIAL	No. FINAL
		ACTUALES	PROYECTADOS		
PORTOVIEJO	DIRECCIÓN P.	39	51	1000	1099
	CRM NO.3	29	38	1100	1199
	CT. PORTOVIEJO	50	67	1200	1299
CT. MANTA		35	42	2000	2099
CT. JIPIJAPA		31	36	3000	3099
CT. CHONE		32	42	4000	4099
CT. BAHÍA		29	33	5000	5099

3.4.6 TECNOLOGÍA WAN A UTILIZARSE

La interconexión de las Coordinaciones Territoriales Manta, Jipijapa, Chone y Bahía con la Dirección Provincial MIES-INFA, posibilita que estas dependencias trabajen de forma integrada; la institución deberá contratar un servicio con un proveedor que garantice la transmisión de datos, voz y video con QoS.

3.4.6.1 VPNs (Virtual Private Networks)

Una VPN es una red privada que ofrece a las empresas diversos sitios para interconectar sus sucursales a la matriz, los datos que se requiere enviar se encapsulan y viajan encriptados hacia los puntos remotos a través de un túnel dedicado definido en Internet, brindando seguridad, privacidad y de forma transparente para el usuario. En la actualidad es la tecnología más utilizada por las ventajas que presenta, incluyendo el ahorro del costo que implica la implementación de una infraestructura de red para comunicar dos lugares geográficamente alejados; aprovechando infraestructuras de red pertenecientes a compañías proveedoras de servicios. El enlace físico entre la red del proveedor y el cliente, conocido como “última milla”, es manejado con diferentes medios de transmisión, entre los cuales se encuentran: fibra óptica, cobre, radio enlace, etc.

3.4.7 DIMENSIONAMIENTO DEL ENLACE HACIA LA DIRECCIÓN PROVINCIAL MIES (PORTOVIEJO)

Las redes de información de las Direcciones Provinciales, tanto del MIES-INFA como del MIES, en la actualidad están bajo su respectiva administración, además no se cuenta con la autorización pertinente para realizar un estudio profundo en las instalaciones del MIES, por lo tanto, se procederá a dimensionar el enlace desde la Dirección Provincial MIES-INFA hacia el MIES, en base a la conocida regla 80/20 (Ley de Pareto), utilizada actualmente en su forma 20/80.

La regla 80/20 ^[62] ^[63] es utilizada en diversos ámbitos, en cuanto a redes de información se establece que el 80% del tráfico de una red es local y únicamente el 20% representa al tráfico destinado a dispositivos en otras redes.

La regla 80/20 se invierte al utilizar un switch, debido a que el switch separa dominios de colisión mejorando el ancho de banda; por esta razón la mayoría de diseños de redes actuales se basan en el nuevo patrón de tráfico 20/80 ^[64] ^[65], proponen la consolidación central de los servidores, por lo tanto el 20% del tráfico es local y el 80% es tráfico remoto, hacia los servidores, para el acceso Internet y WAN.

Tomando como referencia estas consideraciones y teniendo los valores de la capacidad requerida para la LAN de la Dirección Provincial MIES-INFA y la Coordinación Territorial Portoviejo (ver Tabla 3. 21), en la actualidad y dentro de 5 años, se calcula la capacidad que demanda el enlace entre las dos Direcciones Provinciales; se excluye el tráfico que fluye hacia el CRM No.3, debido a que esta institución intercambia poco o nada de información con la Dirección Provincial MIES.

- Capacidad total requerida para enlace MIES-INFA, MIES, en el año 2012.

$$\mathit{EnlaceTotal}_{MIES, MIES-INFA} = 20\% * \mathit{LAN}_{D.Provincial MIES-INFA, CT.Portoviejo-2012}$$

$$\mathit{EnlaceTotal}_{MIES, MIES-INFA} = 20\% * 17.591,5 \text{ Kbps} = \mathbf{3,5 \text{ Mbps}}$$

- Capacidad total requerida para enlace MIES-INFA, MIES, en el año 2017.

$$\mathbf{EnlaceTotal}_{MIES, MIES-INFA} = 20\% * LAN_{D.Provincial MIES-INFA, CT.Portoviejo-2017}$$

$$\mathbf{Enlace Total}_{MIES, MIES-INFA} = 20\% * 22.787Kbps = \mathbf{5 Mbps}$$

3.4.8 TECNOLOGÍA MAN A UTILIZARSE

Una de las alternativas de tecnología que haría posible la conexión de la Dirección Provincial MIES-INFA con la Dirección Provincial MIES, es WiMAX, tipo de red inalámbrica de área metropolitana (WMAN), debido a que la distancia de separación desde la Dirección Provincial MIES-INFA hasta la estación base del Proveedor de Servicios es de 2.23Km y 0.38 Km desde la Dirección Provincial MIES (ver Figura 3. 27).

3.4.8.1 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

WiMAX fijo (IEEE 802.16d) en teoría alcanza velocidades de 70 Mbps con canales de 20 MHz, en un rango de cobertura de 70 Km, pero en ambientes reales, la velocidad alcanzada es aproximadamente 20 Mbps con un rango de cobertura entre 5 y 6 Km, puede operar en bandas de frecuencia no licenciadas como la de 5.8 GHz y en bandas licenciadas como las de 2.5 y 3.5 GHz.

Para la Provincia de Manabí, se tiene el proveedor de servicios CNT, el cual tiene una estación base en el centro de Portoviejo y se encuentra cerca de las instalaciones a enlazar, como se puede observar en la Figura 3. 27. La empresa CNT se encargará de realizar la instalación y configuraciones necesarias para la conexión.

En la actualidad la mayoría de sistemas inalámbricos, entre ellos la tecnología WiMAX, utilizan electrónica especial en su fabricación, que les permite soportar temperaturas entre -33°C y 60°C ^[66], por lo tanto es adecuada para este tipo de enlace, en una ciudad en la cual la temperatura oscila entre los 23°C y 36°C.

En la Figura 3. 28 se muestra el diagrama de interconexión de la Dirección Provincial MIES-INFA con la Dirección Provincial MIES.

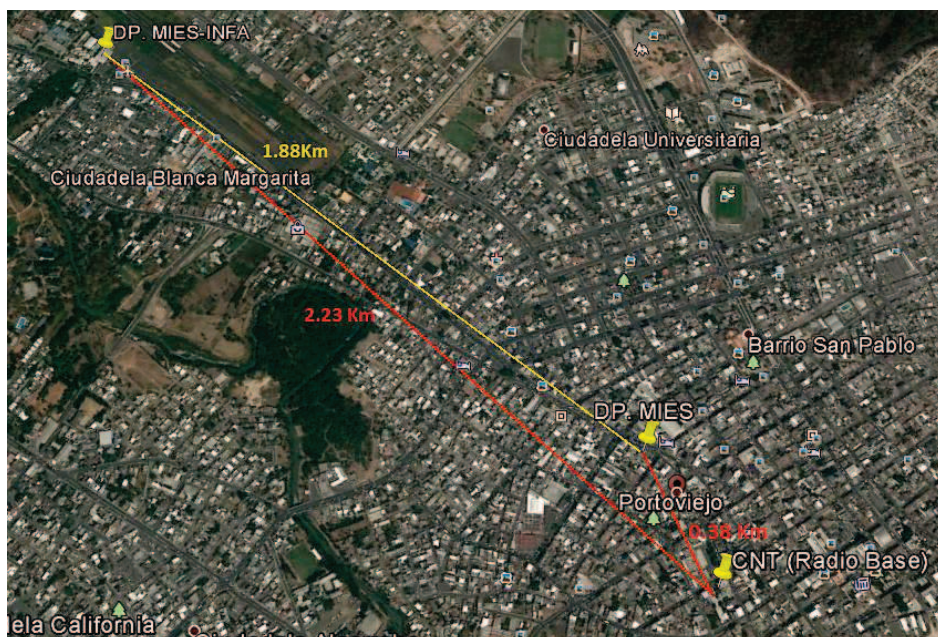


Figura 3. 27 Distancia de la Radio Base a cada una de las Direcciones Provinciales

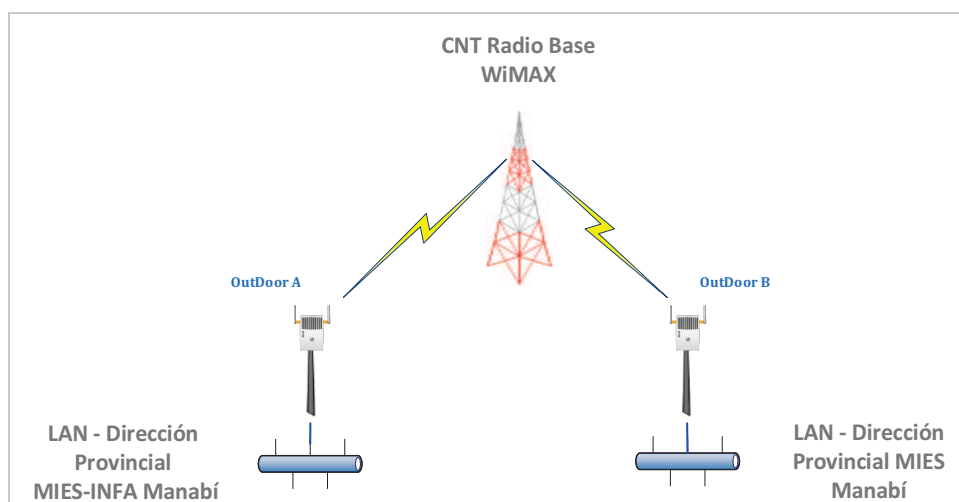


Figura 3. 28 Interconexión de la Dirección Provincial MIES-INFA con la Dirección Provincial MIES

3.4.9 REQUISITOS DE LOS ENLACES WAN Y MAN A CONTRATARSE.

El o los proveedores de servicios con los cuales se va a contratar los enlaces, al menos deben garantizar los siguientes requerimientos:

- Tiempos de respuesta mínimos. Se debe considerar parámetros como la latencia⁴² y el jitter⁴³ que dependen en gran medida del medio físico, por lo tanto se recomienda como medio físico para última milla de los enlaces

⁴² **Latencia:** Retraso entre los datos enviados y recibidos

⁴³ **Jitter:** (Variación del retardo) Variabilidad del tiempo durante la transmisión y recepción de un paquete.

WAN, fibra óptica, debido a que presenta mejores latencias que otros medios. El proveedor debe garantizar parámetros que permitan aplicaciones en tiempo real. “El retardo medio máximo es 400 ms, el jitter debe ser menor a 50 ms, la tasa de pérdidas inferior a 10^{-3} y la tasa de errores menor a 10^{-4} ” (Parámetros de Calidad de funcionamiento que determinan la QoS en NGN - Rec. Y.1540 (ITU-T, 2011b). Procedimiento para implementar QoS en la capa de acceso en redes de próxima generación enfocado en el servicio de voz. Revista S&T, 11(25), 85-104. Obtenido de <http://edtk.co/ltKDW>).

- Seguridad. Garantizar confiabilidad, seguridad e integridad en la información que se transmita por cada uno de los enlaces mediante mecanismos robustos de autenticación y cifrado.
- Disponibilidad. Permitir la transmisión de datos garantizando altos niveles de disponibilidad, de al menos 99%.
- Administración y Soporte. En el caso de que los enlaces presenten algún tipo de fallos, el proveedor del servicio deberá ofrecer el soporte requerido en el menor tiempo posible las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- Flexibilidad. Capacidad de aumentar el ancho de banda y evolucionar en la medida que lo hagan los requerimientos de la institución.

3.5 ADMINISTRACIÓN DE LA RED

Debido a la complejidad que presentan actualmente las redes y a la necesidad de crecimiento de las mismas se ve necesaria la implementación de actividades que permitan la administración de la red. Se refiere a un conjunto de procesos que permiten controlar el desempeño de la red para mantenerla operativa, eficiente, segura, etc; utilizando recursos lógicos, físicos y humanos.

Se debe controlar el hardware y el software de la red, para lo cual se debe contar con sistemas de control y monitoreo que permitan identificar fallas para ofrecer asistencia oportunamente. Estas tareas se las puede realizar mediante CLI (Command-line interface), vía Web o vía Telnet, a equipos de conectividad y servidores primordialmente; realizando un monitoreo continuo de la red usando el

protocolo de administración SNMP, además de analizar el tráfico que circula por la red, para mantener un alto rendimiento de la misma.

3.5.1 HERRAMIENTAS PARA ADMINISTRACIÓN DE LA RED

En la actualidad se tienen varias alternativas para monitorizar la red, se propone la utilización de dos herramientas muy conocidas WHAT'S UP y CACTI; que corren en Windows y en Linux respectivamente.

3.5.1.1 Herramienta WHAT'S UP

Es una solución confiable sobre Windows para el monitoreo de redes de todos los tamaños, permite descubrir dispositivos, crear mapas y gestionar toda la red, a través de una interfaz amigable y fácil de usar. Hace posible monitorear enlaces, equipos activos, servidores, capacidades de discos duros, etc.; si se presenta algún tipo de falla se lo puede apreciar gráficamente y ofrece la opción de enviar alertas por mensajes a teléfonos o mails. En la Figura 3. 29 se puede observar un tipo de reporte generado y en el Anexo C18 se encuentran ciertas capturas de pantalla sobre el funcionamiento de What's UP.

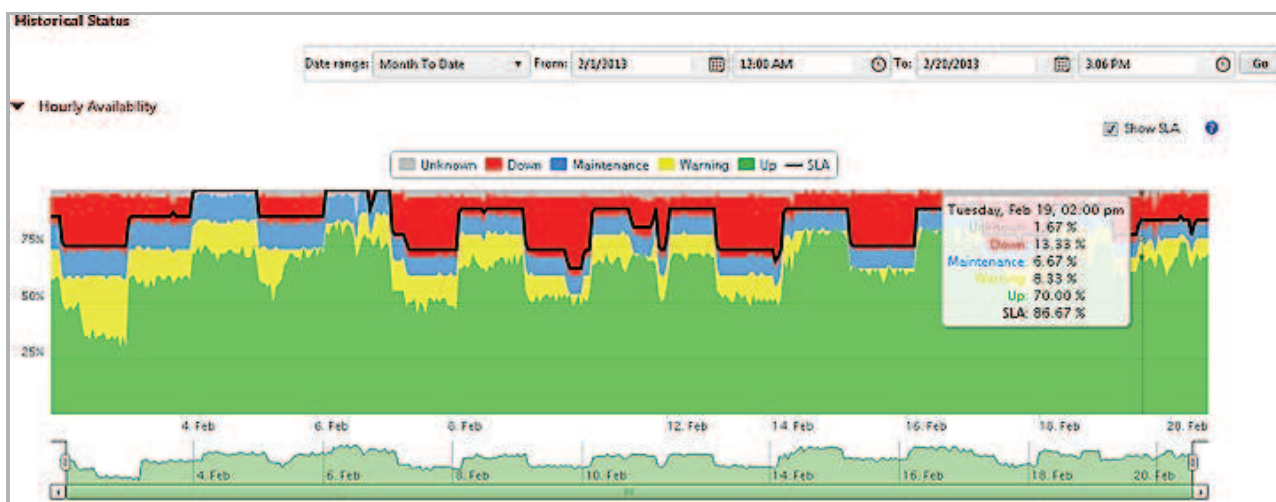


Figura 3. 29 Ejemplo de Reporte Generado en What's Up

Fuente. Obtenido de <http://www.whatsupgold.com>

3.5.1.2 Herramienta Cacti

Es una herramienta open source para monitorizar el rendimiento y utilización de los dispositivos de la red, mediante la presentación de gráficas capturadas con

MRTG⁴⁴ y estadísticas de los elementos, en los cuales se haya habilitado previamente el protocolo SNMP.

Cacti es un software que funciona con Apache, PHP y MySQL; por lo tanto las funcionalidades pueden ser configuradas y administradas desde un navegador web.

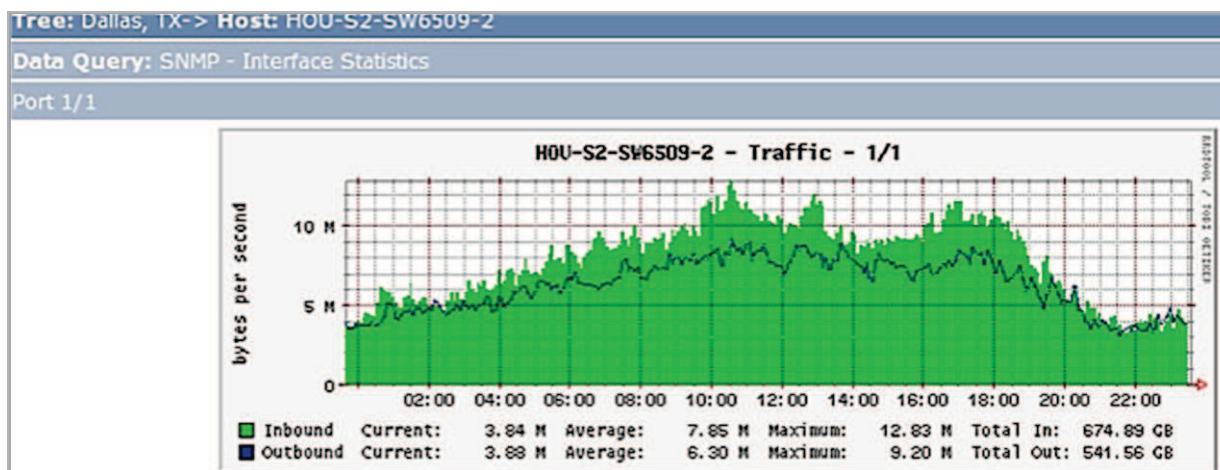


Figura 3.30 Ejemplo de Reporte Generado en Cacti

Fuente. Obtenido de <http://www.cacti.net/>

La instalación es sencilla y puede correr sobre varias distribuciones Linux; su funcionamiento se basa en escanear los dispositivos de la red, obtener determinados valores y almacenar su valoración. En la Figura 3.30, se muestra un tipo de reporte generado para una red y en el Anexo C18 se puede encontrar capturas de pantalla sobre el funcionamiento de Cacti.

3.6 SEGURIDAD EN LA RED

La seguridad de red permite diseñar normas, métodos y técnicas, orientados a proveer condiciones seguras y confiables en la red de datos. Mediante los diferentes procesos de seguridad se puede prevenir, identificar y corregir el acceso no autorizado a la red informática por parte de los llamados "intrusos"; así también se aumenta la productividad ya que se originan menos interrupciones en el trabajo y se reducen costos que pueden producir las violaciones de seguridad.

⁴⁴**MRTG (Multi Router Traffic Grapher):** Herramienta que permite monitorear el tráfico que circula por las interfaces de red, genera reportes con gráficas del comportamiento del tráfico en el transcurso del tiempo.

Para determinar los diferentes mecanismos de seguridad, se debe conocer los recursos de red con los que cuenta la institución y los servicios que presta, para realizar un análisis de la información y los subsistemas a ser protegidos

3.6.1 ANÁLISIS DE RIESGO PROMEDIO DE ACTIVOS INFORMÁTICOS EN LAS DEPENDENCIAS DEL MIES-INFA MANABÍ

El análisis de riesgo promedio de activos informáticos ha sido desarrollado en base a la norma ISO/IEC 27002:2005 (Código de buenas prácticas para la Gestión de la Seguridad de la Información)^{[67] [68] [69]}; se toma en cuenta las dependencias del MIES-INFA Manabí, considerando que se replica el análisis de la Coordinación Territorial Portoviejo para las demás Coordinaciones Territoriales.

El procedimiento seguido se indica en el Anexo C21 y consiste básicamente en:

- Determinar los Activos Informáticos.
- Determinar los Posibles Riesgos para la Información.
- Valorar los Riesgos, mediante la Matriz respectiva.

Una vez definidos todos los parámetros de evaluación se procede a realizar el análisis como tal; el mismo que se encuentra detallado en el Anexo C21; a este análisis se añade el activo de personal dividido en cada uno de sus departamentos. El resumen del análisis de riesgo promedio para cada instalación, se muestra en las Tablas 3. 52, 3. 53 y 3. 54.

Tabla 3. 52
Análisis de Riesgo Promedio, DP. MIES-INFA

ANÁLISIS		PROBABILIDAD DE AMENAZA		
		CRIMINALIDAD Y POLÍTICA	SUCESOS DE ORDEN FÍSICO	IMPERICIA DE USUARIOS
Magnitud de Daño	Datos e Información	5.5	6.6	7.8
	Sistemas e Infraestructura	6.3	7.5	8.9
	Personal	6.0	7.1	8.5

Tabla 3. 53
Análisis de Riesgo Promedio, CRM No. 3

ANÁLISIS		PROBABILIDAD DE AMENAZA		
		CRIMINALIDAD Y POLÍTICA	SUCESOS DE ORDEN FÍSICO	IMPERICIA DE USUARIOS
Magnitud de Daño	Datos e Información	5.5	6.3	7.8
	Sistemas e Infraestructura	6.5	7.5	9.2
	Personal	5.4	6.1	7.6

Tabla 3. 54
Análisis de Riesgo Promedio, CT. Portoviejo

ANÁLISIS		PROBABILIDAD DE AMENAZA		
		CRIMINALIDAD Y POLÍTICA	SUCESOS DE ORDEN FÍSICO	IMPERICIA DE USUARIOS
Magnitud de Daño	Datos e Información	5.6	6.5	7.9
	Sistemas e Infraestructura	6.5	7.4	9.1
	Personal	6.7	7.7	9.5

Se debe considerar que, el riesgo se valora de acuerdo al siguiente criterio:

- Bajo Riesgo = 1 – 6 (**verde**)
- Medio Riesgo = 7 – 9 (**amarillo**)
- Alto Riesgo = 10 – 16 (**rojo**)

Cabe destacar que los valores en las Tablas 3. 52, 3. 53 y 3.54, se obtienen de multiplicar el valor de la amenaza por la magnitud del daño y de ello se establece un promedio en función de la clasificación del tipo de activo al que pertenezca cierto ítem, que se divide en tres tipos, agrupados en el Anexo C21.

