UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS AMBULATORIOS QUE CONFORMAN EL SERVICIO DE SALUD DEL MUNICIPIO EL HATILLO CON EL CENTRO MÉDICO DOCENTE LA TRINIDAD.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERIO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR: Miguel Eduardo De Guglielmo García

TUTOR: Ing. José Pirrone.

FECHA: Octubre de 2012

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS AMBULATORIOS QUE CONFORMAN EL SERVICIO DE SALUD DEL MUNICIPIO EL HATILLO CON EL CENTRO MÉDICO DOCENTE LA TRINIDAD.

REALIZADO POR: Miguel Eduardo De Guglielmo García

TUTOR: Ing. José Pirrone

FECHA: Octubre de 2012

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS AMBULATORIOS QUE CONFORMAN EL SERVICIO DE SALUD DEL MUNICIPIO EL HATILLO CON EL CENTRO MÉDICO DOCENTE LA TRINIDAD.

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: _____

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: …….	Nombre: ……..	Nombre:……

REALIZADO POR: Miguel Eduardo De Guglielmo García

TUTOR: Ing. José Pirrone.

FECHA: Octubre de 2012

MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS AMBULATORIOS QUE CONFORMAN EL SERVICIO DE SALUD DEL MUNICIPIO EL HATILLO CON EL CENTRO MÉDICO DOCENTE LA TRINIDAD.

Autor: Miguel E. De Guglielmo G.
Año 2012

RESUMEN

En todo el mundo y principalmente en Venezuela, siempre ha existido la necesidad de brindar a todos sus habitantes la mejor atención en lo que se refiere a salud. Por medio, de la actualización de las tecnologías existentes en los hospitales, centros de diagnóstico integral, ambulatorios, centros de atención médica social y otras sedes que están destinadas a este fin, es posible mejorar este servicio. Toda esta necesidad se presenta a lo largo y ancho del país, pero con picos dentro de las zonas rurales y urbanas marginales del país, en donde las condiciones económicas, sociales y geográficas no permiten ofrecer el mejor servicio médico a sus habitantes. Por tal motivo, surge el presente trabajo de investigación, el cual contempla una solución factible, en donde se estipula la necesidad de diseñar un modelo de red de telemedicina que permita interconectar los ambulatorios que pertenecen al Municipio El Hatillo - Estado Miranda. Dentro de este trabajo de investigación, se mencionan las particularidades de la zona en la que se encuentran los ambulatorios, igualmente se estudian las características de los ambulatorios y de los servicios que en ellos se prestan, las cuales permitieron seleccionar los equipos y las tecnologías que mejor se adecuan a las características y necesidades que se presentan en los ambulatorios seleccionados. Todo esto, permitió establecer el esquema de la red LAN diseñado para el intercambio de información entre los ambulatorios. La simulación de la red arrojó como resultado que el intercambio de información dentro de las redes LAN de cada uno de los ambulatorios es óptimo, por tal motivo el esquema, tecnologías y equipos empleados en el diseño son los adecuados. Por último, se estimó el costo total del proyecto, que debe ser evaluado por el ente correspondiente para determinar si es realizable económicamente para el Municipio El Hatillo concluyendo con la determinación de la factibilidad para la implementación de la topología diseñada. De

esta forma se cumplió con los objetivos planteados para la realización de este Proyecto de Investigación que podría servir, como una de las posibles soluciones, para la problemática de salud de este municipio.

Palabras claves: *Red, LAN, Telemedicina, Ambulatorios, Tecnologías.*

DEDICATORIA

Principalmente a **Dios**,
por haberme permitido tener esta oportunidad en mi vida,
a mis **padres**,
por su apoyo, su paciencia, sus consejos y su comprensión durante todos estos años de estudio,
a mis **hermanos**,
por ayudarme en los momentos en los que más los necesite,
a **Verónica A. Alquia**,
por ser más que mi novia, por ser la persona que estuvo a mi lado durante todos estos años, por ser la persona que siempre me ayudó en las ocasiones en las que más, necesitaba un amigo, por ser la persona que siempre me ayudó a salir adelante en los, momentos en los que creía que ya no podía mas,
por último a todas aquellas personas que a lo largo de mi carrera se convirtieron, en mis **amigos**.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mi tutor, el Ingeniero José Pirrone, por sus consejos, conocimientos y guía, durante la realización de cada etapa de desarrollo de este Trabajo especial de Grado.

A la Profesora Mardemiz Gutiérrez, por sus recomendaciones realizadas durante el proceso de ejecución de este Trabajo especial de Grado.

A cada uno de los profesores de la Universidad Católica Andrés Bello, que a lo largo de mi carrera me brindaron todos los conocimientos necesarios para convertirme en un profesional.

A todos… Gracias

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS vii
ÍNDICE DE TABLAS ix
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO 3
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 3
I.2 OBJETIVOS. 4
I.2.1 OBJETIVO GENERAL. 4
I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 4
I.3 JUSTIFICACIÓN. 5
I.4 Alcances y limitaciones. 6
I.4.1 ALCANCE. 6
I.4.2 LIMITACIONES. 6
CAPÍTULO II 7
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL 7
II.1 Telemedicina. 7
II.1.1 LA TELEMEDICINA EN VENEZUELA. 10
II.2 Sistema de salud en Venezuela 13
II.2.1 NIVEL DE ATENCIÓN PRIMARIO. 13
II.2.2 NIVEL DE ATENCIÓN SECUNDARIO. 14
II.2.3 NIVEL DE ATENCIÓN TERCIARIO 15
II.3 Tecnologías inalámbricas. 15
II.3.1 WI-FI. 17
II.4 *Virtual Private Network (VPN)*. 17
II.4.1 TIPOS DE VPN. 19
II.4.1.1 VPN SITIO A SITIO. 19
II.4.1.2 VPN DE ACCESO REMOTO. 20
II.4.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA VPN. 20
II.4.2.1 AUTENTICACIÓN Y AUTORIZACIÓN. 20
II.4.2.2 INTEGRIDAD. 21
II.4.2.3 CONFIDENCIALIDAD. 21
II.4.2.4 SEGURIDAD 21
II.4.2.5 AHORRO EN EL COSTO. 21
II.4.4 TOPOLOGÍAS VPN 21
II.4.4.1 TOPOLOGÍA RADIAL. 22
II.4.4.2 TOPOLOGÍA DE MALLA COMPLETA O PARCIAL. 23
II.4.4.3 TOPOLOGÍA HIBRIDA. 24
II.4.4.4 TOPOLOGÍA DE ACCESO REMOTO. 24
II.5 Protocolos de *tunneling* 24
II.5.1 LAYER 2 FORWARDING PROTOCOL (L2F) 25

II.5.2 POINT-TO-POINT TUNNELING PROTOCOL (PPTP) 26
II.5.2.1 MODOS PPTP 27
II.5.2.2 TIPOS DE COMUNICACIONES PPTP 28
II.5.3 LAYER 2 TUNNELING PROTOCOL (L2TP) 29
II.5.3.1 TIPOS DE MENSAJES 30
II.5.3.2 MODOS L2TP 30
II.5.4 PROTOCOLO IPSEC 31
II.5.4.1 PROTOCOLO AH (*AUTHENTICATION HEADER*) 32
II.5.4.2 PROTOCOLO ESP (*ENCAPSULATED SECURITY PAYLOAD*) 34
II.5.4.3 IKE (*INTERNET KEY EXCHANGE*) 36
II.6 Latencia o *Response Time* 38
II.7 *Throughput* 39
II.8 Retardo o *Delay* 39
CAPITULO III 40
METODOLOGIA Y DESARROLLO 40
III.1 Marco metodológico. 40
III.1.1 FASE DE INVESTIGACIÓN DEL TERRENO. 40
III.1.2 FASE DE INVESTIGACIÓN DE LOS AMBULATORIOS. 41
III.1.3 FASE DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS 41
III.1.4 FASE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE LA RED. 41
III.1.5 FASE DE EVALUACIÓN DE COSTOS. 42
III.2 Desarrollo. 42
III.2.1 FASE DE INVESTIGACIÓN DEL TERRENO. 42
III.2.2 FASE DE INVESTIGACIÓN DE LOS AMBULATORIOS. 43
III.2.3 FASE DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y EQUIPOS 44
III.2.4 FASE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE LA RED. 44
III.2.5 FASE DE EVALUACIÓN DE COSTOS. 45
CAPITULO IV 46
RESULTADOS 46
IV.1 Resultados de la fase de investigación del terreno. 46
IV.1.1 AMBULATORIO JESÚS REGGETI (EL HATILLO): 47
IV.1.2 AMBULATORIO RURAL LA MATA: 48
IV.1.3 AMBULATORIO RURAL DE SABANETA: 50
IV.1.4 AMBULATORIO DON PEDRO DEL CORRAL (LA HOYADITA): 51
IV.1.4 AMBULATORIO MUNICIPAL DE TURGUA: 52
IV.2 Resultados de la fase de investigación de los ambulatorios. 53
IV.2.1 ASPECTOS ESTRUCTURALES Y SOCIALES. 53
IV.2.1.1 Ambulatorio Jesús Regetti – El Hatillo: 54
IV.2.1.2 Ambulatorio Rural La Mata: 55
IV.2.1.3 Ambulatorio Municipal de Turgua: 55
IV.2.1.4 Ambulatorio Rural de Sabaneta: 56
IV.2.1.5 Ambulatorio Don Pedro del Corral – La Hoyadita: 57
IV.2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS AMBULATORIOS. 58
IV.3 Resultados de la fase de investigación de tecnologías y equipos. 59
IV.4 Resultados de la fase de diseño y simulación. 61

IV.4.1 DISEÑO DE LA RED 61
IV.4.2 SIMULACIÓN 67
IV.5 Resultados de la fase de análisis de costo. 77
IV.5.1 COSTO DE TECNOLOGÍAS. 77
IV.5.2 COSTO DE EQUIPOS 77
CAPÍTULO V 79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 79
V.1 Conclusiones 79
V.2 Recomendaciones 80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82
ANEXOS 85
ANEXO A. ENCUESTA REALIZADA EN LOS AMBULATORIOS. 86
Anexo B. Planes y tarifas del INTERNET inalámbrico. 88
ANEXO C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH D-LINK 1008A 89
ANEXO D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SWITCH D-LINK 1016A 91
Anexo E. Especificaciones técnicas del Router TP-LINK Tl-r600 93
Anexo F. Especificaciones técnicas del Servidor Lenovo Ts130 95
Anexo G. Especificaciones técnicas del Router Hongdian H7932 97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tecnologías alámbricas e inalámbricas. (Perez, 2009).....16
Figura 2: Modelo conceptual de una VPN (Carrillo, 2009).....19
Figura 3: Topología radial. (Arias, 2007).....23
Figura 4: Topología de malla: a) Completa b) Parcial. (Arias, 2007).....23
Figura 5: Modo obligatorio PPTP. (Cevallos, 2006).....27
Figura 6: Modo voluntario PPTP. (Cevallos, 2006).....28
Figura 7: *Layer 2 Tunneling Protocol*. (Cevallos, 2006) 30
Figura 8: Estructura de un datagrama AH. (Trujillo, 2006).....33
Figura 9: Funcionamiento del protocolo AH. (Trujillo, 2006).....34
Figura 10: Estructura de un datagrama ESP. (Trujillo, 2006).....35
Figura 11: Funcionamiento del protocolo ESP. (Trujillo, 2006).....36
Figura 12: Funcionamiento del protocolo IKE. (Trujillo, 2006).....37
Figura 13: Esquema de funcionamiento de la latencia (Sandoval, 2011) 38
Figura 14: Ubicación de los ambulatorios en GOOGLE EARTH. 47
Figura 15: Parte frontal del ambulatorio Jesús Reggeti (El Hatillo). 47
Figura 16: Parte posterior del ambulatorio Jesus Reggeti.(El Hatillo).....48
Figura 17: Parte frontal del ambulatorio rural La Mata. 48
Figura 18: Parte posterior del ambulatorio rural La Mata. 49
Figura 19: Vista frontal del ambulatorio rural de Sabaneta.....50
Figura 20: Parte posterior del ambulatorio rural de Sabaneta. 50
Figura 21: Parte frontal del ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita).....51
Figura 22: Parte posterior del ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita). 51
Figura 23: Parte delantera y posterior del ambulatorio Municipal de Turgua. 52
Figura 24: Ambulatorio Jesús Reggeti (El Hatillo). 54
Figura 25: Ambulatorio rural La Mata. 55
Figura 26: Ambulatorio Municipal de Turgua. 55
Figura 27: Ambulatorio rural de Sabaneta. 56
Figura 28: Ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita). 57
Figura 29: Topología de la red de los ambulatorios del Municipio El Hatillo.....65
Figura 30: Diagrama de red con OPNET 69
Figura 31: *Delay* del enlace ETHERNET 70
Figura 32: *Delay* local de los ambulatorios.....71
Figura 33: *throughput inbound* de los ambulatorios 72
Figura 34: *throughput outbound* de los ambulatorios. 73
Figura 35: Tiempo de respuesta servidor DB local. 74
Figura 36: Tiempo de respuesta servidor HTTP local.....75
Figura 37: Tiempo de respuesta servidor DB del ambulatorio Jesús Reggeti.....76
Figura 38: Tiempo de respuesta servidor HTTP del ambulatorio Jesús Reggeti. 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Antecedentes de la telemedicina actual. (Romero, 2008)..... 8
Tabla 2: Diferentes aplicaciones de las nuevas tecnologías de la comunicación en medicina. (Romero, 2008) 9
Tabla 3: Coordenadas geográficas de los ambulatorios..... 46
Tabla 4: Aspectos estructurales y sociales de los ambulatorios..... 58
Tabla 5: Características técnicas de los ambulatorios..... 58
Tabla 6: Cobertura de los dispositivos..... 62
Tabla 7: Valores de la velocidad de transmisión con www.medicion.une.net.co..... 62
Tabla 8: Valores de la velocidad de transmisión con www.mivelocidad.net. 63
Tabla 9: Valores de la velocidad de transmisión con www.medicion.une.net.co..... 63
Tabla 10: Valores de la velocidad de transmisión con www.mivelocidad.net. 64
Tabla 11: Equipos empleados en la red..... 78
Tabla 12: Costo Estimado de equipos..... 78

INTRODUCCIÓN

El uso de las telecomunicaciones con la medicina, ha venido desarrollando lo que es conocido como la telemedicina, la cual, es definida como "*El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación, con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven*" según la Organización Mundial de la Salud. La telemedicina es empleada de dos maneras, una práctica, en donde los médicos pueden ofrecer consultas a los pacientes o pueden intercambiar ideas con otros colegas, y otra de modo educacional, en donde los estudiantes de medicina y personas pueden obtener información del INTERNET. La telemedicina ha sido implementada en muchos países del mundo, dentro de los cuales se encuentra Venezuela, donde se ha venido incorporando esta tecnología al área de salud, con la finalidad de mejorar el sistema de atención y asistencia médica en aquellas zonas en la que la accesibilidad a los centros de atención es dificultosa, como lo es en el caso de algunos sectores rurales y sectores urbanos del país; ya que, una de las grandes ventajas que posee la telemedicina es que permite la comunicación de forma remota entre el médico y el paciente.

El presente trabajo especial de grado, está basado en el diseño de una red que permita interconectar los ambulatorios ubicados en el Municipio El Hatillo, del estado Miranda. Para ayudar al entendimiento de las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto, se estructuró el trabajo especial de grado en cinco capítulos. El capítulo I contiene lo referente al planteamiento del problema, objetivos planteados, justificación y alcances y limitaciones del proyecto.

El capítulo II contiene la investigación teórica realizada para la elaboración del proyecto. El capítulo III contempla las fases metodológicas, que

permitieron alcanzar los objetivos planteados, de igual forma indica el desarrollo de cada una de las fases planteadas. En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos durante el desarrollo de cada una de las fases metodológicas estipuladas en el capitulo anterior. Por último, el capitulo V expone las conclusiones y recomendaciones que surgieron de los resultados obtenidos en el capítulo IV.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Este capítulo contiene la descripción de todo lo relacionado con el problema planteado, los objetivos, la justificación, el alcance y las limitaciones, por los cuales se rigen y sustentan el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

I.1 Planteamiento del problema.

Debido al avance tecnológico que se vive hoy en día en el ámbito de las telecomunicaciones, en el cual, la convivencia en un mundo globalizado e interconectado por la INTERNET; se ha convertido en una necesidad, donde no solo es conocida por las redes sociales, sino también por el intercambio y posesión de información. Esto demuestra que está destinado a ser parte de un todo y estar conectado por el ciberespacio. La INTERNET ha ocasionado en las personas, un abanico de cambios muy amplios en los aspectos de su vida, ya que ofrece una mayor facilidad para la elaboración de muchas actividades, o tareas, que en el pasado eran engorrosas; ya las personas no buscan tanta información en libros, revistas, periódicos, radios, televisoras, entre otras fuentes de información, sino que utilizan la INTERNET para conseguir la información que desean, ya que es mucho más rápido, más económico y más accesible. Es por esta razón, que muchas personas sienten que la INTERNET causa la sensación, que todos han sentido sin duda alguna vez; de esperanza que es necesaria cuando se quiere obtener algo. También las empresas utilizan la INTERNET para darse a conocer a los consumidores o para almacenar y respaldar su información. Por tal motivo se podría afirmar que la INTERNET crece indefinidamente hacia un futuro en los recursos y ventajas que tiene para ofrecer a sus usuarios.

Es inevitable que, en la actual realidad, cualquier servicio público, o privado, en este caso el servicio de salud que se presta en el municipio El Hatillo, no este desligado a estar conectado a la red. Por lo tanto, la creación de una red

que permita lograr una optima comunicación, con la reciprocidad de información de manera rápida, segura y precisa, y a su vez, que garantice la mejor administración y organización; de los centros de salud (ambulatorios), indicaría una gran ventaja tanto para los pacientes, como para los doctores y como para el resto del personal, ya sea a la hora de una emergencia o en su cotidianidad laboral.

Cabe destacar que, actualmente, estos ambulatorios no se encuentran conectados entre sí; por lo tanto, este problema que se está planteando y se espera resolver con este trabajo especial de grado, es el de mostrar el diseño de una red que permita la conexión entre los diferentes centros de salud del municipio El Hatillo con el hospital de referencia más importante de la zona.

Como estudios previos a esta propuesta de proyecto existe un trabajo especial de grado desarrollado por alumnos de la Universidad Católica Andrés Bello, titulado “Diseño de una red inalámbrica para aplicaciones de telemedicina en la zona Baruta - El Hatillo”, el cual presenta características, problemas y métodos de solución totalmente independientes en cuanto a ubicación, especificaciones técnicas y conceptos aplicados, así como la metodología implementada para su desarrollo.

I.2 Objetivos.

I.2.1 Objetivo general.

Realizar el diseño de una red que permita la interconexión de los ambulatorios localizados en el municipio El Hatillo y el Centro Médico Docente La Trinidad.

I.2.2 Objetivos específicos.

- Estudiar sobre las características geográficas de cada una de las zonas en donde se encuentran ubicados los ambulatorios.

- Investigar los diferentes medios de comunicación de red que existen, para poder establecer el más apropiado para la elaboración de la red.

- Diseñar la red que conectará los diferentes ambulatorios y el Centro Médico Docente La Trinidad.

- Simular la red que se haya diseñado.

- Proponer las características mínimas de los equipos a utilizar en la implementación de la red.

- Realizar un estimado de costo de la implementación de la red propuesta.

I.3 Justificación.

El sistema de salud del Municipio El Hatillo actualmente presenta un problema en cuanto a la comunicación deficiente existente entre los diferentes ambulatorios que lo conforman. Una de las principales razones de deficiencia se basa en que la ubicación de estos ambulatorios no facilita el traslado tanto de los pacientes como del personal médico, llámense doctores, enfermeras, entre otros, ya que las vías no se encuentran en las mejores condiciones y los medios de transporte son escasos y sujetos a un horario de trabajo el cual no abarca las 24 horas del día los 365 días del año.

Es por ello, que surgió el objetivo principal de este trabajo especial de grado, el cual tuvo como resultado el diseño de una red de área local (*Local Area Network*, LAN) para interconectar estos ambulatorios, empleando las tecnologías de interconexión actuales y disponibles en Venezuela, para así, mejorar la atención y eficacia del sistema de salud del Municipio El Hatillo, proporcionando comunicaciones, al menor costo posible de implementación y mantenimiento

Con la implementación de la topología que se diseñó a lo largo de la realización de este trabajo de investigación, se pretende proporcionar una nueva y eficiente herramienta que permita la aplicación de la Telemedicina como se viene aplicando en diferente partes del país y el mundo.

I.4 Alcances y limitaciones.

I.4.1 Alcance.

Este trabajo especial de grado se basará únicamente en el diseño y simulación de la red para la conexión de los ambulatorios ubicados en la zona de El Hatillo y el Centro Médico Docente La Trinidad.

Las decisiones tomadas en cuanto a los equipos estarán regidas principalmente por el precio que estos posean en el mercado venezolano, aunque la calidad y ventajas que estos ofrezcan también se tomaran en cuenta.

I.4.2 Limitaciones.

Este trabajo está limitado por la posición geográfica de los diferentes ambulatorios y de los alrededores de cada uno de ellos, ya que esto permitirá saber si es posible la realización o no de dicho proyecto.

Por último, este trabajo no incluirá la implementación de la red, debido a que no se poseen los recursos y medios personales para tal realización.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Este capítulo contiene la base documental realizada para el soporte del presente Trabajo Especial de Grado. Debido a que el proyecto consiste en el diseño de una red para interconectar los ambulatorios ubicados en el municipio El Hatillo, es necesario conocer todos los conceptos que conlleva el diseño de una red de datos.

II.1 Telemedicina.

