



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**MIGRACIÓN DE RADIO BASE SUYAPA,**

**SERCOM DE HONDURAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR:**

**20411089 MARVIN ANTONIO GUILLEN JIMÉNEZ**

**ASESOR:**

**ING. LUIS MILIAN**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA**

**MAYO, 2018**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

En esta sección especial agradezco de todo corazón a mi madre María de la Paz Jiménez Deras y mis tíos que siempre me han apoyado en las buenas y en las malas, que siempre me brindaron ánimo y fuerzas para seguir adelante. A mis hermanos Alejandro Emilio Guillén Jiménez, Dennis Ricardo Guillén Jiménez y Andrea Alejandra Guillén Jiménez que me impulsaron a finalizar esta meta.

Agradezco a mi amigo Elvin Rolando Castellanos Dubón que siempre me ha apoyado para que finalice otra meta más en mi vida.

Dedicada a TBF.

Marvin Antonio Guillen Jiménez

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe contiene el desarrollo de la migración de una radio base en Suyapa que es parte de las asignaciones al departamento de Operación y Mantenimiento de Datos de la empresa Sercom de Honduras.

La necesidad de este proyecto surge debido a que las dos radios bases asignadas al nodo de Suyapa las cuales el departamento de operación y mantenimiento de datos es el encargado de su ordenamiento se encuentran en estado obsoleto y sin capacidad de proporcionar mantenimiento a las mismas.

Las radios bases actuales cuentan con un rectificador de voltaje obsoleto y dañado, sin posibilidad de soporte local de este equipo SR 40A /-48V/1.4.2. Por lo que debido a esta solicitud el departamento de operación y mantenimiento de datos realizaron una adquisición de una radio base Air Handling Dantherm modelo HEX3106. Esta radio base permitió con la migración, realizar una mejor adecuación de los usuarios finales asignados a este nodo y una optimización de recursos asignados al nodo para liberar equipo. Esta radio base tiene su sistema de aire con ventilación para poder ofrecer un mejor desempeño del equipo colocado internamente.

En el desarrollo del proyecto asignado debo realizar la verificación de los equipos asignados al nodo, con sus respectivos puertos o ranuras habilitadas para su utilización, la ubicación de las tarjetas de enlace de red de cobre a fibra óptica y las ranuras de entrega de la última milla de los usuarios finales asignados a esta radio base. El estudio de las diferentes comunicaciones de red a través de diferentes medios de transmisión en el nodo. La documentación a través de etiquetas de cada una de las conexiones que se realicen de cada uno de los equipos involucrados en este proceso. Optimizar la asignación de clientes de este nodo de Suyapa utilizando los equipos de las radio bases anteriores. Finalizando con la verificación de la entrega de la radio base en una ventana asignada para esta migración en la cual se comprobara que todos los enlaces de usuarios de última milla queden funcionando como estaban antes de la migración.

## Índice de Contenido

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la empresa.....	2
2.1	Descripción de la empresa.....	2
2.2	Principios de conducta.....	2
2.3	Descripción del departamento.....	2
2.4	Antecedentes del problema.....	3
III.	Planteamiento del problema.....	4
3.1	Definición del necesidad de migración de nodo suyapa.....	4
3.2	Objetivos.....	4
3.2.1	Objetivo general.....	4
3.2.2	Objetivos específicos.....	4
3.3	Justificación.....	5
IV.	Marco teórico.....	6
4.1	Historia de la Conmutación Telefónica.....	6
4.2	La señal de la voz.....	7
4.3	Presentación de los datos.....	8
4.4	Terminología para describir las velocidades de la conectividad de las redes.....	8
4.5	Redes de conmutación de circuitos.....	9
4.6	Comunicación de datos a través de redes.....	11
4.6.1	Red de Área Amplia.....	11
4.6.2	Red de Área Local.....	12
4.7	Arquitectura y protocolos.....	12
4.8	Modelo de Tres Capas.....	13
4.9	Modelo OSI.....	14
4.10	Arquitecturas de protocolos TCP/IP.....	16
4.11	Normalizaciones.....	18

4.12	Medios de Transmisión de Datos.....	19
4.13	Modulación y Demodulación.....	20
4.14	Espectro Electromagnético .....	21
4.15	Medios de Transmisión Guiados.....	22
4.15.1	Par Trenzado.....	24
4.15.2	Clase y categorías de pares trenzados .....	24
4.15.3	Fibra Óptica.....	25
4.15.4	Divisores ópticos.....	31
4.15.5	Amplificadores.....	31
4.15.6	Caja de empalme.....	31
4.16	Medio de transmisión Inalámbrica.....	32
4.16.1	Microondas terrestres.....	33
4.16.2	Microondas por satélite .....	34
4.16.3	Ondas de Radio.....	36
4.16.4	Infrarrojos .....	36
4.17	Multiplexado.....	36
4.17.1	Multiplexado por división de frecuencias .....	36
4.17.2	Multiplexado por división de tiempo.....	37
4.18	Jerarquía Digital plesiocrona – PDH.....	37
4.19	Jerarquía Digital Síncrona o SONET/SDH.....	37
4.20	Red Metro Ethernet .....	37
4.21	Internet .....	38
4.22	Protocolo IP .....	41
4.23	Puertos TCP Y UDP.....	41
4.24	Paquetes IP.....	41
4.25	direcciones IP .....	42
4.26	Subredes IP .....	43

4.27	Mascara de Subred .....	43
4.28	Compresión de otros protocolos de internet .....	44
4.29	Redes Privadas Virtuales .....	45
4.30	Calidad de Servicio en Rede IP .....	46
4.31	Etiquetado de tramas en VLAN .....	47
4.32	MPLS.....	47
4.33	Compresión de Equipos de la red .....	47
4.33.1	Nodo.....	47
4.33.2	radio Base.....	47
4.34	IMC.....	51
4.35	Categorías de productos de IMC NETWORKS.....	52
4.36	Características del producto.....	53
4.37	Modulo Base 10/100- cobre TX a Base 100-FX.....	59
4.38	Productos SFP .....	60
4.39	Generaciones de las Telecomunicaciones.....	60
4.39.1	Sistemas Analógicos.....	60
4.39.2	Sistemas Digitales (2G).....	61
4.39.3	Tercera Generación (3G) .....	61
4.39.4	Cuarta Generación (4G).....	62
V.	Metodología .....	64
5.1	Hipótesis o variables de la investigación.....	64
5.2	Definición operacional de las variables.....	64
5.3	Variable Independiente .....	65
5.4	Variable Dependiente .....	65
5.5	Técnicas e instrumentos aplicados .....	65
5.6	Fuentes de información.....	65
5.7	Cronograma de actividades.....	66