En función de los resultados obtenidos y de acuerdo a lo que se ha indicado previamente, en cada una de las instalaciones se puede aseverar que: los sistemas e infraestructura y los datos e información de la institución; frente a las acciones que puedan tomar los usuarios frente a la infraestructura de red (impericia de los usuarios), son en los que se debe poner más énfasis en cuanto a seguridad.

3.6.2 POLÍTICAS DE SEGURIDAD

El conjunto de normas de seguridad informática será planteado por el Responsable del Departamento de Informática; aprobado por la Dirección

Provincial MIES-INFA Manabí. Las políticas de seguridad en detalle se indican en el Anexo C21, algunas se citan a continuación:

3.6.2.1 Lineamientos Generales

- Es indispensable tener instalado un buen software antivirus, sin importar la marca o procedencia y actualizar su registro de virus continuamente.
- Usar Claves de Acceso que no estén asociadas a datos comunes del usuario, tales como la fecha de nacimiento, apelativos, nombres de familiares, etc.
- Cambiar de Claves de Acceso por lo menos cada 3 meses; aunque lo ideal es hacerlo mensualmente.
- Las carpetas compartidas, dentro de una red, deben tener una Clave de Acceso, la misma que deberá ser cambiada periódicamente.
- No ejecutar ningún archivo contenido en un mensaje de correo no solicitado o enviado por un remitente desconocido, así ofrezca atractivos premios o temas provocativos. Mucho menos si estos archivos tienen doble extensión.
- No instalar copias de software pirata. Además de transgredir la Ley, pueden contener virus, spyware o archivos de sistema incompatibles con el del usuario, lo cual provocará su inestabilidad.
- No contestar los mensajes SPAM, ya que al hacerlo se re-confirmará su dirección IP, ni prestar atención a los mensajes con falsos contenidos, tales como ofertas de premios, dinero, solicitudes de ayuda caritativa, advertencia de virus de fuentes desconocidas, etc.
- En el caso del administrador de la red, tener precaución si algún servidor no reconoce su nombre, clave de acceso o servicio de correo, podría ser que ya esté siendo utilizado por algún intruso; a menos que haya un error en la configuración, la cual deberá ser verificada.
- En cuanto a los servicios físicos de red, como faceplates, cables o cualquier tipo de equipo localizado en oficinas y demás dependencias, se deberá informar al departamento indicado, en caso de que estos estén dañados o averiados.

3.6.2.2 Servicios que se prestan a las dependencias

- Cada jefe de departamento tendrá la potestad de solicitar el bloqueo de acceso a internet; realizando una solicitud al departamento competente y al administrador de la red.

3.6.2.3 Acceso a los equipos de red

Una vez determinados éstos parámetros se pueden definir los niveles de acceso, como se indica a continuación:

3.6.2.3.1 De los accesos permitidos

- El acceso a los equipos de red será exclusivamente para el administrador de la red o la persona encargada perteneciente al departamento de administración de la red.
- Está permitido el acceso a páginas web cuyo contenido esté enfocado a fines laborales o de análisis comercial.

3.6.2.3.2 De los impedimentos de acceso

- Por ningún concepto o razón alguna, se podrán instalar equipos que no los haya estipulado el administrador de la red.
- Queda prohibido el acceso a todas aquellas páginas relacionadas con compras en línea, pago de valores adicionales, descargas de datos de forma continua, páginas de chat, redes sociales y aquellas con contenido obsceno o de entretenimiento.

3.6.2.4 De las sanciones

En el caso de ir en contra o no acatar las políticas expuestas en los LINEAMIENTOS GENERALES y DE LOS ACCESOS PERMITIDOS; la institución se encargará de aplicar las sanciones respectivas, o si el caso lo amerita la empresa tendrá la obligación de imponer ante los organismos de ley las demandas pertinentes.

3.6.2.5 De las obligaciones administrativas de la red

Es obligación del administrador de la red realizar por lo menos dos revisiones mensuales al software y hardware de la red en todas las dependencias de la empresa, y de encontrarse algún daño se deberá notificar como máximo a las 48 horas de encontrado, con el fin de acortar el máximo posible los daños en la red.

3.6.3 SEGURIDAD PERIMETRAL DE LA RED

Debido a que la red de datos se encuentra conectada al Internet, la información que se maneja internamente es vulnerable de accesos externos, por lo tanto se ve necesaria la implementación de seguridad perimetral en la red, la cual es conformada por equipos que tienen básicamente las siguientes funciones:

- Se encargan del control de acceso, manteniendo segura la red de accesos no permitidos desde redes externas, así como de accesos no autorizados desde el interior de la red.
- Brindar protección a todos los elementos de la red interna, tanto a la información, como al hardware y al software que conforman la red.
- Además permiten tener niveles de acceso, tanto para usuarios externos como para los usuarios internos de la red.

3.6.3.1 Filtrado de paquetes

Conjunto de reglas que se establecen para permitir o bloquear el flujo de tráfico entre la red interna y externa, el filtrado de paquetes no se basa en el contenido de un paquete si no en información como: dirección de origen y destino, puerto de origen y destino, etc.

3.6.3.2 Zona Desmilitarizada (DMZ)

Se ha determinado este ítem para aumentar la seguridad en la red corporativa, pues las conexiones a internet por parte de los usuarios deben ser verificadas y permitidas; además existen servicios como el de correo electrónico y DNS que son accedidos desde la red externa.

Mediante la configuración three-legged-firewall (ver Figura 3. 31), se garantiza que las conexiones a la DMZ desde la red externa e interna sean permitidas, en tanto que las conexiones desde la DMZ solo serán permitidas hacia la red externa. Esta configuración permite proteger a la intranet, en caso de ataques a la DMZ de la red corporativa. Cada segmento de la red estará conectado de forma que se pueda separar la DMZ, la intranet y la red externa. Por lo que se utilizará:

- Dos puertos del firewall que se conecten a un puerto de cada switch de core, que pertenezca a la subred de servidores, para separar la DMZ.
- Dos puertos del firewall que se conecten a un puerto de cada switch de core para conectarse a la red interna.
- Dos puertos del firewall que se conecten a un puerto del router del ISP, para conectarse a la red externa.

3.6.3.3 Firewall

Generalmente para implementar seguridad perimetral en la red se hace uso de firewalls, dispositivos que son instalados en el punto donde la red se conecta a una red externa o al Internet (ver Figura 3. 31), de manera que ofrece un cierto grado de seguridad a la red, implantando políticas de control de acceso entre los dos medios. Los firewall o cortafuegos previenen accesos no autorizados, intrusos no deseables provenientes de Internet, o que información delicada de la empresa sea enviada a Internet, debido a que toda la información que ingresa o sale de la intranet es analizada por el firewall y filtrada en base a reglas determinadas.

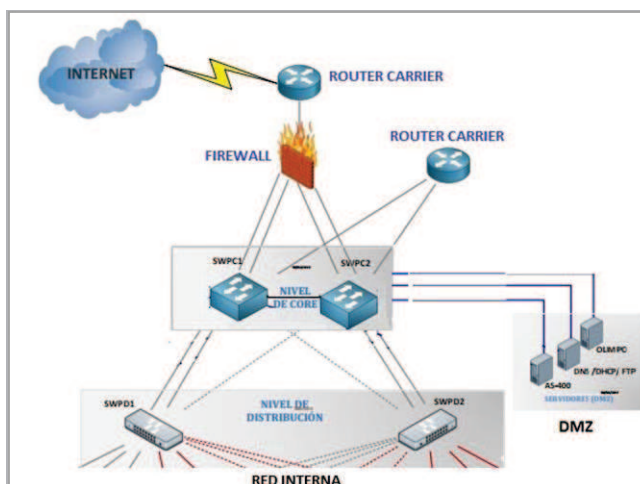


Figura 3. 31 Seguridad Perimetral en la Red

El firewall deberá poseer las siguientes características:

- Manejar filtros en base a la dirección IP, para controlar la navegación en internet.
- Tamaño del Disco 300 GB.
- Tamaño de la RAM 2048 MB.
- Puertos de red 10/100/1000 Mbps.
- Soporte de Administración mediante SNMP.
- Manejo de IPV4 e IPV6 (Dual Stack), VPN.
- Permitir la implementación de VLANs, NAT, enrutamiento estático y dinámico.

3.6.3.3.1 Dimensionamiento del Firewall Corporativo

El Firewall corporativo, al estar ubicado en la capa de core de la red corporativa, maneja grandes volúmenes de tráfico, por ello debe presentar altas prestaciones. A este equipo estarán conectados los switches de core y el router del ISP. En la Tabla 3. 55 se determina en número de puertos necesarios para el firewall corporativo.

Tabla 3. 55
Número de Puertos para el Firewall Corporativo

Firewall	SW_Core1	SW_Core2	Router_ISP
FW1	2EP	2EP	EP
	--	--	ES
Puerto	Gi0/1-Gi0/2	Gi0/3-Gi0/4	Gi0/5- Gi0/6
TOTAL (PUERTOS)	2	2	2
6			

Haciendo referencia al resultado de la Tabla 3. 55, se requiere 6 puertos para el firewall corporativo, en función de la escalabilidad se determina que se requiere un firewall de **12 puertos** Gigabit Ethernet. La forma en que se manejará cada uno de los puertos, respecto a la conexión DMZ- Red Interna- Red Externa, se indicó en el numeral 3.6.3.2.

3.7 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

Básicamente para garantizar calidad de servicio existen tecnologías para los diferentes niveles del modelo OSI, para capa 2 se aplica IEEE 802.1p/IEEE 802.1Q, para capa 3 se utiliza la arquitectura DiffServ.

3.7.1 CONSIDERACIONES PARA IMPLEMENTAR QoS EN LA RED

Generalmente los aspectos principales que se consideran para implementar QoS en la red son los siguientes.

3.7.1.1 Manejo de congestión

Hace referencia a diferentes tipos de encolamiento, para garantizar que las aplicaciones críticas dispongan del ancho de banda necesario para efectuar la transmisión de información, sobre otras aplicaciones menos críticas, en un tiempo determinado, no se descartarán los paquetes etiquetados con alta prioridad, estos serán encolados.

3.7.1.2 Clasificación y priorización del tráfico a nivel de capa 2

Para evitar que los paquetes encolados se retrasen o lleguen a descartarse, se debe realizar una clasificación del tráfico, en base a los requerimientos de cada uno y así tener colas según el tipo de aplicación. Se define un método basado en etiquetar los paquetes, de forma que los switches de capa 2 puedan brindarles prioridad; como primer paso se segmenta lógicamente la LAN utilizando diferentes VLANs para cada tipo de tráfico (voz, datos y video) y así poder dar un trato diferenciado a cada servicio.

Internamente en la etiqueta de la VLAN se encuentra el campo UserPriority de 3 bits, equivalente a 8 niveles de prioridad, los cuales representan la clase de servicio (CoS) (ver Tabla 3. 56). Para realizar el reenvío de las tramas los switches deberán disponer de al menos dos colas de prioridad, de esta manera se debería asignar el tráfico de las clases 4, 5 y 6 a la cola de alta prioridad y al tráfico de las clases restantes a la cola de baja prioridad, esto debido a que la

priorización del tráfico depende del número de colas que los puertos del switch puedan manejar.

Esta clasificación se basa en ciertos criterios como: dirección IP origen y destino, tipo de tráfico contenido en el paquete, entre otros, y puede llevarse a cabo utilizando tanto IEEE 802.1p como IEEE 802.1Q.

Tabla 3. 56
Estándar 802.1p Niveles de Prioridad¹⁷⁰

BITS	PRIORIDAD	CoS	TIPO DE TRAFICO
000	1	0	Background (Retardo Insensible)
001	2	1	Por defecto
010	0	2	Mejor esfuerzo
011	3	3	Excelente Esfuerzo (Retraso tolerante)
100	4	4	Carga Controlada (videostreaming)
101	4	5	Video (retardo < 100ms)
110	6	6	Voz (retardo < 10ms)
111	7	7	Control de la red

Nota Fuente: Adaptado de Scott, K. (2001). *Integración de redes de voz y datos* (p.494)

3.7.1.3 Clasificación y priorización del tráfico a nivel de capa 3

El modelo DiffServ permitirá la clasificación y priorización del tráfico que atraviese la WAN, a nivel de capa 3, para lo cual se utiliza los bits del campo ToS (Tipo de Servicio) de la cabecera del paquete IPv4. Inicialmente se utilizaron los 3 bits más significativos para determinar la precedencia (IP Precedence) lo que permitió definir las calidades de servicio; posteriormente se definen los 6 bits más significativos conocidos como DSCP (Differentiated Services Code Point) para la clasificación del tráfico y los 2 bits restantes para control de congestión; todos los paquetes pertenecientes a una misma clase se marcarán con un valor DSCP determinado. Los códigos DSCP ofrecen mayores alternativas para manejar el tráfico (2⁶). En la Tabla 3. 57 se muestra la relación entre los valores de IP Precedence y los valores de DSCP.

La priorización del tráfico se lo hará desde la capa 2, mediante la asignación de un valor CoS dependiendo de tipo de tráfico, a continuación este valor se traduce por su correspondiente DSCP en capa 3, el paquete viaja a través de la red del carrier y en el destino se realiza el proceso inverso.

Tabla 3. 57
Valores de DSCP e IP Precedence ^{[71] [72]}

DSCP			IP PRECEDENCE (CoS)		TIPO DE TRÁFICO
Nombre	VALOR		VALOR		
CS0	000000	0	000	0	Estándar
CS1	001000	8	001	1	Datos de prioridad media
AF11	001010	10	001	1	
AF12	001100	12	001	1	
AF13	001110	14	001	1	
CS2	010000	16	010	2	Gestión de la red
AF21	010010	18	010	2	Datos de prioridad alta
AF22	010100	20	010	2	
AF23	010110	22	010	2	
CS3	011000	24	011	3	Video Broadcast
AF31	011010	26	011	3	Multimedia Streaming
AF32	011100	28	011	3	
AF33	011110	30	011	3	
CS4	100000	32	100	4	Aplicaciones Interactivas
AF41	100010	34	100	5	Videoconferencia
AF42	100100	36	100	5	
AF43	100110	38	100	5	
CS5	101000	40	101	6	Señalización
EF	101110	46	101	6	Telefonía
CS6	110000	48	110	7	Control de red
CS7	111000	56	111	7	Reservado

Nota Fuente: Adaptado de Debian & Comunicación, & MKE Solutions. *Quality of Service*. Obtenido de <http://bit.ly/ylcBfq>, <http://bit.ly/18nWrqS>

3.7.1.4 Parámetros presentes en la QoS

Los parámetros que se deben tomar en cuenta se resumen en la Tabla 3. 58.

Tabla 3. 58
Parámetros Presentes en la QoS ^[73]

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	VALORES RECOMENDADOS	SOLUCIONES
Jitter	(Variación del retardo) Variabilidad del tiempo durante la transmisión y recepción de un paquete	Menor a 100 ms	Jitter Buffer. Buffer que almacena paquetes de voz y los envía paulatinamente para que la voz fluya de manera constante.
Latencia	Tiempo que tarda la información desde el origen al destino	Menor a 150 ms	Priorización del tráfico
Pérdida de Paquetes	Paquetes demorados o descartados	Menor al 1%	No transmitir los silencios.

Nota Fuente: Adaptado de ElastixTech. *QoS-Calidad de Servicio para VoIP*. Obtenido de <http://bit.ly/13onlhf>

3.8 CLASIFICACIÓN DE COSTOS DE LA RED

En esta sección se presenta los costos referenciales de los elementos que componen la red multiservicios de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, en base a marcas difundidas en el mercado, así como los costos correspondientes a los enlaces WAN, MAN y la salida a Internet.

3.8.1 COSTOS DIRECTOS

Constituyen aquellos que se asocian directamente con la Red Multiservicios y se pueden identificar fácilmente. Tales como los generados para: la red activa (equipos de conectividad, servidores, UPS's, aire acondicionado, terminales de telefonía y datos), la red pasiva y los servicios de transporte de datos, troncales SIP e Internet.

3.8.1.1 Costos Referenciales de la Red Activa

Se analizará aspectos técnicos y económicos de equipos de diferentes marcas, escogiendo la que mejor permita cubrir los requerimientos actuales.

3.8.1.1.1 *Switch de acceso*

Los switches de acceso permitirán la conexión de dispositivos terminales a la red, se requieren 3 switches de 24 puertos y 5 de 48 puertos; se analizarán las marcas **CISCO** (*Catalyst 2960S WS-C2960S-24PD-L* y *Catalyst 2960S WS-C2960S-48FPD-L*) y **HP** (*E4210* y *E4210*), cuyas características se detallan en el Anexo C23. Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones AKROS, TEUNO y LATECH, las que pueden observarse en el Anexo C22.

A continuación, en la Tabla 3. 59 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas mínimas que deben presentar los switches de acceso y en base a la información del Anexo C17, se analizará si los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos.

Tabla 3. 59
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Acceso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SWITCHES DE ACCESO		CISCO	HP
INTERFACES	24 o 48 puertos RJ45 de 10/100/1000 Mbps; con características de Auto Negociación, Auto MDI/MDIX, Autosensing y Full Dúplex	✓	✓
	2 puertos Gigabit o 2 SFP.	✓	✓
	Puerto de consola	✓	✓
RENDIMIENTO	Throughput: mínimo 3.16 Mpps / 10.12 Mpps	✓	✓
	Velocidad de backplane: mínimo 9 Gbps / 14 Gbps	✓	✓
PROTOCOLOS DE INTERCONEXIÓN	10 Base-T, 100BASE-TX, 1000Base-T	✓	✓
ESTÁNDARES	IEEE 802.3i (Ethernet), IEEE 802.3u (Fast Ethernet), IEEE 802.3ab, IEEE802.3z (Gigabit Ethernet), IEEE 802.1d, Protocolo Spanning Tree (STP), IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), IEEE 802.1q (Trunking), IEEE 802.1x (Autenticación), IEEE 802.1p (Asignación de Prioridades), IEEE 802.3 af (Power Over Ethernet)	✓	✓
MANEJO DE VLANs	Manejo de redes virtuales (802.1 q).	✓	✓
	Soporte IEEE 802.1v. Clasificación de VLANs por puerto y protocolo.	✓	✓
	Soporte GVRP (GARP VLAN Registration Protocol). Permite el aprendizaje automático y la asignación dinámica de VLANs.	✓	✓
CALIDAD DE SERVICIO	Soporte 802.1 p (Asignación de prioridades al tráfico).	✓	✓
SEGURIDAD	Soporte IEEE 801.X. Autenticación en redes LAN.	✓	✓
	Gestión segura mediante SSH (V1, V2) y SSL (Secure Shell/ Secure Socket Layer)	✓	✓
ADMINISTRACIÓN	Configuración CLI (Command-line interface) y vía web	✓	✓
	Permitir acceso y configuración vía TELNET	✓	✓
	Soporte SNMP v1, v2c, v3	✓	✓
COSTO TOTAL (USD)	SWITCH 24 PUERTOS	5.077,99	3.800,00
	SWITCH 48 PUERTOS	8.835,41	3.200,00

Al costo total deberá añadirse el costo de los módulos de fibra 1000BASE-SX SFP para la conexión con el nivel de distribución. La empresa de telecomunicaciones AKROS, cotizó dichos módulos en 496,00 USD (2 módulos por switch).

3.8.1.1.2 Switch de distribución

Los switches de distribución permitirán la conexión de todos los switches de acceso de las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo. Se analizarán las marcas **CISCO** (*Catalyst 3560 WS-C3560G-24PS-E*) y **HP** (*A5120 (JG236A)*), cuyas características se desglosan en el Anexo C23. Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones TEUNO y LATECH, las cuales pueden observarse en el Anexo C22.