La telemedicina tiene muchas definiciones dentro de los cuales unas de las que han sido más aceptadas en los últimos años son:

Según la Organización Mundial de la Salud.

> *El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven*.

Otra de las definiciones es la dada por la *American Telemedicine Association*, la cual dice que la telemedicina es el intercambio de información médica de un lugar a otro, usando las vías de comunicación electrónicas, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, y con el objetivo de mejorar la asistencia del paciente. También hay otro concepto que se podría mencionar el cual fue suministrado por INSALUD (Instituto Autónomo de la Salud, de Venezuela), el cual define la telemedicina como "*la utilización de las*

tecnologías de la información y de las comunicaciones como un medio de proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial". En la Tabla 1 se muestran los antecedentes más relevantes de la telemedicina.

Fecha	*Hecho o antecedente de la telemedicina*
1875	Primer teléfono (Bell). ¿Origen de la telemedicina?
	Primera conversación telefónica entre profesionales de la salud
1900	Servicios médicos en la Antártida desde Australia mediante comunicación radiofónica
1910	Primer estetoscopio electrónico con comunicación telefónica
Guerra y postguerra	Departamento de defensa americano. Soporte para asistencia médica a soldados desplazados
1950	Proyecto Nebraska. Monitorización médica de vídeo en circuito cerrado de TV
Principios de 1950	Primera transmisión de imágenes radiológicas vía telefónica en Pensylvania
Años 50	Proyecto de la NASA para el control de señales vitales de astronautas en misiones espaciales
	Programa STARPAHC de telemedicina para proyectos espaciales. Cuidados médicos a pacientes en lugares remotos. Transmisión por microondas
1968	Programa Telediagnosis entre un hospital y un aeropuerto
	Introducción del término *telemedicine*
	Transmisión interactiva de vídeo. Consultas psiquiátricas
Años 70-80	Proyecto de telemedicina vía satélite Hermes (EE. UU.-Canadá)
	Transmisión de videoconferencias
80-90	Pérdida de interés por proyectos de telemedicina
	Coste elevado de las transmisiones
1990	Acceso a red de comunicación Internet, basada en ARPANET del Departamento de Defensa americano
1993	Desarrollo de protocolos (http, ftp) y herramientas de transmisión de imágenes (MOSAIC) por Internet, y desarrollo de la *World-Wide-Web*
Finales de los 90	Renacimiento de la telemedicina. Preocupación por el acceso de áreas rurales a unidades médicas
Hoy	Revolución de las comunicaciones (Internet, telefonía móvil)
	Avances en digitalización de imágenes
	Acceso a Internet de 195 millones de personas. Sesenta millones de personas acceden a información sanitaria
	El 78 % de los médicos del mundo con acceso a Internet
	Aumento significativo del número de proyectos de telemedicina

Tabla 1: Antecedentes de la telemedicina actual. (Romero, 2008)

La telemedicina en tiempo real emplea sistemas de video conferencia unidos a una serie de equipos periféricos, los cuales pueden incluir herramientas de evaluación médica tales como: estetoscopios digitales, ecocardiógrafos, electrocardiógrafos, oftalmoscopios, otoscopios, etc. Las señales provenientes de estos equipos son capturadas en las entradas del equipo de videoconferencia (codificador-decodificador), que posee un dispositivo capaz de agrupar todas estas

señales y prepararlas para su futura transmisión a distancia. En la Tabla 2 se muestran algunas de las tecnologías más actuales empleadas en la telemedicina.

Telediagnóstico	Intercambio de información, ya sea texto o imágenes, entre médicos, con o sin participación del paciente, con el fin de establecer un diagnóstico y/o un tratamiento (teledermatología, telerradiología, telecardiología, teleoftalmología, telepatología, etc.)
Teleasistencia	Se realiza el control de determinados parámetros físicos o bioquímicos para el seguimiento domiciliario de enfermos crónicos (dializados, cardiorrespiratorios, terminales, etc.), en hogares de ancianos, residencias geriátricas, centros penitenciarios, etc.
Teleinterconsulta	Contacto vía correo electrónico entre médicos para solicitar la valoración de una patología determinada de pacientes concretos
Urgencias sanitarias	Este novedoso campo de la telemedicina se puede extender desde los núcleos urbanos o rurales, en donde trabajan los servicios de emergencias médicas, hasta los servicios de asistencia sanitaria remota a embarcaciones, áreas apartadas, desastres naturales, conflictos bélicos, países en vías de desarrollo, etc.
Telegestión	Utilización de las comunicaciones para cuestiones exclusivamente administrativas (por ejemplo, telecita)
Teleformación	Los diferentes profesionales reciben información de actualizaciones o resultados de estudios, o a través de la creación de contenidos multimedia, difundidos en Internet o redes de Intranet, sin necesidad de tener que asistir a congresos o cursos presenciales
Consulta virtual	Se produce un asesoramiento médico al paciente a través de Internet. Probablemente sea el área que más va a crecer en los próximos años
Portal sanitario en Internet	Puede aglutinar diferentes aplicaciones, desde las meramente informativas (estáticas) o con una interacción completa, y tanto en aspectos clínicos como educativos. También pueden ser páginas abiertas o cerradas a un grupo de usuarios específico (médicos, socios autorizados, etc.)

Tabla 2: Diferentes aplicaciones de las nuevas tecnologías de la comunicación en medicina. (Romero, 2008)

La telemedicina tiene como objetivos:

- Promover la igualdad de los ciudadanos en el acceso a los servicios médicos especializados.
- Fomentar la cooperación entre niveles (Atención Primaria y especializada).
- Disminuir los costes directos e indirectos de la asistencia sanitaria.
- Estimular las habilidades de los médicos y otros profesionales de la salud por medio de la formación basada en las teleconsultas y las videoconferencias.

- Intentar alcanzar el mismo nivel de cuidados clínicos a los pacientes que los que se dan con la tecnología convencional.

- Reducir las listas de espera de determinadas especialidades médicas mediante la provisión de consultas a distancia en centros de salud.

- Mejorar y agilizar las consultas entre diferentes unidades de atención especializada (súper especialidades y centros de excelencia tecnológica).

- Incrementar la utilización de servicios de salud primarios y secundarios en el domicilio y poder aumentar la información sobre los cuidados de salud directamente desde el domicilio de los pacientes.

(Romero, 2008)

II.1.1 La telemedicina en Venezuela.

La realidad del país, en materia social, refleja una marcada desigualdad en cuanto a la disponibilidad y calidad de asistencia médica para las poblaciones urbano–marginales y rurales; las dificultades de acceso y comunicación de algunas regiones; el deterioro de las condiciones de vida y sus impactos sobre la salud; así como el aislamiento y la falta de oportunidades de educación para el personal que trabaja en establecimientos de salud dentro de las zonas alejadas de los centros urbanos.

La ausencia, precariedad y/o progresivo deterioro de los servicios para el saneamiento básico (dotación de agua potable, disposición de aguas servidas y manejo de residuos sólidos) con sus consecuentes impactos sobre la salud, están aunados al aislamiento de esas poblaciones, como determinantes de la ausencia o extremas deficiencias de los servicios medico – asistenciales. A esto, se le suma la falta de oportunidades de educación continua para el personal que eventualmente trabaja en establecimientos dentro de estas zonas remotas o marginales.

Por otra parte, la identificación de problemas de salud compartidos por distintas regiones del país, como elevadas tasas de mortalidad infantil, complicaciones del embarazo y puerperio, emergencias de patologías graves (paludismo, parvovirosis y otras fiebres hemorrágicas), enteroparasitosis en niños (helmintos intestinales), enfermedades de transmisión sexual, en particular infecciones por el VIH (Virus Inmunodeficiencia Humana) y el aumento del número de canceres, genera una nueva demanda de trabajo cooperativo sobre temas de investigación e intervenciones clínicas basadas en conocimiento experto.

Toda esta situación requiere la urgente atención con visión integral y sistemática. Es necesario, contribuir de manera significativa a elevar la calidad de los servicios médicos – asistenciales, y ofrecer alternativas para la formación permanente del personal de salud en las zonas rurales, distantes, o urbano – marginales. Esto mejoraría las condiciones de salud de los habitantes y elevaría los niveles de información y formación en salud del personal médico y de salud, y de la población asociada al servicio público nacional de salud.

Las aplicaciones de tecnologías de información y de telecomunicaciones en el área de la salud han demostrado ser una importante herramienta, para ayudar a mejorar los sistemas de salud de aquellos países que las han adoptado como ha ocurrido en Venezuela.

(Venezuela, 2007)

Otro factor que ha llevado a la implementación de la telemedicina en Venezuela es el aumento de la cantidad de pacientes que concurren a los hospitales e instituciones médicas y la necesidad de desplazar pacientes y especialistas entre diferentes instituciones dispersas geográficamente en Venezuela. En general en nuestro país las condiciones económicas hacen más restringido el acceso a los servicios de salud pública. La necesidad de creación de centros ambulatorios ha permitido la descentralización de los hospitales principales, pero no es suficiente, hace falta una verdadera penetración de los servicios públicos en lugares remotos del país. También el hecho de la existencia

de proyectos para el desarrollo de sistemas de comunicaciones en Venezuela ha impulsado el desarrollo de esta tecnología.

(Martinez)

Debido a estos factores y con el objeto de garantizar y asegurar el derecho a la salud y calidad de vida con equidad para la población, Venezuela usará el satélite “Simón Bolívar” como medio de transporte para proveer servicios de medicina a distancia, que permitirá la inclusión social en el sector salud de localidades rurales y poblaciones de regiones remotas que presentan deficiencia de servicios de difusión.

(Briceño, 2009)

En tal sentido, se han creado una red de centros venezolanos de bioingeniería y telemedicina, que desde 1984, están formados por la Universidad Simón Bolívar, USB (Grupo de Bioingeniería y Biofísica Aplicada, GBBA), la Universidad de Los Andes, ULA (Grupo de Ingeniería Biomédica, GIBULA) y la Universidad de Carabobo, UC (Centro de Procesamiento de Imágenes, CPI). Estas han desarrollado estudios conjuntos en esta área, tales como el procesamiento digital de imágenes médicas, modelaje y simulación de sistemas fisiológicos, tópicos generales de ingeniería biomédica, detección temprana de pacientes chagásicos, ecocardiografía dinámica tridimensional, adquisición y reconstrucción de imágenes 3D y 4D del corazón.

(Briceño, 2009)

En este sentido las iniciativas de otras universidades empiezan a desarrollarse, como es el caso de la cooperación existente entre la Facultad de Ciencias y la Facultad de Medicina de la UCV, en cuanto a proyectos de procesamiento de imágenes médicas que aportan técnicas del manejo eficiente de la información gráfica para un despliegue posterior de la misma, utilizando para ello tecnología de procesamiento paralelo.

(Martinez)

La Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) ha participado desde hace 7 años en el desarrollo y aplicación de la telemedicina en Venezuela, ya que en el año 2005 realizó su primer trabajo de investigación en esta área "*Uso de un sistema remoto automatizado para el control glucémico de la diabetes*". En el año 2006 presentó su segundo proyecto de telemedicina "*Diseño de una red de comunicaciones basada en el Protocolo de Internet (IP) para la aplicación de Telemedicina en el Centro de Salud Santa Inés*". Este mismo año la UCAB en conjunto con otras universidades del país formó parte del proyecto nacional "*Estudio piloto para el desarrollo sostenible de la Red Nacional de Telesalud*" cuyo objetivo era estudiar el efecto de la incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs), como fortalecimiento a las redes de atención en salud del Sistema Público Nacional de Salud de la Republica Bolivariana de Venezuela. Dentro de este proyecto la UCAB estaba encargada de la parte de conectividad de más de 400 centros de salud contemplados en el proyecto. A pesar de que este proyecto no se ejecutó, la Universidad Católica Andrés Bello continúa realizando su aporte a la telemedicina en Venezuela a través de la realización de trabajos de investigación en diferentes regiones del país.

II.2 Sistema de salud en Venezuela.

El proceso de organización del sistema de salud en Venezuela, esta estructurado en tres niveles de atención, los cuales presentan diferentes características dependiendo de la cantidad de pacientes que son atendidos y los servicios que ofrecen. Estos niveles son descritos con mayor detalle a continuación:

II.2.1 Nivel de atención primario.

Las características de este nivel de atención son:

Constituye la puerta de entrada al sistema nacional de salud, tiene su asiento en establecimientos de poca complejidad arquitectónica, tales como, Ambulatorios Rurales tipo I y II, Urbano I.

- Cobertura poblacional hasta 10000 hab.
- Personal adscrito: médico general, enfrenares, odontólogo, auxiliares de enfermería, bionalista
- Equipamiento para apoyo diagnóstico: es de poca complejidad- estetoscopio, O.R.L. tensiómetro.
- Se debe resolver el 80% de la morbilidad de la consulta.
- Dirigida al individuo, la familia y la comunidad.

(Fernández, 2008)

II.2.2 Nivel de atención secundario.

Es la atención especializada ambulatoria, recibe los casos que le son enviados por referencia desde el primer nivel de atención, tiene su asiento en establecimientos de complejidad arquitectónica desarrollada. Y tiene como características:

- Cobertura poblacional mayor de 10000 hab. Hasta 100000 hab.
- Personal adscrito: médico general y especialista, trabajador social, odontólogo, bionalista, enfermera profesional y auxiliar.
- Equipamiento: equipo de radiología y electrocardiógrafo.
- Sustentado en un sistema de referencia procedente del nivel primario.

- Establecimientos: Ambulatorios urbanos II y III, Hospitales I y II.

(Fernández, 2008)

II.2.3 Nivel de atención terciario.

Constituye el segundo nivel de apoyo al nivel primario de atención y está representada por las subespecialidades que funcionan en el hospital. A él se llega por referencia de los niveles inferiores, y casi siempre desde el segundo nivel. y tiene como características:

- Cobertura poblacional mayor de 100000 hab
- Personal Adscrito: Médicos generales, especialistas y sub-especialistas. Bioanalistas, enfermeras, odontólogos, etc.
- Equipos de alta Tecnología (Cuidados Intensivos y Medicina Critica)
- Basado en un sistema de referencia procedente del nivel secundario
- Establecimientos: Hospitales tipo III y IV.
- Es el de máxima complejidad, atención ambulatoria y hospitalaria.

(Fernández, 2008)

II.3 Tecnologías inalámbricas.

El uso de las computadoras se ha hecho muy popular, esto debido a que es una herramienta muy útil y versátil para realizar un gran número de actividades.

(Perez, 2009)

Por otra parte, el INTERNET se ha convertido en el sistema de comunicaciones más usado y difundido en todo el mundo, que mediante el uso de cables consiguió mantener la conexión entra las distintas redes que la conforman. Sin embargo, el difícil acceso, donde es muy complicada y costosa la instalación de una red cableada, ha llevado a la búsqueda de alternativas más eficientes y accesibles, no dependientes de cables; existen distintas opciones como la luz infrarroja, ondas de radio de baja potencia, microondas, satélite, entre otras. La principal ventaja de las tecnologías inalámbricas es que evita el uso de cables, entre estas tecnologías inalámbricas existen algunas que ofrecen un servicio de banda ancha, las cuales permiten la creación de redes inalámbricas de banda ancha.

El término de banda ancha se utiliza para definir altas tasas de transmisión, generalmente en tecnologías de acceso a redes de datos. Este tipo de tecnologías normalmente son utilizadas para ingresar a INTERNET. Las tecnologías de acceso pueden ser alámbricas e inalámbricas. Ver Figura 1

Alámbricas
Redes de Acceso por par de Cobre (xDSL, Modems)
Redes de Acceso por Cable
Redes híbridas de fibra y cable (HFC)
Acceso Fijo por Red eléctrica (PLC)
Redes de Acceso por Fibra óptica (FTTx, PON, EFM, otros)
Inalámbricas
Bucle inalámbrico (WiLL o *Wireless Local Loop*, LMDS, MMDS)
Redes MAN/LAN inalámbricas (WLAN, Wi-Fi, WiMAX, HiperLAN2)
Comunicaciones móviles de segunda y tercera generación (CDMA, GSM, UMTS, 3G)
Óptica por Aire (HAPs, FSO)
Redes de acceso por satélite
Televisión digital terrestre (TDT)

Figura 1: Tecnologías alámbricas e inalámbricas. (Perez, 2009)

Actualmente las redes con mayor extensión y difusión son las alámbricas, aunque estas ofrecen mejor ancho de banda, las redes inalámbricas, como WIFI, WIMAX y la satelital están teniendo gran auge.

(Perez, 2009)

II.3.1 WI-FI.

WIFI es una implementación basada en el estándar 802.11 para redes *Wireless* LAN inalámbricas; tecnología usada en pequeñas redes de computadoras. La *Wireless ETHERNET Compatibility Alliance* (WECA), denominada WIFI *Alliance*, es la asociación que tiene como objetivo principal desarrollar la tecnología WIFI para garantizar la compatibilidad de equipos.

(Perez, 2009)

El estándar IEEE 802.11 fue diseñado para sustituir a las capas: físicas (PHY) y de acceso al medio (MAC) del estándar IEEE 802.3 (ETHERNET). En lo único que se diferencia una red WIFI de una red ETHERNET es en la forma en que los terminales acceden a la red, siendo totalmente compatibles en todos los demás servicios.

(Andrade, 2008)

El uso de esta tecnología WIFI es muy difundida, ya que es muy útil para facilitar el acceso a INTERNET en lugares pequeños como restaurantes, aeropuertos, hoteles e incluso dentro de los hogares. Es una tecnología diseñada principalmente para interiores con un alcance desde 45m y hasta casi 100m. Esta tecnología puede alcanzar velocidades de transmisión de 11Mbps, 54Mbps y 108Mbps. Estas características varían según el estándar que se emplee dentro de la red inalámbrica.

II.4 *Virtual Private Network (VPN)*.

Una red privada virtual es un proceso de comunicación cifrada o encapsulada que transfiere datos de un punto a otro, a través de una red pública o compartida de manera segura; la seguridad de los datos se logra gracias a una tecnología robusta de cifrado, y los datos que se transfieren pasan a través de una red abierta e insegura. Desde un punto de vista más simple, una VPN es un

método para conectar redes, utilizando INTERNET para transportar datos; lo que quiere decir que enlaza computadoras y redes entre sí.

(Guzman & Ramirez, 2008)

Los paquetes de datos de una VPN viajan por medio de un túnel definido en la red pública. El túnel es la conexión definida entre dos puntos en modo similar a como lo hacen los circuitos en una topología WAN basada en paquetes. A diferencia de los protocolos orientados a paquetes, capaces de enviar los datos a través de una variedad de rutas antes de alcanzar el destino, un túnel representa un circuito virtual dedicado entre dos puntos. Para crear el túnel es preciso que un protocolo especial encapsule cada paquete origen en uno nuevo que incluya los campos de control necesarios para crear, gestionar y deshacer el túnel.

(Ñacato, 2007)

Las VPN presentan ventajas sobre líneas alquiladas, la principal es la escalabilidad, VPN permite alojar más usuarios y ubicaciones diferentes, de manera mucho más fácil y económica que una línea dedicada. La VPN reduce los costos de conectividad, eliminando la necesidad de alquiler de enlaces exclusivos WAN y bancos de módems.

(Carrillo, 2009)

La característica más importante de una VPN es la seguridad, los protocolos de autenticación y encriptación avanzados protegen los datos contra el acceso no autorizado, además, brinda escalabilidad, es fácil para las organizaciones agregar usuarios nuevos, sin incorporar una infraestructura significativa. Ver Figura 2.

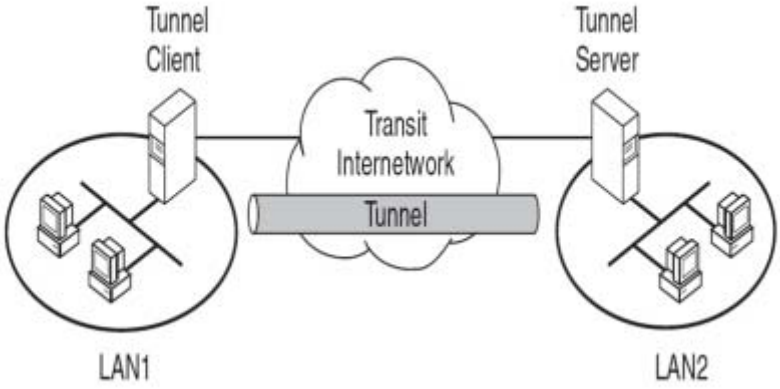

Figura 2: Modelo conceptual de una VPN (Carrillo, 2009)

II.4.1 Tipos de VPN.

Básicamente existen dos tipos de VPN que son: VPN sitio a sitio y VPN de acceso remoto.

II.4.1.1 VPN sitio a sitio.

La VPN sitio a sitio está pensada en la conexión entre ubicaciones remotas, como la conexión de sucursales con la oficina central, lo que constituye una extensión WAN de la intranet empresarial.

(Carrillo, 2009)

En una VPN sitio a sitio, los *host* envían y reciben tráfico TCP/IP a través de un *Gateway VPN*, este es responsable del encapsulamiento a través de un túnel VPN por INTERNET a un *Gateway VPN* en el sitio objetivo. Al recibirlo, el *Gateway VPN* elimina los encabezados, descifra el contenido y retransmite el paquete hacia el *host* objetivo dentro de su red privada.

II.4.1.2 VPN de acceso remoto.

Este tipo de VPN está orientado a usuarios móviles y trabajadores a distancia, que acceden a la intranet empresarial a través de conexiones de banda ancha.

En una VPN de acceso remoto, cada *host* tiene un *software* cliente de VPN. Cuando el *host* intenta enviar tráfico, el *software* cliente de VPN encapsula y encripta ese tráfico, antes del envio a través de INTERNET hacia el *Gateway VPN*, en el borde de la red objetivo. Al recibirlo, el *Gateway VPN* maneja los datos de la misma manera en que lo haría con los datos de una VPN de sitio a sitio.