VI.	Descripción del trabajo realizado.....	67
6.1	Resultados de la investigación .....	67
6.2	Evaluación de nodo de suypa.....	68
6.3	Equipos Involucrados en radio bases.....	70
6.4	Conexión a una Tarjetas IMC .....	74
6.5	Conexión a un switch cisco .....	75
6.6	Radio Base Nueva.....	78
6.7	ETX-1300.....	79
6.8	Análisis e implementación.....	79
VII.	Conclusiones .....	81
VIII.	Recomendaciones.....	82
	Bibliografía.....	83
	Anexos.....	85
	Anexo 1. Cambio de ip de pc para realizar reseteo por defecto de radio canopy.....	85
	Anexo 2. Ingreso web a la ap canopy.....	85
	Anexo 3. Configuración de cables para ingresar a reseteo por defecto en AP CANOPY .....	86
	Anexo 4. Detalles técnicos de tarjetas imc .....	86
	Anexo 5. Indicadores de tarjetas imc.....	87
	Anexo 6. Indicadores de tarjetas imc.....	87
	Anexo 7. Indicadores de tarjetas imc.....	88

## **ÍNDICE DE IMAGEN**

Ilustración 1	Modelo simplificado para las comunicaciones.....	10
Ilustración 2	Redes y Arquitectura de protocolos .....	14
Ilustración 3	Las siete capas del Modelo OSI .....	16

Ilustración 4 Modelo de Arquitectura del Protocolo TCP/IP .....	18
Ilustración 5 Espectro electromagnético para las telecomunicaciones .....	19
Ilustración 6 Técnicas de Modulación .....	21
Ilustración 7 Espectro electromagnético de frecuencias.....	22
Ilustración 8 Medios de cobre.....	23
Ilustración 9 Clasificación de pares trenzados según su categoría.....	25
Ilustración 10 (Arriba) Esquema del fenómeno de reflexión. (Abajo) Esquema del fenómeno de refracción .....	26
Ilustración 11 Modo de transmisión de fibra Monomodo.....	27
Ilustración 12 Modo de transmisión de fibra Multimodo.....	28
Ilustración 13 Diagrama de un conector.....	29
Ilustración 14 Conectores Ópticos.....	30
Ilustración 15 Características de las bandas en comunicaciones no guiadas .....	32
Ilustración 16 Ecuación de la pérdidas.....	34
Ilustración 17 distintas configuraciones de comunicaciones vía satélite.....	35
Ilustración 18 Convergencia sobre IP .....	39
Ilustración 19 Número de hosts de Internet en el mundo: 1969-2012 .....	40
Ilustración 20 Esquema que muestra la distribución de un paquete ip.....	42
Ilustración 21 Máscaras de subred más comunes.....	44
Ilustración 22 Evolución de las técnicas de calidad y servicio.....	46
Ilustración 23 Chassis de 20 .....	49
Ilustración 24 Diagrama Mecánico .....	49
Ilustración 25 Optical Distribution Frame de Rack .....	50



Ilustración 26 Radio Base 1 Nodo Suyapa.....	68
Ilustración 27 Radio Base 2 Nodo Suyapa.....	69
Índice de Tablas	
Tabla 1 Características de transmisión de medios guiados punto a punto.....	23
Tabla 2 Sistema Rectificado Cableado de Alta Frecuencia.....	48
Tabla 3 Radio base Dantherm hex 3106.....	48
DIAGRAMA GANTT MIGRACION DE RADIO BASE SUYAPA.....	66
Índice de Ecuaciones	
Ecuación 1 Onda Senoidal de la portadora.....	20
Ecuación 2 Longitud de onda.....	22

## GLOSARIO

**Atenuación:** El espacio libre es el vacío, por lo que no hay pérdidas de energía al propagarse una onda por él.

**Modulación por codificación de pulsos:** Proceso en el que se muestra una señal, se cuantiza y se convierte la magnitud de cada muestra según una referencia prefijada, codificándola en una señal digital.

**Prosodia:** Agrupa aspectos tales como las características personales del locutor o su estado de ánimo que, en algunas aplicaciones como la síntesis artificial de voz, resultan de una importancia extraordinaria para evitar que la voz sintetizada suene demasiado “metálica”.

**Señal Analógica:** Onda electromagnética que varía continuamente y puede propagar por medios diversos.

**Señal digital:** Una señal discreta o discontinua, por ejemplo, un conjunto de pulsos de tensión.

**Muestreo:** Consiste en seleccionar, de todos los valores que toma dicha señal a lo largo del tiempo, únicamente los de ciertos instantes concretos.

**Cuantificación:** El resultado del muestreo es un conjunto de valores de la señal tomados en ciertos instantes de tiempo, pero la señal sigue siendo continua en amplitud y es necesario discretizarla.

**Ruido:** Es cualquier tipo de interferencia no deseada presente en la banda de paso de señal de información, que se suma a la señal de información y que puede ocasionar ciertos problemas en la comunicación, como que la señal recibida pierda calidad o incluso deje de ser recibida correctamente.

**Corrientes portadoras:** Emplean las propias líneas de distribución, eléctricas o telefónicas para transportar la información sin perjuicio de su uso original.

**ATM:** Es una técnica de transferencia rápida de información binaria de cualquier naturaleza, basada en transmisión de células de longitud fija, sobre las actuales redes plesiócronas (PDH) y/o síncronas (SDH).

## I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis, corresponde al informe final del desarrollo de la práctica profesional en el departamento Operaciones y Mantenimiento de Datos de la empresa Sercom de Honduras como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería en Telecomunicaciones con una duración de diez semanas comenzando el 24 de enero al 10 de Abril de 2018

Huidobro Moya & Pastor (2015) Afirma lo siguiente:

La red telefónica constituye la principal red de telecomunicaciones; permite que usuarios en cualquier parte del mundo puedan hablar unos con otros de una manera sencilla y, además, se puede utilizar para la comunicación de datos (p. 1).

El desarrollo de la práctica profesional consiste en la migración de los equipos contenidos en dos radios bases que se encuentran en un nodo de Suyapa y ubicarlos en una radio base de mejores capacidades. En cada equipo conectado hay diferentes clientes de última milla de fibra óptica conectados a este equipo. Las tecnologías que se utilizan para cada una de las conexiones de forma óptica y eléctrica utilizando los diferentes medios para realizar estas conexiones.

Se tuvo que realizar un aprendizaje del funcionamiento de las diferentes tecnologías que se utilizan para hacer las conexiones y de los diferentes equipos que se detallan en el presente informe para hacer la conexión con los clientes de última milla de fibra y sus diferentes servicios que se proporcionan a cada uno de los clientes.