Tabla 3.60
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Distribución

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SWITCHES DE DISTRIBUCIÓN		CISCO	HP
INTERFACES	Puertos RJ45 Full Duplex de 10/100/1000 Mbps; con características de Auto Negociación, Auto MDI/MDIX y Autosensing.	✓	✓
	4 Puertos SFP(Small Form Pluggable)	✓	✓
	Puerto de consola	✓	✓
RENDIMIENTO	Buffer de Memora Basado en Puerto	✓	✓
	Throughput: 18 Mpps	✓	✓
	Velocidad de backplane: 24 Gbps	✓	✓
PROTOCOLOS DE INTERCONEXIÓN	10 Base-T, 100BASE-TX, 1000Base-T, 1000 Base-SX	✓	✓
ESTÁNDARES	IEEE 802.3i (Ethernet), IEEE 802.3u (Fast Ethernet), IEEE 802.3ab, IEEE802.3z, (Gigabit Ethernet), IEEE 802.3ad, (Agregación), IEEE 802.1d Protocolo Spanning Tree (STP), IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), IEEE 802.1q (Trunking), IEEE 802.1x (Autenticación), IEEE 802.1p (Asignación de Prioridades).	✓	✓
CALIDAD DE SERVICIO	Soporte 802.1 p (Asignación de prioridades al tráfico)	✓	✓
CARACTERÍSTICAS CONMUTACIÓN	Soporte Spanning Tree (STP, RSTP, MSTP).	✓	✓
	Soporte LACP (Link Aggregation Control Protocol), Agregación de enlaces.	✓	✓
CARACTERÍSTICAS DE ENRUTAMIENTO	Enrutamiento IP entre VLANs.	✓	✓
ADMINISTRACIÓN	Configuración CLI (Command-line interface) y vía web, Permitir acceso y configuración vía TELNET, Soporte SNMP v1, v2c, v3.	✓	✓
SEGURIDAD	Soporte de ACLs (listas de control de acceso) para impedir el acceso de usuarios no autorizados.	✓	✓
COSTO TOTAL (USD)		7.420,00	7.402,56

En la Tabla 3.60 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas mínimas que deben presentar los switches de distribución, y en base a la información del Anexo C17, se analizará si los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos.

Para este caso los 4 módulos de fibra por switch, se incluyen en la propuesta de la empresa TEUNO, como se visualiza en el Anexo C22. Pero se añade el valor de dos trancivers externos de la marca TP-LINK, para completar la conexión (mediante 10 hilos de fibra) entre el nivel de acceso y distribución. El costo de cada tranciver es de **750,00 USD** ^[74]. Las características técnicas de este elemento se muestran en el Anexo C23.

3.8.1.1.3 Switch de core

Los switches de core presentarán interfaces para la conexión con los switches de distribución; además, permitirán la conexión de los servidores, el firewall corporativo y el router que provee los servicios del ISP y Carrier.

En el Anexo C23 se analizan las especificaciones técnicas de los switches de las marcas **CISCO** (*WS-C3750X-24T-E*) y **HP** (*5800 (JC103 A)*); las propuestas económicas de los mismos, se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones AKROS y LATECH, las cuales se pueden ver en el Anexo C22.

En la Tabla 3. 61 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas mínimas que deben presentar los switches de core, y en base a la información del Anexo C17, se analizará si los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos.

Una vez realizada la comparación de las especificaciones técnicas de los switches de acceso, distribución y core, de las marcas CISCO y HP, se plantea como mejor solución la marca **CISCO**, por las razones que se exponen a continuación.

Tabla 3.61
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Switches de Core

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH DE CORE		CISCO	HP
INTERFACES	Puertos RJ45 10/100/1000Base-T; con características de Auto Negociación, Auto MDI/MDIX y Autosensing.	✓	✓
	Puerto de consola	✓	✓
RENDIMIENTO	Throughput: 27 Mpps	✓	✓
	Velocidad de backplane: 36 Gbps	✓	✓
PROTOCOLOS	IEEE 802.3i (Ethernet), IEEE 802.3u (Fast Ethernet), IEEE 802.3ab, IEEE802.3z, (Gigabit Ethernet), IEEE 802.3ad, (Agregación), IEEE 802.1d Protocolo Spanning Tree (STP), IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), IEEE 802.1q (Trunking), IEEE 802.1x (Autenticación), IEEE 802.1p (Asignación de Prioridades), IEEE 802.3x.	✓	✓
CONMUTACIÓN DE CAPA 2	Soporte LACP (Link Aggregation Control Protocol), Agregación de enlaces	✓	✓
	Soporte Spanning Tree (STP, RSTP, MSTP)	✓	✓
	Compatibilidad con el protocolo IEEE 802.3x	✓	✓
	Soporte del protocolo ARP(Address Resolution Protocol)	✓	✓
	Manejo de redes virtuales (802.1 q)	✓	✓
ENRUTAMIENTO CAPA3	Soporte de enrutamiento IPv4, estático, dinámico RIP V1,V2	✓	✓
	Manejo de protocolos RIP V1,V2, OSPF, IGRP, BGP, IS-IS	✓	✓
	Soporte de enrutamiento IPv6	✓	✓
CALIDAD DE SERVICIO	Soporte 802.1 p (Asignación de prioridades al tráfico)	✓	✓
	Manejo de WRR (Weighted Round-Robin)	✓	✓
	Clase de servicio basada en puerto, ToS y prioridad de VLAN.	✓	✓
	Manejo de DSCP (Differentiated Services Code Point)	✓	✓
SEGURIDAD	Manejo de seguridad en puertos, IEEE 801.X. Autenticación en redes LAN, acceso limitado a determinados segmentos de la red.	✓	✓
	Gestión segura mediante SSH (Secure Shell) (V1, V2)	✓	✓
ADMINISTRACIÓN	Configuración CLI (Command-line interface) y vía web	✓	✓
	Permitir acceso y configuración vía TELNET	✓	✓
	Soporte SNMP v1, v2c, v3.	✓	✓
	Soporte DHCP Snooping	✓	✓
COSTO TOTAL (USD)		13.631,45	17.879,63

- Los switches Cisco cumplen con los requerimientos necesarios para operar eficientemente en la red corporativa, los cuales fueron indicados en las secciones: 3.3.5.3, 3.3.5.4 y 3.3.5.5.
- Debido a que es una marca difundida y posicionada en el mercado mundial, permite tener asistencia técnica y una amplia gama de componentes para los equipos, de forma rápida y sencilla.
- Se adaptan fácilmente a redes de nueva generación.
- El costo de los equipos se justifica por la garantía limitada de por vida que ofrece la marca, ya que frente a una eventualidad este sería repuesto de forma inmediata por parte del fabricante.

3.8.1.1.4 Firewall

El dispositivo firewall permitirá introducir seguridad perimetral en la red, se analizarán las especificaciones técnicas de equipos de las marcas **Check Point** (*SWG4400*) y **HP** (*F1000-A- EI VPN (JG214A)*), que se encuentran desglosadas en el Anexo C23. Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones TEUNO y LATECH, las que se pueden ver en el Anexo C22.

A continuación, en la Tabla 3. 62 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas mínimas que deben presentar los firewall, y en base a la información de la sección 3.6.3.3, se analizará si los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos.

Tabla 3.62
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas del Firewall

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS FIREWALLS		Check Point	HP
Interfaces	Mínimo 6 puertos 10/100/1000BaseT	✓	✓
	Soporte de configuración de políticas de seguridad	✓	✓
	Soporte de algoritmos de cifrado (AES, DES)	✓	✓
	Facilidad de administración	✓	✓
COSTO (USD)		14.200,00	12.832,93

Después de realizar la comparación de las especificaciones técnicas de los firewalls de las marcas Check Point y HP, se escoge como mejor alternativa el **firewall HP**, debido a que los 12 puertos 10/100/1000BaseT ya vienen

disponibles, ofreciendo mayor escalabilidad, a diferencia del firewall Check Point, en el cual únicamente están disponibles 8 puertos; además el firewall HP soporta mayores parámetros y algoritmos de seguridad; en cuanto al rendimiento el firewall Check Point es la mejor alternativa; pero sin marcar una diferencia considerable en relación al equipo de la otra marca; adicionalmente a estas características, el costo que representa el firewall Check Point es un factor importante en la decisión.

3.8.1.1.5 Servidores

Los servidores se alojarán en la Dirección Provincial MIES-INFA; éstos son el servidor de DNS, DHCP, FTP, Correo Electrónico, Antivirus, Video, Telefonía IP, Olimpo y AS400; para los cuales es necesario adquirir 4 servidores, para: telefonía IP, video Conferencia-Streaming, correo electrónico y uno para los servicios DNS/DHCP/FTP, como se indicó en el numeral 3.3.5.6.

En el Anexo C23 se analiza aspectos técnicos de servidores de las marcas **DELL** (*PowerEdge R210 II*) y **HP** (*ProLiant BL460c Gen8 E5-2650*); las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones TEUNO y LATECH (ver Anexo C22), las cuales brindan soluciones integradas para proyectos de telecomunicaciones. La Tabla 3.63 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas y económicas que presentan los servidores y en base a la información de la Tabla 3. 41, se analizará si los equipos de ambas marcas cumplen con los requerimientos.

Tabla 3.63
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Servidores

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS SERVIDORES		DELL	HP
Procesador	Dual a 2 GHz mínimo	✓	✓
Memoria RAM	1 GB mínimo	✓	✓
Disco Duro	100 GB mínimo	✓	✓
Sistema Operativo	Windows	✓	✓
	Linux	✓	✓
Adaptador de Red	Gigabit Ethernet	✓	✓
COSTO (USD)		2.130,00	5.742,96
		2.200,00	

Una vez realizada la comparación de las características técnicas de los servidores de las marcas DELL y HP, se escoge los equipos de la marca **DELL**, debido al tipo de procesador (Intel® Core™ i3-2100 de doble núcleo) y capacidad de la RAM (de hasta: 32 GB , 1333 MHz GB y 4 ranuras DIMM), parámetros adecuados para ofrecer los servicios de Telefonía IP, Correo, Video o DNS/DHCP/FTP respectivamente; otras razones por las cuales se escoge la marca DELL, es por la capacidad de almacenamiento interno de hasta 1TB, que ofrece el proveedor y que el costo incluye el valor de la licencia del SO Linux RHEL.

3.8.1.1.6 Equipos UPS y Aire Acondicionado

Se presentan especificaciones técnicas y económicas de equipos UPS de las marcas **APC** y **Powercom**. Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones TEUNO, LATECH y SIRCOM, las cuales se pueden observar en el Anexo C22.

Tabla 3.64
Especificaciones Técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT (TEUNO)

MODELO	2000 VA SOLISDC2000BI	6000 VA SURT6000XLT-1TF3	15 KVA SUVTP15KH4B4
SALIDA			
Potencia de salida	1600 Vatios/ 2000 VA	4200 Vatios/ 6000 VA	12 Kw / 15 KVA
Tensión de salida nominal	115 V	120 V, 208 V	230V, 400V 3PH
Eficiencia con carga completa		92.0%	95.7%
ENTRADA			
Entrada de voltaje	115 V, 220V	208 V	400 V 3 PH
Corriente Máxima	16 A		
Tiempo típico de recarga		2,5 horas	5 horas
Interfaces		DB-9 RS-232, RJ-45 10/100 Base-T, SmartSlot.	DB-9 RS-232, RJ-45 10/100 Base-T, SmartSlot.
Respaldo de batería, tiempo de carga completa		5,4 minutos	27,6 minutos
Administración	Software de administración	1 Tarjeta SmartSlot (AP9631), monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red	1 Tarjeta SmartSlot (AP9631), monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red
Garantía	1 año	2 años	1 año
Precio (USD)	1.420,00	3.600,00	18.400,00

Nota Fuente: Adaptado de APC. *Products, UPS*. Obtenido de: <http://www.apc.com/products/>

- **UPS marca APC (Propuesta TEUNO)**

En la Tabla 3.64, se analizan algunas de las características técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT 2000 VA, 6000 VA y 15 KVA, respectivamente.

- **UPS marca APC (Propuesta LATECH)**

En la Tabla 3.65, se muestran algunas de las características técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT 3000 VA, 6000 VA y 15 KVA, respectivamente.

- **UPS marca Powercom**

En la Tabla 3.66, se enumeran varias de las características técnicas de los UPS Powercom 2 KVA, 6 KVA y 15 KVA ON-LINE 2L (Diseño de conversión doble en línea).

Tabla 3.65
Especificaciones Técnicas de los UPS APC Smart-UPS RT (LATECH)

MODELO	3000 VA SURTA3000RML3U	6000VA SURTD6000RMLP3U	15 KVA SURT15KRMXL1-TF10K
SALIDA			
Potencia de salida	2100 Vatios/ 3000 VA	4200 Vatios/ 6000 VA	12 Kw / 15 KVA
Tensión de salida nominal	120 V	120 V, 208 V	120 V, 208 V
Eficiencia con carga completa		90.0%	93%
ENTRADA			
Entrada de voltaje	120 V	208 V	208 V
Tiempo típico de recarga	2,5 horas	2,5 horas	2,5 horas
Respaldo de batería, tiempo de carga completa	14,1 minutos	4,4 minutos	8 minutos
Respaldo de batería, tiempo de carga media	33,9 minutos	14,1 minutos	
Interfaces	DB-9 RS-232, SmartSlot	RJ-45 10/100 BaseT	DB-9 RS-232, RJ-45 10/100 BaseT, SmartSlot
Administración	1 interfaz SmartSlot para monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red	1 Tarjeta SmartSlot (AP9631), monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red	1 Tarjeta SmartSlot (AP9631), monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red
Garantía	2 años	2 años	2 años
Precio (USD)	1.994,66	4.468,94	16.102,54

Nota Fuente: Adaptado de APC. *Products, UPS*. Obtenido de: <http://www.apc.com/products/>

Tabla 3.66
Especificaciones Técnicas de los UPS Powercom

MODELO	Powercom 2 KVA	Powercom 6 KVA	Powercom 15 KVA
SALIDA			
Potencia de salida	1400 Vatios/ 2000 VA	4200 Vatios/ 6000 VA	10500Vatios/15 KVA
Tensión de salida nominal	100 V o 110 V/120 V/127 V o 208 V/220 V/230 V/240 V +/-2%	120 V/208 V/240 V +/-2%	120 V/208 V/240 V +/-2%
Eficiencia con carga completa	95%	90.0%	90%
Funcionamiento con sobrecarga	125% 1 minuto y 150% 10 segundos	105% 10 segundos y 130% +/- 10% 300ms	105% 10 segundos y 130% +/- 10%300ms
ENTRADA			
Entrada de voltaje	100 V o 110 V/120 V/127 V o 208 V/220 V/230 V/240 V	170 V~276 V	170 V~276 V
Respaldo de batería, tiempo de carga completa	7 minutos	7 minutos	8 minutos
Respaldo de batería, tiempo de carga media	15 minutos	20 minutos	22 minutos
Tiempo típico de recarga	4 horas	8 horas	8 horas
Interfaces	RS-232, USB, Tarjeta SNMP (para monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red)	RS-232, USB, Tarjeta SNMP (para monitoreo remoto del UPS por conexión directa a la red)	RS-232, USB, Tarjeta SNMP (para monitoreo remoto del UPS mediante la conexión directa a la red)
Garantía	2 años	2 años	2 años
Precio (USD)	1.373,85	3.958,46	7.616,92

Nota Fuente: Adaptado de sucomputo. *Especificaciones Técnicas UPS POWERCOM*. Obtenido de: <http://bit.ly/13BPenq>

Luego del análisis de las características técnicas de los UPS, se escoge los **UPS APC Smart-UPS RT 3000 VA y 15 KVA** distribuido por LATECH y el **UPS APC Smart-UPS RT 6000 VA** distribuido por TEUNO, por las características de: potencia, de voltaje, por el tiempo de respaldo a carga completa, administración mediante la conexión directa a la red, requieren menor tiempo para recargar completamente las baterías y por la garantía que ofrece el proveedor. En cuanto a los aires acondicionados, se considera la propuesta presentada por la empresa SIRCOM, 4 unidades, cada uno con un valor de **5.962,31 USD**.

3.8.1.1.7 Solución de Telefonía IP

Para implementar telefonía IP en las dependencias MIES-INFA Manabí, se plantea la opción de tener una central IP basada en software como Asterisk; por lo

tanto no se requiere adquirir una central IP adicional. En cuanto a los dispositivos terminales, se presenta las características técnicas de las marcas AVAYA, Elastix, Grandstream y Yeahlink.

- **Teléfonos IP marca AVAYA (Teléfonos Ejecutivos)**

En la Tabla 3.67 se analizan las características técnicas de los teléfonos AVAYA 9621G, 1616-I y 1608-I. Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas de telecomunicaciones TEUNO, LATECH y SIRCOM (ver Anexo C22).

Tabla 3.67
Especificaciones Técnicas de los Teléfonos AVAYA 9621G, 1616-I y 1608-I

MODELO	9621G	1616-I	1608-I
Características	- Pantalla táctil en color con explorador web integrado. -Correo de voz, mensajería instantánea, fax, identificador de llamadas, renvío, transferencia, retención de llamadas. -Switch integrado. -Soporte de 802.1X	-Pantalla de 4 líneasx24 caracteres orientable. -Correo de voz, Llamada en espera, conferencia, transferencia, registro, etc. - Manos libres. -Switch integrado.	-Display retroalimentado de 3 líneas x24 caracteres, llamada en espera, conferencia, transferencia, registro de llamadas, etc. - Manos libres - Switch Integrado.
Interfaces	2 x Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T	2puertos 10/100Base-T	2 puertos 10/100Base-T
Protocolos de VoIP	H.323, SIP	H.323	H.323
Códex soportados	G.722, G.729ab, G.711u, G.711a, G.726	G.711, G.729A/B, G.726	G.711, G.729A/B, G.726
Calidad de servicio	Soporte 802.1p/Q y DiffServ	Soporte 802.1p/Q y/o DiffServ	Soporte 802.1p/Q y DiffServ
Alimentación	Soporte 802.3af (PoE), o por fuente de alimentación	Soporte 802.3af (PoE) y adaptador 5VDC opcional	Soporte 802.3af (PoE) y adaptador 5VDC opcional
Garantía	1 año	1 año	1 año
COSTO (USD)	388,44	169,56	143,32

Nota Fuente: Adaptado de VoIP CENTRIX. *Especificaciones técnicas equipos terminales AVAYA*. Obtenido de: <http://www.avaya.com>, <http://bit.ly/13TSQ5S>

- **Teléfonos IP marca Elastix, Grandstream y Yeahlink (Teléfonos Ejecutivos).**

En la Tabla 3.68 se describen las características técnicas de los teléfonos Elastix® LXP200, Grandstream GP2120 HD y Yeahlink VP530, respectivamente.

La propuesta económica se obtuvo de la empresa de telecomunicaciones LATECH (ver Anexo C22).

Tabla 3.68
Especificaciones Técnicas de los Teléfonos Elastix® LXP200, Grandstream GP2120 HD y Yealink VP530

MODELO	Elastix® LXP200	Grandstream GP2120 HD	Yealink VP530
Características	-LCD de 180x60px retro iluminada -Hasta 500 contactos y 500 registros de llamadas. -Audio HD, manos libres full dúplex. -Doble línea (2 cuentas SIP) -Conferencia en 3 vías	-LCD de 320x160px retro iluminada. -Aplicaciones web a tiempo real. -Identificador, transferencia, registro de llamadas. -Servidor web para administración y configuración.	-Pantalla táctil, color de 7 pulgadas -Llamada en espera, transferencia, voicemail, conferencia, etc. -Soporte de video IP. -2 líneas SIP -Cámara de 0,3 megapíxeles. -Aplicaciones web en tiempo real.
Interfaces	2 (PC, LAN) 10/100 Mbps Ethernet. Diadema (RJ9)	2 puertos Ethernet 10/100 Mbps y puerto RJ9	2 puertos 10/100Base-T, 1 puerto USB, 1 slot SD.
Protocolos de VoIP	SIP	SIP	H.264, H.263
Códex soportados	G.722, G.729ab, G.711u, G.711a, G.726	G.711, G.722, G.729A/B, G.726 G.723.1.	G.711, G.729A/B, G.726, G.722, G.723.1. (Códex de imagen JPEG, GIF, PNG), (códex de audio MP3, WMA, AAC, etc.)
Calidad de servicio	Soporte 802.1p/Q y DiffServ	Soporte 802.1p/Q y/o DiffServ, Tipo de Servicio (ToS)	Soporte 802.1p/Q y DiffServ, DSCP.
Alimentación	Soporte 802.3af (PoE)	Soporte 802.3af (PoE), tipo alimentación externa.	Soporte 802.3af (PoE), tipo alimentación externa.
Garantía	1 año	1 año	1 año
COSTO (USD)	288,84	225,30	589,48

Nota Fuente: Adaptado de GRANDSTREAM Authorized Reseller. *Especificaciones Técnicas equipos terminales Elastix*. Obtenido de <http://bit.ly/180G1rE>, <http://bit.ly/18ELJ1L>, <http://bit.ly/12P7rw7>

- **Teléfonos IP marca Grandstream (Teléfonos Generales)**

Se analizan las características técnicas del teléfono Grandstream BT200, cuyas especificaciones técnicas ^[75] se indican en el Anexo C23. La propuesta económica se obtuvo de la empresa de telecomunicaciones SIRCOM (ver Anexo C22).

A continuación, en la Tabla 3.69 se muestra una comparación de las especificaciones técnicas mínimas que deben presentar los teléfonos IP.