(Carrillo, 2009)

II.4.2 Características de una VPN.

El ejemplo más común de una VPN es conectar dos, o más, sucursales de una empresa utilizando como vinculo INTERNET. Para hacerlo posible de manera segura es necesario proveer los medios para garantizar la autenticación, integridad y confidencialidad de toda la comunicación:

(Ñacato, 2007)

II.4.2.1 Autenticación y Autorización.

Garantiza que el mensaje provenga de un origen auténtico y se dirija a su destino real. Las VPN pueden utilizar contraseñas, certificados digitales, tarjetas inteligentes y biométricas para establecer la identidad de las partes ubicadas en el otro extremo de la red.

(Carrillo, 2009)

II.4.2.2 Integridad.

Se refiere a la garantía de que los datos enviados no han sido alterados, es decir, los datos que le llegan al receptor sean exactamente los que el emisor transmitió por el túnel. Para esto se puede utilizar firmas digitales.

II.4.2.3 Confidencialidad.

Tiene el objetivo de proteger los contenidos de los mensajes contra la intercepción de fuentes no autenticas o no autorizadas, a través de mecanismos de encapsulamiento y encriptación.

II.4.2.4 Seguridad

Una VPN tiene una alta seguridad. Específicamente, una VPN requiere el establecimiento de un túnel en la red corporativa y la encriptación de los datos entre la PC de usuario y los servidores corporativos. Utilizan protocolos estándar de autenticación y encriptación que permiten ocultar los datos en entornos inseguros de INTERNET, pero que son accesibles a los usuarios corporativos mediante una VPN.

II.4.2.5 Ahorro en el costo.

Una red privada virtual ofrece ahorros directos sobre otros métodos de comunicación tales como líneas privadas y llamadas de larga distancia, también ofrece beneficios indirectos como resultado de la reducción de costos de entrenamiento y equipamiento.

(Ñacato, 2007)

II.4.4 Topologías VPN

Las topologías VPN que necesita una organización debe decidirse en función de los problemas que va a resolver. Una misma topología puede ofrecer

distintas soluciones en diferentes compañías u organizaciones. En una VPN se puede encontrar las siguientes topologías.

(Arias, 2007)

Para las VPN sitio a sitio:

- Topología radial.
- Topología de malla completa o parcial.
- Topología híbrida.

Para las VPN acceso remoto:

- Topología de acceso remoto.

II.4.4.1 Topología radial.

En una VPN de sitio a sitio, esta es la topología más común. Aquí, las sucursales remotas se conectan a un sitio central, como se puede ver en la Figura 3. Las sucursales podrían intercambiar datos entre ellas. Sin embargo, este tipo de datos resulta ser muy insignificante. la mayor parte del intercambio de datos se da con las oficinas centrales de la compañía. Los datos intercambiados entre las sucursales siempre viajan a través del sitio central.

(Arias, 2007)

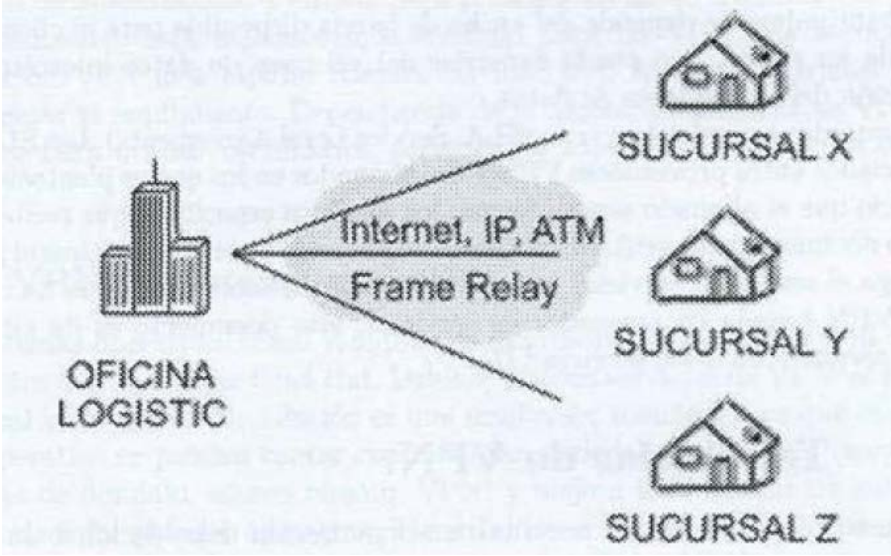

Figura 3: Topología radial. (Arias, 2007)

II.4.4.2 Topología de malla completa o parcial.

Es implementada en corporaciones que no tienen una estructura demasiado jerárquica. Aquí, las diversas LAN de la compañía pueden realizar un intercambio constante de datos entre ellas. Una empresa puede utilizar una topología de malla completa si todas las LAN se comunican entre sí, o una topología de malla parcial, si solo algunas LAN mantienen intercambio de datos. En la gran mayoría de los casos se utiliza solo malla parcial. La Figura 4 muestra una topología de malla.

(Arias, 2007)

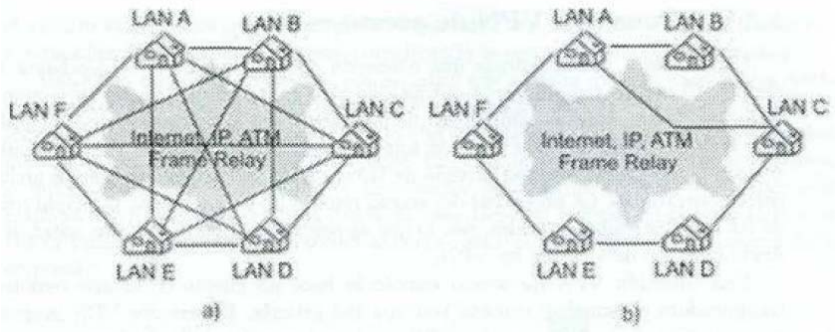

Figura 4: Topología de malla: a) Completa b) Parcial. (Arias, 2007)

II.4.4.3 Topología híbrida.

Las redes VPN grandes combinan la topología radial y la topología de malla parcial. Como ejemplo, una empresa multinacional podría tener acceso a redes implementadas en cada país con una topología radial, mientras que la red principal internacional estaría implementada con una topología de malla parcial.

II.4.4.4 Topología de acceso remoto.

Esta topología consiste en un enlace punto a punto entre el usuario remoto y la oficina central utilizando tramas *tunneling* PPP intercambiadas entre el usuario remoto y el servidor VPN. El usuario y el servidor establecen conectividad usando un protocolo de capa 3, siendo protocolo el más común el IP, sobre el enlace PPP (*Point-to-Point Protocol*) e intercambian paquetes de datos sobre él.

(Arias, 2007)

II.5 Protocolos de *tunneling*

Tunneling es un proceso que crea una conexión lógica entre dos puntos extremos y permite encapsular un paquete dentro de otro para transportar protocolos incompatibles entre sí.

(Cevallos, 2006)

Se puede incluso transportar un paquete encapsulado con el mismo protocolo que el paquete externo. Por ejemplo, un paquete IP puede estar encapsulado dentro de otro paquete IP. Una ventaja de esto, es el poder encapsular un paquete con direcciones IP internas de una red dentro de un paquete IP con direcciones públicas de INTERNET (asignadas por el IANA, Autoridad

de Números Asignados de INTERNET), con lo que se hace posible acceder a los servidores dentro de la red interna aunque éstos tengan direcciones IP privadas.

Entre los principales protocolos que permiten crear túneles entre dos puntos para lograr una comunicación segura se pueden mencionar los siguientes:

II.5.1 Layer 2 Forwarding Protocol (L2F)

Este protocolo fue creado en 1996 por CISCO SYSTEMS y debía ser usado en combinación con el protocolo PPTP (*Point-To-Point Tunneling Protocol*) de MICROSOFT. La creación de este protocolo se debió a que, por el crecimiento del acceso al INTERNET por líneas conmutadas, y por la existencia de gran cantidad de protocolos no-IP, era necesario encontrar una solución que permita a dispositivos que trabajen con este tipo de protocolos disfrutar de los beneficios del INTERNET.

CISCO definió "*Tunneling*" como el encapsulamiento de protocolos no-IP. El protocolo L2F permite la conexión de un usuario con su empresa después de que este accede al INTERNET usando el protocolo PPP. Este protocolo tiene lugar en los dispositivos de borde que trabajan con un *software* "*Tunneling*".

Las principales ventajas del uso del protocolo L2F son:

- Independencia del protocolo de capa 3.
- Autenticación.
- Administración de direcciones.
- Creación de túneles seguros y dinámicos.
- Independencia del protocolo de capa 2.
- Acceso local a INTERNET.

En un tipo de configuración normal, el proceso de comunicación se da de la siguiente forma: el usuario se conecta con su proveedor de red usando el protocolo PPP; posteriormente, el proveedor de red, usando un servidor de acceso a la red (NAS) que utiliza el software L2F crea el túnel con el destino donde se autentica al usuario y se le da una dirección IP. Finalmente el servidor de acceso desencripta la información encriptada por el servidor de acceso a la red y permite el flujo de información con el destino final.

II.5.2 Point-to-point tunneling Protocol (PPTP)

El protocolo PPTP fue creado con la participación de empresas como MICROSOFT, ASCEND y 3COM dando como resultado una combinación del protocolo Punto a Punto (PPP) y el Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de INTERNET (TCP/IP). En este protocolo se conjugan las características de soporte de múltiples protocolos, autenticación de usuario y la compresión de datos que proporciona PPP con las características de enrutamiento de paquetes que brindan los protocolos TCP/IP. El protocolo permite el encapsulamiento de paquetes para crear el túnel con el destino.

El protocolo PPTP aunque especifica que permite al protocolo PPP viajar a través de una red IP, no especifica ningún cambio del protocolo PPP. La arquitectura cliente/servidor es creada con el fin de separar funciones desempeñadas por el servidor de acceso a la red (NAS) y crear redes virtuales privadas. Mientras que el servidor de red PPTP trabaja con un sistema operativo de propósito múltiple, el cliente, llamado también Concentrador de Acceso PPTP (PAC) opera sobre una plataforma de acceso dial-up.

El protocolo PPTP proporciona administración y control de llamadas con el fin de controlar el acceso de llamadas conmutadas de circuitos dial-in originadas en redes PSTN (*Public Switched Telephone Network*) o ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), o para iniciar conexiones de circuitos

conmutados. Además, trabaja con el protocolo de Encapsulamiento de Enrutamiento Genérico (GRE) para proveer un servicio de datagramas encapsulados controlado para transportar paquetes PPP.

Este protocolo puede tomar toda clase de protocolos IP o no-IP como IPX, NetBios y SNA (*Systems Network Architecture*) para envolverlos en un nuevo paquete IP. Los datos una vez encapsulados son encriptados y autenticados en el destino. Los paquetes que viajan a través del túnel pueden ser tanto de datos como de control.

Durante el inicio de la comunicación el cliente y el servidor se ponen de acuerdo en un tipo de compresión y de encapsulamiento a usarse. La cabecera de los paquetes incluye una numeración para la detección de pérdida de paquetes por parte del receptor.

II.5.2.1 Modos PPTP

- Modo Obligatorio: Las sesiones en este tipo de modo trabajan con un procesador *Front-end* (FEP) del proveedor del servicio de red. En este modo se trabaja con un servidor de acceso de red (NAS). El computador del usuario remoto no necesita *software* PPTP, cualquier problema en la conexión dial-up será manejado por el protocolo PPP. Ver figura 5

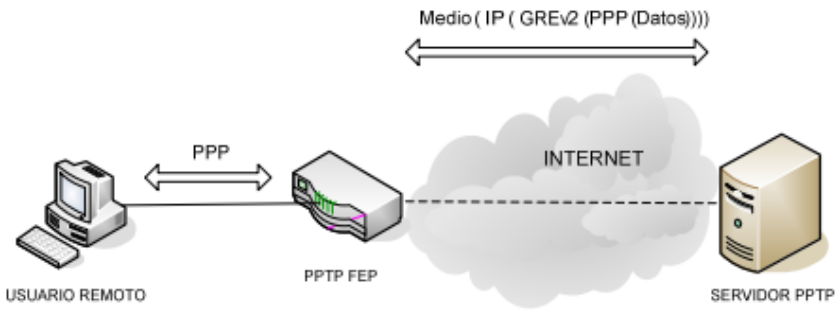

Figura 5: Modo obligatorio PPTP. (Cevallos, 2006)

- Modo Voluntario: En este modo el usuario remoto establece la conexión directamente al servidor PPTP para crear el túnel. En este caso el proveedor de servicio de red no realiza ningún tipo de encapsulamiento o de encriptación. Todo es manejado por dispositivos de la empresa. Esta opción permite además acceder al servidor de la empresa sin usar el protocolo PPP. Ver figura 6

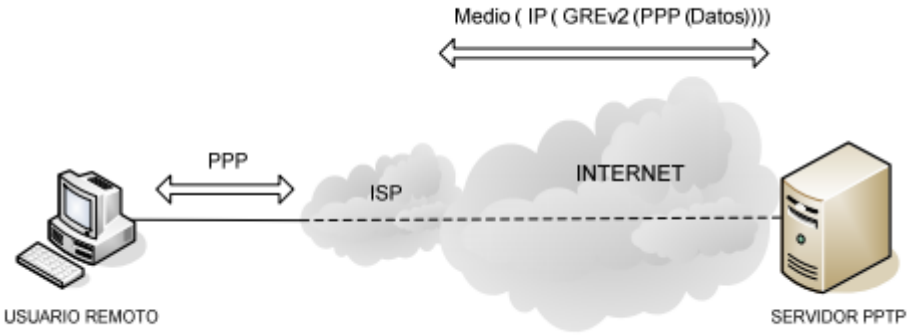

Figura 6: Modo voluntario PPTP. (Cevallos, 2006)

Después de que el protocolo PPTP establece la conexión en una comunicación cualquiera, el protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) es usado para establece el llamado "Túnel PPTP".

(Cevallos, 2006)

II.5.2.2 Tipos de comunicaciones PPTP

Entre los diferentes tipos de comunicación PPTP se puede mencionar los siguientes:

- Conexión PPTP. Es el enlace PPP o ISDN (*Integrated Services Digital Network*) que se establece entre el cliente y su proveedor de red.

- Conexión de Control PPTP. Es el proceso por el cual un usuario se conecta con el servidor VPN de su empresa para especificar las características del túnel PPTP.

- Túnel de Datos PPTP. Es el intercambio de información entre el cliente y el servidor a través del túnel PPTP.

II.5.3 Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP)

Este protocolo es creado en el año de 1998 por los mismos creadores de los protocolos L2F y PPTP dando como resultado una fusión de ambos protocolos. Tanto PPTP como L2TP ofrecen un software de compresión que reduce el tamaño de los paquetes y puede añadir un nivel de encriptación a la comunicación. El protocolo L2TP utiliza dos funciones: un servidor de línea *client-like* llamado también Concentrador de Acceso L2TP (LAC) y una función de servidor de red L2TP (LNS).

(Cevallos, 2006)

Al inicio de una comunicación, después de que el usuario remoto establece una conexión PPP con el proveedor de red, es el concentrador de acceso L2TP quien se encarga de crear el túnel con el destino y de añadir las cabeceras a los paquetes PPP. El punto final del túnel puede ser un enrutador, un servidor o cualquier dispositivo de acceso. Una vez ya establecido el túnel existirán en la red privada mecanismos de autenticación del usuario, como servidores TACACS (*Terminal Access Controller Access-Control System*) o RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Server*) para permitirle el acceso a determinados recursos. Ver Figura 7.

Puesto que el protocolo L2TP es de la capa de Enlace de Datos, puede ser usado por otros protocolos de capa de red que añadan mayor seguridad a la comunicación, como en el caso de IPSec. Con frecuencia es recomendado el uso

de ambos protocolos conjuntamente cuando se requiere confiabilidad de la información de usuario a usuario.

(Cevallos, 2006)

II.5.3.1 Tipos de mensajes

Los tipos de mensajes del protocolo L2TP son los siguientes:

- Control. Estos mensajes tienen la función del establecimiento, finalización y administración de las sesiones. Estos mensajes también se encargan de mantener parámetros como control de flujo y tasas de transmisión de paquetes PPP en cada sesión.

- Datos. Estos mensajes contienen la información que los usuarios desean transmitir.

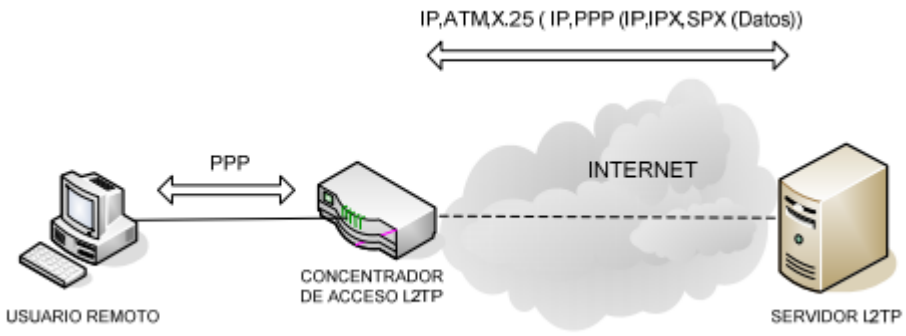

Figura 7: ***Layer 2 Tunneling Protocol.*** **(Cevallos, 2006)**

II.5.3.2 Modos L2TP.

Los modos del protocolo L2TP son los mismos que el protocolo PPTP. Estos son los siguientes:

- Modo Obligatorio. Las sesiones en este tipo de modo trabajan con un Concentrador de Acceso L2TP (LAC) del proveedor del servicio de red o también llamado un Servidor de Acceso de Red (NAS) para el establecimiento de las conexiones.

- Modo Voluntario. En este modo el usuario remoto establece la conexión directamente al servidor L2TP para crear el túnel. En este caso, el proveedor de servicio de red no realiza ningún tipo de encapsulamiento o de encriptación; todo es manejado por dispositivos de la empresa. Esta opción permite acceder al servidor de la empresa sin usar el protocolo PPP

(Cevallos, 2006)

II.5.4 Protocolo IPsec

En IPv4 (*Internet Protocol Version 4*) no se desarrollaron mecanismos de seguridad inherentes al protocolo, por tanto, protocolos y procedimientos adicionales a IPv4 fueron necesarios para brindar servicios de seguridad a los datos. IPSec [REF5.5] es un conjunto de protocolos diseñados para proveer seguridad basada en criptografía robusta para IPv4 e IPv6 (*Internet Protocol Version 6*), de hecho IPSec está incluido en IPv6. Entre los servicios de seguridad definidos en IPSec se encuentran: control de acceso, integridad de datos, autenticación del origen de los datos, protección anti - repetición y confidencialidad en los datos. La principal ventaja de IPSec está en la modularidad del protocolo, ya que no depende de un algoritmo criptográfico específico.

(Brollo, 2008)

Dentro del Protocolo IPsec se distinguen los siguientes componentes:

- Dos protocolos de seguridad: *IP Authentication Header (AH)* e *IP Encapsulating Security Payload (ESP)* que proporcionan mecanismos de seguridad para proteger el trafico IP.

- Un protocolo de gestión de claves *Internet Key Exchange (IKE)* que permite a dos nodos negociar las claves y todos los parámetros necesarios para establecer una conexión AH o ESP.

(Trujillo, 2006)

II.5.4.1 Protocolo AH (*Authentication Header*)

El protocolo AH es el procedimiento previsto dentro de IPsec para garantizar la integridad y autenticación de los datagramas IP. Esto es, proporciona un medio al receptor de los paquetes IP para autenticar el origen de los datos y para verificar que dichos datos no han sido alterados en el tránsito. Sin embargo, no proporciona ninguna garantía de confidencialidad, es decir, los datos transmitidos pueden ser vistos por terceros.

(Trujillo, 2006)

Tal como indica su nombre, AH es una cabecera de autenticación que se inserta entre la cabecera IP estándar (tanto IPv4 como IPv6) y los datos de transporte que pueden ser un mensaje TCP (Protocolo de transmisión de control), UDP (Protocolo de Datagrama de Usuarios) o ICMP (Protocolo de Control de Mensajes de INTERNET) o incluso un datagrama IP completo.

Es dentro de la cabecera AH donde se indica la naturaleza de los datos de la capa superior. Es importante destacar que AH asegura la integridad y autenticidad de los datos transportados y de la cabecera IP, excepto los campos variables: TOS (Tipo de servicio), TTL (*Time To Live*), *flags, offset y checksum*. Ver Figura 8.

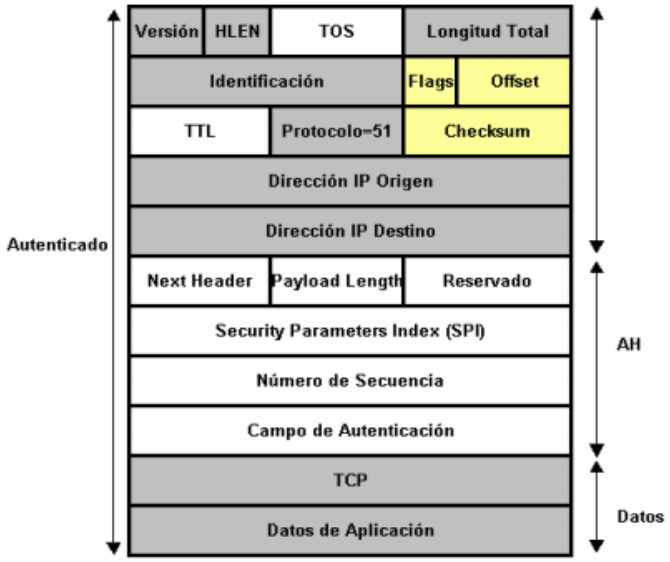

Figura 8: Estructura de un datagrama AH. (Trujillo, 2006)

El funcionamiento de AH se basa en un algoritmo HMAC (*Hash-Based Message Authentication Code*), esto es, un código de autenticación de mensajes. Este algoritmo consiste en aplicar una función *hash* a la combinación de unos datos de entrada y una clave, siendo la salida una pequeña cadena de caracteres que denominamos extracto. Dicho extracto tiene la propiedad de que es como una huella personal asociada a los datos y a la persona que lo ha generado, puesto que es la única que conoce la clave.