Para determinar la forma de realizar este proyecto se realizó un análisis científico de los componentes fundamentales como equipos, tarjetas, cables y fuentes de poder. Se procedió con la observación de cada configuración que se encontraba interna en los equipos y en la observación de las conexiones de cada cable de red y cable de fibra óptica para ubicar la posición de cada punto de conexión en los diferentes equipos.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Sercom de Honduras tiene la misión de ser líderes en telecomunicaciones en toda la región de Centroamericana.

Su visión es mejorar la vida de los clientes, ayudando a las personas, negocios y comunidades a estar más y mejor conectados con el mundo.

### **2.2 PRINCIPIOS DE CONDUCTA**

La conducta ética sin dejar de reconocer el beneficio inmediato que producirá establecer un código de conducta, es importante orientar el esfuerzo de todos los miembros de la empresa a fin de desarrollar en cada uno, la habilidad de descubrir –utilizando la propia capacidad- lo que está correcto, para lograr una adecuada toma de decisiones. A largo plazo, se aspira que la empresa desarrolle y promueva su responsabilidad.

Para decidir adecuadamente, es necesario discernir entre varias alternativas, utilizando la capacidad personal, conociendo y defendiendo los objetivos, valores, principios y políticas generales. En resumen, no se desea que las personas se apeguen únicamente a las reglas, sino que utilicen su propio poder para dar una respuesta adecuada a cada situación que se presente en las actividades laborales.

### **2.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El departamento Operación y Mantenimiento de datos tiene la misión de mantener el equipo de asignado a la última milla entre el nodo o estación base y el cliente en funcionamiento activo, buscando las mejores opciones de tecnología disponible para lograr este propósito.

## **2.4 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Dentro de la empresa Sercom de Honduras existe un área dedicada para la operación y mantenimiento de datos de los equipos asignados a los clientes corporativos de última milla. Dentro de los equipos dentro del departamento nos encontramos con los siguientes: enrutadores, conmutadores, antenas, tarjetas imc, chasis, rici, etx, hit 7020, supresor, fuentes de poder, contrafuegos, cables de red de cobre y cables de fibra óptica.

Durante el desarrollo de esta migración se debe realizar las pruebas de funcionamiento de los equipos después de la reubicación y conexión de poder y cables de red para comprobar que el cambio se ha realizado de manera correcta, esta migración se realizó en una ventana de tiempo que no afecte a los clientes conectados.

Estas migraciones o adecuaciones son parte fundamental dentro del departamento ya que permiten mejor diseño de la red disponible y una mejor búsqueda de clientes cuando exista una falla en los nodos asignados.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL NECESIDAD DE MIGRACIÓN DE NODO SUYAPA**

El departamento de operación y mantenimiento de datos de la empresa Sercom de Honduras necesita realizar una migración y reubicación de los equipos asignados a dos radios bases a una radio base de más capacidades. La reubicación se debe a que el equipo actual ya presenta condiciones de obsoleto fuera de soporte técnico para su mantenimiento por lo que no puede continuar operando con esos inconvenientes.

#### **3.2 OBJETIVOS**

##### 3.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar una migración de los equipos asignados a las radios bases del nodo que presentan la falla de estar obsoletos a la ubicación en la radio base que se encuentra en el nodo para reducir el número de equipo asignadas al nodo de Suyapa que realiza el departamento de Operaciones y Mantenimiento de datos.

##### 3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el equipo asignado al nodo al utilizar solo el equipo necesario para el nodo o de mayor capacidad.
- Habilitar la nueva radio base para que almacene los equipos que fueron retirados de las radios bases obsoletas.
- Realizar un estudio completo del equipo asignado a las radio bases obsoletas con el fin de encontrar mejoras en la configuración de los enlaces asignados a las radio bases de Suyapa.

### **3.3 JUSTIFICACIÓN**

El departamento de operación y mantenimiento de datos como una de sus tareas del departamento es proporcionar una mejora en las condiciones donde se encuentran las conexiones de última milla de los clientes corporativos. Debido a que este nodo presenta dos radios bases que están obsoletas y no presentan las condiciones de climatización adecuada para los equipos se procede a analizar el movimiento de estos equipos a esta radio base más robusta. Al finalizar esta migración podremos ofrecer una mejor conexión con los clientes corporativos del nodo y mejora en la ubicación de los puntos de conexión de los enlaces de última milla de los clientes corporativos con el debido proceso de etiquetar las conexiones.



## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 HISTORIA DE LA CONMUTACIÓN TELEFÓNICA**

Tomasi (2003) Afirma: “El objetivo fundamental de un sistema electrónico de comunicaciones, es transferir información de un lugar a otro” (p. 1).

La principal función que realiza un sistema de electrónico de comunicaciones telefónicas es la conmutación, y a partir de ella, se encuentra la tecnología que permite realizar con una mayor capacidad y rapidez la interconexión de equipos que intervienen en la conmutación electrónica. Los datos originales a transmitir se pueden encontrar en forma analógica (continua), como la voz humana o la música, o en forma digital como ser el código binario o código alfanuméricos.

El primer sistema eléctrico de comunicaciones fue desarrollado por Samuel Morse en 1837, utilizo la inducción electromagnética para transferir la información en forma de puntos, rayas y espacios entre un transmisor y un receptor sencillos. En 1876, Alexander Graham Bell y Thomas A. Watson fueron los creadores del teléfono este dispositivo permitió la transferencia exitosa de la voz humana. Guglielmo Martinez transmitió por primera vez señales de radio a través de la atmosfera terrestre en 1894 y Lee Deforest invento la válvula al vacío que permitió amplificar señales eléctricas en 1908. La radio comercial comenzó en 1920 cuando se empezó a emitir señales de amplitud modulada (AM), y en 1933 Edwin Howard Armstrong invento la modulación de frecuencia (FM).

Los sistemas de electrónicos modernos de comunicación incluyen los de cables metálicos por microondas y los de satélites, así como los de fibra óptica. Los sistemas electrónicos de comunicaciones están compuestos por un transmisor, un medio de transmisión y un receptor.

## 4.2 LA SEÑAL DE LA VOZ

Huidobro Moya & Martínez (2006) Afirma lo siguiente:

Todos los seres vivos de la creación disponen de algún mecanismo de comunicación con el entorno que los rodea. Incluso los más sencillos como las bacterias intercambian con su medio ambiente sustancias químicas haciendo gala de una primitiva función de relación. Los animales superiores, sin embargo, utilizan unos mecanismos mucho más complejos, entre ellos el sonido. Aquí nos centraremos, obviamente, en los sonidos que emitimos los seres humanos y que nosotros llamamos voz (p. 11).