Tabla 3.69
Comparación de las Especificaciones Técnicas mínimas de los Teléfonos IP

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TELÉFONOS IP		AVAYA	ELASTIX	GRANDSTREAM	YEAHLINK
Interfaces	2 puertos Ethernet 10/100 Mbps	✓	✓	✓	✓
Soporte de Protocolos de VoIP	SIP, H3.23	✓	✓	✓	✓
Códecs soportados	Mínimo G.711 y G.729	✓	✓	✓	✓
Calidad de servicio	Soporte 802.1p/Q	✓	✓	✓	✓
Alimentación	Soporte de 802.3af (PoE)	✓	✓	✓	✓
COSTO (USD)		388,44	288,84	225,30	589,48
		169,56		114,26	
		143,32			

Una vez realizado el análisis de las características técnicas y económicas de los teléfonos IP, se escoge los **teléfonos Grandstream**, tanto los ejecutivos como los generales, debido a que cumple con las características en cuanto a interfaces, protocolos de VoIP, códecs, calidad de servicio, al tipo de alimentación y a la garantía que ofrece el proveedor; al igual que los teléfonos Avaya se puede utilizar la misma marca, tanto para teléfonos generales como para teléfonos ejecutivos, facilitando la administración, ambas marcas tienen características similares, pero los teléfonos Avaya requieren cargar un firmware⁴⁵ SIP para que sean compatibles con Asterisk, central IP que se propone implementar para brindar telefonía IP en la red.

3.8.1.1.8 Adaptadores de terminales analógicos (ATA'S)

Para la conexión de teléfonos analógicos y faxes, se analizan las características técnicas de los ATAS Grandstream HT702 y Fanvil ATA A2 (ver Tabla 3.70).

Las propuestas económicas se obtuvieron de las empresas LATECH y SIRCOM.

⁴⁵ **Firmware:** Conjunto de instrucciones que controlan dispositivos de cualquier tipo, indicando todo lo que deben hacer.

Tabla 3.70
Especificaciones Técnicas de los ATA

MODELO	FANVIL ATA A2	GRANDSTREAM HT702
Interfaces	Interfaces de telefonía: 2 FXS (RJ11)	Interfaces de telefonía: 2 FXS (RJ11)
	Interfaces de red: 2 puertos WAN/LAN RJ45 10/100 Base-T	Interfaces de red: 1 puerto RJ45 10/100 BASE TX, Full dúplex
Características	Soporte de DHCP, DNS, VLANs, IEEE 802.1X.	Soporte de DHCP, VLANs, Capacidad dúplex, QoS.
Códexs soportados	G.711 A/u, G.729A/B, G.726	G.711, G.723, G.726, G.729
Calidad de servicio	Soporte 802.1Q/P con DiffServ (opcional)	Soporte 802.1p/Q y/o DiffServ, Tipo de Servicio (ToS)
Protocolos de VoIP	SIP, H323	SIP, H323
Administración	Vía Web	Vía Web
COSTO (USD)	60,00	66,02

Nota Fuente: Adaptado de GRANDSTREAM Authorized Reseller. *Especificaciones Técnicas ATA*. Obtenido de: <http://bit.ly/1abM2mk>

Una vez realizado un análisis de las características de los ATAs (Adaptadores de teléfonos analógicos), se escoge la marca **Grandstream**, debido a las características que presenta, en cuanto a la interfaces que posee, códexs, protocolos y calidad de servicio que soporta; además esta marca es la que se escogió para los teléfonos IP, por lo tanto facilita el soporte técnico y administración, los dos dispositivos, ATAs y teléfonos IP Grandstream poseen una interfaz de configuración vía web muy similar.

3.8.1.2 Costo Total de la Red Activa

Una vez realizado el análisis de las características técnicas y económicas de los elementos, el costo total de la red activa es de **265.921,23 USD**, en la cual se incluye las PCs que se requieren para el personal de Protección Integral; serán de **marca DELL**, cotizadas por la empresa TEUNO; éstas máquinas incluyen licencia Windows 8 Pro. Los costos en detalle se presentan en el Anexo C22.

3.8.1.3 Costo de la Red Pasiva

El costo total de la red pasiva incluye elementos de cableado estructurado, instalación y certificación, como se indica en la Tabla 3.71. El proveedor escogido para conformar el sistema de cableado estructurado es SIRCOM, por ofrecer una solución adecuada, detallada y económica para el proyecto en las marcas Panduit y Levinton (ver Anexo C22), de las cuales se escoge **Levinton**, debido a que es

una marca difundida en el mercado, con elementos a costos más rentables; además el proveedor presenta una propuesta adecuada y completa acerca del trabajo a realizarse con el sistema de cableado estructurado.

Si bien en el diseño se ha escogido la fibra óptica OM3 para la interconexión de los cuartos de telecomunicaciones 1C y 1D, al cuarto de telecomunicaciones 1A; se preferirá instalar fibra óptica monomodo de 9/125 μm OS1, que soporta velocidades de 10 Gbps a una distancia de 10 Km; debido a que su costo es mucho más bajo frente a la Fibra óptica OM3 y OM4, como se puede constatar en los cuadros comparativos presentados por la empresa MARTEL (ver Anexo C22); esto se debe a que la rotación en el mercado de este tipo de fibra (OS1) es mucho mayor que la fibra OM3 y OM4.

Tabla 3.71
Costo Total de la Red Pasiva

ELEMENTO	PRECIO TOTAL
Elementos de cableado estructurado	61.273,80
Instalación de 336 puntos Cat. 6	18.820,00
Pruebas de certificación Cat. 6	
Instalación de canaleta decorativa	
Tendido de fibra óptica	
Armado de conectores ST	
Pruebas de atenuación de fibra óptica	
Gastos de movilización y memoria técnica del proyecto	
PRECIO FINAL (USD)	

Nota Fuente: Recopilación de elementos pasivos de la red, Anexo C25

3.8.1.4 Servicio de Transporte de Datos

El costo total del servicio de transporte de datos y de Internet se cotizó con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT y con la empresa PuntoNet, ambos proveedores presentaron propuestas sobre los enlaces de datos e Internet, las cuales se encuentran en el Anexo C22. A continuación se realiza una comparación de las características mínimas (ver Tabla 3. 72) que deben presentar los enlaces tanto de datos como de Internet, por parte de los proveedores.

Tabla 3.72
Comparación de las Características de los Enlaces de Datos e Internet

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ENLACES DE DATOS E INTERNET		CNT	PUNTONET
Tipo de enlace	Dedicados	✓	✓
Disponibilidad	De al menos 99%	✓	✓
Redundancia	El costo incluye enlaces redundantes	✓	✓
Soporte	24x7	✓	✓
COSTO PRIMER MES (USD)		3.739,52	4.300,00

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas de enlaces a contratarse, Anexo C25

Una vez realizado un análisis de las especificaciones técnicas de los enlaces de datos e Internet que ofrecen ambos proveedores, se escoge **CNT** para la contratación de los enlaces, debido a sus características en cuanto al tipo de enlace, redundancia, disponibilidad, el tipo de medio físico utilizado para última milla es fibra, el cual es mucho más confiable que el inalámbrico, que en la mayor parte de instalaciones ofrece PuntoNet. El costo de instalación y de las mensualidades no difiere notablemente y ambos proveedores ofrecen enlaces cuyas características cumplen con las especificaciones requeridas, pero se prefiere CNT ya que como empresa pública al igual que la Dirección Provincial MIES-INFA, tiene mayor ventaja sobre otros proveedores de servicios.

3.8.1.5 Costo de los enlaces de datos y de Internet

El costo de los enlaces (ver Tabla 3.73), tanto de datos como de Internet, se cotizó en base a los valores que se obtuvieron en el dimensionamiento de los mismos, en la sección 3.4.2. La CNT cuenta con una infraestructura de red basada en tecnología IP-MPLS, cumpliendo con los requerimientos de este diseño, además cuenta con la tecnología necesaria para permitir la interconexión de la Dirección Provincial MIES-INFA con la Dirección Provincial MIES, en Portoviejo, mediante un enlace WiMAX.

3.8.1.6 Acuerdos de servicios y operación

La propuesta de enlaces de datos e Internet presentada por el proveedor de servicios CNT, hace referencia a las siguientes consideraciones de servicio y operación.

- **Tipo de enlaces:** Enlaces dedicados con compartición 1:1
- **Tiempo de implementación:** 15 días, a partir de la firma del contrato.
- **Tiempo promedio de reparación (MTTR):** 3,5 horas.
- **Soporte y monitoreo:** CNT EP., garantiza soporte técnico 24x7, con niveles de escalamiento en caso de problemas graves.
- **Disponibilidad del servicio:** CNT EP., garantiza un nivel de servicio de al menos 99,6% para enlaces de datos; 99,8 para enlace de Internet.
- **Disponibilidad del Backbone:** 99,999%
- **Propiedad de los equipos:** Los equipos empleados para la prestación del servicio, los proveerá CNT EP.
- **Seguridad enlace de datos:** circuitos virtuales privados.

Tabla 3.73
Costo total de los Enlaces de Datos e Internet

DIRECCIÓN LOCALIDAD A	DIRECCIÓN LOCALIDAD B	TIPO DE ENLACE	MEDIO FÍSICO	INTERFAZ	ANCHO DE BANDA	INSCRIPCIÓN E INSTALACIÓN	RENTA MENSUAL SERVICIO (USD)
PORTOVIEJO	MANTA	DATOS	FIBRA	ETHERNET	3 MB	180	474,00
PORTOVIEJO	JIPIJAPA	DATOS	FIBRA	ETHERNET	1 MB	150	263,00
PORTOVIEJO	CHONE	DATOS	FIBRA	ETHERNET	2,5 MB	180	474,00
PORTOVIEJO	BAHÍA	DATOS	FIBRA	ETHERNET	1 MB	150	263,00
PORTOVIEJO	PRÓL.AV. MANABÍ MIES	DATOS	RADIO	ETHERNET	5 MB	250	791,00
PORTOVIEJO	PRÓL AV. MANABÍ MIES	INTERNET	FIBRA	ETHERNET	4 MB	300	264,52
INSCRIPCIÓN E INSTALACIÓN							1.210,00
RENTA MENSUAL SERVICIO (USD)							2.529,52
TOTAL/PRIMER MES (USD)							3.739,52

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas de enlaces a contratarse, Anexo C22

3.8.1.7 Troncales SIP

Las troncales SIP se cotizaron con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, la propuesta económica se encuentra en el Anexo C22; como se puede observar los valores corresponden al número de paquetes contratados, se escogerá el paquete de 5 y de 10 troncales para cubrir la demanda de 14 troncales requeridas en 5 años, como se calculó en la sección

3.4.4. El costo de instalación corresponde a 1.000 USD y el valor por renta mensual del primer mes es de 225 USD; dando un valor total de **1.225,00 UDS**.

3.8.2 COSTOS INDIRECTOS

Son aquellos costos que no se contemplan o visibilizan directamente para el funcionamiento de la Red Multiservicios; pero que son importantes para que se ésta se mantenga operativa. Los gastos generados por: la instalación y puesta en marcha de la red, servicios de la red para que ésta se mantenga operativa durante 5 años más; constituyen gastos indirectos.

3.8.2.1 Costos de instalación y puesta en marcha

A más de la instalación y puesta en marcha de los equipos, se incluye el transporte de los diferentes elementos de la red hasta la ciudad de Portoviejo. La Tabla 3.74 incluye los valores correspondientes a este numeral.

Tabla 3.74
Costos de Instalación y Puesta en Marcha de la Red

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Equipos de Conectividad	1	18.000	18.000
Servidores y Equipos Terminales de Datos	1	8.600	8.600
UPSs	3	800	2.400
Aire Acondicionado	4	200	800
Firewall	1	4.800	4.800
Equipos Terminales de Telefonía IP	1	4.800	4.800
Gastos de movilización (Cableado Estructurado)	1	4.536	4.536
TOTAL (USD)			43.936

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas económicas. Anexo C22

3.8.2.2 Software y Capacitación

Estos gastos se generan a partir de la necesidad del MIES-INFA Manabí, por poseer un software actualizado y personal capacitado, que permita a la red multiservicios operar de forma normal. La propuesta económica en lo que se refiere a software Microsoft se obtuvo de la empresa ARGOSYSTEMS (ver Anexo C22). Los elementos de este punto se desarrollan en la Tabla 3.75, con las siguientes puntualizaciones:

- **Licencia Office Standard 2013 SNGL OLP NL.** Correspondiente a los valores por licenciamiento Microsoft Office para los equipos terminales adquiridos. Se contempla 31 licencias a adquirir obligatoriamente y 25 licencias de compra opcional ya que en función de las políticas del uso de software libre se instalará el SO Ubuntu como se indicó en su momento.
- **Licencia WinSvrStd SNGL OLP NL 2Proc y Licencia Windows Professional 8 SNLG OLLP.** 1 y 25 licencias; respectivamente, de adquisición opcional para instalar en un servidor y PCs institucionales.
- **Configuración de los Servicios: Telefonía IP, Correo, Videoconferencia, Videostreaming.** Incluye a más de la configuración de los servidores correspondientes, la configuración de los terminales de cada uno de los servicios.

Tabla 3.75
Costos por Software y Capacitación

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Software de Administración WhatsUP (Management for servers and workstations)	1	995,00	2.190,00
	1	1.195,00	
Actualización licenciamiento Secure Server	1	2.550,00	2.550,00
Licencia Office Standard 2013 SNGL OLP NL	31	400,93	12.428,21
	25		10.023,25
Licencia WinSvrStd SNGL OLP NL 2Proc	1	975,00	975,00
Configuración de los Servicios: Telefonía IP, Correo, Videoconferencia/Streaming, DNS,DHCP,FTP	4	1.800,00	7.200,00
Capacitación para operar la red	2*	1.800,00	3.600,00
TOTAL (USD)			38.967,08

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas de software y capacitación. Anexo C 25, información obtenida de <http://bit.ly/18BUb1O>, <http://bit.ly/oj42BL>

*2 personas encargadas de la administración de la red. Servidor público 1 y Servidor Público 5

3.8.2.3 Servicios adicionales para la red

En el ítem de costos de la red pasiva; en el tendido del cableado de backbone no se incluye la ductería bajo el piso y la obra civil que esto implica, es por ello que ha analizado en función de costos, las propuestas presentadas por las empresas LATECH y SYSTELNET y se ha escogido la propuesta de soterramiento de la empresa **SYSTELNET**, la cual se muestra en el Anexo C22.

Se sugiere además la instalación de una malla a tierra para la protección de los equipos, ya que la institución no posee dicho elemento dentro de sus instalaciones eléctricas, las propuestas para este punto las hicieron las empresas LATECH y TEUNO. Según las propuestas presentadas, la más completa es la de la empresa **LATECH**.

La información de costos de los ítems mencionados se presenta en la Tabla 3.76.

Tabla 3.76
Costos por Soterramiento y Malla a Tierra

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Obra civil instalación ductos 2" PE enterrado 60 cm	500 [m]	12,25	6.125,00
Malla a tierra (Red Eléctrica)	1	15.889,12	15.889,12
TOTAL (USD)			22.014,12

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas de soterramiento y malla a tierra. Anexo C25

3.8.2.4 Costos administrativos y operativos de la red

Adicionalmente, se debe considerar los valores que se deben cancelar mensualmente por 5 años, así; el costo para mantenimiento de equipos, administración de la red y los valores correspondientes a las tarifas del servicio de enlace de datos, Internet y troncales SIP, como se puede observar en la Tabla 3.77.

Tabla 3.77
Costo total de Servicios para la Red Instalada dentro de 5 años

ÍTEM	COSTO	
Pago al proveedor de enlace de datos e Internet	2.529,52	
Pago al proveedor de troncales SIP	225,00	
Mantenimiento de equipos activos	670,00	
Mantenimiento de la red pasiva	133,49	
Mantenimiento de servidores	400,00	
Administración de la red	Servidor Público 5	1212,00
	Servidor Público 1	817,00
SUBTOTAL (1 MES)	5.987,01	
TOTAL (5 AÑOS) (USD)	339.020,48	

Nota Fuente: Recopilación de las propuestas de servicios, a contratarse, Anexo C22. Obtenido de <http://bit.ly/13yOSy0>

3.8.3 COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA RED

El costo total del proyecto se calcula en base a los resultados que se obtuvieron tanto para la red pasiva y red activa como para el costo de instalación de los enlaces de datos e Internet, troncales SIP y costos indirectos, como se muestra en la Tabla 3.78.

Tabla 3.78
Costo Total de la Instalación de la Red

ÍTEM	COSTO
Red Activa	265.921,23
Red Pasiva	80.093,80
Enlace de datos e Internet (Inscripción e Instalación)	1.210,00
Troncales SIP (Inscripción e Instalación)	1.000,00
Instalación y puesta en marcha de la red	43.936,00
Software y Capacitación	38.967,08
Costos por Soterramiento y Malla a Tierra	22.014,12
TOTAL (USD)	453.142,23

Tomando en cuenta esta información se requiere **453.142,23 USD** para iniciar el proyecto, para realizar la instalación de la red y dejarla operativa.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE LA RED, PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se describirán los procedimientos necesarios para la implementación de un prototipo de la red, que permita poner en funcionamiento los tres servicios: datos, video y telefonía IP con QoS, integrando componentes de hardware y software para realizar pruebas pertinentes de cada servicio.

4.1 TOPOLOGÍA LÓGICA Y FÍSICA

Con el fin de comprobar el funcionamiento adecuado de la red multiservicios, se implementará un prototipo que presente una topología similar a la de la red real planteada para: la Dirección Provincial MIES-INFA, el Centro de Rehabilitación Médico No. 3 y la Coordinación Territorial Manta; la cual permita ofrecer servicios similares. La topología física que presentará el prototipo se muestra en la Figura 4. 1.

4.2 DISEÑO LÓGICO DE LA RED

Para el desarrollo del prototipo, en lo referente a la configuración de los diferentes dispositivos que lo conforman, se implementará el esquema de direccionamiento IP y VLANs que se detalla en la Tabla 4. 1.

4.3 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROTOTIPO

En la implementación del prototipo se instaló y configuró equipos terminales y de conectividad, además se levantaron los servicios que se indican en el numeral 4.3.2; que en conjunto permiten comprobar el funcionamiento de los servicios de: datos, voz y video.

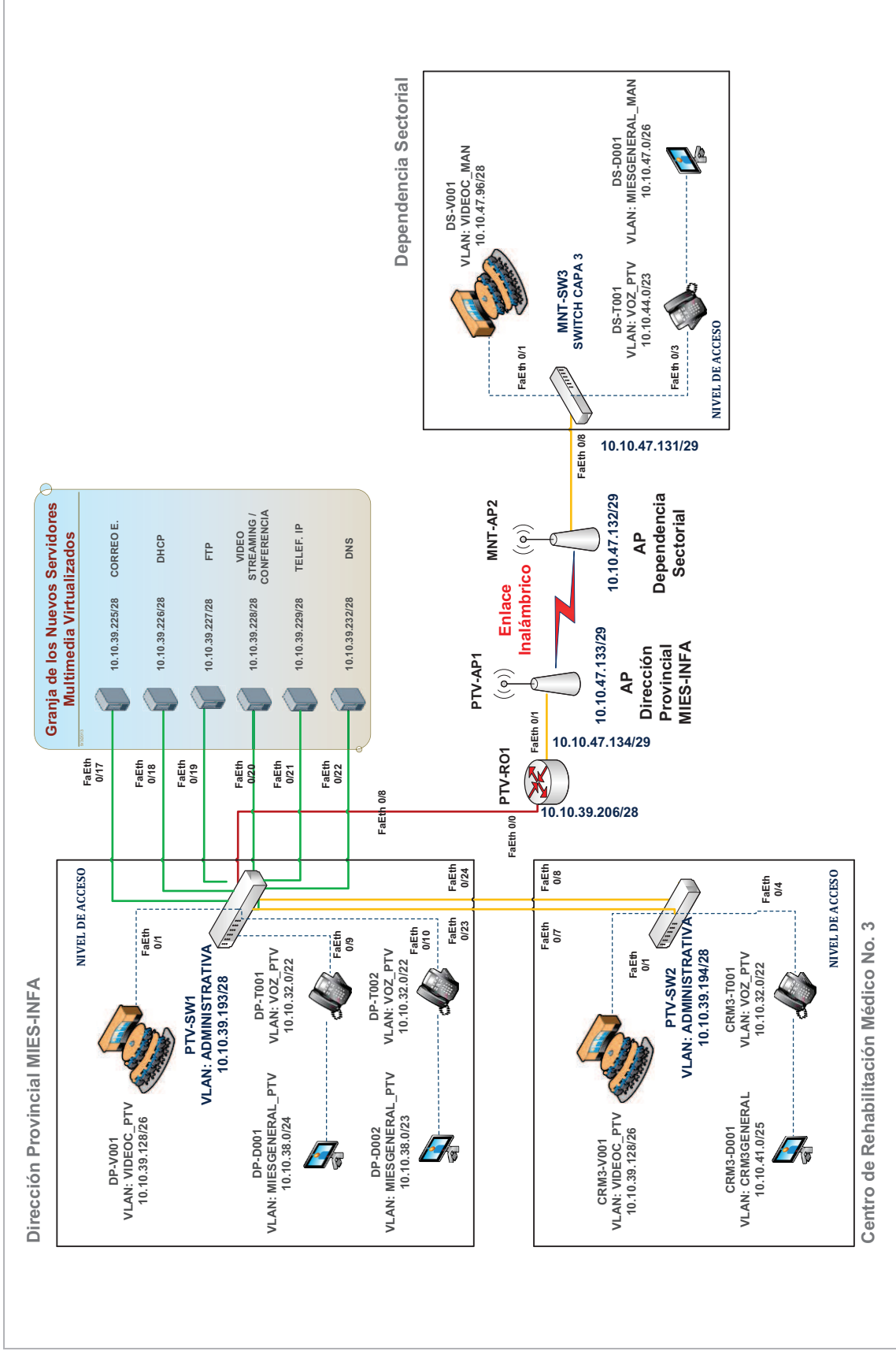


Figura 4.1 Topología Física del Prototipo

Tabla 4. 1
Esquema de Direccionamiento IP para el Prototipo

NOMBRE DE LA VLAN	DIRECCIÓN DE SUBRED/ MÁSCARA	RANGO DE DIRECCIONES VÁLIDAS	GATEWAY	# VLAN
VOZ_PTV	10.10.32.0/22	10.10.32.1 – 10.10.35.253	10.10.35.254	32
MIESGENERAL_PTV	10.10.38.0/24	10.10.38.1 - 10.10.38.253	10.10.38.254	4
VIDEOC_PTV	10.10.39.128/26	10.10.39.129 - 10.10.39.189	10.10.39.190	5
ADMINISTRATIVA	10.10.39.192/28	10.10.39.193 – 10.10.39.205	10.10.39.206	192
SERVIDORES	10.10.39.224/28	10.10.39.225 - 10.10.39.237	10.10.39.238	39
CRM3GENERAL	10.10.41.0/25	10.10.41.1 - 10.10.41.125	10.10.41.126	41
VOZ_MNT	10.10.44.0/23	10.10.44.1 - 10.10.45.253	10.10.45.254	44
MIESGENERAL_MNT	10.10.47.0/26	10.10.47.1 - 10.10.47.61	10.10.47.62	3
VIDEOC_MNT	10.10.47.96/28	10.10.47.97 -10.10.47.109	10.10.47.110	2
ADMINISTRATIVA_MNT	10.10.47.128/29	10.10.47.129 - 10.10.47.133	10.10.47.134	47

4.3.1 DISPOSITIVOS TERMINALES

Entre los dispositivos terminales que se incluyeron en el prototipo fueron:

- Cuatro PCs: DP-D001, DP-D002, CRM3-D001 y DS-001, una de escritorio y tres portátiles, respectivamente; con el sistema operativo Windows.
- Cuatro teléfonos IP, de los cuales se utilizó, 2 teléfonos IP físicos y 2 softphones; para realizar llamadas a través de softphones se utilizó el software X-Lite.