En la Figura 9 se muestra el modo en que funciona el protocolo AH. El emisor calcula un extracto del mensaje original, el cual se copia en uno de los campos de la cabecera AH. El paquete así construido se envía a través de la red, repitiéndose en el extremo del receptor el cálculo del extracto y comparándolo con el recibido en el paquete.

(Trujillo, 2006)

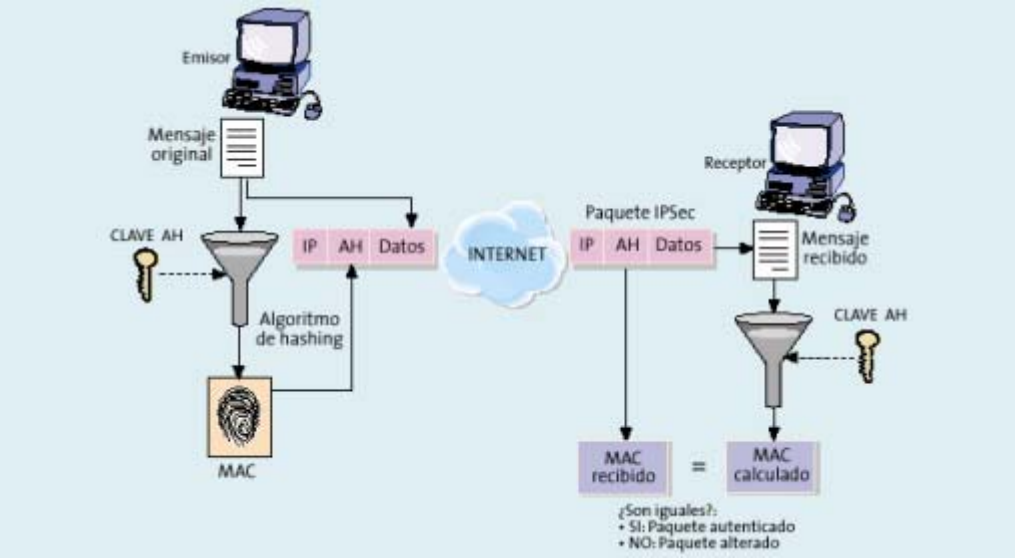

Figura 9: Funcionamiento del protocolo AH. **(Trujillo, 2006)**

Si son iguales, el receptor tiene la seguridad de que el paquete IP no ha sido modificado en el transito y que procede efectivamente del origen esperado.

Se analiza con detalle el protocolo AH, se puede concluir que su seguridad reside en que el cálculo del extracto MAC (*media access control*) es imposible sin conocer la clave, y que dicha clave, solo la conocen el emisor y el receptor.

(Trujillo, 2006)

II.5.4.2 Protocolo ESP (*Encapsulated Security Payload*)

El objetivo principal del protocolo ESP es proporcionar confidencialidad, para ello especifica el modo de cifrar los datos que se desean enviar, y como este contenido cifrado se incluye en un datagrama IP. Adicionalmente, puede ofrecer los servicios de integridad y autenticación del origen de los datos, incorporando un mecanismo similar al de AH.

(Trujillo, 2006)

Dado que ESP proporciona mas funciones que AH, el formato de la cabecera es más complejo; este formato consta de una cabecera y los datos

transportados. En la Figura 10, se muestra la estructura de un datagrama ESP, en la que se observa como el contenido, o carga útil, viaja cifrada.

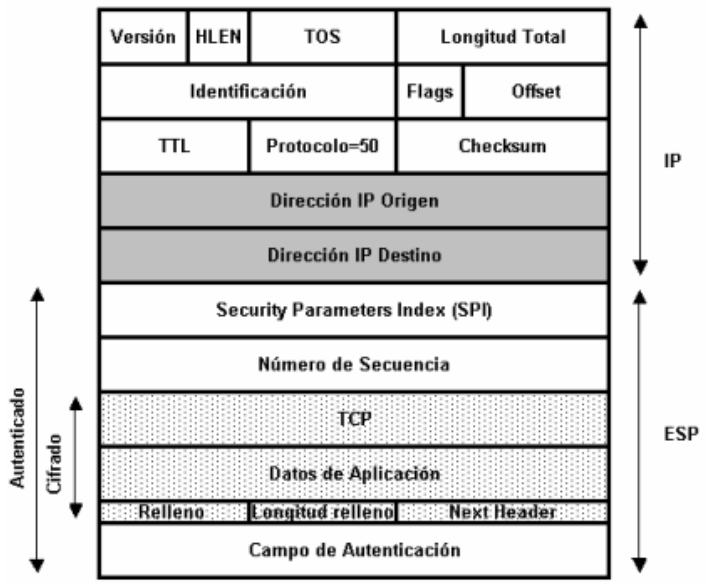

Figura 10: Estructura de un datagrama ESP. (Trujillo, 2006)

La función de cifrado dentro del protocolo ESP es desempeñada por un algoritmo de cifrado de clave simétrica como: DES (*Data Encryption Standard*), 3DES (*Triple Data Encryption Standard*) o AES (*Advanced Encryption Standard*). Típicamente se usan algoritmos de cifrado en bloque, de modo que la longitud de los datos a cifrar tiene que ser un múltiplo del tamaño del bloque. Por esta razón, existe un campo de relleno, el cual tiene una función adicional; es posible añadir caracteres de relleno al campo de datos para ocultar así su longitud real y, por tanto, las características del tráfico.

En la Figura 11, se representa como el protocolo ESP permite enviar datos de forma confidencial. El emisor toma el mensaje original, lo cifra, utilizando una clave determinada, y lo incluye en un paquete IP, a continuación de la cabecera ESP. Durante el transito hasta su destino, si el paquete es interceptado por un tercero, solo obtendrá un conjunto de bits ininteligibles. En el destino, el receptor aplica de nuevo el algoritmo cifrado con la misma clave, recuperando los datos originales.

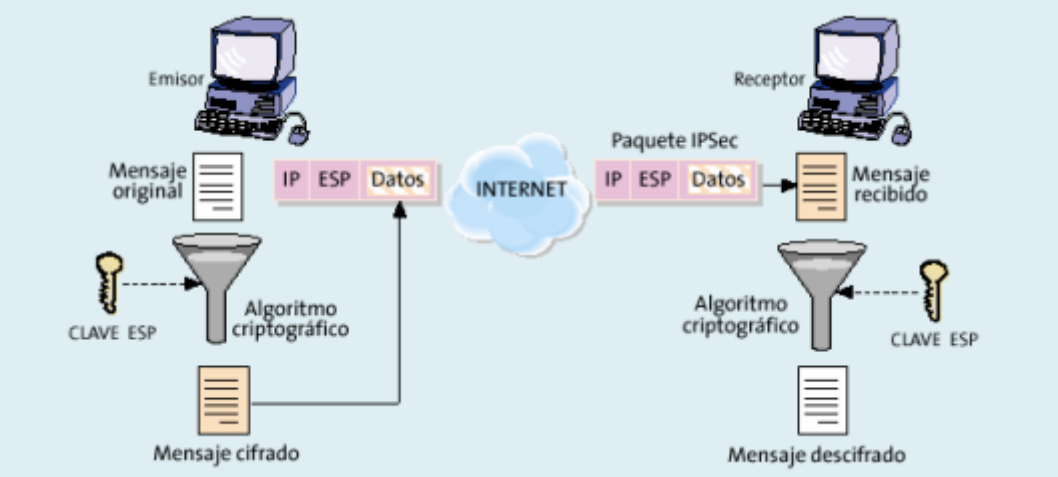

Figura 11: Funcionamiento del protocolo ESP. (Trujillo, 2006)

Está claro que la seguridad de este protocolo reside en la robustez del algoritmo de cifrado, es decir, que un atacante no puede descifrar los datos sin conocer la clave, la cual, es conocida únicamente por el emisor y el receptor.

II.5.4.3 IKE (*Internet Key Exchange*)

Un concepto esencial en IPsec es el de asociación de seguridad (SA), es un canal de comunicación unidireccional que conecta dos nodos, a través del cual fluyen los datagramas protegidos mediante mecanismos criptográficos acordados previamente. Al identificar únicamente un canal unidireccional, una conexión IPsec se compone de dos SAs, una por cada sentido de comunicación.

(Trujillo, 2006)

Hasta el momento se ha supuesto que ambos extremos de asociación de seguridad deben tener conocimiento de las claves, así como el resto de la información que necesitan para enviar y recibir datagramas AH o ESP. Tal como se ha indicado anteriormente, es necesario que ambos nodos estén de acuerdo tanto en los algoritmos criptográficos a emplear en los parámetros de control. Esta operación puede realizarse mediante una configuración manual, o mediante algún protocolo de control que se encargue de la negociación automática de los

parámetros necesarios; a esta operación se le llama negociación de SAs (*Slot Accounting System*).

El IETF (*INTERNET Engineering Task Force*) ha definido el protocolo IKE para realizar tanto esta función de gestión automáticamente de claves como el establecimiento de las SAs correspondientes. Una característica importante de IKE es que su utilidad no se limita a IPsec, sino que es un protocolo estándar de gestión de claves que podría ser útil en otros protocolos como: OSPF (*Open Shortest Path First*) o RIPv2 (*Routing Information Protocol Version 2*).

IKE es un protocolo híbrido que ha resultado de la integración de dos protocolos complementarios: ISAKMP (*Internet Security Association and Key Management Protocol*) y Oakley. ISAKMP define de forma genérica el protocolo de comunicación y la sintaxis de los mensajes que se utilizan en IKE, mientras que Oakley especifica la lógica de cómo se realiza de forma segura el intercambio de una clave entre dos partes que no se conocen previamente.

El objetivo de IKE consiste en establecer una conexión cifrada y autenticada entre dos entidades, a través de la cual se negocian los parámetros necesarios para establecer una asociación de seguridad IPsec. Ver Figura 12

Figura 12: Funcionamiento del protocolo IKE. (Trujillo, 2006)

II.6 Latencia o *Response Time*

La latencia consiste en la suma de los retardos parciales del camino que debe recorrer la información entre un punto y otro de la red, propios de la propagación de la señal en el medio de transmisión y del tiempo de procesamiento y conmutación en su paso por los diferentes nodos de red. Ver Figura 13.

(Sandoval, 2011)

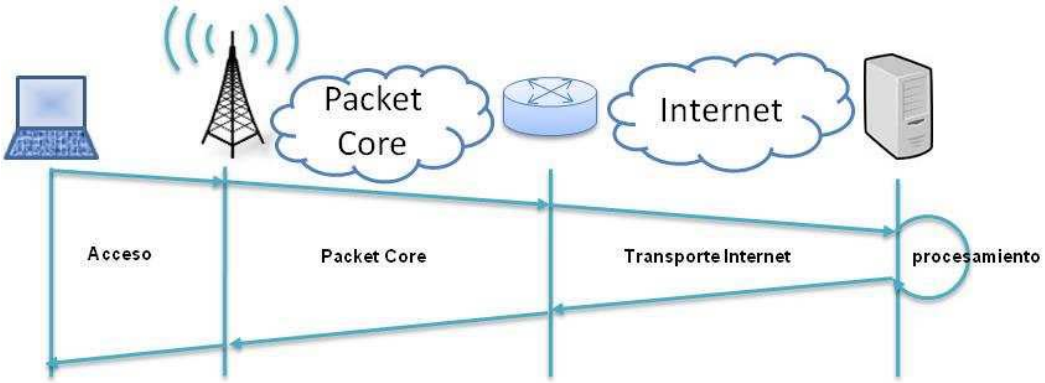

Figura 13: Esquema de funcionamiento de la latencia (Sandoval, 2011)

La latencia es unos de los indicadores más utilizados para mostrar la calidad de una conexión. Esto se realiza habitualmente midiendo el RTT (*Round-Trip Time*, que equivale al doble de la latencia) hacia un host específico utilizando la aplicación *ping*.

Ping envía un datagrama ICMP *echo* hacia el servidor destino y mide el tiempo entre el envío y el arribo del datagrama. La aplicación permite, entre otras opciones, la configuración del tamaño del datagrama, lo que permite simular el envío de un paquete promedio y así, obtener una muestra más fidedigna. Esta operación es repetida por la aplicación varias veces y obteniendo el RTT promedio, mínimo y máximo, en el período de medición, permitiendo conocer el estado de la conexión hacia un host específico.

Es importante recalcar que lo que se mide es la latencia del canal de comunicación, y no incluye los tiempos de procesamiento de la aplicaciones que

podría estar accediendo el usuario, es decir, se podría obtener una latencia baja hasta el servidor aun teniendo un gran retardo, producto de una aplicación lenta (este último retardo no sería detectado en las mediciones). Luego, este indicador por sí solo no es capaz de entregar la percepción del servicio que experimenta el usuario.

(Sandoval, 2011)

II.7 *Throughput*

El *throughput*, o tasa de transferencia, es la razón de datos entregados a un destino, medido en términos de bit por segundo, y considera, no sólo los bytes transmitidos, sino también los erróneos, retransmitidos e información de control, propia de la conexión. En telecomunicaciones es importante determinar cuál es la máxima tasa de transmisión que alcanzan los dispositivos, pero es importante destacar que el máximo *throughput* posible de alcanzar es diferente al máximo *throughput* teórico.

El máximo *throughput* teórico se puede determinar midiendo la cantidad de datos enviados en un tiempo específico. Pero en una red móvil el *throughput* máximo que puede percibir el cliente depende no sólo de las aplicaciones que está accesando sino también de las condiciones de radio que el abonado tenga y de la utilización que están realizando el resto de los clientes que comparten su celda, viéndose directamente afectado su rendimiento cuando el resto de los abonados hacen uso intensivo de los recursos de la celda.

(Sandoval, 2011)

II.8 Retardo o *Delay*

El *Delay*, o retardo en la transmisión de datos, es el tiempo que transcurre desde que un paquete es enviado por un nodo fuente hasta que éste es recibido por el nodo destino. Este parámetro es medido en milisegundos. El *delay* está asociado directamente con la calidad del enlace, o medio de transmisión, empleado en la comunicación.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y DESARROLLO

En este capítulo se mencionan y explican los diferentes pasos o fases que se realizaron para llevar a cabo la elaboración del diseño de la red que permitirá conectar los ambulatorios del Municipio El Hatillo.

III.1 Marco metodológico.

La metodología aplicada para la presente investigación se enmarca dentro de un proyecto factible, desarrollado en cinco (5) fases principales que desglosan actividades propias.

III.1.1 Fase de investigación del terreno.

Dentro de esta fase, se estudió todo lo relacionado con la ubicación geográfica de los ambulatorios y sus alrededores, para así poder conocer las características en cuanto a geografía se refiere de estos centros de atención. Este estudio permitió obtener datos como: la distancia entre los ambulatorios, los posibles obstáculos que se pudiesen encontrar entre un ambulatorio y otro, la existencia de línea de vista entre los ambulatorio, las condiciones del terreno en la que se encuentran localizados cada uno de los ambulatorios y la facilidad, o dificultad, que se tiene para acceder, o llegar, a cada uno de los ambulatorios que formarán parte de la red diseñada.

III.1.2 Fase de investigación de los ambulatorios.

Esta fase, contiene la documentación obtenida en el estudio realizado en cada uno de los ambulatorios, en donde se adquirió la información referente a las características sociales, estructurales, técnicas y geográficas, y manejando todas estas variables se diseño la red de datos que permitiría el intercambio de información entre los ambulatorios.

III.1.3 Fase de investigación de tecnologías y equipos.

Esta fase comprende toda la parte de investigación referente a las tecnologías existentes en Venezuela que pudiesen ser empleadas para la elaboración de la red. En tal sentido, la investigación comprendió las características, ventajas y desventajas de cada una de las tecnologías tomadas en cuenta para la realización de la red interna de los ambulatorios y para la red externa, que permitiría la conexión entre cada uno de los ambulatorios. Toda esta investigación es reflejada en el capítulo II, ya que este comprende el marco teórico de este trabajo especial de grado.

Por otra parte, en esta fase, se estudiaron los diferentes equipos que se requieren para el diseño e implementación de la red, ya que como los resultados lo demuestran, este es un proyecto totalmente factible; que mejorará el servicio de salud que se brinda a las personas que habitan el Municipio El Hatillo.

III.1.4 Fase de diseño y simulación de la red.

Esta fase del trabajo especial de grado, contiene todos los cálculos realizados para la elaboración de la red LAN que se diseñó, y a su vez, será contentiva de los esquemas de la red.

A su vez, se ejecutó la simulación de la red diseñada; en donde se observaron los tiempos de *delay* y de respuesta de las aplicaciones y base de datos en los servidores, así como el *throughput* entrante y saliente en cada uno de los ambulatorios, para de esta forma realizar una proyección bajo distintos escenarios de cómo se comportaría la red luego de su implementación. Así mismo, permitó determinar si las tecnologías y equipos empleados en el diseño de la red son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento, rendimiento y estabilidad de la misma.

III.1.5 Fase de evaluación de costos.

Esta fase contempla el análisis de los precios tanto de los equipos como de las tecnologías que se emplearon en la elaboración de la red. En tal sentido, permitió contar con un estimado del costo general de todo el proyecto.

III.2 Desarrollo.

Esta parte del proyecto explica de forma detallada como se llevaron a cabo cada una de las fases antes descritas.

III.2.1 Fase de investigación del terreno.

Para llevar a cabo esta primera fase del proyecto, se realizó una visita a cada uno de los ambulatorios seleccionados (Turgua, El Hatillo, La Mata, Sabaneta, La Hoyadita), que formarán parte de la red. En tal sentido, dentro de uno de los objetivos a cumplir en esta fase, se encuentra la recolección de datos como la posición geográfica de cada ambulatorio, con la ayuda de un GPS marca **GARMIN** modelo 76CSx, el cual arrojó los valores de la latitud, la longitud y la

altura sobre el nivel del mar que tiene cada ambulatorio. En consecuencia, estos datos se obtuvieron con la finalidad de usarlos para evaluar la existencia de línea de vista (LOS *Line of sight*) franca entre los ambulatorios y así poder determinar qué tipo de tecnología pudiese ser usada para la elaboración del diseño de la red.

Adicionalmente, estas coordenadas se utilizaron en INTERNET para ubicar dentro de los mapas de GOOGLE (*GOOGLE EARTH*) cada uno de los ambulatorios y, de esta forma, poder calcular la distancia aproximada que existe entre cada uno de estos para determinar más adelante la cantidad de equipos y de tecnologías que serian empleadas para la conexión de los diferentes ambulatorios.

Conjuntamente, se observaron los alrededores de cada uno de los ambulatorios, para comprobar la existencia de algún obstáculo (montañas, vegetación, edificios), que pudieran obstruir la línea de vista entre los ambulatorios.

III.2.2 Fase de investigación de los ambulatorios.

Para esta fase, se visitaron nuevamente cada uno de los ambulatorios con la finalidad de obtener datos que permitieran conocer un poco más sobre los ambulatorios y las comunidades que ellos atienden. En tal sentido, para realizar este estudio, se entrevistaron a cada una de las personas encargadas de los ambulatorios a conformar la red, con lo que se pudo conocer la cantidad de pacientes que son atendidos, la cantidad de consultorios que posee cada ambulatorio, el número del personal con que cuenta el ambulatorio, incluyendo a, los doctores, al personal administrativo, entre otros.

III.2.3 Fase de investigación de tecnologías y equipos.

Dentro de esta fase, se examinaron todas las posibles tecnologías que se pudiesen implementar para la elaboración de la red. En tal sentido, el proceso de selección de la tecnología a utilizar, se efectuó apoyándose en los datos obtenidos en las dos fases anteriormente descritas, y en la comparación de las ventajas y desventajas con que cada una de estas cuenta, al momento de ser empleada en la red.

El estudio de los equipos, se fundamentó, en primer lugar, en la información obtenida en la fase uno del marco metodológico. En segundo lugar, basándose en la tecnología seleccionada en la fase anterior, se elaboró una lista de todos los equipos que son necesarios tanto para la instalación como para la implementación y el buen funcionamiento de la red diseñada.

III.2.4 Fase de diseño y simulación de la red.

Después de haber escogido los equipos y la tecnología, que mejor se adaptó a las necesidades, y a las condiciones, tanto geográficas como de infraestructura; en las que se encontraban cada uno de los ambulatorios, se procedió a elaborar el diseño de la red que tiene como función conectar los cinco ambulatorios seleccionados anteriormente.

En tal sentido, la red interna de cada ambulatorio; contendrá los equipos que serán instalados dentro de cada ambulatorio; y que permitirán el tráfico de la información entre los diferentes consultorios, oficinas y áreas que conforman cada uno de estos. Por otra parte, la red externa estará conformada por los equipos que permitirán el intercambio de información entre un ambulatorio y otro.

Como resultado, el diseño se apoyó en la utilización de un simulador de redes que permitió colocar los equipos seleccionados y las conexiones necesarias; y que a su vez habilitó la realización del proceso de transmisión de datos entre los ambulatorios. Con dicho simulador, se verificó el funcionamiento, para observar de qué manera se realizaría el intercambio de datos entre cada punto que conformaba la red y, finalmente, concluir si la red tiene el funcionamiento óptimo esperado, y si ésta es capaz de cubrir todas las exigencias que una red de telemedicina demanda.

III.2.5 Fase de evaluación de costos.