Con el paso de los años, el entorno del procesador de voz se ha visto beneficiado de la evolución de las tecnologías que permiten representar de mejor manera las características de la voz en el dominio temporal y de frecuencia. La manera más simple y correcta de clasificación de las continuas transiciones de la señal de la voz son las que se basan en el estado de la fuente de producción de la voz. El método utiliza la representación en el dominio temporal y acepta la convención de la existencia de tres estados bien definidos.

Los estados de la voz son:

- a. Silencio (SL): en el que no hay voz.
- b. Voz Sorda (SR): en el que las cuerdas vocales no vibran.
- c. Voz Sonora (SN): en el que las cuerdas vocales vibran dando lugar a una señal casi periódica.

La voz es el soporte físico del que habla que, junto con la escritura, constituyen una de las dos formas de comunicación principales entre los seres humanos. La vibración de las cuerdas vocales da lugar a una onda de voz con contenido espectral muy característico. La banda vocal, es decir, el conjunto de frecuencias que es posible encontrar en la señal de la voz, está comprendida entre los 20 Hz y 20 kHz, si bien la mayor parte de la información que transporta se concentra entre los 300 y 3,400 Hz. Esta última porción es lo que se transmite en las redes telefónicas convencionales y se conoce, por ello, como ancho de banda telefónico. Otro aspecto importante de la señal de la voz es su temporalidad. La señal de voz contiene información más compleja y difícil de modelar y recibe el nombre de información prosódica.

### 4.3 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Mano & Kime (2005) Afirma: “El sistema básico binario es un sistema en base 2 con dos dígitos: 0 y 1” (p. 9).

La mayoría de las personas saben que las computadoras, en su nivel más elemental trabajan con códigos binarios que son el 1 y 0. A cada uno de estos números se le conoce como bit, que es la abreviatura de dígito binario. Byte es la secuencia de dígitos binario que contiene 8 dígitos. Al colocar una secuencia de 1000 bits juntos producirá un kilobit, o colocando 1000 bytes tendrá un kilobyte.

La posición en la que se encuentre los dígitos del sistema de numeración binaria es de mucha importancia. Presentaremos valores en las ocho posiciones menos significativas que se utilizan en el sistema de numeración binario:

128    64    32    16    8    4    2    1

Por tanto, suponga que tiene el número binario siguiente:

1    0    1    0    1    1    0    1

El número binario se representa de la siguiente forma:  $128+32+8+4+1$  esto es 173 en el sistema decimal. Se calcula de la siguiente manera:

$$(128 \times 1) + (64 \times 0) + (32 \times 1) + (16 \times 0) + (8 \times 1) + (4 \times 1) + (2 \times 0) + (1 \times 1)$$

### 4.4 TERMINOLOGÍA PARA DESCRIBIR LAS VELOCIDADES DE LA CONECTIVIDAD DE LAS REDES

Los negocios de la conectividad de las redes están relacionados directamente con la transferencia de datos de un punto a otro. El ancho de banda es la cantidad de datos que cualquier conexión de red puede transmitir, este se mide por la cantidad de datos que puede transmitir una conexión en un determinado periodo.

La unidad de medida más utilizada del ancho de banda es bit por segundo, abreviada como bps. El ancho de banda es el número de bits que una conexión puede transferir en un segundo. En esta medida utilizamos los diferentes múltiplos de esta medida:

- a. Kbps: miles de bits por segundo.
- b. Mbps: millones de bits por segundo.
- c. Gbps: miles de millones de bits por segundo.

Hallberg (2007) Afirma: “El Hertz es el número de ciclos que se transfieren por segundo” (p. 15).

El Hertz se pronuncia “hurts” y se utiliza la siguiente abreviatura Hz. En esta medida también encontramos los múltiplos siguientes:

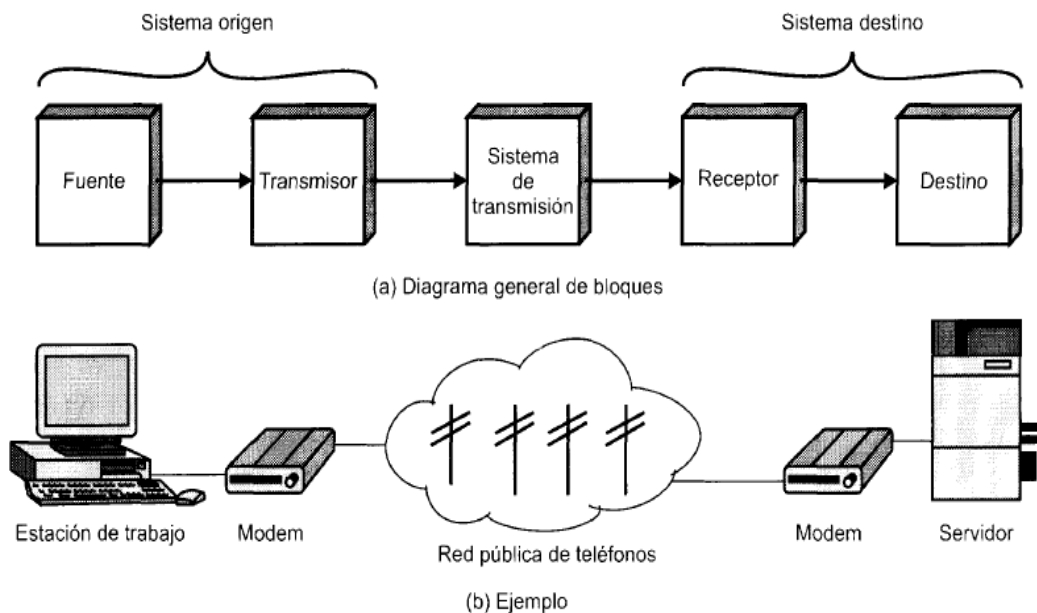
- a. KHz: miles de Hertz.
- b. MHz: millones de Hertz.

#### **4.5 REDES DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS**

Huidobro Moya & Pastor (2015) Afirma lo siguiente:

Las distintas redes de telecomunicación se pueden clasificar en función de la técnica de conmutación empleada; así, tenemos las basadas en la conmutación de circuitos, de paquetes o mensajes, cada una adecuada para proporcionar determinados servicios, siendo en general las de circuitos las adecuadas para cursar tráfico de voz ya que no introducen retardo, al que la misma es muy sensible, llegando incluso a hacer ininteligible una conversación si es muy elevado dicho retardo (p. 2).