4.3.1.1. Configuración de teléfonos IP

Los teléfonos IP que se utilizaron en el prototipo son de marca Grandstream Budge Tone-200; cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo D1.

La configuración de cada teléfono IP se realiza utilizando las instancias indicadas a continuación; desde las que se puede configurar varios parámetros como: direcciones IP, máscara de subred, etc; las cuales se detallan en el Anexo D3.

- Utilizando el menú de configuración del teclado.
- Usando un navegador web conectándose a la dirección IP del mismo; los parámetros generales a configurar, se observa en la Figura 4. 2.

Grandstream Device Configuration	
STATUS	BASIC SETTINGS
Account Name:	1002 (e.g., MyCompany)
SIP Server:	10.10.39.229 (e.g., sip.mycompany.com, or IP address)
Outbound Proxy:	(e.g., proxy.myprovider.com, or IP address)
SIP User ID:	telefono-1002 (the user part of an SIP address)
Authenticate ID:	telefono-1002 (can be same or different from SIP UserID)
Authenticate Password:	(not displayed for security protection)
Name:	MiesGeneral 01 <1002> (optional, e.g., John Doe)
Use DNS SRV:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
User ID is phone number:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
SIP Registration:	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Yes
Unregister On Reboot:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Support SIP Instance ID	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
Register Expiration:	60 (in minutes, default 1 hour, max 45 days)
local SIP port:	5070 (default 5060)
SIP Registration Failure Retry Wait Time:	20 (in seconds, Between 1-3600, default is 20)
SIP T1 Timeout:	1 sec
SIP T2 Interval:	4 sec
SIP Transport:	<input checked="" type="radio"/> UDP <input type="radio"/> TCP
Use RFC3581 Symmetric Routing:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
NAT Traversal (STUN):	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> No, but send keep-alive <input type="radio"/> Yes
SUBSCRIBE for MWI:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes
SUBSCRIBE for Registration Event:	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Yes

Figura 4. 2 Configuración por Browser de un Teléfono IP

Dentro de la opción *Advanced Settings*, es posible configurar parámetros de QoS en los teléfonos IP, como se puede observar en la Figura 4. 3.

Layer 3 QoS:	48 (Diff-Serv or Precedence value)
Layer 2 QoS:	802.1Q VLAN Tag 32 \$02.1p priority value 6 (0-7)

Figura 4. 3 Parámetros de QoS en un Teléfono IP

Properties of Account1				
Account	VoiceMail	Topology	Presence	Advanced
User Details:				
Display Name:	Cm3General			
User name:	telefono-1101			
Password:	*****			
Authorization user name:	telefono-1101			
Domain:	10.10.39.229			
Domain Proxy				
<input checked="" type="checkbox"/> Register with domain and receive incoming calls				
Send outbound via:				
<input type="radio"/> domain				
<input type="radio"/> proxy Address: _____				
<input checked="" type="radio"/> target domain				
Dialing plan				
#1/1/0.1match=1;prestr=0;				
<input type="button" value="Acceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Aplicar"/>				

Figura 4. 4 Configuración de un Softphone X-Lite

4.3.1.2. Configuración de softphones

Para probar el servicio de telefonía IP, se instaló el softphone X-Lite versión 3.0 en dos PCs. En la Figura 4. 4 se puede observar la configuración básica de un softphone. Generalmente los parámetros que se requieren configurar son los siguientes: Nombre, Dirección IP del servidor, Nombre del canal y Password.

4.3.2 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD

En el desarrollo del prototipo se realizó la configuración de los equipos de conectividad, tales como: 1 router, 3 switches y 2 Access Point. Las especificaciones de dichos equipos, se muestran en el Anexo D1.

4.3.2.1 Switches

Los switches que se utilizaron fueron de marca Cisco; dos switches correspondientes a la serie Catalyst 3560 POE-8, y uno correspondiente a la serie Catalyst 2950; el archivo de configuración de los switches se encuentra en el Anexo D2. Básicamente los parámetros configurados son los siguientes:

- Hostname
- Encriptación de claves
- Creación de VLANs
- Asignación de puertos a las respectivas VLANs
- Asignación de puertos troncales.
- Configuración de una IP para la interfaz de administración
- QoS básico de capa 2

4.3.2.2 Router

Se utilizó un router Cisco 1841 de la serie 1800; cuyo archivo de configuración se encuentra en el Anexo D2. Los parámetros configurados son los siguientes.

- Hostname
- Encriptación de claves

- Configuración de las interfaces y sub-interfaces de red, para la comunicación Inter-VLAN
- Parámetros de Calidad de Servicio
- Inter-VLAN

4.3.2.3 Access Point

Los Access Point utilizados fueron de marca Cisco Aironet, de la serie 1300; la configuración detallada se encuentra en los Anexos D2 y D4. Fundamentalmente los parámetros configurados son los siguientes:

- Encriptación de claves
- Configuración de una IP para la interfaz de administración
- Asignación de la interfaz BVI (Bridged Virtual Interface) para la conexión con la LAN cableada.
- Configuración de la interfaz de radio Dot11Radio0 asociándola al respectivo SSID.
- Configuración del canal de operación.

Para establecer el enlace inalámbrico entre los dos Access Point se procedió a configurar un AP como *Root Bridge* y el otro AP con la opción *Non-Root Bridge with wireless client*; dicha configuración se puede realizar utilizando un navegador web, que permite acceder a la interfaz gráfica de cada AP; procedimiento mostrado en el Anexo D4.

4.3.3 SERVIDORES

En el desarrollo del prototipo se instaló y configuró los servidores indicados en la Tabla 4. 2; requeridos para la transmisión de datos, voz y video; se levantó los servidores haciendo uso de software libre en las distribuciones CentOS y Ubuntu.

4.3.4 DIRECCIONAMIENTO IP DE LOS DISPOSITIVOS DEL PROTOTIPO

Los dispositivos terminales, equipos de conectividad y servidores, se configuraron bajo el direccionamiento IP mostrado en el Anexo D3, basado en la Tabla 4.1.

Tabla 4. 2

Servidores Implementados en el Prototipo

SERVIDOR	SERVICIOS	DISTRIBUCIÓN LINUX
DNS/DHCP	DNS/DHCP	Linux CentOS 6.2
FTP	Compartición de archivos	Linux Ubuntu
MAIL	Correo Electrónico	Linux CentOS 5.3
VIDEO	Videoconferencia/Streaming	Linux Ubuntu
ASTERISK	Telefonía IP	Linux CentOS 6.2

4.3.5 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE TELEFONÍA IP SOBRE ASTERISK

Para implementar telefonía IP se utilizó Asterisk en la versión 1.8^[76], la cual es la más utilizada y presenta soporte hasta el año 2015. Este servidor se configuró con la dirección IP 10.10.39.229/28, en la VLAN 39 - SERVIDORES.

La instalación de Asterisk se realizó mediante compilación, para lo cual se requiere la disponibilidad de los siguientes paquetes:

- **Asterisk:** paquete asterisk-1.8.14.0.tar.gz^[77] sobre el sistema operativo CentOS 6.2
- **LibPRI**⁴⁶: paquete libpri-1.4.14.tar.gz.asc (opcional)

A continuación se describe los pasos a seguir para la instalación de Asterisk; el detalle de la instalación y configuración puede encontrarse en el Anexo D5.

- Trabajar como Root
- Ubicarse en el directorio `/usr/src`
- Descargar el paquete `asterisk-1.8.14.0.tar.gz`
- Descomprimir el paquete y compilar el programa
- Iniciar el servicio de Asterisk
- Finalmente conectarse a la consola de Asterisk

La descripción de los principales directorios y ficheros de configuración de Asterisk se realiza en el Anexo D5.

⁴⁶ **LibPRI:** Permite gestionar enlaces digitales.

4.3.6 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO

Se utilizó el software *Zimbra Collaboration Suite Open Source Edition* versión 7.2.2 sobre CentOS 5.3 de 32 bits, para el servidor de correo electrónico; el cual permite el envío y recepción de mensajes entre usuarios que dispongan cuentas de correo en el dominio *infaptv.gob.ec*. Este servidor se configuró con la dirección IP 10.10.39.225/28 dentro de la VLAN SERVIDORES número 39.

A continuación se describe de forma general, los pasos a seguir para la instalación y configuración de Zimbra, trabajando como Root. La instalación y configuración detallada puede encontrarse en el Anexo D5.

- Editar el archivo */etc/hosts*, añadir la dirección IP del servidor y el nombre del dominio.
- Detener el servicio de sendmail.
- Descomprimir los paquetes: *webmin-1.610-1.noarch.rpm* y *zcs-7.2.2_GA_2852.RHEL5.20121204211814.tgz*; e instalar Zimbra
- Definir una contraseña de administrador.
- Finalizada la instalación, configurar los parámetros necesarios para el funcionamiento del servidor Zimbra.

4.3.7 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DNS

El servicio de DNS permite la traducción de nombres de dominio a direcciones IP y viceversa. Para la implementación del servicio DNS, se utilizó el software BIND versión 9.9.2.

El servidor DNS se configuró con la dirección IP 10.10.39.232/28 dentro de la VLAN SERVIDORES número 39. La instalación y configuración detallada del servidor se puede encontrar en el Anexo D5. Los pasos generales para su instalación y configuración son los siguientes:

- Descargar el paquete *bind-9.9.2-P1.tar.gz*^[78].

- Descomprimir el paquete y proceder con la instalación de BIND.
- Se puede realizar la instalación de los paquetes mediante yum⁴⁷.
- Finalizada la instalación se procede a editar los archivos de configuración y definir tanto la zona de resolución directa como de resolución inversa.
 - */var/named/chroot/etc/named.conf*: archivo principal que almacena los dominios que alberga el servidor DNS.
 - */var/named/*: directorio que contiene la configuración para cada una de las zonas definidas en *named.conf*
- Finalmente se levanta el servicio *named*.

4.3.8 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DHCP

Para la asignación automática de parámetros como: direcciones IP, máscara de subred, puerta de enlace, etc; se implementó un servidor DHCP con la dirección IP 10.10.39.226/28 dentro de la dentro de la VLAN SERVIDORES número 39.

La instalación y configuración detallada del servidor DHCP se puede encontrar en el Anexo D5. A continuación se mencionan los pasos generales para la instalación y configuración de este servidor en el prototipo.

- Instalar DHCP con la herramienta *yum*.
- Editar el fichero de configuración *dhcpd.conf*.
- Editar los archivos de configuración, correspondientes a las interfaces que serán utilizadas para el funcionamiento del servidor DHCP.
- Iniciar el servicio *dhcpd*.
- Configurar los clientes para realizar las pruebas respectivas⁴⁸.

⁴⁷ **Yum:** Yellowdog Updater Modified: herramienta que permite la gestión de paquetes en sistemas LINUX basados en *RPM* (Red Hat Package Manager).

⁴⁸ **Configuración de los clientes DHCP:** en Windows 7 realizar los siguientes pasos dirigirse a; Inicio → Panel de Control → Redes e Internet → Centro de redes y recursos compartidos → Cambiar configuración del adaptador → Clic sobre Conexión de área local → Clic derecho Propiedades → Protocolo de internet versión 4 → Seleccionar Obtener una dirección IP automáticamente, así mismo Seleccionar Obtener la dirección del Servidor DNS automáticamente y finalmente Clic en Aceptar. En Linux editar el archivo correspondiente al interfaz de red para que obtenga la IP automáticamente y reiniciar los servicios de la interfaz.

4.3.9 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE VIDEO

La implementación del servidor de video, brinda los servicios de videoconferencia y videostreaming. Para el funcionamiento del servidor de videoconferencia se utilizó OpenMeetings, el cual requiere la instalación previa de Red5, software que permitió la implementación de streaming de audio y video en el prototipo.

4.3.9.1 Instalación y configuración de Red5

Red5 representa la alternativa para implementar streaming de audio y video en el prototipo, es una solución libre a Flash Media Server desarrollado en Java. Este servidor se configuró con la dirección IP 10.10.39.228/28 dentro de la VLAN SERVIDORES número 39. Los pasos que se deben seguir para la instalación y configuración, se mencionan brevemente a continuación y su detalle se puede encontrar en el Anexo D5.

- Previo a la instalación de Red5 se debe instalar los paquetes que se indican en el Anexo D5.
- Descargar Red5 (*red5-1.0.0.tar.gz*^[79])
- Descomprimir e instalar red5.
- Conectarse al servidor vía web para gestionarlo.
- Una vez en el servidor, instalar *OFLADemo*.
- Colocar los archivos a ser reproducidos, en el servidor Red5.
- Tener disponible una página web y un reproductor tal como *Jwplayer*⁴⁹.
- Descargar los archivos *jwplayer.js* y *player.swf* (*jwplayer-free-6-1-2972*^[80]).
- Ubicar los archivos en el directorio *oflaDemo* dentro de red5.

4.3.9.2 Instalación y configuración de OpenMeetings

OpenMeetings permitirá la realización de videoconferencia, este servidor se configuró con la dirección IP 10.10.39.228/28 dentro de la VLAN SERVIDORES número 39. Se instaló previamente *MySQL*, pues OpenMeetings requiere la

⁴⁹**Jwplayer:** Reproductor de video open source, que permite la reproducción de videos en clientes que dispongan HTML (Hypertext Markup Lenguaje, lenguaje de marcación de Hipertexto) o Flash Player

operación de una base de datos para albergar información de los usuarios, como por ejemplo, direcciones de correo electrónico.

A continuación se describen los pasos generales a seguir para la instalación y configuración del servidor de videoconferencia OpenMeetings; tomando en cuenta que el detalle de la configuración e instalación se muestra en el Anexo D5.

- Previo a la instalación de OpenMeetings se requiere la instalación del software indicado en el Anexo D5.
- Descargar OpenMeetings (*apache-openmeetings-incubating-2.0.0.r1361497-14-07-2012_1108.tar.gz*).
- Descomprimir e instalar *OpenMeetings*
- Configurar la base de datos del servidor.
- Editar el archivo de configuración:
/usr/lib/red5/webapps/openmeetings/WEB-INF/classes/META-INF/persistence.xml, con el respectivo nombre de usuario y password definidos al momento de crear la base de datos.
- Iniciar el servidor.
- Conectarse al servidor vía web para configurar los parámetros restantes y finalizar el proceso de instalación y configuración.

4.3.10 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR FTP

Para ofrecer el servicio de transferencia de archivos en el prototipo, se implementó un servidor FTP, utilizando el software ProFTPD versión 1.3.4a-1 sobre Ubuntu 12.04 de 32 bits.

Este servidor se configuró con la dirección IP 10.10.39.227/28 dentro de la VLAN SERVIDORES número 39.

A continuación se describe de forma general los pasos a seguir para la instalación y configuración del servidor FTP, trabajando como Root. La instalación y configuración detallada puede encontrarse en el Anexo D5.

- Instalar *proftpd* con el comando *apt-get install proftpd*.

- Editar el fichero de configuración *proftpd.conf*.
- Crear usuarios y asignarles un password respectivo.
- Iniciar el servicio *ftpd*.
- Instalar el cliente ftp FileZilla⁵⁰, en las PCs clientes, la descarga puede ser realizada desde la página <http://filezilla-project.org/download.php>, en donde se despliega un conjunto de opciones y se debe seleccionar el sistema operativo (Linux o Windows) instalado en las máquinas clientes.
- Configurar los clientes para realizar las pruebas respectivas⁵¹.

4.4 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se presenta las pruebas realizadas con el prototipo y los resultados que se obtuvieron del desarrollo del mismo (ver fotos Anexo D6).

4.4.1 PRUEBAS

El prototipo de la red permitió probar los servicios implementados como: DNS, DHCP, videoconferencia, videostreaming, correo electrónico y telefonía IP.

4.4.1.1 Servicio de DNS

Para las presentes pruebas de funcionamiento, los clientes que deseen acceder a un servicio determinado, que posea un registro en el servidor DNS, tendrán que ingresar al mismo colocando el nombre de dominio y no la dirección IP que resulta más complicada de recordar; por ejemplo, si un usuario desea ingresar al servicio de correo electrónico, colocará en el navegador la dirección *mail.infaptv.gob.ec*, en lugar de la dirección IP correspondiente, como se observa en la Figura 4. 5.

⁵⁰ **Instalación del Cliente FileZilla:** una vez se haya descargado el programa pertinente desde la página de FileZilla sugerida, se procede a: Ejecutar el programa descargado → I Agree → Next (para que se pueda utilizar en todas las cuantas Windows) → Next (Escoge la carpeta donde se va a alojar el programa) → Next (Especificar el nombre de la carpeta de inicio) → Se Instala el Programa → Finalizar → luego en, Crear nuevo Sitio → en Mis sitios, especificar el nombre del Servidor → en servidor, la IP del servidor → indicar; el tipo, nombre de usuario y la contraseña → clic en Conectar → una vez realizada la conexión, se puede acceder a los recursos de FileZilla.

⁵¹ **Configurar el Cliente FileZilla:** Una vez iniciado el programa cliente de FileZilla, clic en Crear nuevo Sitio → en Mis sitios, especificar el nombre del Servidor → en servidor, la IP del servidor → indicar; el tipo, nombre de usuario y la contraseña → clic en Conectar → una vez realizada la conexión, se puede acceder a los recursos de FileZilla.