En esta última fase, se realizó un análisis de los precios de los diferentes equipos, cuyas características eran las requeridas dentro del diseño de la red, fundamentándose en la marca, la calidad y el precio que estos tenían al momento del levantamiento de información. También se realizó un cálculo del costo que produce emplear las tecnologías estudiadas, y seleccionadas, dentro de la red, ya sea la usada para el intercambio de información, como la utilizada para establecer la conexión de todos los ambulatorios.

Este análisis de costos permitió obtener un estimado del precio total que se requiere para la implementación de este proyecto de red que interconectará los ambulatorios del Municipio El Hatillo.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Este capítulo contempla todos los resultados obtenidos en cada una de las fases mencionadas en el capítulo III.

IV.1 Resultados de la fase de investigación del terreno.

Esta fase de investigación del terreno se dividió en tres pasos fundamentales, los cuales están conformados por:

- Medición de las coordenadas.
- Ubicación de los de los ambulatorios en un mapa.
- Observación de los alrededores de cada ambulatorio.

La medición de las coordenadas geográficas consistió en tomar con un GPS (*Global Positioning System*) en cada uno de los ambulatorios los valores de la latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar. Estos datos son reflejados en la tabla 3**.**

AMBULATORIOS	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA (msnm)
Jesús Regetti (El Hatillo)	10°25'26"	66°49'51.9"	1148
Rural La Mata	10°23'4.56"	66°50'0.2394"	1140
Rural de Sabaneta	10°22'42.71"	66°49'1.29"	1136
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	10°21'27.85"	66°48'50.17"	1126
Municipal de Turgua	10°22'0.9012"	66°45'30.9996"	1102

Tabla 3: Coordenadas geográficas de los ambulatorios.

Con los datos obtenidos anteriormente, se ubicaron los ambulatorios sobre un mapa para ver la distancia que existía entre ellos (Ver Figura 14).

Figura 14: Ubicación de los ambulatorios en GOOGLE EARTH.

Por último, dentro de la fase de investigación del terreno, se realizó una inspección de los alrededores de cada ambulatorio, con la finalidad de determinar si existe algún punto cercano a alguno de los ambulatorios que pudiese ser utilizado como un nodo o punto de repetición de la red, siempre y cuando este reúna características favorables como: electricidad, línea de vista con algún ambulatorio, entre otras. Los resultados de las inspecciones por cada ambulatorio son:

IV.1.1 Ambulatorio Jesús Reggeti (El Hatillo):

Figura 15: Parte frontal del ambulatorio Jesús Reggeti (El Hatillo).

En la parte frontal del ambulatorio ubicado en El Hatillo, presentado en la Figura 15, se observa que no tiene ningun tipo de obstaculo que impida que se realice un enlace con algun otro punto que pudiese formar parte de la red, ya que, los edificios y casas que se encuentran al frente son de menor tamaño y no obstruyen la visibilidad.

Figura 16: Parte posterior del ambulatorio Jesus Reggeti.(El Hatillo)

En la parte posterior de este ambulatorio se encuentra una montaña que lo sobrepasa completamente y a su vez presenta una vegetación muy densa, formada por arboles de gran tamaño y maleza, lo que impide establecer algún tipo de conexión en esta dirección.

IV.1.2 Ambulatorio rural La Mata:

Figura 17: Parte frontal del ambulatorio rural La Mata.

Desde la parte frontal del ambulatorio ubicado en el sector La Mata, se puede observar que no posee ningún tipo de obstáculo, ya que este se encuentra ubicado en el borde de la montaña en el que está construido. La vegetación que tiene desde esta parte es muy baja, y principalmente son plantas y flores usadas como decoración del ambulatorio. Esta situación hace muy favorable que en esta dirección, se pueda establecer algún tipo de conexión inalámbrica.

Figura 18: Parte posterior del ambulatorio rural La Mata.

En la parte lateral y posterior de este ambulatorio, se observó que tiene una montaña que sobrepasa el ambulatorio, lo que indica que esta lo obstruye completamente. Esto es debido, a que el ambulatorio de La Mata se encuentra debajo de la carretera principal. Esta montaña, en su parte superior, tiene unas casas de dos y tres pisos, lo que produce que la obstrucción sea aun mayor que la que produce la montaña. Todo esto impide que se pueda establecerse algún tipo de conexión tanto terrestre como por el aire, por esta parte del ambulatorio.

IV.1.3 Ambulatorio rural de Sabaneta:

Figura 19: Vista frontal del ambulatorio rural de Sabaneta.

En el Ambulatorio ubicado en la comunidad de Sabaneta, se visualiza, como se puede ver en la Figura 19, que en la parte de enfrente no presenta ningún tipo de obstáculo que impida su visibilidad, ya que la vegetación que presenta son pocos árboles muy dispersos entre si y no son de gran tamaño. No tiene ninguna montaña, ya que este ambulatorio se encuentra en una loma y toda la comunidad de sabaneta está por debajo de él.

Figura 20: Parte posterior del ambulatorio rural de Sabaneta.

Como se observa en la Figura 20, el ambulatorio de Sabaneta en la parte posterior no posee ningún tipo de obstrucción, debido a que el ambulatorio esta

posicionado en una parte alta, lo que hace que toda la vegetación y montañas estén a un menor nivel. Esta característica hace que este ambulatorio permita realizar conexiones vía terrestres y por el aire en cualquier tipo de conexión, haciendo un punto de fácil acceso para la elaboración de la red.

IV.1.4 Ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita):

Figura 21: Parte frontal del ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita).

El ambulatorio ubicado en la zona La Hoyadita no presenta ningún tipo de entorpecimiento en su parte delantera, ya que este se encuentra en la carretera principal. Por esta zona, no hay ningún tipo de construcción, porque la población de La Hoyadita se encuentra por debajo del ambulatorio. Tampoco hay montañas de gran tamaño, ni vegetación que impida algún tipo de conexión.

Figura 22: Parte posterior del ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita).

Este ambulatorio en su extremo posterior no presenta ningún tipo de obstrucción que impida la realización de algún tipo de conexión, porque se encuentra en un área totalmente despejada, en donde no hay presencia de edificios, montañas, árboles, postes de luz, entre otros obstáculos que pudieran impedir la conexión de este ambulatorio con los otros.

IV.1.4 Ambulatorio Municipal de Turgua:

Figura 23: Parte delantera y posterior del ambulatorio Municipal de Turgua.

El ambulatorio de Turgua no posee en su parte delantera algún obstáculo de tipo natural o humano. Este ambulatorio en su zona posterior presenta arboles de gran tamaño, los cuales pudiesen impedir la realización de algún tipo de conexión de microondas; pero en caso de realizar algún tipo de enlace no se haría en esta dirección, ya que el resto de los ambulatorios se encuentran ubicados hacia la parte frontal de este ambulatorio.

En general todos los ambulatorios presentan zonas despejadas por las que se podrían realizar algún tipo de conexión de forma inalámbrica, ya sea por microondas o vía satélite. En cambio para realizar una conexión vía terrestre, como: cable o fibra óptica, no resulta factible dado que dos de los ambulatorios,

poseen montañas en sus partes posteriores y esto obstaculiza mucho este tipo de conexiones.

IV.2 Resultados de la fase de investigación de los ambulatorios.

Para la ejecución de esta segunda fase del proyecto, se utilizaron los resultados de la encuesta realizada en cada uno de los ambulatorios, como se mencionó en el capitulo anterior. Esta encuesta (Ver Anexo A), permitió obtener datos que son necesarios para el momento de diseñar la red.

Estos datos están divididos en dos aspectos:

- Aspectos estructurales y sociales.
- Aspectos técnicos.

IV.2.1 Aspectos estructurales y sociales.

Los aspectos estructurales hacen referencia a la distribución de los consultorios, oficinas y áreas comunes que forman parte de su infraestructura. Así como también, de la distribución del personal que labora en cada ambulatorio.

Los aspectos sociales engloban todas aquellas actividades y servicios que ofrecen cada uno de los ambulatorios a los habitantes de sus respectivas localidades.

A continuación se muestra cada ambulatorio con sus respectivas características estructurales y sociales.

IV.2.1.1 Ambulatorio Jesús Regetti – El Hatillo:

Figura 24: Ambulatorio Jesús Reggeti (El Hatillo).

El ambulatorio Jesús Regetti, está bajo la dirección de la Alcaldía del Municipio El Hatillo. La persona encargada de este ambulatorio es el Sr. Rafael Urbano. El ambulatorio es de tipo Urbano II. El horario de atención es de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm. Este ambulatorio dentro de sus instalaciones posee una farmacia y ofrece servicio de emergencia. No posee servicio de ambulancias. Este es el ambulatorio principal de los cinco que conforman la red, ya que los otros ambulatorios refieren, en su mayoría a los pacientes a este ambulatorio

Dentro de las especialidades que se ofrecen, se encuentran: Ginecología, Medicina general, Odontología, Medicina interna, Radiología, Pediatría, Rayos X y Laboratorio de muestras

IV.2.1.2 Ambulatorio Rural La Mata:

Figura 25: Ambulatorio rural La Mata.

El ambulatorio rural La Mata, está bajo la dirección del Ministerio del Poder Popular para la Salud y pertenece al Municipio Baruta, pero igualmente pertenece al conjunto de ambulatorios que conforman el Municipio El Hatillo, por tal motivo se toma en cuenta este ambulatorio. El ambulatorio es de tipo rural I. El horario de atención es de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm. Este ambulatorio no posee farmacia, no ofrece servicio de emergencia y tampoco tiene ambulancias.

Dentro de las especialidades que se ofrecen, se encuentran: Ginecología, Medicina General y Odontología.

IV.2.1.3 Ambulatorio Municipal de Turgua:

Figura 26: Ambulatorio Municipal de Turgua.

El ambulatorio municipal de Turgua, está bajo la dirección de la Alcaldía del Municipio El Hatillo. El ambulatorio es de tipo rural I. El horario de atención es de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm. Este ambulatorio no posee farmacia, no ofrece servicio de emergencia y tampoco tiene ambulancias.

Dentro de las especialidades que se ofrecen, se encuentran: Ginecología, Medicina Interna, Pediatría y Odontología. Adicionalmente cada 15 días se realizan jornadas de vacunación en el ambulatorio, para todas las personas pertenecientes a la comunidad de Turgua y sus alrededores.

IV.2.1.4 Ambulatorio Rural de Sabaneta:

Figura 27: Ambulatorio rural de Sabaneta.

Este ambulatorio es de tipo rural I y está bajo la dirección del Municipio El Hatillo, no posee servicio de emergencias ni de ambulancias y tampoco posee farmacia. Dentro de las especialidades que se ofrecen, se encuentran: Medicina General y Odontología.

IV.2.1.5 Ambulatorio Don Pedro del Corral – La Hoyadita:

Figura 28: Ambulatorio Don Pedro del Corral (La Hoyadita).

El ambulatorio Don Pedro del Corral, está bajo la dirección de la Alcaldía del Municipio El Hatillo. El ambulatorio es de tipo rural I. El horario de atención es de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm. Este ambulatorio no posee farmacia, no ofrece servicio de emergencia y tampoco tiene ambulancias.

Dentro de las especialidades que se ofrecen, se encuentran: Ginecología, Medicina Interna, Pediatría, Prenatal y Odontología. Al igual que el ambulatorio de Turgua, este ofrece cada 15 días jornadas de vacunación en el ambulatorio, para todas las personas pertenecientes a la comunidad de La Hoyadita y sus alrededores.

En la Tabla 4, se muestran los aspectos estructurales y sociales más importantes para la elaboración de la red, los datos de dicha tabla representan los resultados de las encuestas realizadas a los ambulatorios.

AMBULATORIO	# CONSULTORIOS	# EMPLEADOS	# PACIENTES ATENDIDOS POR SEMANA
Jesús Regetti (El Hatillo)	15	19	160
Rural La Mata	6	6	15
Rural de Sabaneta	2	5	15
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	5	10	10
Municipal de Turgua	4	8	50

Tabla 4: Aspectos estructurales y sociales de los ambulatorios.

IV.2.2 Aspectos técnicos de los ambulatorios.

Los aspectos técnicos están enfocados a los servicios básicos que debe poseer un ambulatorio, los cuales, permiten establecer las condiciones mínimas necesarias para que los ambulatorios puedan prestar sus servicios. Estas características son de gran importancia, ya que permiten determinar si el ambulatorio posee las condiciones necesarias para la instalación de la red y de los equipos. En la Tabla 5 se muestran las características técnicas de los ambulatorios.

AMBULATORIO	SERVICIO ELECTRICO	SERVICIO TELEFONICO FIJO	SERVICIO INTERNET	SERVICIO AGUA
Jesús Regetti (El Hatillo)	SI	SI	SI	SI
Rural La Mata	SI	NO	NO	SI
Rural de Sabaneta	SI	NO	NO	SI
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	SI	NO	NO	SI
Municipal de Turgua	SI	NO	NO	SI

Tabla 5: Características técnicas de los ambulatorios.

Como se puede observar en la Tabla 5, el servicio eléctrico en todos los ambulatorios es constante, lo que representa una ventaja en cuanto al suministro eléctrico necesario para mantener en funcionamiento los equipos que se instalarán en cada uno de los ambulatorios. También se observó que el servicio de INTERNET y telefónico fijo, solo se presta en el ambulatorio Jesús Reggeti ubicado en El Hatillo, lo cual indica una posible desventaja para la instalación de la red en el resto de los ambulatorios.

IV.3 Resultados de la fase de investigación de tecnologías y equipos.

Tras los resultados obtenidos en el apartado IV.1, se pensó en emplear una tecnología inalámbrica, debido a que estas, permiten alcanzar lugares en los que no es posible llegar empleando algún medio de transmisión terrestre y esta situación se adecua al proyecto, ya que las zonas en las que se encuentran ubicados los ambulatorios, se hallan en la parte rural del Municipio El Hatillo, en donde las características geográficas son completamente montañosas y la vegetación en ciertas áreas es muy densa. Todo esto se observó a través de las visitas que se realizaron para la elaboración de las fases I y II mencionadas en el marco metodológico.

La tecnología inalámbrica para los enlaces era Wi-Fi, ya que esta opera en las bandas de frecuencia de 2.5GHz y 5GHz, las cuales son bandas libres, por lo que no es necesario el permiso por parte del ente regulador de las telecomunicaciones en Venezuela. Otra razón para emplear la tecnología Wi-Fi era la capacidad de ancho de banda que ofrecía, el cual, era suficiente para transmitir todos los servicios necesarios que la red requería, como: datos, voz y video.

Una de las limitantes que se encontró a medida que se desarrollaba el proyecto, fue la carencia de línea de vista entre los ambulatorios, debido a las

condiciones geográficas que posee la zona en la que se encuentran ubicados los ambulatorios; este factor impedía el establecimiento de los enlaces punto a punto entre los ambulatorios, lo que implicaba el uso de equipos intermedios como repetidoras, para poder establecer la conexión entre los ambulatorios, lo que ocasionaría un aumento del costo del proyecto. Por tal motivo, se decidió emplear enlaces VPN para realizar la conexión entre los ambulatorios. Estas VPN se establecerán sobre INTERNET empleando los dispositivos de INTERNET inalámbrico que ofrecen las compañías de telefonía móvil y fija existentes en Venezuela (MOVILNET, DIGITEL y MOVISTAR), en los ambulatorios que no poseen este servicio. En el ambulatorio Jesús Reggeti se establecerá a través de la conexión de ABA ya existente, debido a que las VPN necesita un medio (INTERNET), por el cual transmitir los datos enviados entre los ambulatorios.

El establecimiento de una VPN, consiste en la creación de un túnel virtual entre dos puntos, por el cual es posible realizar la transmisión de datos, voz o video. Al ser virtual la conexión, es posible establecer los enlaces en cualquier zona, sin importar las condiciones geográficas que esta posea. Esta característica permitió solucionar el problema de las condiciones del terreno, que presentaba la tecnología Wi-Fi. Estas redes privadas virtuales, también permiten conectar puntos que se encuentran separados por una larga distancia, sin necesidad de emplear equipos intermedios, lo que también solucionaba el problema encontrado con los enlaces Wi-Fi.

Adicionalmente, las VPN poseen una ventaja sobre Wi-Fi, ya que permiten la escalabilidad de la red, sin necesidad de hacer cambios tanto de infraestructura como de equipos, ya que por ser un túnel virtual, si se añade un nuevo nodo a la red (ambulatorio, hospital o clínica) solo es necesaria la configuración de otro túnel, lo cual no ocurriría con los radioenlaces, ya que se tuviese que buscar nuevos puntos de enlaces de no existir línea de vista y establecimiento de nuevas antenas y equipos. Las VPN también ofrecen seguridad en él envió de la información, ya que normalmente la información que es transmitida va cifrada y el túnel utiliza mecanismos de autenticación de usuarios.

Debido a que existen varios tipos de túneles o protocolos VPN, se decidió emplear el protocolo IPSec, ya que este ofrece mayor seguridad en el envió de la información a través del túnel.

IV.4 Resultados de la fase de diseño y simulación.

IV.4.1 Diseño de la red

Se efectuaron dos pruebas para verificar la viabilidad de los dispositivos de INTERNET inalámbrico. Estas pruebas se realizaron con los dispositivos de los ISP (Proveedores de Servicio de INTERNET) MOVILNET y DIGITEL, el dispositivo perteneciente al ISP MOVISTAR no se utilizó, debido a la falta de recursos económicos.

Todos los dispositivos de DIGITEL trabajan con tecnología 3G, se conectan por medio del puerto USB y poseen una memoria interna, ya que estos se pueden emplear como una unidad de almacenamiento de información (*Pendrive*). Actualmente solo se encuentra en el mercado el dispositivo modelo **ZTE MF190**, por lo cual, este fue el dispositivo de DIGITEL empleado para realizar las pruebas. El dispositivo MOVILNET utilizado para realizar las pruebas fue el **HUAWEI F-17** retráctil, este fue el utilizado, ya que fue el que se encontró a la venta.

Con la primera prueba se verificó si en todos los ambulatorios existía cobertura por parte de ambas operadoras. Los resultados obtenidos se expresan en la Tabla 6.

AMBULATORIO	MOVILNET	DIGITEL
Jesús Regetti (El Hatillo)	SI	SI
Rural La Mata	SI	SI
Rural Sabaneta	SI	SI
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	SI	SI
Municipal de Turgua	SI	SI

Tabla 6: Cobertura de los dispositivos.

Como se puede observar en la Tabla 6, con ambos proveedores se obtuvo cobertura en todos los ambulatorios.

En la segunda prueba se midieron las velocidades de transmisión en cada uno de los ambulatorios, con los distintos dispositivos de INTERNET. Para realizar estas pruebas se emplearon dos páginas de INTERNET (www.mivelocidad.net y www.medicion.une.net.co) que calculan la velocidad de bajada, la velocidad de subida y la latencia de la conexión de INTERNET. Esto lo hacen a través del envió de un ping entre su servidor y la PC que tenia conectado el dispositivo.

Las Tablas 7 y 8 muestran los valores obtenidos, utilizando el dispositivo de MOVILNET:

AMBULATORIO	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	LATENCIA
Jesús Regetti (El Hatillo)	718 Kbps	241 Kbps	295ms
Rural La Mata	970Kbps	276Kbps	252ms
Rural Sabaneta	1553Kbps	315Kbps	271ms
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	962Kbps	281Kbps	276ms
Municipal de Turgua	359Kbps	298Kbps	389ms

Tabla 7: Valores de la velocidad de transmisión con www.medicion.une.net.co.

AMBULATORIO	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	LATENCIA
Jesús Regetti (El Hatillo)	818 Kbps	341 Kbps	295ms
Rural La Mata	1695Kbps	275Kbps	504ms
Rural Sabaneta	1839Kbps	261Kbps	428ms
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	690Kbps	260Kbps	523ms
Municipal de Turgua	390Kbps	258Kbps	409ms

Tabla 8: Valores de la velocidad de transmisión con www.mivelocidad.net.

Como se puede observar, la mayor velocidad se obtuvo en el ambulatorio Rural de Sabaneta, en donde la velocidad de bajada estuvo entre los 1553Kbps y los 1839Kbps. Igualmente la mayor velocidad de subida se encontró en este ambulatorio y estuvo alrededor de los 261Kbps y los 315Kbps. La mayor latencia se obtuvo en el ambulatorio ubicado en La Hoyadita con un valor aproximado de 523ms, lo cual es lógico ya que los valores de las velocidades de bajada y subida en este ambulatorio fueron una de las más bajas.

Las Tablas 9 y 10 muestran los valores obtenidos, utilizando el dispositivo de DIGITEL:

AMBULATORIO	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	LATENCIA
Jesús Regetti (El Hatillo)	980Kbps	288Kbps	267ms
Rural La Mata	1996Kbps	298Kbps	242ms
Rural Sabaneta	1606Kbps	298Kbps	253ms
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	830Kbps	210Kbps	300ms
Municipal de Turgua	290Kbps	212Kbps	280ms

Tabla 9: Valores de la velocidad de transmisión con www.medicion.une.net.co.

AMBULATORIO	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	LATENCIA
Jesús Regetti (El Hatillo)	1735Kbps	324Kbps	361ms
Rural La Mata	2035Kbps	335Kbps	339ms
Rural Sabaneta	1990Kbps	336Kbps	370ms
Don Pedro del Corral (La Hoyadita)	670Kbps	220Kbps	520ms
Municipal de Turgua	310Kbps	230Kbps	530ms

Tabla 10: Valores de la velocidad de transmisión con www.mivelocidad.net.