La conmutación de circuitos es la técnica que permite que dos terminales (una terminal de receptor y otra terminal de emisor) se comuniquen a través de un único circuito y específico, que ha sido dedicado para ese fin del inicio de la misma comunicación y dejado en libertad una vez que ha terminado la comunicación, con la oportunidad que esté disponible para otros usuarios para la utilización.



### Ilustración 1 Modelo simplificado para las comunicaciones

Fuente: (Stallings, 2004)

Los elementos fundamentales de este modelo son los siguientes:

- a. La Fuente: Este dispositivo origen se utiliza para generar las señales de los datos a transmitir por el dispositivo transmisor conectado al sistema de comunicación.
- b. El transmisor: Los datos generados por la fuente de origen no pueden ser transmitidos de forma directa tal como son generados ya que son generados en señal digital y deben ser transformados a señal análoga. Es necesario transformar y codificar la información para que sea enviada por el sistema de transmisión.
- c. El sistema de transmisión: Es una línea de transmisión hasta una compleja red que conecta la fuente de origen con el destino final de la transmisión.
- d. El receptor: es el que recibe la señal análoga proveniente del sistema de transmisión y la transforma de tal manera que puede ser manejada por el dispositivo destino a una señal digital.
- e. El destino: Es el que toma las señales de datos del receptor final de la transmisión.

El sistema de comunicaciones es lo suficientemente complejo para ser diseñado y utilizado sin un gestor de red que configure el sistema, monitorice su estado, reaccione antes sus fallos y sobrecargas y planificar a futuro los crecimientos del sistema de comunicación.

## **4.6 COMUNICACIÓN DE DATOS A TRAVÉS DE REDES**

En ocasiones no es factible realizar la comunicación de dos dispositivos se realice directamente mediante un enlace de punto a punto, los dispositivos pueden encontrarse muy alejados lo que llevaría a la utilización de un enlace por miles de kilómetros solo para la comunicación de los dispositivos y en segundo lugar que hay dispositivos que necesitan conectarse por instantes de tiempo diferentes. La solución a este problema es conectar los dispositivos a una red de comunicación ya sea una red de área local o una red de área amplia.

### **4.6.1 RED DE ÁREA AMPLIA**

La red de área amplia son todas aquellas redes que cubren una extensa área geográfica, requieren atravesar diferentes rutas de acceso público, y utilizan circuitos proporcionados por una entidad proveedora de servicios de telecomunicación. Este tipo de red consiste en una serie de dispositivos de conmutación interconectados. La red de área amplia utiliza dos tecnologías: conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.

#### **4.6.1.1 Conmutación de circuitos**

En las redes de conmutación de circuitos se establece a través de los nodos de red un camino dedicado a la interconexión de dos estaciones. El camino es una secuencia conectada de enlace físicos entre los nodos. En cada enlace, se dedica un canal lógico a cada conexión. Los datos generados por la estación fuente se transmiten por el camino dedicado tan rápido como se pueda.

#### 4.6.1.2 Conmutación de paquetes

Esta conmutación no es necesaria hacer una reserva a priori de recursos en el camino. Los datos se envían en pequeñas secuencias de unidades llamadas paquetes. Cada paquete se pasa de nodo a nodo en la red siguiendo un camino entre la estación de origen y el destino. En cada nodo el paquete se almacena en un breve intervalo y se transmite al siguiente nodo.

El modo de transferencia asíncrono es la culminación de todos los desarrollos en conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. Es la evolución de la retransmisión de tramas. Este modo introduce poca información adicional para el control de errores.

#### 4.6.2 RED DE ÁREA LOCAL

Es una red de comunicaciones que se utiliza para realizar la interconexión de varios dispositivos electrónicos y nos brinda un enlace para la comunicación de envío y recibo de información entre cada uno de los dispositivos electrónicos conectados.

Stallings (2004), indica que la red de área local tiene una cobertura pequeña, este tipo de red es propiedad de la misma entidad que es dueña de los equipos conectados en la red y la red de área local permite velocidades de transmisión internas muy altas. Esta red se utiliza en lugar de técnicas de conmutación.

### **4.7 ARQUITECTURA Y PROTOCOLOS**

Al realizar el proceso de comunicación para el intercambio de datos entre dos dispositivos electrónicos debemos de analizar diferentes factores a ser considerados para realizar un proceso de recepción y envío correcto. Este proceso se limita por dos conceptos como ser los protocolos y la arquitectura para comunicaciones entre computadores.

A nivel humano, algunas reglas de comunicación son formales y otras simplemente se sobreentienden, según los usos y costumbres. Para que los dispositivos se puedan comunicar en forma exitosa, un nuevo conjunto de aplicaciones de convenios debe describir los requerimientos e interacciones precisos. Que se comunica, como se comunica y cuando se comunica debe seguir una serie de convenciones mutuamente aceptadas por los dispositivos involucrados. Los convenios mencionados anteriormente se denominan protocolos los cuales se caracterizan por la sintaxis, semántica y temporización.

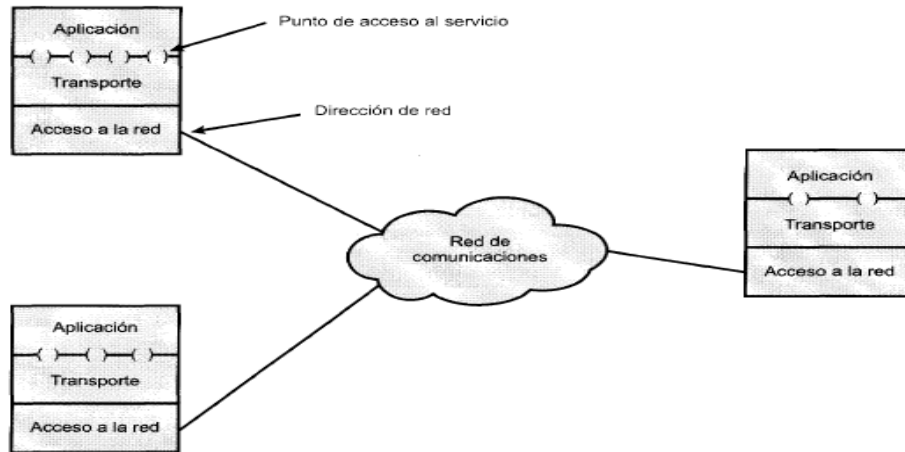
La arquitectura para la comunicación entre los dispositivos se emplea un modelo para poder realizar la cooperación entre los dispositivos, por lo que se separa en subtareas para realizarlo por separado. En la primera subtask contiene la lógica de la aplicación para la transferencia de datos, la segunda subtask es la encargada del servicio de comunicaciones para tratar de asegurar que los dispositivos estén activos y preparados para transferir datos, así como seguir la pista de los datos que se intercambian y la tercera subtask que es la encargada de tratar con la red.