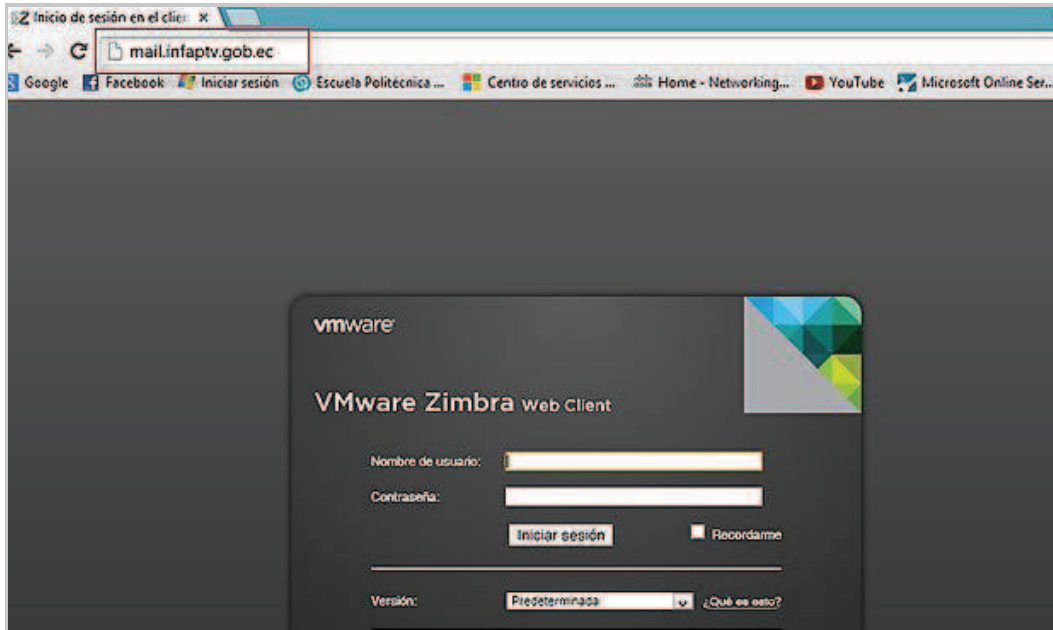


Figura 4. 5 Traducción de Nombres de Dominio

Desde el cliente DNS, con el comando *nslookup* (*name system lookup*) se puede verificar el nombre y la dirección IP del servidor de nombres primario, como se muestra en la Figura 4. 6.

```
C:\Users\Licenciamiento-PC>
C:\Users\Licenciamiento-PC>nslookup
Servidor predeterminado: infaptv.gob.ec
Address: 10.10.39.232
```

Figura 4. 6 Resultado del Comando nslookup

```
[root@infaptv ~]# dig -x 10.10.39.232

;<<> DiG 9.9.2-P1 <<> -x 10.10.39.232
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 35971
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 5, ADDITIONAL: 7

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:;, udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;232.39.10.10.in-addr.arpa.      IN      PTR

;; ANSWER SECTION:
232.39.10.10.in-addr.arpa. 604800 IN     PTR    infaptv.gob.ec.

;; AUTHORITY SECTION:
39.10.10.in-addr.arpa.    604800 IN     NS     infaptv.gob.ec.
39.10.10.in-addr.arpa.    604800 IN     NS     video.infaptv.gob.ec.
39.10.10.in-addr.arpa.    604800 IN     NS     ftp.infaptv.gob.ec.
39.10.10.in-addr.arpa.    604800 IN     NS     mail.infaptv.gob.ec.
39.10.10.in-addr.arpa.    604800 IN     NS     telIP.infaptv.gob.ec.

;; ADDITIONAL SECTION:
infaptv.gob.ec.           604800 IN     A      127.0.0.1
infaptv.gob.ec.           604800 IN     A      10.10.39.232
mail.infaptv.gob.ec.      604800 IN     A      10.10.39.225
video.infaptv.gob.ec.     604800 IN     A      10.10.39.228
telIP.infaptv.gob.ec.     604800 IN     A      10.10.39.229
ftp.infaptv.gob.ec.       604800 IN     A      10.10.39.227

;; Query time: 8 msec
;; SERVER: 10.10.39.232#53(10.10.39.232)
;; WHEN: Thu Mar 14 21:58:53 2013
;; MSG SIZE rcvd: 269
```

Figura 4. 7 Resultado del Comando dig

Para verificar si el servidor DNS está correctamente configurado, se tiene la opción de utilizar el comando *dig* (domain information profer), en la Figura 4. 7 se puede observar el uso de este comando para comprobar el mapeo de direcciones a nombre de dominio. Consultar el Anexo D5, para visualizar las demás pruebas de funcionamiento del servidor DNS, tanto en la zona directa como inversa.

4.4.1.2 Servicio DHCP

Se procede a realizar las pruebas respectivas desde un cliente DHCP; en este caso en Windows, se configura la tarjeta de red y se activan las opciones *Obtener una dirección IP automáticamente* y *Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente*; a continuación se inicia el *cmd*⁵² y se ejecuta el comando *ipconfig*⁵³, para verificar el funcionamiento del servidor DHCP. En la Figura 4. 8 se observa que el cliente obtiene parámetros tales como: una dirección IP que se encuentra dentro de los rangos configurados en el archivo *dhcpd.conf*, la máscara de subred, puerta de enlace predeterminada y sufijo DNS.

```
C:\Users\Licenciamiento-PC>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Ethernet:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : infaptv.gob.ec
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::480c:887e:11:6cd4%12
    Dirección IPv4. . . . . : 10.10.30.6
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.10.30.254

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel isatap.infaptv.gob.ec:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . : infaptv.gob.ec
```

Figura 4. 8 Pruebas desde un Cliente DHCP

4.4.1.3 Servicio de videostreaming

Para verificar el funcionamiento de este servidor, los usuarios deberán colocar el nombre de dominio *video.infaptv.gob.ec:5080/oflaDemo/* o la dirección IP del

⁵² **cmd, Símbolo del Sistema (Command prompt):** Se trata de un intérprete de comandos para el Sistema operativo Windows.

⁵³ **ipconfig:** es un comando del *cmd* de Windows que devuelve la información asociada a la configuración de red TCP/IP, además permite visualizar los valores actualizados para el protocolo DNS y DHCP, relacionados con una interfaz.

servidor en un navegador y seleccionar el video que desee reproducir; así dichos usuarios podrán visualizar los videos especificados en el servidor, tal como se puede observar en la Figura 4. 9.

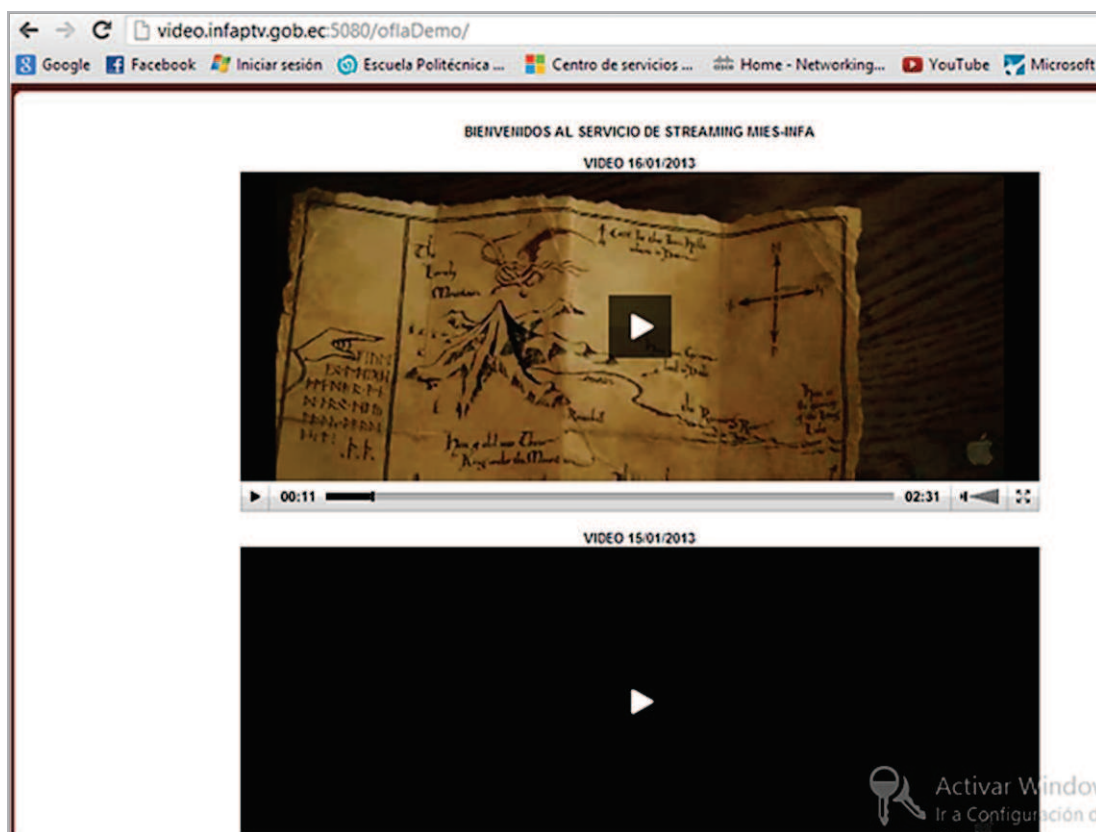


Figura 4. 9 Prueba de Videostreaming

4.4.1.4 Servicio de videoconferencia

El servidor de videoconferencia basa su funcionamiento en permitir a un usuario iniciar una videoconferencia con otro participante. Para ingresar al servidor se utiliza un navegador web y se digita la dirección *video.infaptv.gob.ec:5080/openmeetings/*, automáticamente se mostrará una ventana de autenticación, como se puede observar en la Figura 4. 10.

Una vez que el usuario se autenticado en el servidor de videoconferencia, para ingresar a una sala virtual de OpenMeetings, el participante debe; dar clic en *Rooms* para luego, pulsar en el botón (*Enter*) que se encuentra en frente de la sala deseada, como se puede observar en la Figura 4. 11.

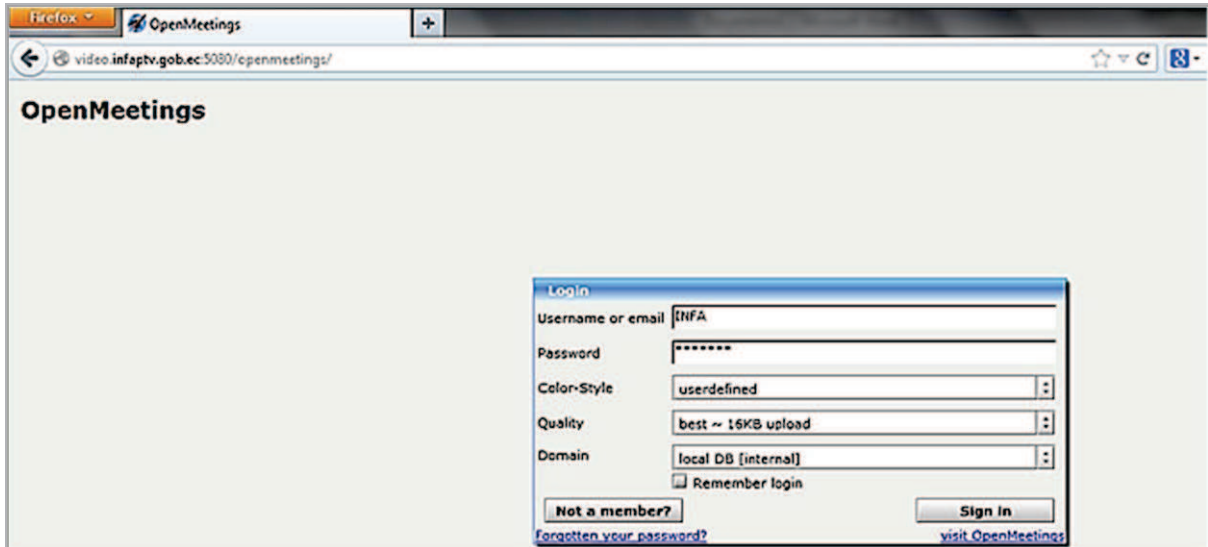


Figura 4. 10 Autenticación en OpenMeetings

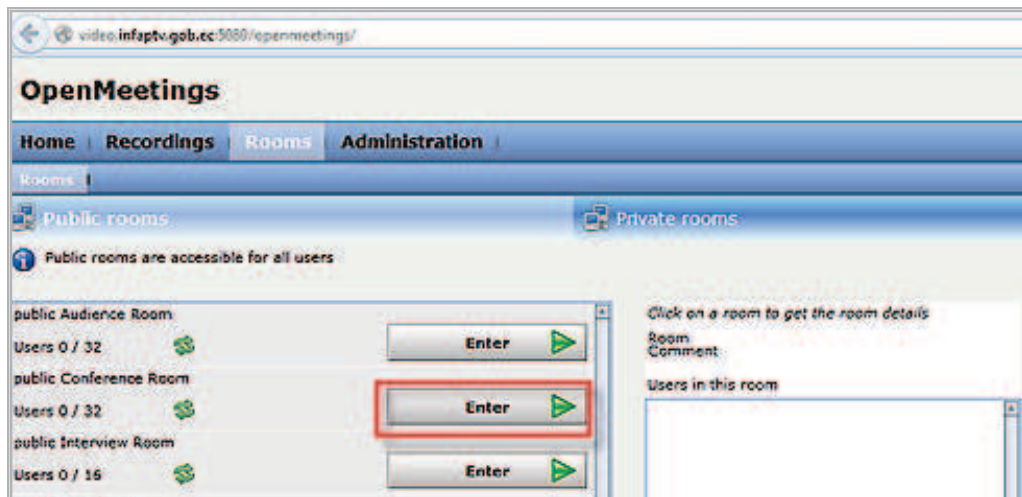


Figura 4. 11 Ingreso a una Sala en OpenMeetings

En el caso de que se muestre la ventana de configuración de Adobe Flash Player como la que se muestra en la Figura 4. 12, se debe pulsar en permitir, para poder usar la cámara y el micrófono.

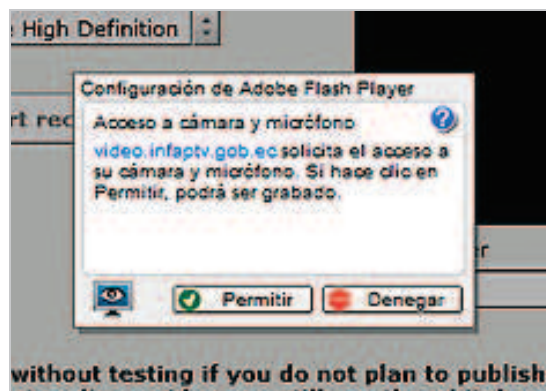


Figura 4. 12 Configuración de Adobe Flash Player en OpenMeetings

Una vez elegida la sala de videoconferencia, el participante podrá visualizar una ventana para probar la configuración, tal como se muestra en la Figura 4. 13.

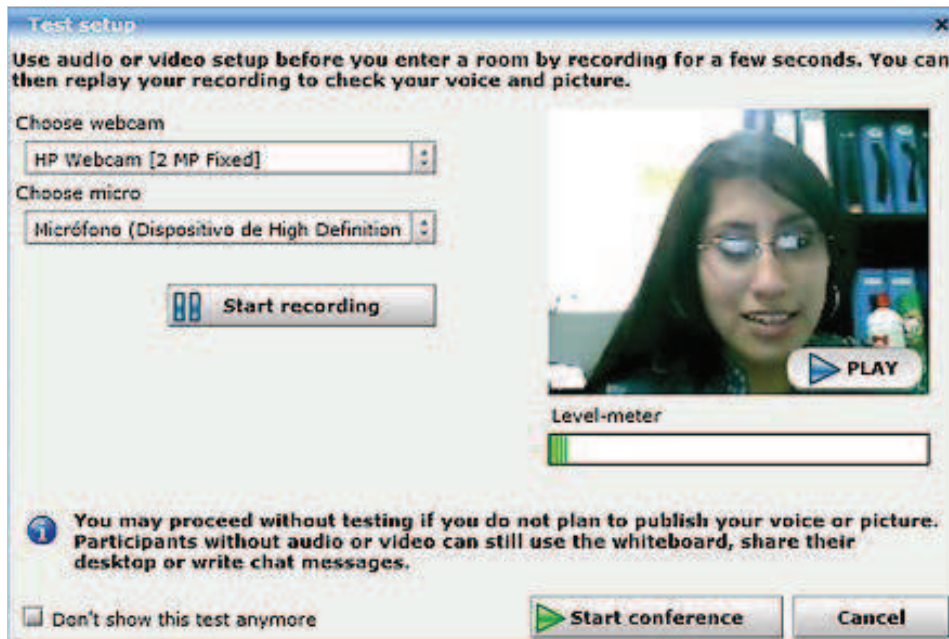


Figura 4. 13 Prueba de Configuración en OpenMeetings

Dentro de la sala, el participante podrá elegir la forma como desea participar en la videoconferencia (ver Figura 4. 21), solamente con video, con audio o con una imagen fija; en el caso de participar con audio y video, se puede elegir la cámara y micrófono que se desean utilizar.

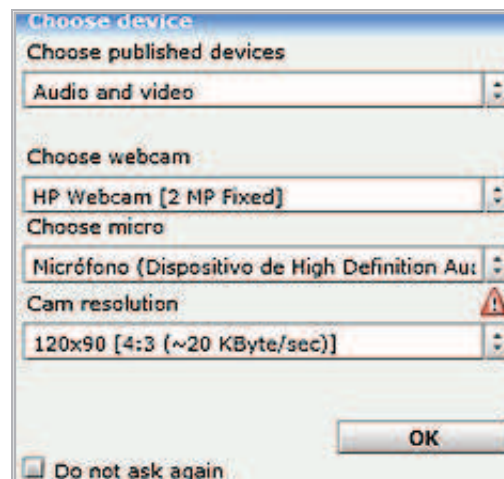


Figura 4. 14 Elección del Dispositivo en OpenMeetings

Finalmente los participantes pueden iniciar la videoconferencia y usar las herramientas de la sala, la cual tiene la apariencia mostrada en la Figura 4. 15.

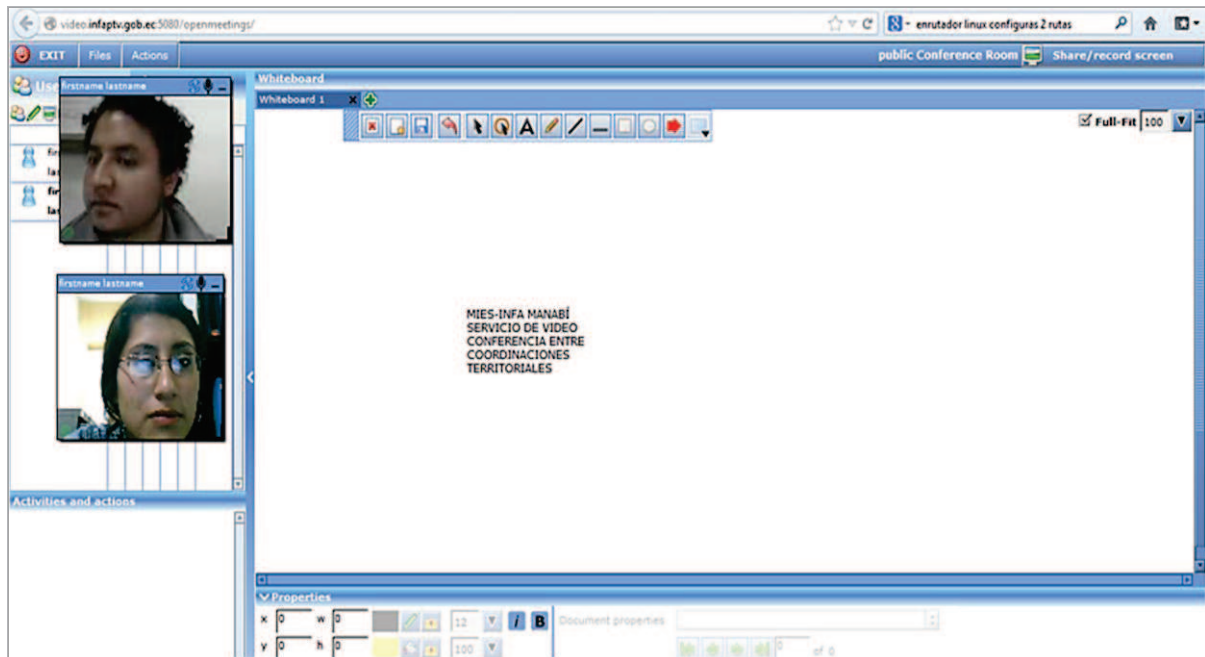


Figura 4. 15 Inicio de una Videoconferencia en OpenMeetings

4.4.1.5 Servicio de correo electrónico

La funcionalidad del servidor de correo electrónico (Zimbra), se basa en que cada usuario que tenga disponible una cuenta de correo, previamente creada en el servidor en el dominio *infaptv.gob.ec*, pueda enviar y recibir correos hacia y desde otros usuarios de la intranet, con la posibilidad de adjuntar archivos en el envío. La Figura 4. 16 ilustra la autenticación de un usuario para ingresar a su cuenta de correo electrónico.

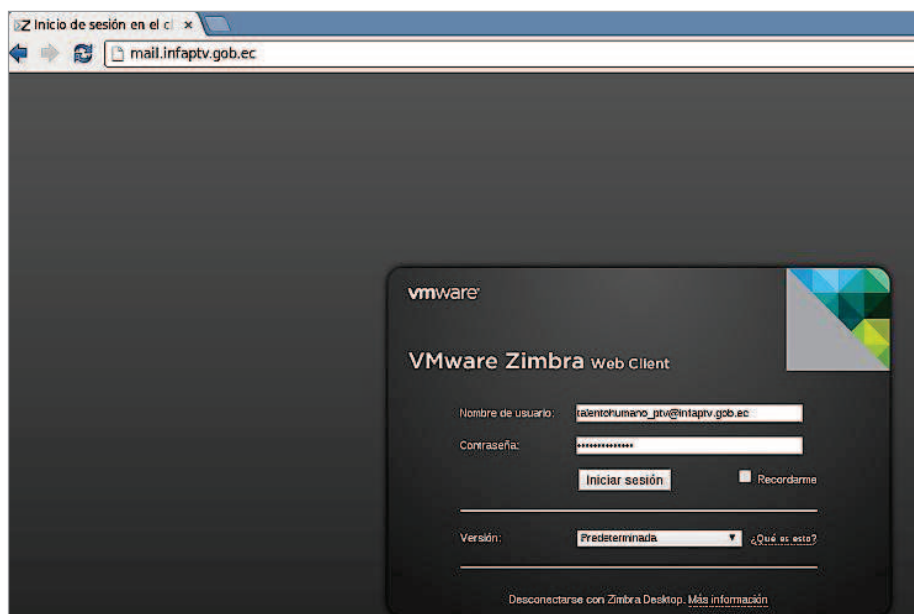


Figura 4. 16 Interfaz de Autenticación de Zimbra.