Como se observa, la mayor velocidad de bajada se obtuvo en el ambulatorio Rural de La Mata, en donde los valores estuvieron entre los 1996Kbps y los 2035Kbps. Igualmente la mayor velocidad de subida se recibió dentro del ambulatorio Rural de Sabaneta y oscilo alrededor de los 298Kbps y los 336Kbps. La mayor latencia se obtuvo en el ambulatorio Municipal de Turgua, en donde los valores oscilaron alrededor de los 280ms y los 523ms, lo cual es lógico ya que los valores registrados de las velocidades de bajada y subida en este ambulatorio fueron las más bajas. Adicionalmente las tablas permiten determinar la velocidad promedio a la que los ambulatorios pueden bajar información, la cual esta aproximadamente entre los 900Kbps y los 1600 Kbps. A su vez, la velocidad de subida de información esta aproximadamente entre los 210Kbps y los 340Kbps.

Tras los análisis de los resultados obtenidos en las pruebas anteriores, se decidió utilizar como proveedor de servicios a la empresa DIGITEL, ya que esta ofrece cobertura en todos los ambulatorios y posee mayor disponibilidad de los dispositivos en el mercado. Se eligió el plan de 6Gb, ya que el dispositivo se debe activar con alguno de los planes que ofrece DIGITEL. Los planes y tarifas se encuentran en el Anexo B.

Una vez obtenido el dispositivo de banda ancha móvil de la Corporación DIGITEL (BAM) y se activó el servicio de INTERNET con el plan de 6Gb en cada uno de los ambulatorios que no poseía este servicio, se elaboró la topología

de la red, la cual contempla los equipos a utilizar y las conexiones necesarias para permitir la transferencia de datos entre los ambulatorios. En la Figura 29, se muestra la topología de la red diseñada.

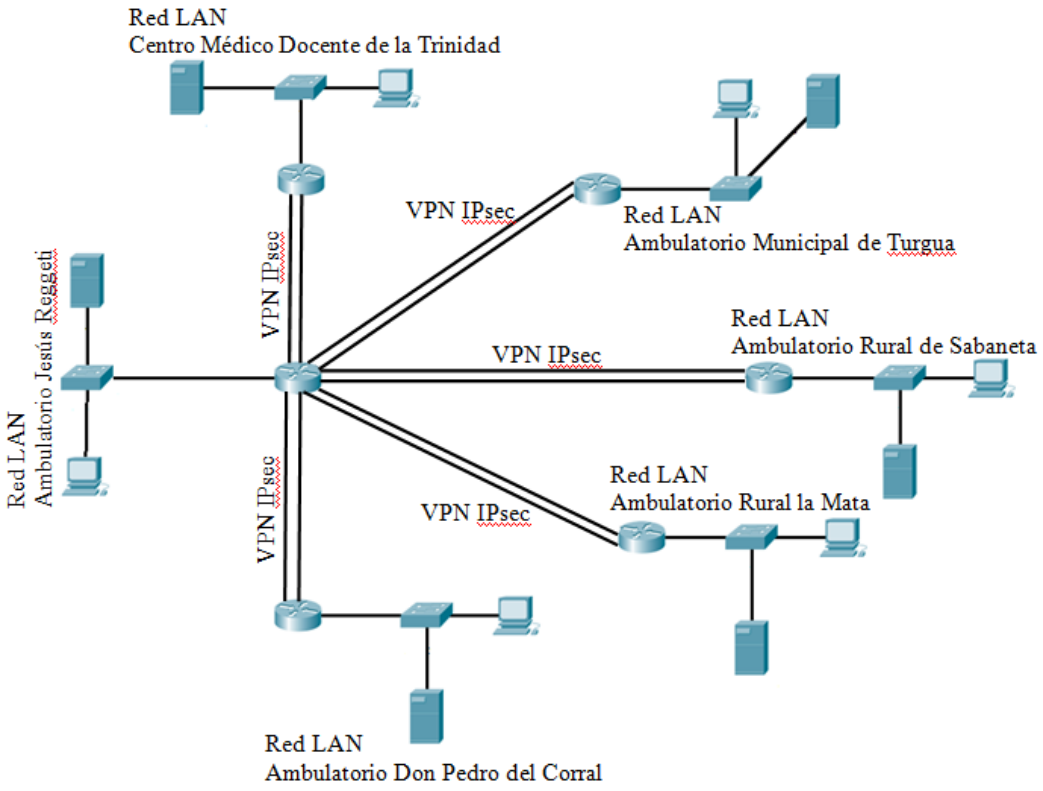

Figura 29: Topología de la red de los ambulatorios del Municipio El Hatillo

Después de la elaboración de la topología de la red, se estableció el ambulatorio Jesús Reggeti, como sede o nodo principal, ya que este ambulatorio cuenta con las mejores instalaciones, ofrece la mayor cantidad de servicios a los usuarios y es el único que cuenta con una conexión de INTERNET ABA (Acceso Banda Ancha), a través del proveedor CANTV (Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela). El nodo ubicado en el Centro Médico Docente de la Trinidad, es un punto el cual se utilizará de manera de consulta o en caso de una emergencia que no pueda ser atendida en ninguno de los ambulatorios del Municipio el Hatillo. A través de la encuesta realizada en los ambulatorios, se determinó que los pacientes no son referidos a este Centro, debido a que este centro es privado y los precios por la atención médica son muy elevados.

A su vez, se decidió que cada ambulatorio va a poseer una red LAN (red de área local), para permitir el tráfico de información dentro del ambulatorio e interconectar todos los consultorios existentes dentro de cada ambulatorio. Esta red LAN está conformada por un *router* **HONGNIA**, un *switch*, un servidor y tantas PC como consultorios posea el ambulatorio, la cantidad de consultorios por ambulatorio es reflejada en la Tabla 4. En la Figura 29 solo se muestra una PC, ya que es un esquema general de la red, pero en realidad la red posee un total de 27 computadoras. En el Centro Médico Docente de la Trinidad se instalaran únicamente dos máquinas, las cuales se consideran suficientes para brindar el servicio de apoyo a los ambulatorios.

En los ambulatorios ubicados en las siguientes localidades: La Mata, Sabaneta, La Hoyadita y Turgua, se utilizaron *routers* marca **HONGDIAN** modelo **H7932** (Ver características técnicas en el anexo G), los cuales permiten colocar el *SIM CARD* (S*ubscriber Identity Module*) del dispositivo inalámbrico dentro del *router*, estas *SIM CARD* poseen configurada la dirección IP suministrada por el proveedor, las cuales van a estar asociadas al APN (*Access Point Name*) privado de DIGITEL. A su vez estos *routers* permiten la configuración de redes privadas virtuales. El *router* utilizado en el ambulatorio Jesús Reggeti y el Centro Médico Docente de la Trinidad, es un TP-LINK TI-r600 (Ver características técnicas en el anexo E), el cual permite establecer enlaces VPN con el protocolo IPSec.

EL *switch* utilizado en los siguientes ambulatorios: Rural La Mata, Rural de Sabaneta, Municipal de Turgua, Don Pedro del Corral y en el Centro Médico Docente de la Trinidad es un **D-LINK 1008** (Ver características técnicas en el anexo C), el cual posee la cantidad necesaria de puertos para conectar todos los equipos que son necesarios para establecer la red interna de cada ambulatorio. En el ambulatorio Jesús Reggeti, se utilizó un *switch* **D-LINK 1016** (Ver características técnicas en el anexo D), el cual posee una mayor cantidad de puertos, ya que este ambulatorio contempla una mayor cantidad de consultorios.

Cada ambulatorio al igual que el Centro Médico Docente de la Trinidad van a poseer un servidor local, marca **LENOVO Ts130** (Ver características técnicas en el anexo F), el cual va a almacenar únicamente la información del ambulatorio que le corresponde. Todo esto con la finalidad de tener un respaldo de información e impedir la caída de toda la red en caso de que falle la conexión de algún ambulatorio, además de evitar la saturación de la red en caso de alguna consulta de información. Luego de instalados los servidores, se debe diseñar una aplicación, la cual permita realizar todas las actividades que son requeridas por los ambulatorios y almacenar la información en la base de datos de cada ambulatorio, algo que no está contemplado dentro de los objetivos de este trabajo especial de grado.

.

El ancho de banda que posee cada ambulatorio es de 2Mbps compartido, es decir que este puede variar según la disponibilidad de la celda de conexión más cercana a cada ambulatorio y de la cantidad de usuarios que estén conectados dentro del ambulatorio, excepto el ambulatorio Jesús Reggeti y Centro Medico Docente de la Trinidad, ya que el acceso a INTERNET es a través de un modem de ABA de CANTV. De igual forma el ancho de banda asociado a cada una de las VPN va a ser el mismo que posea la conexión hacia INTERNET.

Para el intercambio de información se estableció un direccionamiento estático entre cada uno de los ambulatorios, se decidió utilizar este tipo de direccionamiento debido a que permite un mejor monitoreo, una mejor organización de la red y consume menos recursos de la misma.

IV.4.2 Simulación

Dado que se necesitan interconectar 6 redes LAN distintas de forma segura mediante el uso de VPN IPSec a través de la red pública de INTERNET, se simularon dichas redes mediante la herramienta OPNET bajo el ambiente

WINDOWS. OPNET es una herramienta de simulación de eventos discretos que permite simular muchas de las tecnologías que se manejan a nivel de redes de comunicación, desde el *stack* TCP/IP hasta redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e inalámbricas con protocolos de enrutamiento como AODV (*Ad hoc On-demand Distance Vector*).

Para la simulación se trabajó con el *software* OPNET IT Guru en su versión Académica 14.5. Cada una de las redes están conformadas por un *switch* capa 2, un servidor y un *router* que sirve de puerta de enlace hacia INTERNET y permite el enrutamiento entre los cinco ambulatorios. Las cinco redes se conectan hacia INTERNET. La idea es asegurar la conexión entre las redes y el acceso a los servidores nada más por las redes pertinentes. Para ello se hace uso de VPN para conformar una red segura y única entre estas cinco redes ubicadas en el Municipio El Hatillo.

Tanto VPN como IPSec se tomaron en cuenta para la simulación. Los enlaces entre todos los dispositivos se simularon con 100BaseT genérico y los *switchs*, *routers* y servidores se simularon con un modelo genérico de cada uno. En los servidores se simularon aplicaciones como acceso a BD (Base de datos) y HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) para generar tráfico en la red y poder realizar el análisis correspondiente. Para realizar análisis de desempeño se tomaron en cuenta variables como *throughput*, *delay* y tiempo de repuesta de las aplicaciones. En la Figura 30 se muestra el diagrama de red elaborado en el simulador OPNET.

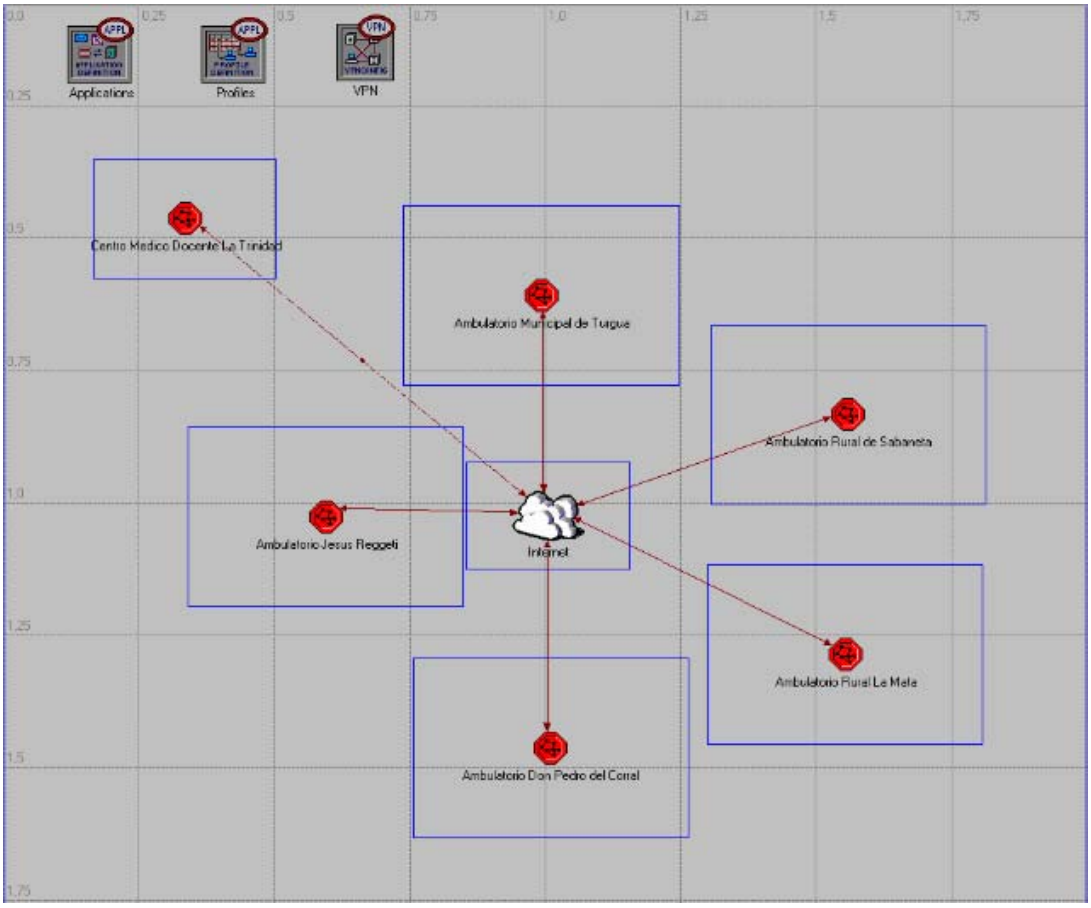

Figura 30: Diagrama de red con OPNET

Una vez elaborada la red se realizaron las pruebas para capturar las estadísticas necesarias para analizar el desempeño en la red. El tiempo de duración de la simulación fue de 1 hora. La memoria consumida de la simulación no superó los 100 MB y el mayor número de eventos fue 418000. Como se mencionó anteriormente las pruebas realizadas mostraron resultados asociados al *throughput*, *delay* y *response time*.

Las pruebas referentes al *delay*, o retardo, se dividieron en dos partes. La primera consistió en medir el *delay* a nivel de *ETHERNET* de toda la red, es decir, el tiempo que tardaba un paquete en llegar de un ambulatorio al ambulatorio principal (Jesús Reggeti) o el tiempo que tardaba una *workstation* del ambulatorio Jesús Reggeti en recibir una petición de cualquier otro ambulatorio. En la Figura 31 se muestra la grafica obtenida con el simulador.

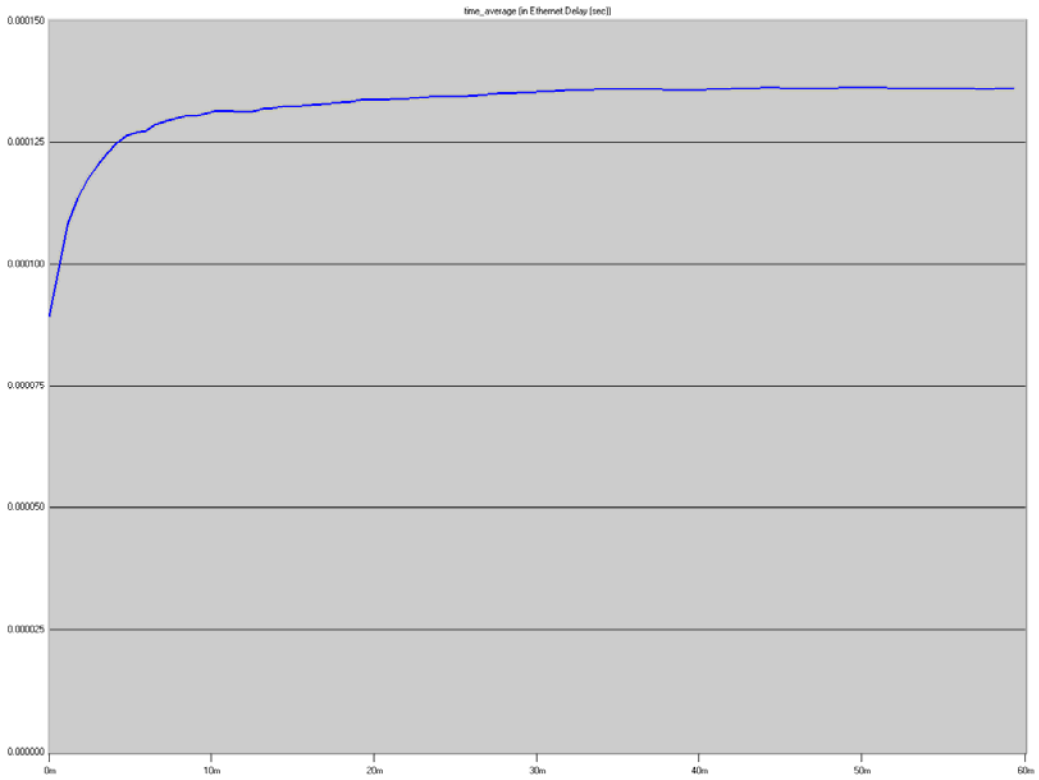

Figura 31: *Delay* del enlace ETHERNET

La segunda prueba fue referente al *delay* de la red local de cada ambulatorio, este *delay* fue a nivel de *ETHERNET*, las conexiones fueron *fastETHERNET* (100BASE-T), con la finalidad de determinar si existía lentitud en la transmisión a nivel de capa de enlace de datos del modelo OSI (*Open System Interconnection*). El resultado obtenido a través del simulador se muestra en la Figura 32, en donde el mayor valor alcanzado estuvo entre los 250µs y 275µs.en los ambulatorios Jesus Reggeti, Don Pedro del Corral y centro Medico Docente de la Trinidad y el menor valor estuvo en el rango de los 200µs y 225µs en el ambulatorio Rural de Sabaneta.

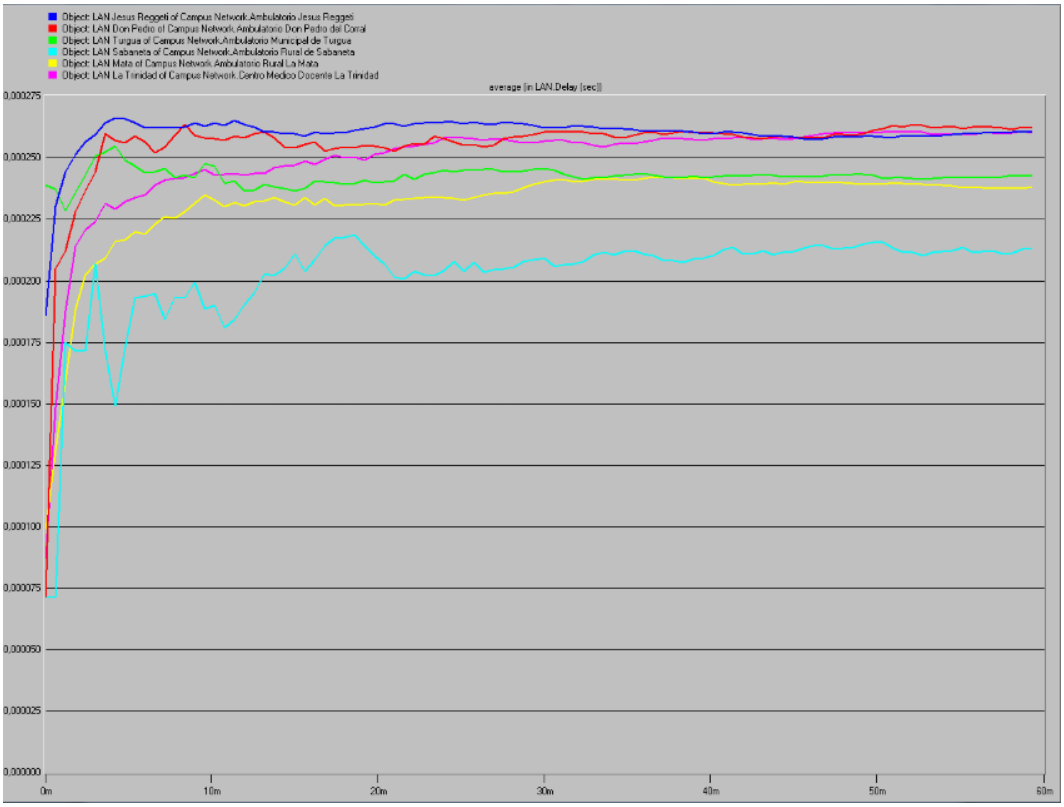

Figura 32: *Delay* local de los ambulatorios

.

Para evaluar el *throughput* se realizaron dos medidas. La primera referente al *throughput inbound*, donde se hace referencia a la cantidad de paquetes o bits que se reciben en un ambulatorio, estos resultados se muestran en la Figura 33. Donde el mayor valor obtenido estuvo entre los 175bits/seg y 200bits/seg en el ambulatorio Jesús Reggeti y el menor valor registrado fue en el ambulatorio Rural de Sabaneta entre los 0bits/seg y 25bits/seg.