#### **4.8 MODELO DE TRES CAPAS**

Las comunicaciones se ven involucradas con tres tipos de elementos a considerar como ser las aplicaciones, computadores y redes. Por lo que podemos definir que estas comunicaciones se pueden definir en tres capas: capa de acceso a la red, capa de transporte y capa de aplicación.

La capa de acceso a la red está relacionada con el intercambio de datos entre el computador y la red a la que está conectado. La capa de transporte es estar seguro que todos los datos llegan a la aplicación destino y llegan en el mismo orden en que fueron enviados. La capa de aplicación contiene la lógica necesaria para admitir varias aplicaciones de usuario.





**Ilustración 2 Redes y Arquitectura de protocolos**

Fuente: (Stallings, 2004)

## 4.9 MODELO OSI

Stallings (2004) Afirma lo siguiente:

Hay dos arquitecturas que han sido determinantes y básicas en el desarrollo de los estándares de conmutación: el conjunto de protocolos TCP/IP y el modelo de referencia OSI. TCP/IP es la arquitectura más adoptada para la interconexión de los sistemas, mientras que OSI se ha convertido en el modelo estándar para clasificar las funciones de comunicación (p. 17).

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones por red. Aunque existen otros modelos, en la actualidad la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos con el modelo de referencia OSI, especialmente cuando desean enseñar a los usuarios cómo utilizar sus productos. Los fabricantes consideran que es la mejor herramienta disponible para enseñar cómo enviar y recibir datos a través de una red.

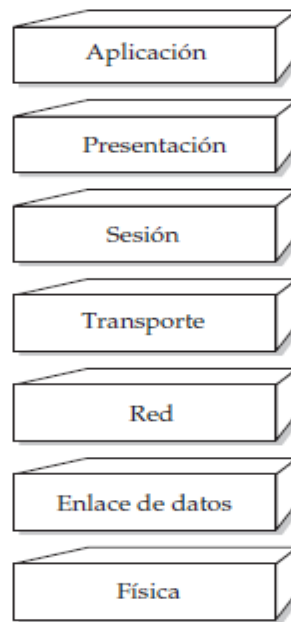
Hallberg (2007) Afirma: “El modelo OSI divide los métodos y protocolos necesarios en una conexión de red en siete diferentes capas” (p. 29).

El problema de trasladar información entre computadores se divide en siete problemas más pequeños y de tratamiento más simple en el modelo de referencia OSI. Cada uno de los siete problemas más pequeños está representado por su propia capa en el modelo. Las siete capas del modelo de referencia OSI son:

- a. Capa 7: La capa de aplicación: es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario. Difiere de las demás capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino solamente a aplicaciones que se encuentran fuera del modelo OSI.
- b. Capa 6: La capa de presentación: garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro. De ser necesario, la capa de presentación traduce entre varios formatos de datos utilizando un formato común.
- c. Capa 5: La capa de sesión: como su nombre lo implica, la capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos hosts y administra su intercambio de datos. Además de regular la sesión, la capa de sesión ofrece disposiciones para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio y un registro de excepciones acerca de los problemas de la capa de sesión, presentación y aplicación.
- d. Capa 4: La capa de transporte: segmenta los datos originados en el host emisor y los re ensambla en una corriente de datos dentro del sistema del host receptor. El límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación y los protocolos de flujo de datos.
- e. Capa 3: La capa de red: es una capa compleja que proporciona conectividad y selección de ruta entre dos sistemas de hosts que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas.
- f. Capa 2: La capa de enlace de datos: La capa de enlace de datos proporciona tránsito de datos confiable a través de un enlace físico. Al hacerlo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico (comparado con el lógico) ,

la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo.

- g. Capa 1: La capa física: define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Las características tales como niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidad de datos físicos, distancias de transmisión máximas, conectores físicos y otros atributos similares son definidos por las especificaciones de la capa física.



**Ilustración 3 Las siete capas del Modelo OSI**

Fuente:(Hallberg, 2007)

#### **4.10 ARQUITECTURAS DE PROTOCOLOS TCP/IP**

El TCP/IP fue creado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América para una red que pudiera mantenerse bajo cualquier circunstancia. El Departamento de Defensa deseaba que los paquetes lleguen a su destino siempre, desde un punto determinado a cualquier otro.

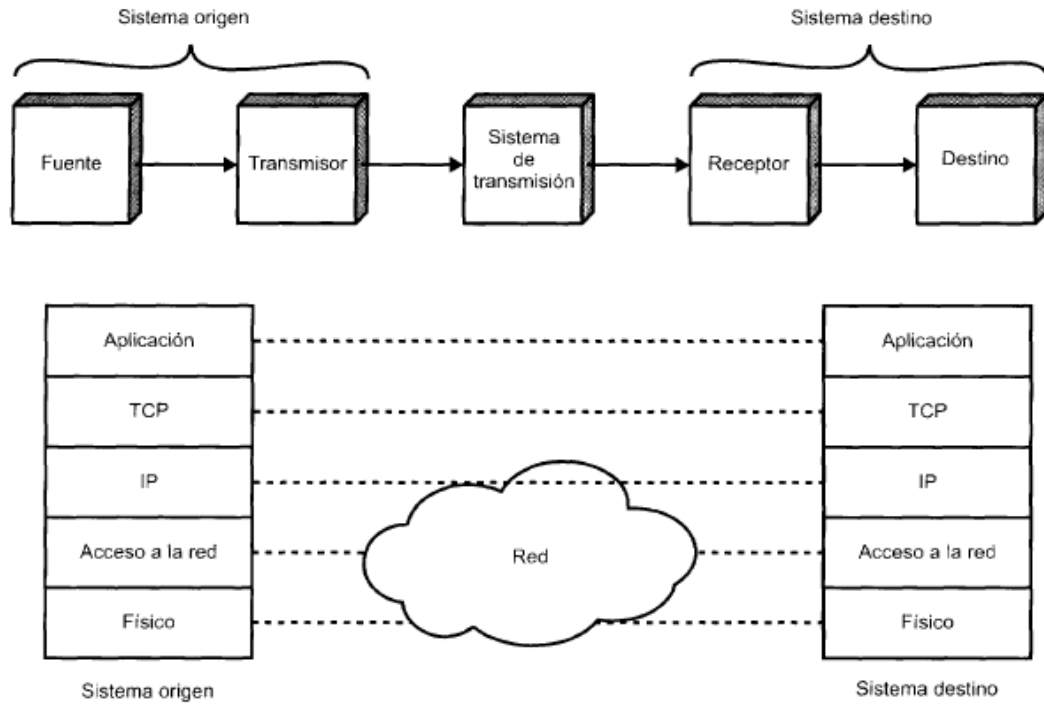
Stallings (2004) Afirma lo siguiente:

TCP/IP es el resultado de la investigación y desarrollo llevados a cabo en la red experimental de conmutación de paquetes ARPANET, financiada por la Agencia de Proyectos de Investigación para la Defensa y se denomina globalmente como la familia de protocolos TCP/IP (p. 17).