La Figura 4. 17 muestra la interfaz de una cuenta de correo electrónico correspondiente a un usuario, en la que se puede observar las carpetas de bandeja de entrada, enviados, borradores, spam y en la parte inferior izquierda un pequeño calendario; además Zimbra permite tener una libreta de direcciones, una agenda, entre otras funcionalidades dentro del dominio *infaptv.gob.ec*.



Figura 4. 17 Mensajes de Prueba Recibidos por un Usuario

4.4.1.6 Servicio de telefonía IP

La funcionalidad del servicio de telefonía IP se basa en la realización de llamadas desde diferentes subredes, que simulan las dependencias de las ciudades determinadas en el numeral 4.1. La Figura 4. 18 muestra una captura en el servidor Asterisk durante una llamada.

Además se probarán las siguientes funcionalidades del servicio de telefonía IP.

- **IVR (Interactive Voice Response);** si un usuario llama a un número definido (3027), escuchará un menú de bienvenida con las extensiones correspondientes a los principales departamentos de la institución. La Figura 4. 19 muestra una captura en el servidor Asterisk durante una llamada que accedió al IVR.

- **Salas de conferencia;** los usuarios que lo requieran podrán iniciar conferencias de audio, marcando 3530. En la Figura 4. 20 se muestra una captura en el servidor Asterisk durante el inicio de una conferencia.
- **Transferencia de llamadas;** los usuarios podrán realizar transferencias de llamadas atendidas y desatendidas; estas opciones podrán ser activadas con *2 y #2 respectivamente; primero el usuario recibe la llamada, a continuación presiona *2 o #2, según sea el caso, seguido de la extensión a la cual desea transferir la llamada.
- **Buzón de voz;** si un usuario llama a una extensión que está ocupada o que no se encuentra disponible, tendrá opción de dejar un mensaje de voz; posteriormente el usuario destinatario del mensaje tendrá la alternativa de acceder a su casillero de voz marcando *99, para escuchar los mensajes que ha recibido en su ausencia. En el Anexo D5 se muestra una captura en el servidor Asterisk durante el acceso al casillero de voz. Asterisk además, ofrece la opción de recibir mensajes al correo electrónico, con el mensaje de voz adjunto (ver Figura 4. 21), en formato wav.

En el servidor Asterisk los mensajes de voz se encuentran almacenados en el directorio *INBOX*, en la ruta */var/spool/asterisk/voicemail/infaptv_correovoz*, dentro de *infaptv_correovoz* se halla una carpeta correspondiente a cada extensión. En la Figura 4. 22 se puede observar el contenido de la carpeta de la extensión 1001.

Adicionalmente Asterisk permite llevar un control (**CDR, Call Detail Record, Registro de detalle de llamadas**), de todo el proceso realizado durante todas las llamadas entrantes y salientes para su posterior análisis, la activación de esta funcionalidad se encuentra detallada en el Anexo D5.

El registro de detalle de llamadas en Asterisk se almacena por defecto en el archivo *master.csv*, en la ruta */var/log/asterisk/cdr-csv/*, en formato *csv* (comma-separated values, valores separados por comas) (ver Figura 4. 23). En el archivo *master.csv* Asterisk ingresa un registro por cada llamada; en la Figura 4. 23 se puede observar los campos que se graban en cada registro, los principales se listan en el Anexo D5.

```

-- Executing [1002@softphones:1] Answer("SIP/telefono-1101-0000004f", "") in new stack
-- Executing [1002@softphones:2] Dial("SIP/telefono-1101-0000004f", "SIP/telefono-1002") in new stack
=== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/telefono-1002
-- SIP/telefono-1002-00000050 is ringing
-- SIP/telefono-1002-00000050 answered SIP/telefono-1101-0000004f
-- Locally bridging SIP/telefono-1101-0000004f and SIP/telefono-1002-00000050
=== Spawn extension (softphones, 1002, 2) exited non-zero on 'SIP/telefono-1101-0000004f'
=== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [1002@softphones:1] Answer("SIP/telefono-1101-00000051", "") in new stack
-- Executing [1002@softphones:2] Dial("SIP/telefono-1101-00000051", "SIP/telefono-1002") in new stack
=== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Called SIP/telefono-1002
-- SIP/telefono-1002-00000052 is ringing
-- SIP/telefono-1002-00000052 answered SIP/telefono-1101-00000051
-- Locally bridging SIP/telefono-1101-00000051 and SIP/telefono-1002-00000052

```

Figura 4. 18 Llamadas en Asterisk

```

=== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [3027@telefonos:1] Goto("SIP/telefono-1002-0000002c", "ivr_menu,s,1") in new stack
-- Goto (ivr_menu,s,1)
-- Executing [s@ivr_menu:1] Answer("SIP/telefono-1002-0000002c", "") in new stack
-- Executing [s@ivr_menu:2] Set("SIP/telefono-1002-0000002c", "TIMEOUT(digit)=5") in new stack
-- Digit timeout set to 5.000
-- Executing [s@ivr_menu:3] Set("SIP/telefono-1002-0000002c", "TIMEOUT(response)=5") in new stack
-- Response timeout set to 5.000
-- Executing [s@ivr_menu:4] Wait("SIP/telefono-1002-0000002c", "1") in new stack

```

Figura 4. 19 IVR en Asterisk


```

-- Executing [3530@telefonos:1] Answer("SIP/telefono-1002-0000004d", "") in new stack
-- Executing [3530@telefonos:2] ConfBridge("SIP/telefono-1002-0000004d", "3530,Mcs") in new stack
-- <SIP/telefono-1002-0000004d> Playing 'conf-onlyone.gsm' (language 'es')
-- Stopped music on hold on SIP/telefono-1101-0000004c
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/telefono-1101-0000004c
== Using SIP RTP CoS mark 5
-- Executing [3530@telefonos:1] Answer("SIP/telefono-1002-0000004e", "") in new stack
-- Executing [3530@telefonos:2] ConfBridge("SIP/telefono-1002-0000004e", "3530,Mcs") in new stack
-- <SIP/telefono-1002-0000004e> Playing 'conf-onlyone.gsm' (language 'es')
-- Stopped music on hold on SIP/telefono-1101-0000004c
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/telefono-1101-0000004c
-- Stopped music on hold on SIP/telefono-1101-0000004c

```

Figura 4. 20 Conferencia de Audio en Asterisk

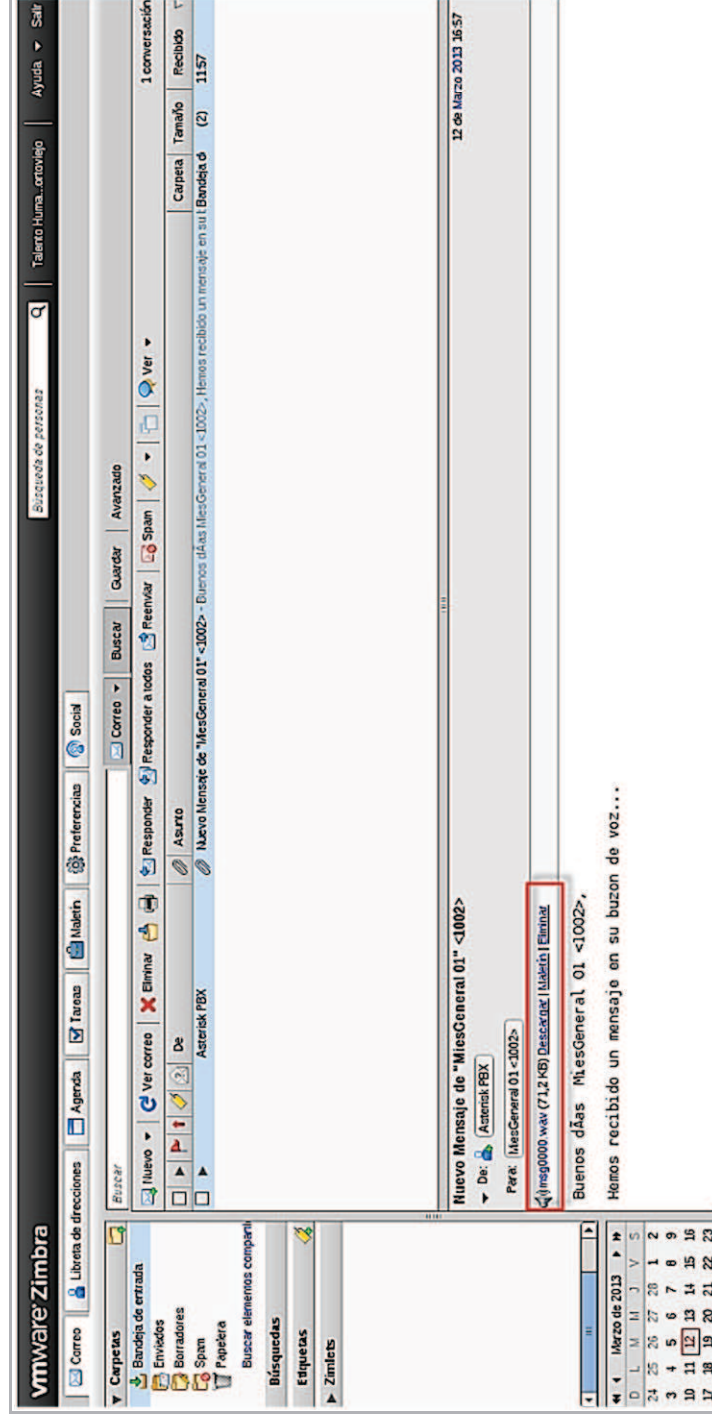


Figura 4. 21 Correo Electrónico desde Asterisk

4.4.1.7 Router PTV-RO1

Este dispositivo cumple con las siguientes funciones:

- Permite realizar el proceso inter-VLAN, para comunicar las diferentes subredes (VLANs) configuradas en los switches que simulan las dos dependencias de Portoviejo. Enrutando los paquetes de forma adecuada a los diferentes segmentos de subred locales.
- Constituye la puerta de enlace predeterminada para las subredes de Portoviejo y el ingreso de las sub-redes remotas de la ciudad de Manta.
- Efectúa enrutamiento hacia la red, que simula, la ciudad de Manta, permitiendo alcanzar las subredes remotas mediante enrutamiento estático, el mismo que tiene el mejor costo de ruta (con distancia administrativa⁵⁴ 1).
- Dispositivo de borde que admite conexión con el Access Point de Portoviejo.
- Realiza el etiquetado de los distintos paquetes de datos, implementando así, calidad de servicio en la red, mediante CB-WFQ (Class Based Weighed Fair Queueing), que clasifica y aplica políticas de acceso a las distintas clases de servicio. Para implementar CB-WFQ, se ha procedido de la siguiente forma:
 - Se crea listas de acceso extendidas para alcanzar los distintos servidores y redes.
 - Se habilita, en equipos Cisco, CEF⁵⁵ (Cisco Express Forwarding).
 - Clasificación de tráfico (voz, video y tráfico tcp), con *class-map*⁵⁶.
 - Se realiza el marcado del tráfico, ejecutando el comando *policy-map*⁵⁷, de un conjunto de paquetes, clasificando y asignando valores de DSCP (Differentiated Services Code Point – detallados

⁵⁴ **Distancia Administrativa:** medida usada en routers Cisco, que asigna a los diferentes protocolos un valor, para que un protocolo tenga mayor prioridad por sobre otro cuando existen varias rutas hacia el mismo destino.

⁵⁵ **CEF:** Protocolo propietario de Cisco, que permite una conmutación avanzada a nivel de capa 3 y la conmutación rápida a nivel de hardware.

⁵⁶ **class-map:** comando que permite la clasificación de paquetes que coincidan con una clase específica.

⁵⁷ **policy-map:** consiste en establecer una política de servicio, a un conjunto de paquetes clasificando y asignándoles, mediante el comando *set*, un valor de DSCP.

en el numeral 3.7.1.3) según el tipo e información que se está clasificando.

- Realizar un nuevo *class-map*, mediante DSCP.
- Se definen políticas para cada clase de tráfico, a través de *policy-map* y asignación de porcentajes de ancho de banda.
- Asignación del mecanismo de marcado a la interfaz de salida, con el comando *service-policy*.

Las pruebas que se realizan para este equipo, constituyen: conectividad al default Gateway (sub-interfaz) de la VLAN de Servidores, como se visualiza en la Figura 4. 24 y el enrutamiento inter-VLAN que se muestra en la Figura 4. 25.

```
C:\Users\Licenciamiento-PC>ping 10.10.39.238

Haciendo ping a 10.10.39.238 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.39.238: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 10.10.39.238: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 10.10.39.238: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 10.10.39.238: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 10.10.39.238:
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. 24 Prueba de Conectividad a la Sub-interfaz de Servidores

```
Adaptador de Ethernet Ethernet:
  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
  Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::480c:887e:11:6cd4%12
  Dirección IPv4. . . . . : 10.10.47.1
  Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.192
  Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.10.47.62

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:
  Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel isatap.<6DE0839E-2B77-4D74-8637-D61C176C5200>:
  Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
  Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

C:\Users\Licenciamiento-PC>ping video.infaptv.gob.ec

Haciendo ping a video.infaptv.gob.ec [10.10.39.228] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.39.228: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 10.10.39.228: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 10.10.39.228: bytes=32 tiempo<1m TTL=63
Respuesta desde 10.10.39.228: bytes=32 tiempo<1m TTL=63

Estadísticas de ping para 10.10.39.228:
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. 25 Prueba de Conectividad de Enrutamiento inter-VLAN

4.4.1.8 Switch PTV-SW1

Este equipo realiza las siguientes tareas:

- Habilita la conexión LAN de las subredes de Portoviejo con PTV-RO1 (Router de Portoviejo) mediante el puerto Fast Ethernet 0/8, troncal perteneciente a la VLAN nativa 192.
- Constituye un switch de núcleo colapsado, ubicado en la Dirección Provincial MIES-INFA, el cual permite la conexión con el CRM No. 3; proporciona además, conectividad a los Servidores y principales departamentos en la mencionada instalación.
- Permite la conectividad directa para las VLANs de Portoviejo, tomando en cuenta que para el caso de las VLANs de voz y datos se comparte un puerto.
- Se habilita QoS a nivel de Switch, mediante el marcado confiable de tramas que ingresan por cada interfaz, con el comando *mls qos trust cos*⁵⁸.
- Se le asigna una dirección IP y Gateway de la VLAN administrativa.
- Se ha deshabilitado las interfaces que no se utilizan.

4.4.1.9 Switch PTV-SW2

Este equipo de conectividad cumple con las siguientes funciones:

- Switch de acceso, ubicado en el CRM No. 3. Provee conectividad directa para las VLANs habilitadas en ésta infraestructura, se replica también la compartición de un puerto para dos VLANs distintas (voz y datos).
- Se otorga QoS a nivel de Switch, con el marcado confiable de las tramas que ingresan por cada interfaz, mediante el comando *mls qos trust cos*.
- Se le asigna una dirección IP de administración y un Gateway pertenecientes a la VLAN administrativa.
- Se ha deshabilitado las interfaces que no se utilizan.

⁵⁸ **Comando *mls qos trust cos***: Permite configurar la conmutación multicapa (MLS) de calidad de servicio (QoS) en un estado de confianza (*trust*) del puerto y clasificar el tráfico examinando clase de servicio (CoS). Utilice el comando *mls qos trust cos* en el modo de configuración de interfaz. Fuente: <http://bit.ly/15ilgW0>.

4.4.1.10 Switch MNT-SW3

Este equipo cumple con las tareas que se detallan a continuación:

- Habilita la inter-conexión VLAN de las subredes de Manta, a través de las características de Capa 3 que posee.
- Constituye en un switch de núcleo colapsado, ubicado en la Coordinación Territorial Manta, el que permite la conexión con el Access Point de la ciudad de Manta y las diferentes subredes configuradas en ésta instalación.
- Se configuran puertos que comparten dos VLAN (voz y datos), como se observa en la Figura 4. 1.
- Las interfaces VLAN se establecen como las puertas de enlace predeterminadas para las subredes de Manta.
- Genera enrutamiento hacia la red de Portoviejo, permitiendo alcanzar las subredes remotas mediante enrutamiento estático, el mismo que constituye la mejor alternativa, como se mencionó en el numeral 4.4.1.7.
- Permite QoS a nivel de Switch, mediante el marcado confiable de las tramas que ingresan por cada interfaz, empleando el comando *mls qos trust cos*.
- Se ha deshabilitado las interfaces que no se utilizan.

4.4.1.11 Access Point Root y Non-Root

Estos dispositivos cumplen con las siguientes funcionalidades:

- Establecer una configuración Point to Point Bridge, como se observa en la Figura 4. 26; entre los Access Points PTV-AP1 y MNT-AP2, para comunicar inalámbricamente las redes de Portoviejo y Manta.

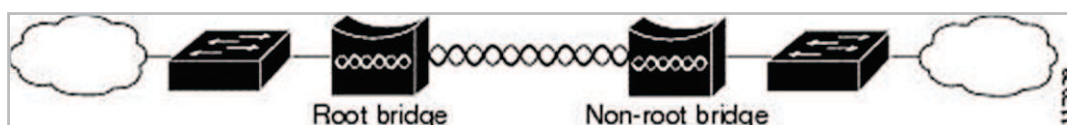


Figura 4. 26 Configuración Point to Point Bridge entre dos AP Cisco Aironet 1300

Nota Fuente: Configuring Radio Settings. Obtenido de <http://bit.ly/83dMD>

- En el caso del Access Point Root (PTV-AP1), constituye un punto de acceso o puente de tráfico inalámbrico a la LAN cableada de Portoviejo.
- El Access Point Non-Root (MNT-AP2), funciona como un repetidor, permitiendo hacer de puente de tráfico inalámbrico hacia el Access Point de Portoviejo, mediante la asociación Point to Point, Root/Non-Root; además permite la conexión con la LAN cableada de Manta.
- En conjunto permiten simular un enlace inalámbrico, que une las instalaciones del MIES-INFA Manabí en Portoviejo y Manta.

```

C:\Users\Licenciamiento-PC>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Ethernet:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . : fe80::480c:887e:11:6cd4%12
    Dirección IPv4. . . . . : 10.10.39.129
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.192
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.10.39.190

Adaptador de túnel Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

Adaptador de túnel isatap.{6DE0839E-2B77-4D74-8637-D61C176C5200}:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :

C:\Users\Licenciamiento-PC>ping 10.10.47.1

Haciendo ping a 10.10.47.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.10.47.1: bytes=32 tiempo=5ms TTL=126
Respuesta desde 10.10.47.1: bytes=32 tiempo=5ms TTL=126
Respuesta desde 10.10.47.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=126
Respuesta desde 10.10.47.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=126

Estadísticas de ping para 10.10.47.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 1ms, Máximo = 5ms, Media = 3ms

```

Figura 4. 27 Prueba de Conectividad hosts de la VLAN VIDEOC_PTV y MIESGENERAL_MNT

4.4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según las pruebas realizadas con el prototipo, se puede determinar que el diseño de la red multiservicios con QoS propuesto en el capítulo 3, es factible para la transmisión de los tres servicios: datos, voz y video sobre la misma infraestructura de red, en las dependencias del MIES-INFA Manabí. De acuerdo a lo expuesto anteriormente se puede afirmar que:

- El SCE soportará de forma adecuada los servicios que se ofrecen, ya que el cable y demás componentes pasivos que conforman este sistema se han

dimensionado de forma adecuada y garantizan la transmisión correcta de la información a nivel de capa física.

- Los equipos activos de core, distribución y acceso en la ciudad de Portoviejo permiten implementar los servicios planteados, pues como se indica en el desarrollo del prototipo se necesitan algunas características como manejo de VLANs, calidad de servicio a nivel de capa 2 y 3, enrutamiento, entre otras. Lo mismo sucede con las coordinaciones territoriales, sus equipos deberán manejar similares características.
- La nueva red presenta una infraestructura escalable, lo que permite el crecimiento de usuarios y dependiendo de los requerimientos, la implementación de nuevos servicios.
- En cuanto a los servidores de la marca DELL escogidos, están en capacidad de soportar el tráfico generado por los usuarios y de ofrecer los servicios de DNS, DHCP, FTP, Videoconferencia, Videostreaming, Correo electrónico y Telefonía IP, respectivamente, todas las horas del día, garantizando disponibilidad de cada uno de los servicios de la red corporativa.
- El diseño propuesto de red añade, políticas de seguridad, en los aspectos físico y lógico, para asegurar la confiabilidad de la información y de cada uno de los dispositivos que conforman la red multiservicios.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al terminar el presente proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 CONCLUSIONES

- Para identificar si existe o no saturación en la red local de la Dirección Provincial MIES-INFA, se analizó el tráfico generado en un periodo de 30 días, período en el cual, los usuarios que tienen acceso a una PC, permanecieron conectados a la red de datos. Se utilizó el analizador de tráfico PRTG Network Monitor, el mismo que permitió visualizar el comportamiento que ha tenido el tráfico de la red local, valores que permitieron caracterizar el desempeño de la red y evidenciar que no existe saturación en la misma, con los servicios limitados que ofrece actualmente.
- Si bien, en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo no se contaba con equipos de red para realizar el monitoreo de tráfico de datos; a nivel de capa enlace de datos se procedió a actualizar la versión del software de los switchs 3COM 4500 de ésta forma fue posible configurar funcionalidades de port mirroring y disponer de otras características. Esto conlleva a la interacción con redes reales, a implementar dichos cambios de forma transparente para los usuarios finales y a relacionarse con marcas de equipos de red, distintas a las que normalmente se configuran.
- El port mirroring es una característica de los switches 3COM 4500, que permite reflejar todo el tráfico que fluye por un grupo de puertos en uno solo, el cual se debe conectar a una máquina en el que se encuentre instalado un analizador de tráfico, para de ésta forma, examinar mediante dicho puerto espejo todo el tráfico que atraviesa el switch.