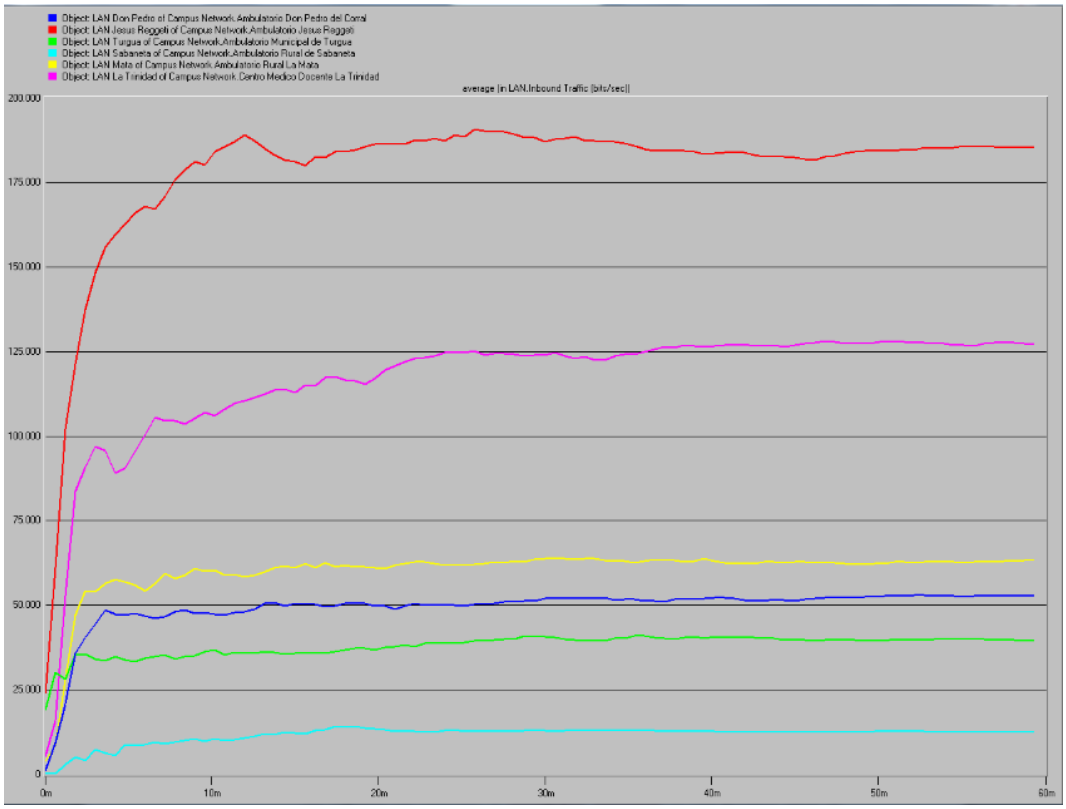

Figura 33: *throughput inbound* de los ambulatorios

La segunda fue referente al *throughput outbound*, el cual permite saber la cantidad de bits o paquetes que son enviados por cada uno de los ambulatorios. Este parámetro se muestra en la Figura 34, en donde el mayor valor alcanzado fue entre los 150bits/seg y 175bits/seg en el ambulatorio Jesús Reggeti y el menor valor estuvo comprendido entre los 0bits/seg y 25bits/seg en el ambulatorio Rural de Sabaneta.

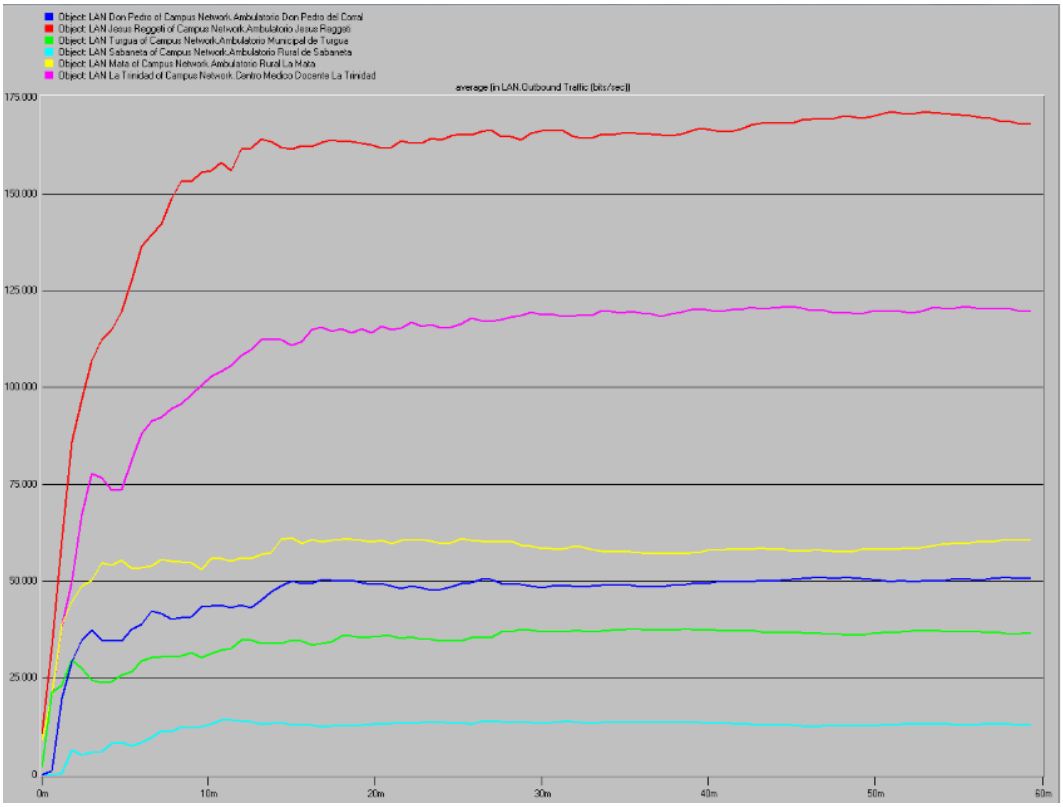

Figura 34: *throughput outbound* de los ambulatorios.

Para la evaluación del tiempo de respuesta (*response time*) se colocaron dos aplicaciones, una de base de datos (DB) y una web (HTTP) en cada uno de los servidores ubicados en los ambulatorios, esto para determinar el tiempo que tardaba un usuario en enviar y recibir respuesta por parte del servidor. Estas pruebas se hicieron a nivel local y general de la red. La Figura 35 muestra el tiempo de respuesta por parte de los servidores de base de datos localmente, donde el mayor tiempo de respuesta se obtuvo entre los 300ms y 400ms y el menor tiempo registrado estuvo entre los 200ms y 300ms.

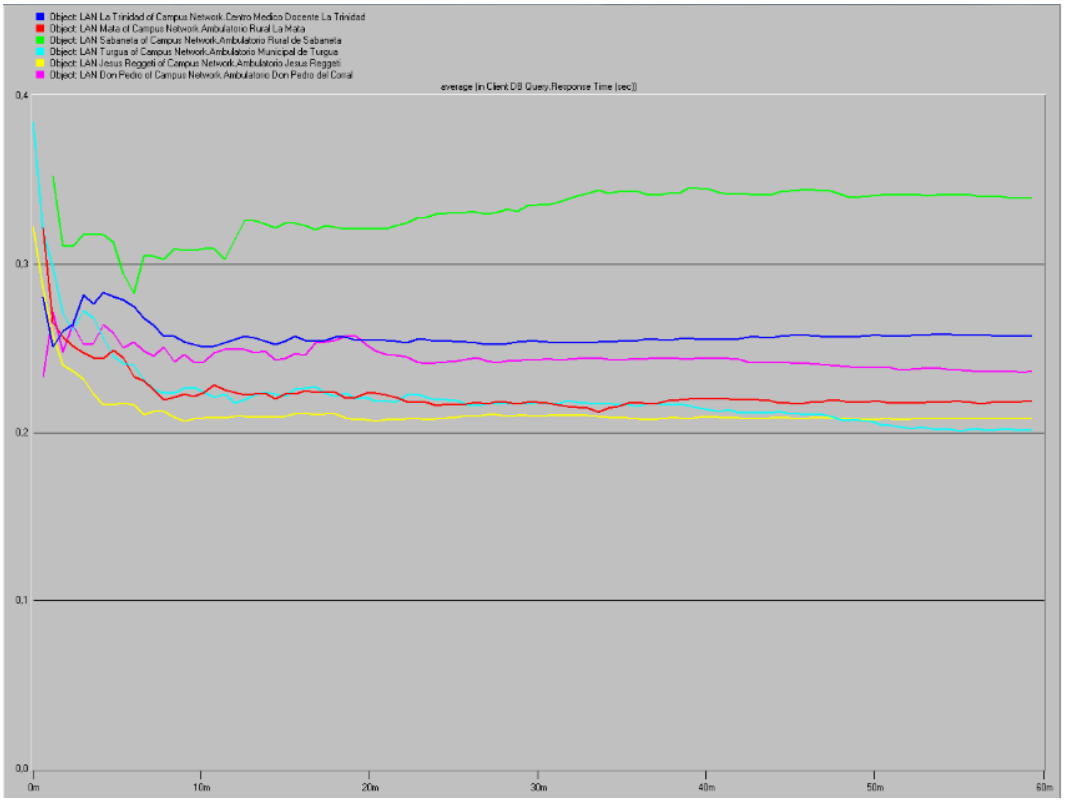

Figura 35: Tiempo de respuesta servidor DB local.

La Figura 36 muestra el tiempo de respuesta que hubo a nivel de capa de aplicación por parte del servidor web (HTTP) local en cada uno de los ambulatorios. Todos los ambulatorios estuvieron en el rango de los 50ms y 100ms, lo que indica un comportamiento similar en los ambulatorios a nivel de capa de aplicación.

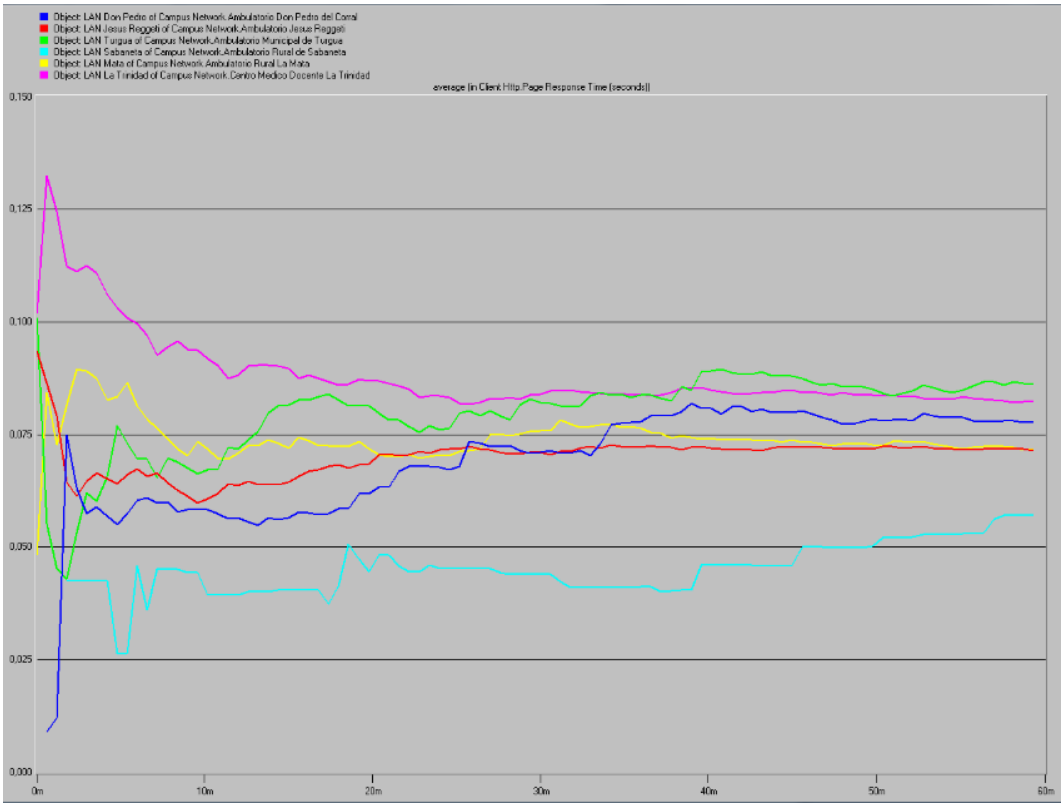

Figura 36: Tiempo de respuesta servidor HTTP local.

La Figura 37 y 38 muestran el tiempo de respuesta del servidor de base de datos y HTTP ubicado en el ambulatorio Jesús Reggeti, estas graficas permiten conocer como se comporta la red en caso de que todos los ambulatorios realicen una petición a la base de datos o al servidor web del ambulatorio, ya que la aplicación y base de datos principal se encuentra en este ambulatorio. El tiempo de respuesta registrado por el simulador en cuanto a la base de datos estuvo en el rango de los 225ms y 250ms y en cuanto a la aplicación HTTP, se registró entre los 70ms y 80ms.

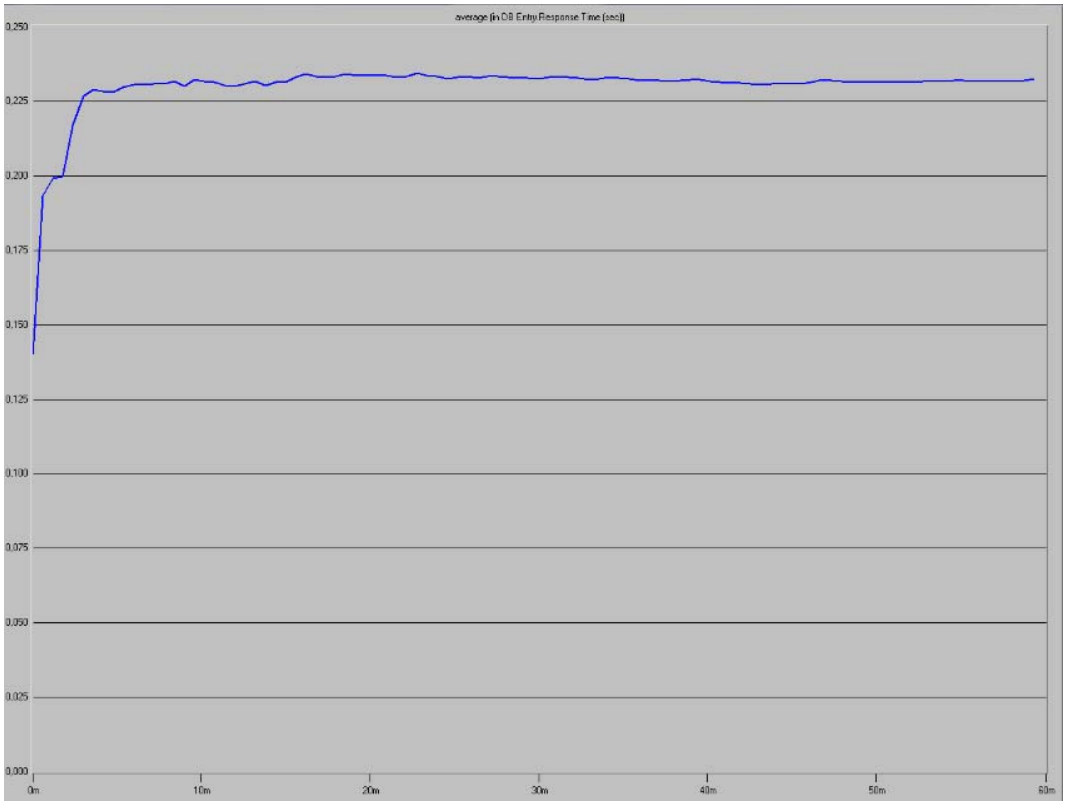

Figura 37: Tiempo de respuesta servidor DB del ambulatorio Jesús Reggeti.

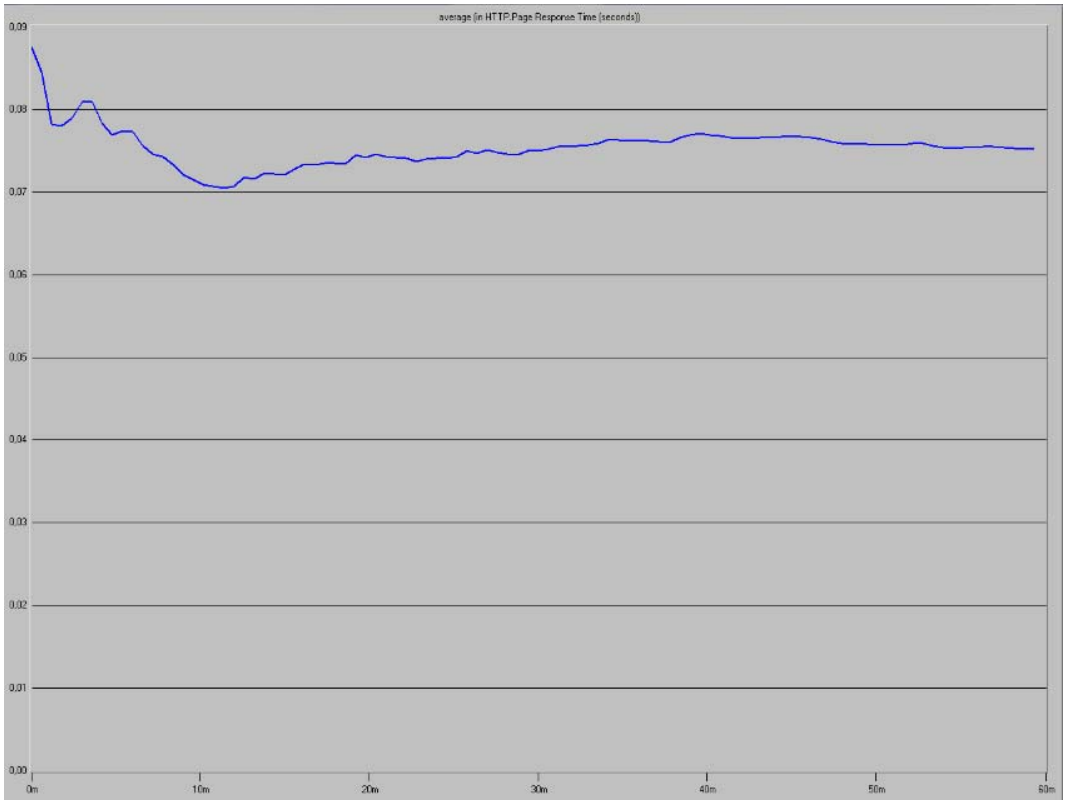

Figura 38: Tiempo de respuesta servidor HTTP del ambulatorio Jesús Reggeti.

IV.5 Resultados de la fase de análisis de costo.

Con el diseño de la red establecido. Se elaboró un estimado del costo, dicho análisis está contemplado en dos partes, las cuales son: costo por tecnología y costo por equipos.

IV.5.1 Costo de tecnologías.

La implementación de la tecnología VPN, no presenta ningún tipo de costo, ya que esta no es proporcionada por ningún proveedor, ni tampoco genera costo en cuanto a cambios en la infraestructura de los ambulatorios. Sin embargo, para poder implementar esta tecnología es necesario utilizar los dispositivos de INTERNET inalámbrico, los cuales se instalaran en los cuatro ambulatorios que no poseen servicio de INTERNET (Rural de Sabaneta, Don Pedro del Corral, Municipal de Turgua, Rural de La Mata). El costo del servicio de INTERNET inalámbrico está asociado a una renta mensual, de acuerdo al plan que se desee activar (Ver Anexo B). El plan elegido para la activación del servicio es el BAM EXPERTO de 6Gb Post-Pago, el cual tiene un costo de 230,00Bs mensual, el cual debe ser cancelado en el momento en que se adquieran los dispositivos. Para la realización del estimado del costo total del servicio de INTERNET inalámbrico, se estipuló que el servicio seria contratado por un tiempo de 12 meses, lo que da un total de 11.040Bs. por los cuatro ambulatorios antes mencionados.

IV.5.2 Costo de equipos.

El estudio del costo de los equipos se realizó de forma global, para esto se totalizó la cantidad de equipos por modelo. Estos datos se muestran en la Tabla 11.

EQUIPO	CANTIDAD
Switch D-LINK 1008A	5
Switch D-LINK 1016A	1
Rouetr TP-LINK TI-r600	2
Router HONGDIAN H7932	4
Computadoras	29
Servidor Lenovo Ts130	6
Dispositivo de INTERNET inalámbrico ZTE MF190	4

Tabla 11: Equipos empleados en la red.

Conociendo la cantidad total de equipos manejados en el diseño de la red y la cantidad de dispositivos de internet inalámbrico empleados, se realizó el estimado del costo total de toda la red. En la Tabla 12 se refleja el menor costo de cada equipo según los presupuestos de algunos proveedores de Caracas.

EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO X UNIDAD (BsF.)	TOTAL (BsF.)
Dispositivos de INTERNET inalámbrico ZTE MF190	4	440,00	1.760,00
Switch D-LINK 1008A	5	110,00	550,00
Switch D-LINK 1016A	1	360,00	360,00
Rouetr TP-LINK TI-r600	2	680,00	1.360,00
Router HONGDIAN H7932	4	5.000,00	20.000,00
Computadora	29	2.300,00	66.700,00
Servidor Lenovo Ts130	6	7.800,00	46.800,00
		TOTAL	137.170,00

Tabla 12: Costo Estimado de equipos.

Una vez obtenido el costo estimado en equipos y el costo y tiempo del servicio de INTERNET inalámbrico. Se realizó un estimado del costo total de la red, el cual dio un aproximado de 148.210,00Bs.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se presentan las conclusiones a las que se llegaron, tras haber realizado toda la investigación y análisis necesarios para la realización del proyecto propuesto en este Trabajo Especial de Grado. Conjuntamente, se presentan algunas recomendaciones que deberían ser tomadas en cuenta, por los encargados de realizar la instalación y configuración de la red descrita.

V.1 Conclusiones

- La telemedicina, es una tecnología que en la actualidad es de gran importancia para el sector salud de cualquier país, incluyendo Venezuela, debido a que permite brindar atención médica a las comunidades que se encuentran en sectores de bajos recursos, y en los que la accesibilidad es muy difícil, como es el caso del Municipio El Hatillo,.

- Tras el estimado de costos realizado, se puede decir que las redes privadas virtuales, ofrecen una gran reducción de gastos referente a equipos y estructura necesaria para el desarrollo e implementación de cualquier red de datos. Así como también, permiten el crecimiento de las redes sin necesidad de cambiar la estructura de la red ya existente, lo cual es muy ventajoso para el caso bajo estudio, ya que en un futuro, se podrían añadir nuevos ambulatorios, centros de salud, clínicas u hospitales, a la red ya diseñada.