El modelo de referencia TCP/IP y la pila de protocolo TCP/IP hacen que sea posible la comunicación entre dos computadores, desde cualquier parte del mundo, a casi la velocidad de la luz. El modelo TCP/IP tiene importancia histórica, al igual que las normas que permitieron el desarrollo de la industria telefónica, de energía eléctrica, el ferrocarril, la televisión y las industrias de videos. Este protocolo es el estándar se desarrolló Internet.

Las capas del modelo TCP/IP son las siguientes:

- a. Capa de Aplicación: una capa de aplicación que maneja protocolos de alto nivel, aspectos de representación, codificación y control de diálogo.
- b. Capa de Transporte: se refiere a los aspectos de calidad del servicio con respecto a la confiabilidad, el control de flujo y la corrección de errores.
- c. Capa de Internet: es enviar paquetes origen desde cualquier red en la interna y que estos paquetes lleguen a su destino independientemente de la ruta y de las redes que recorrieron para llegar hasta allí.
- d. Capa de Acceso a Red: se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar realmente un enlace físico y luego realizar otro enlace físico.
- e. Capa Física: define la interfaz física entre el dispositivo de transmisión de datos y el medio de transmisión o red.



**Ilustración 4 Modelo de Arquitectura del Protocolo TCP/IP**

Fuente: (Stallings, 2004)

#### **4.11 NORMALIZACIONES**

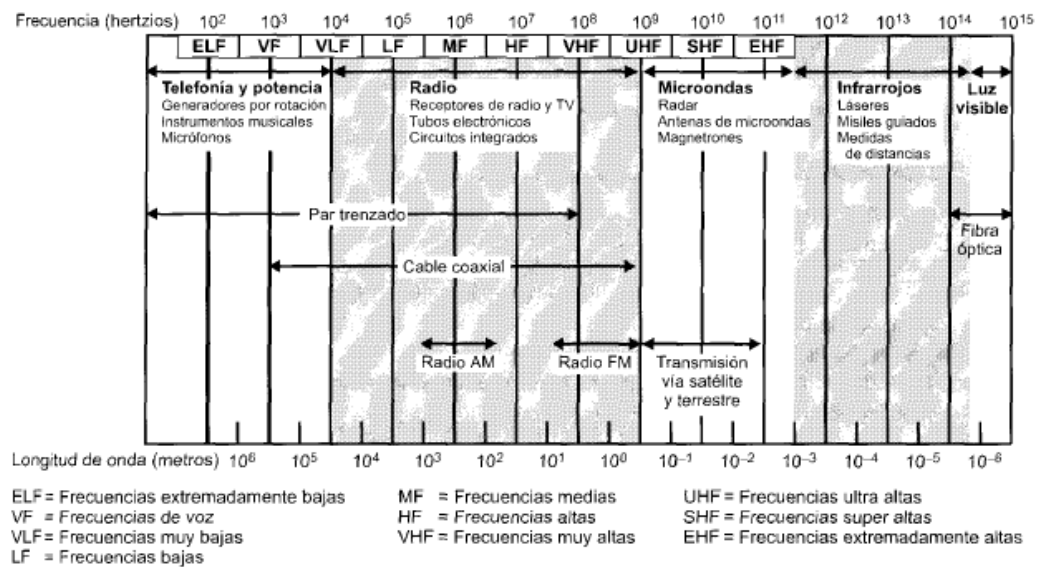
Stallings, (2004) Menciona que en la industria de las telecomunicaciones se han aceptado estándares que son necesarios para definir las capas físicas, mecánicas y de procedimientos de los equipos de comunicación, mientras los productores de equipos de comunicación reconocían que sus equipos deberían general interconectarse y comunicarse con equipos desarrollados por terceros, los fabricantes de computadores trataron de manipular a sus clientes. Los estándares en la actualidad están imponiéndose en todas las áreas tecnológicas.

## 4.12 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Los medios de transmisión de datos se pueden clasificar en medios guiados y no guiados en ambos casos la comunicación se realiza con ondas electromagnéticas. Para el diseño de los sistemas de transmisión es deseable que tanto la distancia como la velocidad de transmisión sean lo más grande posible.

Los factores que están vinculados con el medio de transmisión y con la señal que afectan tanto la distancia como la velocidad de transmisión:

- El ancho de banda.
- Dificultades en la transmisión.
- Interferencias.
- Numero de receptores.



**Ilustración 5 Espectro electromagnético para las telecomunicaciones**

Fuente: (Stallings, 2004)

Un medio de transmisión puede ser simplex, half-duplex o full-dúplex. En transmisión simplex, las señales se transmiten solo en una dirección; siendo una estación la emisora y otra la receptora. En half-duplex, ambas estaciones pueden transmitir pero no

simultáneamente. En full-duplex ambas estaciones pueden igualmente transmitir, pero ahora simultáneamente.

La señal electromagnética considerada como función del tiempo, puede ser tanto continua como discreta. Una señal continua es aquella en la que la intensidad de la señal varía suavemente en el tiempo. Una señal discreta es aquella en la que la intensidad se mantiene constante durante un determinado intervalo de tiempo.

#### **4.13 MODULACIÓN Y DEMODULACIÓN**

Tomasi (2003), Menciona que la propagación de señales de información a través de cables metálicos o de fibra óptica no es práctica, o a través de la atmósfera terrestre, con frecuencia es necesario modular la información de la fuente, con una señal analógica de mayor frecuencia llamada portadora. La señal de información modula a la portadora, cambiando cada uno de los elementos que la componen modificando una o más propiedades de la portadora. Los tipos básicos de comunicaciones electrónicas son analógicas o digitales.