- El esquema de comunicación de voz y datos que presentan actualmente dependencias del MIES-INFA en Manabí, corresponde a dos infraestructuras independientes con tecnologías distintas, lo que conlleva a tener una administración y mantenimiento descentralizados; la nueva red multiservicios permite integrar voz y datos en una única red, descartando la necesidad de implementar y mantener dos redes separadas; además agrega nuevos servicios, tales como telefonía IP y videoconferencia.
- Los equipos activos con los que cuentan las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, determinan una distribución plana de la red, donde todos los dispositivos de red acuden a un mismo punto; además dichos equipos ya son obsoletos para las nuevas tecnologías de red y no se pueden administrar, tal es el caso de los equipos activos que se encuentran fuera del cuarto de Telecomunicaciones de la Dirección Provincial MIES-INFA, además de lo ya mencionado, estos últimos equipos no permiten la implementación de VLANs, de Calidad de servicio a nivel de capa 2 y ya han llegado a su límite de ocupación, lo que imposibilita un escalamiento a futuro.
- El diseño de una red jerárquica implica el uso adecuado de cada una de las tres capas, con ello se garantiza: escalabilidad, ya que se contemplan usuarios futuros; eficiencia; rendimiento; redundancia, pues, de acuerdo al diseño realizado ninguno de los equipos se encuentra sub utilizado, ya que se realiza un balanceo de carga adecuado y un respaldo de una conexión determinada; así también se garantiza: seguridad; mantenimiento y administración.
- La implementación de nuevos y mejorados puntos de red en las dependencias del MIES-INFA en Portoviejo, permite un uso adecuado de los servicios; tal es el caso de, funcionarios de los departamentos de Protección Integral, ya que podrán realizar sus ingresos mediante las diversas aplicaciones de la intranet del MIES; enviar correos electrónicos usando la plataforma institucional de la Provincia, pues cada empleado

dispondrá de una cuenta; con todo ello se evita el uso de terminales de otros funcionarios de la institución, aumentado de ésta forma la productividad y la funcionalidad institucional en la Provincia de Manabí.

- La tecnología utilizada para la interconexión entre la Dirección Provincial MIES-INFA y la Dirección Provincial MIES, es WiMAX, red inalámbrica de área metropolitana que permite interconectar dos puntos teniendo o no línea de vista, alcanzando altas velocidades a grandes distancias; permite considerar parámetros de calidad de servicio y las ventajas que ofrece sobre otros tipos de medios físicos como el cableado, en una instalación rápida, sencilla y a bajo costo, además en la actualidad la Dirección Provincial MIES ya dispone de tecnología WIMAX instalada en sus instalaciones. No se compartirá el servicio de Internet a través del enlace WiMAX, debido a que la Dirección Provincial MIES cuenta con su propia salida a Internet; por lo tanto la capacidad del enlace a contratar no representa un alto valor.
- Las Coordinaciones Territoriales se interconectarán con la Dirección Provincial utilizando la tecnología WAN VPN IP MPLS, de esta manera se podrá administrar e implementar servicios de forma centralizada desde la Dirección Provincial. Las VPNs representan una alternativa para las empresas que requieren interconectar sucursales a la matriz, garantizando seguridad e integridad en los datos que se transmiten, además la implementación de esta tecnología representa una reducción de costos en cuanto al equipamiento que implica la creación de una nueva red.
- El servicio de telefonía IP que se propone en el diseño presenta grandes ventajas frente a la telefonía tradicional que se maneja, con el nuevo sistema se evitan pagos excesivos en facturación por llamadas telefónicas, desde terminales institucionales y personales, para contactarse con funcionarios de todas las instalaciones a lo largo de la Provincia. El ahorro que implica tener un servidor Asterisk frente a la adquisición de centrales telefónicas analógicas; no solo radica un retorno de inversión por los

ahorros citados previamente, sino que brinda grandes ventajas a la organización; en este aspecto se implementaría nuevas funcionalidades como: buzón de voz, llamada en espera, conferencia de voz, registro e identificación de llamadas entre otros.

- Debido a que varios servicios son implementados sobre la misma red de datos, se debe considerar parámetros de calidad de servicio (QoS) para gestionar de forma eficiente los recursos compartidos, garantizando los requerimientos que exige cada servicio, entre ellos la cantidad de ancho de banda. Además permite ofrecer un trato preferencial a las aplicaciones consideradas como críticas sobre otras aplicaciones que circulan por la red.
- La implementación del prototipo implica, a más de un correcto funcionamiento de cada uno de los servicios, una investigación ardua y pruebas constantes. En ésta implementación, el sistema operativo Linux ha tenido un gran protagonismo y consecuentemente se puede asegurar que es un escenario real, en las dependencias del MIES-INFA Manabí tendrán un gran desempeño, puesto que los servidores Linux son completamente compatibles con tecnologías de red actuales; eficientes y escalables, ya no necesitan estar ligados a un determinado hardware y constituyen una de las mejores prácticas en redes modernas.
- Tomando en cuenta el trabajo realizado y considerando las necesidades actuales de los funcionarios del MIES-INFA Manabí, se determina que la implementación del proyecto es viable, puesto que cumple con un estudio previo para el conocimiento del estado de la red actual; se procedió con un completo análisis técnico para realizar un nuevo diseño de la red, que toma en cuenta normas, equipamiento tecnológico acorde a los requerimientos de sus usuarios; se eligió la mejor propuesta económica para la adquisición de los equipos, en base al cumplimiento de las especificaciones técnicas, costo y garantía que ofrece el proveedor; además se implementó un prototipo que permite replicar y verificar las principales funcionalidades de la red corporativa propuesta.

5.2 RECOMENDACIONES

- En lo referente al estudio, desarrollo y posterior instalación del sistema de cableado estructurado se debe tomar en cuenta las normas ANSI/TIA, ISO/IEC; que rigen a cada uno de los seis subsistemas; ya que esto constituye el punto de partida para tener una red certificada. Para posteriormente contactarse con personal certificado, que cuente con equipos de alta calidad y calibrados; con lo que se procederá a probar los diferentes enlaces, indicar las correcciones que se deben hacer en el momento y se entregue finalmente, la respectiva documentación del trabajo realizado. Todo este proceso deberá llevarse a cabo con el fin de que se garantice la inversión; el rendimiento y la fiabilidad de la estructura pasiva de la red.
- Para la implementación del proyecto, se recomienda tener un plan de acción adecuado en el que se proceda por etapas, cubriendo primero toda la parte operativa principal de la red en la Dirección Provincial MIES-INFA, con todos los servicios; para luego proceder con las otras dos instalaciones y que el proceso de conexión con el cuarto de telecomunicaciones principal, no sea demasiado extenso. Se puede mantener operando parte de la red antigua durante el proceso de migración a la nueva tecnología, lo primero que debería implementarse son los distintos subsistemas de cableado estructurado, conjuntamente con la configuración de servidores y demás equipos activos. Para luego conectar, como tal toda la red y verificar la operatividad de la misma hacia otras redes externas. Se debe evitar épocas del año, que para la institución son de gran carga de trabajo como, diciembre cuando se lleva a cabo actividades gubernamentales de ayuda social.
- En cuanto a la contratación de las troncales telefónicas se recomienda canales SIP, los cuales permiten utilizar la misma interfaz de red 10/100 Mbps del servidor de telefonía, de esta manera se evita la adquisición de tarjetas adicionales para la conexión de líneas digitales (E1, T1, etc).

- En la instalación y configuración de los servidores sobre software libre, se debe tener precaución al momento de configurar los archivos respectivos, en el caso del servidor DNS, cada dominio debe terminar con un punto y si es necesario se debe asignar los permisos respectivos a cada archivo de configuración para que el servidor funcione correctamente.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas del prototipo se recomienda, en la parte pasiva de la red: seguir las normas ANSI/TIA, ISO/IEC, considerando especialmente la correcta distribución y funcionamiento del medio físico de transmisión datos; en cuanto a la parte activa se debe contar con equipos modernos de altas prestaciones, capaces de soportar las nuevas aplicaciones de voz, video y datos con los que contará la red corporativa provincial; tomar en cuenta el uso de distribuciones Linux, como CentOS para la implementación de los servidores y de ésta forma se evita incurrir en gastos innecesarios como la adquisición de licencias y se guarda concordancia con las políticas gubernamentales, del uso de software libre en instituciones públicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- **STALLINGS**, William, Comunicaciones y Redes de Computadores. Séptima Edición. Prentice Hall; México 2008.
- **CABRERA**, José Luis R, Redes Locales. Instalación y Configuración Básicas. Alfaomega Ra-Ma.
- **TANENBAUM**, Andrew S, Redes de Computadoras. Cuarta Edición. Prentice Hall; México 2003.
- **KEAGY**, Scott; Integración de Redes de Voz y Datos. Primera Edición. Pearson Educación. España 2001.
- **SINCHE**, Soraya; Folleto de Redes de Área Local Inalámbricas. 2009
- **STEPHEN**, J. Bigelow, Redes. Primera Edición. Mc Graw-Hill. 2003
- **EVANS**, John, Deploying IP and MPLS QOS for Multiservice Networks. Morgan Kaufmann Publishers. 2007.

PROYECTOS DE TITULACIÓN Y DIRECCIONES WEB

- [1] What is Alien Crosstalk. [Sitio Web].
http://panduit.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/753/~/-/what-is-alien-crosstalk%3F
- [2] MIES-INFA, "INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA, ESTATUTO ORGÁNICO POR PROCESOS DEL INFA.",
- [3] MIES-INFA. [Sitio Web].
http://www.infa.gob.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=64
- [4] MIES-INFA. [Sitio Web].
http://www.infa.gob.ec/micasa/documentos/DI/2012/tallerinduccionface5junio2012/ROLES_YFUNCIONESDEEQUIPOSENCIBV_2_.pdf
- [5] MIES-INFA. [Sitio Web]. <http://www.infa.gob.ec/catalogo/catalog/ejemplares/d356.pdf>
- [6] MIES. [Sitio Web]. <http://www.inclusion.gob.ec/valores-mision-vision/>
- [7] MIES. [Sitio Web]. <http://www.inclusion.gob.ec/valores-mision-vision/>
- [8] Conatel. [Sitio Web].
http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/?option=com_content&view=article&catid=194:resoluciones-2009&id=461:resoluciones-abril-junio-2009&Itemid=201.
- [9] Panasonic. [Sitio Web]. http://www.csportal.panasonic-la.com/descargaspla//pla/herramientasventas/Manual_de_instalacion.pdf
- [10] Apuntes de Economía. [Sitio Web].
<http://www.elprisma.com/apuntes/economia/interessimplecompuesto/default5.asp>
- [11] Anónimo. [Sitio Web]. <http://inforproblemas.blogspot.com/2010/04/15-donde-esta-el-usuario.html>
- [12] adckron. [Sitio Web].
<http://www.adckrone.com/eu/es/webcontent/support/PDFs/enterprise/catalogue%20es/Referencia%20tecnica%20Como%20elegir%20la%20infraestructura%20de%20cableado%20correcta.pdf>

- [13] Libros Networking. [Sitio Web]. <http://librosnetworking.blogspot.com/2009/04/metodo-simplificado-para-el-calculo-de.html>
- [14] Anónimo. [Sitio Web]. <http://bit.ly/10LUBQN>
- [15] ACT. [Sitio Web].
<http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videconferencia%20IP.pdf>
- [16] Symantec. [Sitio Web].
ftp://ftp.symantec.com/public/espanol/productos/symantec_network_access_control/11.0/manuales/client_guide.pdf
- [17] Symantec. [Sitio Web].
http://www.symantec.com/business/support/index?page=content&pmv=print&impressions=&viewlocale=es_ES&id=HOWTO55274
- [18] Anónimo. [Sitio Web].
http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CFIQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.camaraconstruccionquito.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D141%26Itemid%3D38%26lang%3Des&ei=RqthUY-3Aebj4AOPjYDwCA&usq=AFQ
- [19] Fibraoptichoy.com. [Sitio Web]. <http://www.fibraoptichoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-1%C2%AA-parte/>
- [20] Anónimo. [Sitio Web]. <http://freepdfdb.com/pdf/tx6tm-10gigtm-copper-cabling-system-14350854.html>
- [21] Seekpart. [Sitio Web]. <http://file.seekpart.com/keywordpdf/2011/3/22/20113226401160.pdf>
- [22] Anónimo. [Sitio Web]. 150.185.222.68/apps/Documents/resp-eugenio/ANSI-TIA-EIA_607_Grounding_and_Bonding_archivos/0.gif
- [23] Dell. [Sitio Web].
http://www.dell.com/downloads/emea/products/pedge/es/PE1950_Spec_Sheet_Quad.pdf
- [24] HP. [Sitio Web].
<http://h20000.www2.hp.com/bizsupport/TechSupport/Document.jsp?prodSeriesId=1121516&objectID=c00712808>
- [25] HP. [Sitio Web]. http://www.hp.com/rnd/pdfs/datasheets/ProCurve_Switch_2900_Series.pdf
- [26] CISCO. [Sitio Web].
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps5023/product_data_sheet0900aecd80371991.pdf
- [27] CISCO. [Sitio Web].
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps7078/product_data_sheet0900aecd805bac22.html
- [28] CISCO. [Sitio Web].
http://www.cisco.com/en/US/products/ps6406/prod_models_comparison.html
- [29] HP. [Sitio Web]. <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/mx/es/sm/WF06a/12883-12883-4172267-4172278-4172278-4174801.html?dnr=1>
- [30] HP. [Sitio Web].
http://www.hp.com/rnd/pdfs/datasheets/ProCurve_Secure_Router_7000dl_Series.pdf
- [31] CISCO. [Sitio Web].
http://www.cisco.com/en/US/docs/routers/access/1900/hardware/installation/guide/1940_HIG.pdf
- [32] CISCO. [Sitio Web].
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/vpndevc/ps6032/ps6094/ps6120/product_data_sheet0900aecd802930c5.html
- [33] Netgear. [Sitio Web]. http://www.netgear.com/images/FVS318G_DS_10Jan1118-5265.pdf

- [34] Philips. [Sitio Web]. http://www.philips.com.pe/c/pc-monitores/monitor-usb-linea-s-de-21.5-pulgada-54.6-cm-221s3ucs_00/prd/;jsessionid=65DD1564F2F3561904ED51092F97A358.app101-drp2?t=specifications
- [35] Samsung. [Sitio Web]. <http://www.samsung.com/es/consumer/pc-peripherals-printer/monitors/monitor-led/LS19A100NS/EN>
- [36] TP-link. [Sitio Web]. http://www.tp-link.com/Resources/document/MC200CM_V2.0_Datasheet.pdf
- [37] KVMS. [Sitio Web]. <http://www.kvms.com/Product/ST-2X4-UDT.aspx>
- [38] D-link. [Sitio Web]. http://www.dlink.com/-/media/Consumer_Products/DKVM/DKVM%204U/Datasheet/DKVM_4U_datasheet_EN_UK.pdf
- [39] HERRERA Edwin, BARREIRO Christian, “*Reingeniería de la Red de Datos Corporativa de la Administración Zonal Sur Eloy Alfaro del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito*”. Pág. 167-168. Quito, Septiembre 2012.
- [40] CISCO. [Sitio Web]. http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns340/ns517/ns224/ns944/white_paper_c11-680202.pdf
- [41] The Weather Channel. [Sitio Web]. http://espanol.weather.com/weather/today-Portoviejo-ECXX0017?cm_ven=rss-es_US&cm_cat=local&cm_ite=weather&cm_pla=CC
- [42] Anónimo. [Sitio Web]. <http://www.informatica.gob.ec/files/sidsl1014.pdf>
- [43] Anónimo. [Sitio Web]. <http://www.informatica.gob.ec/files/sidsl1014.pdf>
- [44] Anónimo. [Sitio Web]. http://www.isertec.com/userfiles/isertec.com/i_admin/file/datacenter_summit/pres_pdf/004%20-%201100%20a.m.%20David%20Melendez%20%20-%20CORE%20SWITCHING%20AND%20HIGH%20AVAILABILITY%20FOR%20DATA%20CENTER_Optimizando%20el%20Centro%20de%20Datos%203Com.pdf
- [45] Sarabia Jácome David Fernando, Morales Martínez Francisco Xavier, *Reingeniería de la red de datos corporativa de la empresa Alianza Compañía de Seguros y Reaseguros S.A para la integración de servicios de telefonía IP*.
- [46] CentOS. [Sitio Web]. [index.php/CentOS](http://www.centos.org/index.php/CentOS)
- [47] ISC. [Sitio Web]. <https://www.isc.org/software/dhcp>
- [48] Proftpd. [Sitio Web]. www.proftpd.org
- [49] Postfix. [Sitio Web]. <http://www.postfix.org/>
- [50] dspace.epn.edu.ec. [Sitio Web]. <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/9055/2/T11425%20CAP2.pdf>
- [51] mailscanne. [Sitio Web]. <http://www.mailscanner.info/>
- [52] linuxparatodos. [Sitio Web]. <http://www.linuxparatodos.net/portal/staticpages/index.php?page=servidor-antivirus>
- [53] openmeetings. [Sitio Web]. <http://incubator.apache.org/openmeetings/index.html>
- [54] openmeetings. [Sitio Web]. <http://openmeetings.apache.org/installation.html>
- [55] openmeetings. [Sitio Web]. <http://openmeetings.apache.org/RecommendedHardwareList.html>
- [56] red5. [Sitio Web]. <http://www.red5.org/red5-server/>
- [57] red5. [Sitio Web]. <http://red5.electroteque.org/dev/doc/html/SystemRequirementsForRed5.html>
- [58] estebanrestrepo.com. [Sitio Web]. <http://estebanrestrepo.com/es/asterisk/instalacion-de-asterisk>

- [59] CISCO. [Sitio Web]. <http://tools.cisco.com/Support/VBC/do/CodecCalc2.do>
- [60] Anónimo. [Sitio Web]. https://www.google.com/ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CGYQFjAJ&url=https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2007/1/EL55A/1/material_docente/objeto/132565&ei=gnx2UfzAMpLy9gSAm4HoCA&usg=AFQjCNFQZ_Ds1NawqQpv5bVbKWp9hz0nhw&bvm=bv.45512109_d.eWU&c
- [61] Capatres. [Sitio Web]. <http://comercial.capatres.com/para-lneas-analogicas/164-digt410p-tarjeta-digium-tdm410p-pci-sin-modulos-hasta-4-fxofxs.html>
- [62] CCNA Exploratio, *Aspectos básicos de networking, Capa de red del modelo OSI, Práctica de laboratorio 5.5.1. Exámen del Gateway de un dispositivo.*
- [63] docs.google. [Sitio Web]. <https://docs.google.com/document/d/1igvzpstDIWhTLXEzVfmCc6nzyIjWGzq4tTxWeQPJSJM/edit?pli=1>
- [64] CCNP SWITCH, *CCNP SWITCH 642-813 Official Certification Guide (Part II Chapter 4.1 Virtual VLANs).*
- [65] juanmhalegre. [Sitio Web]. <http://juanmhalegre.wordpress.com/2012/01/08/ccnp-switch-642-813-official-certification-guide-part-ii-chapter-4-1-virtual-vlans/>
- [66] sistelec. [Sitio Web]. <http://www.sistelec.es/pdf/PROXIM-MP11-5012.pdf>
- [67] Anónimo. [Sitio Web]. <http://www.iso27000.es/download/ControlesISO27002-2005.pdf>
- [68] iso2700. [Sitio Web]. <http://www.iso27001security.com/html/27002.html#Section2>
- [69] nhbarcelona. [Sitio Web]. http://www.nhbarcelona.com/area-cliente/ejercicios/presentacion_iso_27000_jun12.pdf
- [70] bigevilsciscoworld. [Sitio Web]. <http://bigevilsciscoworld.wordpress.com/2009/11/16/class-of-service/>
- [71] Anónimo. [Sitio Web]. <http://bit.ly/ZJmVSk>
- [72] MKE solutions. [Sitio Web]. <http://mikrotikexpert.com/articulos/ubiquiti/qos-dscp-tos-mappings-en-ubiquiti-airmax/>
- [73] elastixtech.com. [Sitio Web]. <http://elastixtech.com/qos-calidad-de-servicio-para-voip/>
- [74] Sitio Web. [Sitio Web]. [http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-460091277-media-converter-sc-101001000-monomodo-mc210cs-_JM].
- [75] grandstream. [Sitio Web]. http://www.grandstream.com/user_manuals/BT200_User_Manual.pdf
- [76] asterisk. [Sitio Web]. <https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+Versions>
- [77] digium. [Sitio Web]. <http://downloads.digium.com/pub/telephony/>
- [78] SITIO WEB. [Sitio Web]. <http://www.isc.org/software/bind>
- [79] red5.org. [Sitio Web]. <http://www.red5.org/red5-server/>
- [80] longtailvideo. [Sitio Web]. <http://www.longtailvideo.com/jw-player/about/>