- El ambulatorio Jesús Reggeti representa un punto crítico de la red, siendo este el nodo central de la red, debido a que presenta los mayores tiempos de *delay* y *trouhgput*, debido principalmente a la cantidad de usuarios que posee dentro de su red de área local.

- Las aplicaciones que ameriten un alto consumo de recursos, tanto de red como de *hardware*, pudiesen ser un problema para el rendimiento, funcionamiento y tiempo de respuesta de la red, ya que implica un mayor uso del ancho de banda disponible y del procesador y memorias del servidor, ya que las graficas de *responde time*¸ obtenidas en la simulación, los mayores tiempos se alcanzaron al enviar peticiones al servidor de base de datos, el cual es consultado por la aplicación empleada en los ambulatorios.

- Los tiempos del *delay* dentro de la red LAN de cada uno de los ambulatorios fueron sumamente bajos, lo que indica que los equipos empleados son suficientemente capaces, para garantizar el buen funcionamiento de la red LAN de los ambulatorios.

V.2 Recomendaciones

- Durante la realización de este trabajo de investigación, se pudo observar que la tecnología empleada para la interconexión de los ambulatorios, como lo es las redes privadas virtuales, ofrecen grandes ventajas ante otros medios de conexión como fibra óptica, cable de cobre, microondas, wi-fi, entre otros, por lo que se recomienda su aplicación en proyectos, en los que las características geográficas sean similares a las descritas en cada uno de los ambulatorios, en los que las distancias entre nodos sea muy grandes y se requiera el uso de equipos intermedios, en los cuales no exista línea de vista entre ninguno de los nodos, en los que no se requiera una infraestructura de red compleja, entre otras, debido a que las VPN son capaces de solventar todos estos inconvenientes y sobretodo aun bajo costo.

- Se recomienda la instalación de una planta eléctrica externa o de algún equipo de contingencia eléctrica como UPS en cada uno de los ambulatorios, para evitar el fallo de la red en algún punto, en caso de que el servicio eléctrico en algún ambulatorio falle.

- Al momento de la implementación de la red, es recomendable el establecimiento de un espacio en cada ambulatorio destinado únicamente para los equipos que conforman la red como: *Switch*, servidor y *router*. Este espacio debe poseer ciertas condiciones como: aire acondicionado, iluminación, entre otras, que permitan el buen funcionamiento de los mismo, de igual manera eviten el deterioro de los equipos e incluso el daño de los mismos. Inclusive esto permitiría ofrecer un nivel de seguridad de los equipos antes mencionados.

- El simulador OPNET IT GURU es una herramienta que muestra información importante como la obtenida en este trabajo de investigación, referente al comportamiento de los enlaces de una red de datos. Por tal motivo, se recomienda su uso en trabajos de investigación similares al desarrollo en este trabajo especial de grado.

- En un futuro, si se amplía la cantidad de Centros de Salud existentes en el Municipio El Hatillo (Ambulatorios) y los mismos interconectarse con otros Centros de Atención Médica como: clínicas y hospitales, para así poder mejorar a gran escala este servicio tan importante para los habitantes de las localidades estudiadas e incluso del país. Se recomienda seguir la metodología empleada en este trabajo especial de grado para el estudio de las características de las localidades y tecnologías, debido a que permiten determinar los aspectos necesarios para el diseño de una red de datos.

- En caso de existir una ampliación de nodos (Ambulatorios) dentro del Municipio el Hatillo y los mismo ser incorporados a la red ya diseñada, se recomienda, contratar un ISP como: ITM, GOLD DATA, MOVISTAR, GLOBAL CROSSING, DIGITEL, entre otros; que permitan instalar un enlace dedicado en cada uno de los ambulatorios, para así garantizar un ancho de banda fijo y mayor, con la finalidad de evitar la saturación de la red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, R. A. (Julio de 2008). *Tecnologia Wi-Fi.* Recuperado el 20 de Agosto de 2011, de http://www.cnc.gov.ar/publicaciones/N5_WI-FI.pdf

Arias, E. (Enero de 2007). *Implantación de una red privada virtual.* Recuperado el 19 de Julio de 2011, de http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/387: http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/387/1/Implantacion%20de%20una%20red.pdf

Bermudez, D. S. (s.f.). *TELEMEDICINA EN VENEZUELA.* Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No5/DSantaella.htm

Briceño, G. V. (Junio de 2009). *La telemedicina en las medicaturas rurales en Venezuela.* Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de http://www.scielo.org.ve/pdf/gmc/v117n2/art03.pdf

Brollo, G. (2008). *Redes Privadas Virtuales.* Recuperado el 20 de Julio de 2011, de http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/VPN_Gerardo_Brollo.pdf

Carrillo, A. (Febrero de 2009). *Estudio y Diseño de una red privada movil (VPN movil) con tecnologia WIMAX 802.16e-2005 (Worldwide Interoperability for Microwave Access) para un carrier local con cobertura en la zona norte de la ciudad de Quito* . Recuperado el 18 de Julio de 2011, de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1432: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1432/1/CD-2102.pdf

Cevallos, M. (2006). *Diseño e implementacion de una red virtual privada entre las oficinas de infonet ubicadas entre las oficinas de Quito y Miami.* Recuperado el 18 de Julio de 2011, de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/118: http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/118/1/T-ESPE-014307.pdf

Fernández, M. S. (Julio de 2008). *MODULO INSTRUCCIONAL SOBRE ORGANIZACIÓN SANITARIA EN VENEZUELA.* Recuperado el 20 de Agosto de 2011, de http://www.ucla.edu.ve/dmedicin/departamentos/medicinapreventivasocial/comunitaria/salud%20comunitaria/UNIDAD%20%20V%20%20INSTITUCIONES%20PRESTADORAS%20DE%20SALUD.pdf

Guzman, M., & Ramirez, R. (Mayo de 2008). *Implementación de una red privada virtual en presidencia municipal de Pachuca de Soto Hidalgo.* Recuperado el 19 de Julio de 2011, de

http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/398: http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/398/1/Implementacion%20de%20una%20red%20privada.pdf

Marcano, R. (s.f.). *LA TELEMEDICINA EN VENEZUELA: UNA REVISIÓN*. Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de http://www.saber.ula.ve/redtelemedicina/TallerTelemedicina/l_nunez-01.pdf

Maria Nieves Gutierrez Gonzalez, A. R. (S/N). *Estudio sobre las VPN (Redes Privadas Virtuales)*. Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de http://es.scribd.com/doc/2926019/Estudio-sobre-las-VPN

Martinez, B. (s.f.). *Avances de la telemedicina en Venezuela*. Recuperado el 19 de Agosto de 2011

Mivelocidad.net. (s.f.). Recuperado el 8 de Mayo de 2012, de http://www.mivelocidad.net/

Morales, J. P. (2 de Agosto de 2006). *Diseño de una re inalambrica para interconectar la matriz de la cadena de farmacias Pharmacys con sus diferentes sucursales ubicadas en la ciudad de Quito*. Recuperado el 15 de Agosto de 2011

Ñacato, M. (Enero de 2007). *Diseño e implementación de una red privada virtual (VPN) para la empresa Hato telecomunicaciones.* Recuperado el 20 de Julio de 2011, de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1309: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1309/1/CD-0609.pdf

Ochoa, G. (s.f.). *LAS TELECOMUNICACIONES, LA TELEMEDICINA Y LA REINGENIERIA DE LA SALUD*. Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de LAS TELECOMUNICACIONES, LA TELEMEDICINA Y LA REINGENIERIA DE LA SALUD: http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/a5n1/5-1-2.pdf

Perez, V. T. (2009). *Analisis y diseño de mecanismo de handoff en redes inalambricas de banda ancha IEEE 802.16e*. Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Tesis/Tesis%20Terminadas/Tesis_Maestria_Victor_Toledo_Sep_2009.pdf

Romero, G. (2008). *Unidad de Dermatología. Hospital General de Ciudad Real. Ciudad Real. España.* Recuperado el 17 de Agosto de 2011, de http://www.revespcardiol.org/sites/default/files/elsevier/pdf/103/103v99n07a13125014pdf001.pdf

Sandoval, J. (Junio de 2011). *Calidad de experiencia en el servicio banda ancha movil*. Recuperado el 15 de Junio de 2012

Trujillo, E. (Marzo de 2006). *Diseño e implementacion de una VPN en una empresa comercializadora utilizando IPsec.* Recuperado el 20 de Julio de 2011, de http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/214/1/CD-0210.pdf

UNE. (s.f.). Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de http://medicion.une.net.co/

Venezuela, U. C. (2007). *Proyecto S.O.S Telemedicina para Venezuela.* Recuperado el 19 de Agosto de 2011, de http://caibco.ucv.ve/SOSTelemedicina.pdf

Vergeles, B. J. (2007). *La telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas.* Recuperado el 17 de Agosto de 2011, de http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf

ANEXOS

Anexo A. Encuesta realizada en los ambulatorios.

MODELO DE INTERCONEXIÓN DE LOS AMBULATORIOS DEL MUNICIPIO El HATILLO, EDO. MIRANDA

Fecha: _____

Datos del ambulatorio:

Nombre: _____ Tipo: _____

Ente responsable (Público o Privado):_____

Persona contacto: _____ C.I:_____ Cargo: _____

Teléfonos: _____ Email: _____

Dirección:_____

_____

Horario de atención al público: _____

Características generales del ambulatorio:

Superficie (mts²): _____

Número de salas: _____

Número de especialidades: ____ Descripción: _____

_____

Servicio de emergencia: Si___ No____

Ambulancias: Si ___ No ___ Cantidad____ Tipo: Terrestre_____ Acuática_____

Equipos médicos: _____

_____

Antenas COPEXTEL: Si ___ No ___ Cantidad ____

Número de personas que laboran en el ambulatorio: _____

Personal Administrativo: ____ Personal Médico: _____ Enfermeros: _____

Personal Paramédico: _____ Otros: _____

Nacionalidad del personal: Venezolano _____ Extranjero: _____

Capacidad de pacientes por día: _____ Número de pacientes diarios: _____

Patologías comunes: _____

_____

¿A qué Hospital refieren a los pacientes?_____

_____

Características técnicas del ambulatorio:

Accesibilidad: Fluvial_____ Aérea____ Terrestre: Asfalto_____ Tierra_____

Servicio de electricidad: Si___ No ___ Temporalidad: _____

Planta eléctrica: Si____ No____ Vatios: _____

Servicio telefónico: Si ____ No____ Número de líneas: _____

Número de Computadoras: _____ Configuración: _____

_____

Servicio de Internet: Si____ No____ Velocidad: _____ Poveedor:_____

Radio Bases cercanas: Si____ No____ Distancia: _____ mts. Altura: _____ mts.

Coordenadas Geográficas:

Latitud: _____ Longitud: _____ Altitud: _____ msnm.

Población cercana al ambulatorio

Nro. de Habitantes: _____

Observaciones:_____

_____

_____

_____

_____

Anexo B. Planes y tarifas del INTERNET inalámbrico.

Planes de DIGITEL

Planes Pre-Pago DIGITEL

BAM EVENTUAL:
Cuota Mensual: 59,00
Contenido Incluido: 512 MB
Tarifa adicional en Kb: 0,0001/ KB

BAM MODERADO:
Cuota Mensual: 79,00
Contenido Incluido: 1024 MB (1GB)
Tarifa adicional en Kb: 0,0001/ KB

BAM AVANZADO:
Cuota Mensual: 170,00
Contenido Incluido: 4.096 MB (4GB)
Tarifa adicional en Kb: 0,0001/ KB

BAM FRECUENTE
Cuota Mensual: 122,00
Contenido Incluido: 3.072 MB (3GB)
Tarifa adicional en Kb: 0,0001/ KB

BAM EXPERTO:
Cuota Mensual: 230,00
Contenido Incluido: 6.144 MB (6GB)
Tarifa adicional en Kb: 0,0001/ KB

RADI-CALL PLUS 3G:
Cuota Mensual: 0
Contenido Incluido: 0
Tarifa adicional en Kb: 0,00098/ KB

Planes Post-Pago DIGITEL

Los planes Post-Pago tienen las mismas tarifas que los planes Pre-Pago

Planes de MOVILNET

Planes pre-pago de MOVILNET

Plan 2G 80,00 Plan 4G 140,00 Plan 8G 180,00

Anexo C. Especificaciones técnicas del Switch D-LINK 1008A

Detalles técnicos	
Tecnología de conectividad	Con cables
Source data-sheet	ICEcat.biz
Conectividad	
Cantidad de puertos	8
Copper ETHERNET cabling technology	10Base-T, 100Base-TX
ETHERNET LAN (RJ-45) cantidad de puertos	8
Peso y dimensiones	
Montaje en bastidor	-
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	192 x 118 x 32 mm
Peso	301 g
Apilabre	-
Contro de energía	
Energía sobre ETHERNET (PoE), soporte	✗
Consumo energético	2 W
Requisitos de energía	DC 7.5V/1A
Condiciones ambientales	
Humedad relativa	10 - 90 %
Alcance de temperatura operativa	0 - 50 °C
Temperatura	-10 - 70 °C
Humedad relativa	5 - 90 %
Protocolos	
Protocolo de trasmisión de datos	ETHERNET / FAST ETHERNET
Red	
Tamaño de la tabla de direcciones MAC	1000 entradas
Características de red	ETHERNET, Fast ETHERNET
Estándar de red	802.3, 802.3u, ANSI/IEEE 802.3, 802.3x
Color	
Color de producto	Plata

Transmisión de datos	
Tasa de transferencia (máx)	200 Gbit/s
Full dúplex	✔
Tasa de transferencia de datos(min/max)	10/100 Mbps
Capacidad de conmutación	-
Velocidad de transferencia (paquete)	14880 - 148800 pps
10G support	-
Iluminación/Alarmas	
Energía LED	✔
Indicadores LED	Power
Características de manejo	
Tipo de interruptor	No administrado
Switch capa	L2

Anexo D. Especificaciones técnicas del Switch D-LINK 1016A

Detalles técnicos		
Source data-sheet	Icecat.biz	
Memoria		
Memoria temporal	2 MB	
Conectividad		
Cantidad de puertos	16	
DC-in jack	✔	
ETHERNET LAN (RJ-45) cantidad de puertos	16	
Peso y dimensiones		
Montaje en bastidor	-	
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	280 x 125.8 x 44 mm	
Apilabre	✔	
Contro de energía		
Energía sobre ETHERNET (PoE), soporte	✘	
Consumo energético	2.3 W	
Voltaje de entrada	100 - 240 V	
Frecuencia de entrada	50 - 60 Hz	
Número de fuente de alimentación	1	
Condiciones ambientales		
Temperatura	-10 - 70 °C	
Alcance de temperatura operativa	0 - 40 °C	
Humedad relativa	10 - 85 %	
Húmedad (en almacenaje)	10 - 90 %	
Resistencia		
Tiempo medio entre fallos	840221 h	
Protocolos		
Protocolos de gestión	CSMA/CD	
Red		
Tamaño de la tabla de direcciones MAC	8000 entradas	

Auto MDI/MDI-X	✔
Características de red	FAST ETHERNET
Guardar y remitir	✔
Soporte de control flow	✔
Estándar de red	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Color	
Color de producto	Marrón
Transmisión de datos	
Tasa de transferencia (máx)	0.1 Gbit/s
Full dúplex	✔
Tasa de transferencia de datos(min/max)	10, 100 Mbps
Capacidad de conmutación	3.2 Gbit/s
10G support	✘
Seguridad	
MAC, filtro de direcciones	✔
Aprobaciones reguladoras	
Certificados	FCC, ICES-003, CE, C-Tick, cUL, LVD
Iluminación/Alarmas	
Energía LED	✔
Indicadores LED	Link
ConectividadLEDs	✔
Wireless LAN features	
WLAN, conexión	✘
Características de manejo	
Tipo de interruptor	No administrado
Switch capa	-

Anexo E. Especificaciones técnicas del Router TP-LINK Tl-r600

El router VPN de banda ancha gigabit SafeStream™ TL-R600VPN de TP-LINK, cuenta con soporte para conexiones por ETHERNET de gigabit tanto en puertos WAN como LAN lo que garantiza una conectividad por cable de alta velocidad. Integra varios protocolos VPN, capacidades VPN de alta seguridad y desempeño, que permiten a los empleados una conexión remota a sus oficinas principales de una manera tan segura que es casi como si estuvieran ahí. Además, el TL-R600VPN cuenta con varias estrategias de seguridad como un firewall SPI, defensa DoS y enlace IP-MAC que ayuda a proteger su red contra los ataques más conocidos. El TL-R600VPN es el compañero ideal para oficinas pequeñas, que requieran de soluciones VPN confiables y a un precio accesible.

El TL-R600VPN cuenta con soporte de IPsec así como de protocolos VPN de PPTP y puede manejar el pase a través de áreas congestionadas en IPsec/PPTP/L2TP. También cuenta con un motor basado en VPN integrado en su hardware que permite al router el soporte y manejo de hasta 20 IPSec LAN a LAN y 16 conexiones VPN PPTP. Las características VPN incluyen: encriptación DES/3DES/AES128/AES192/AES256, autentificación MD5/SHA1, Manejo Manual /por llave IKE, y modos de negociación principal y agresivo.

Para defensa contra amenazas externas, el TL-R600VPN cuenta con la función de firewall SPI. Adicionalmente, cuenta con defensa automática para detectar y bloquear los ataques de negación de servicio DoS (Denial of Service por sus siglas en inglés) tales como flooding de TCP/UDP/ICMP, Escaneo de TCP, Ping of Death y otras amenazas relacionadas. Además, este router cuenta con funciones de filtrado de IP/MAC/nombre del dominio, que previene los ataques de intrusos y de virus. Para las aplicaciones tales como FTP, TFTP, H.323 y RTSP que no son compatibles con NAT, el TL-R600VPN ofrece a los administradores el permiso con un clic de las elecciones ALG que corresponden a las cuatro aplicaciones antes mencionadas.

Prestaciones:

- 1 puerto WAN gigabit y 4 puertos LAN gigabit que ofrecen conectividad por cable de alta velocidad.
- Soporta los protocolos IPsec/PPTP VPN, Hasta 20 túneles IPsec VPN y 16 túneles PPTP VPN se soportan de manera simultánea.

- El firewall SPI y la defensa DoS protegen a su red de la mayoría de ataques por INTERNET conocidos.
- Protección contra descargas de hasta 4KV que protege su inversión tan segura como sea posible.
- Tipos de conexión: IP Dinámico/Estático, PPPoE/Russian PPPoE, L2TP/Russian L2TP, PPTP/Russian PPTP y WAN por cable BigPond WAN.
- Hasta 20 túneles VPN de IPsec, 16 túneles VPN PPTP.
- Encriptación DES, 3DES, AES128, AES192, AES256.
- Autentificación MD5, SHA1.
- Modo manual, por llave IKE.
- LAN-a-LAN IPsec VPN.
- Enrutador estático.
- MAC Clone, enlace de IP&MAC, control de banda ancha.
- Cliente/ servidor DHCP, reservación de dirección DHCP.
- Servidor virtual, activación virtual, DMZ, UPnP.
- Firewall SPI, PPTP/L2TP/ Puerto de transferencia IPsec, ALG FTP / TFTP / H.323 / RTSP.
- Defensa contra ataques DoS, Ping of Death.
- ACL.
- DNS dinámico.
- Manejo remoto.

Anexo F. Especificaciones técnicas del Servidor Lenovo Ts130

Características:

Tipo: Servidor

Factor de forma: Torre

Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura): 17.5 cm x 40.7 cm x 37.7 cm

Peso: 11.2 kg

Escalabilidad de servidor: 1 vía

Procesador: 1 x Intel Xeon E3-1225 / 3.1 GHz (3.4 GHz) (Quad.Core)

Procesador: Intel Extended Memory 64 Technology, Intel Virtualization Technology, Intel Turbo Boost Technology 2

Memoria caché: 6 MB L3

Caché por procesador: 6 MB

Memoria RAM: 8 GB (instalados) / 16 GB (max.) – DDR33 SDRAM – ECC – 1333 MHz – PC3- 10600

Controlador de almacenamiento: Serial ATA (Serial ATA-600)

Disco duro: 1 x 500 GB – estándar – Serial ATA - 300

Almacenamiento óptico: DVD-ROM

Controlador gráfico: Intel HD Graphics P3000 Dynamic Video Memory Technology

Audio salida: Tarjeta de sonido - estéreo

Conexión de redes: Adaptador de red - ETHERNET, Fast ETHERNET, Gigabit ETHERNET

Alimentación: CA 120/230 V (50/60 Hz)

Anexo G. Especificaciones técnicas del Router Hongdian H7932

Mobile network (optional)

CDMA 2000 EVDO compatible with CDMA 1x, WCDMA (HSDPA, HSUPA) compatible with GPRS and EDGE , TD-SCDMA compatible with GPRS and EDGE

ETHERNET Standard

IEEE 802.3, IEEE 802.3u

Interface

5× 10/100Mb LAN interface, 1× SMA-K 3G antenna interface, 1× Standard SIM/R-UIM interface, 1× Standard DC power interface, 1× RS-232 Interface

Security

IP packets filter, MAC filter

Device management

Web browser (IE v5 or above), Telnet

VPN

IPSec, PPTP, L2TP, GRE

Function Features

Embedded industrial wireless module

Supports APN and the VPDN wireless private network

Supports always online technology

Supports DHCP Server and IP address binding

Supports NAT and DMZ

Supports automatic timing operation

Supports idle model

Supports DNS proxy and Dynamic DNS (DDNS)

Supports NTP

Supports data flow statistics

Supports LED status indication

Supports firmware update via Web

Supports VLAN

Supports IPSEC, GRE, PPTP, L2TP

Supports GPS tracking

Supports dual SIM backup(H7932 only)

Supports DTU function

Supports LCP, ICMP check