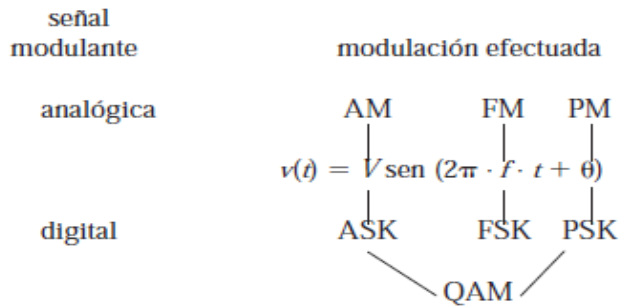
La ecuación de la onda senoidal de voltaje para una portadora es:

$$V(t) = V \text{Sen}(2\pi ft + \theta)$$

donde  $V(t)$  = Voltaje variable senoidalmente en el tiempo  
 $V$  = Amplitud máxima (volts)  
 $f$  = frecuencia (hertz)  
 $\theta$  = desplazamiento de fase (radianes)

#### **Ecuación 1 Onda Senoidal de la portadora**

Fuente: (Tomasi, 2003)



**Ilustración 6 Técnicas de Modulación**

Fuente: (Tomasi, 2003)

#### 4.14 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

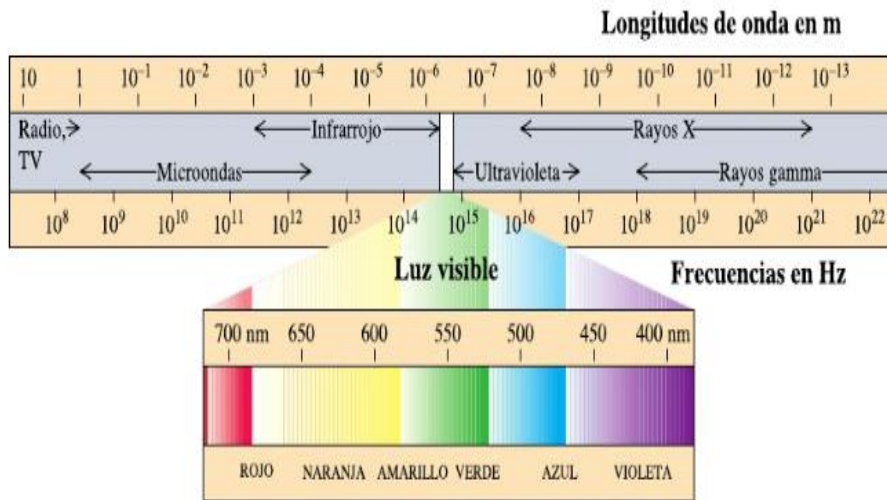
La principal función de un sistema electrónico de comunicaciones es transferir información de dos lugares, cuyo nombre común es estaciones o nodos. Este proceso de transferir información se logra mediante la el proceso de transformar la información original en energía electromagnética, para transmitirla a continuación a uno o más nodos receptores de la energía electromagnética que la reconvierten en su forma original.

La frecuencia no es más que la cantidad de veces que sucede un movimiento periódico, como puede ser una onda senoidal de voltaje o de corriente, durante determinado periodo. Cada inversión completa de la onda electromagnética se llama ciclo y la unidad para realizar las mediciones de este ciclo es el Hertz.

Sears, Zemansky, Young, & Freedman (2005) Afirma lo siguiente:

Las ondas electromagnéticas abarcan un espectro extremadamente amplio de longitud de onda y frecuencia. Este espectro comprende la transmisión de radio y televisión, la luz visible, la radiación infrarroja y ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma. Se han detectado ondas electromagnéticas con frecuencias desde al menos 1 hasta  $10^{24}$  Hz (p. 1238).





**Ilustración 7 Espectro electromagnético de frecuencias**

Fuente: (Sears et al., 2005)

La relación entre frecuencia, velocidad y longitud de la onda se expresa de forma matemática como sigue:

$$\text{longitud de onda} = \frac{\text{velocidad}}{\text{frecuencia}}$$

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

donde  $\lambda$  = longitud de onda (metros por ciclo)  
 $C$  = velocidad de la luz (300,000,000 metros por segundo)  
 $f$  = frecuencia (hertz)

**Ecuación 2 Longitud de onda**

Fuente: (Tomasi, 2003)

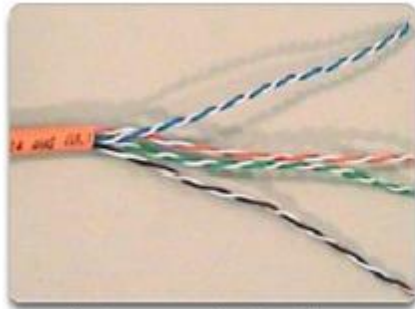
**4.15 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS**

La capacidad de transmisión en los medios guiados para términos de la velocidad de transmisión y ancho de banda, se ven vinculados de manera directa con la distancia y de si el medio se utiliza para una conexión de punto a punto o por el contrario para una conexión de multipunto en redes de área local.

**Tabla 1 Características de transmisión de medios guiados punto a punto**

	Rango de frecuencias	Atenuación típica	Retardo Típico	Separación entre repetidores
Par trenzado (con carga)	0 para 3,5 kHz	0,2 dB/km @ 1 kHz	50 $\mu s/km$	2 km
Pares trenzados (múltiples cables)	0 para 1 kHz	3 dB/km @ 1 kHz	5 $\mu s/km$	2 km
Cable coaxial	0 para 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 $\mu s/km$	1 para 9km
Fibra óptica	180 para 370 THz	0,2 para 0,5 dB/km	5 $\mu s/km$	40 km

Fuente: (Stallings, 2004)



Cable de par trenzado no blindado (UTP)



Cable de par trenzado blindado (STP)



Cable coaxial

**Ilustración 8 Medios de cobre**

Fuente: (Propia)

#### 4.15.1 PAR TRENZADO

Es el medio guiado más económico y a la vez más usado. Consiste en dos cables de cobre embutidos en un aislante, entrecruzado en forma espiral. Utilizan haces en los que se encapsulan varios pares mediante una envoltura protectora.

Vásquez (2015) Afirma lo siguiente:

Aparece entonces una nueva e ingeniosa solución a los problemas de interferencias, que vino a denominarse transposición de conductores, y que consistía en cruzar los cables paralelos que recorrían en el tendido telegráfico cada cierto número de postes (p. 139).

Existen varios tipos de pares trenzados, dependiendo si tiene blindaje, es una medida adicional para evitar interferencias y ruidos.

- a. UTP o Par trenzado sin apantallar: consiste en un par de hilos aislados y trenzados entre sí, sin ningún recubrimiento metálico o pantalla que lo proteja frente a interferencias. Se trata de un cableado muy económico, maleable y de poco peso, lo que lo hace muy sencillo de instalar tanto en exterior, de forma aérea o sobre superficie, como en canalizaciones ya existentes.
- b. STP o Par trenzado apantallado: Cada par de cable dispone de un recubrimiento metálico que mejora notablemente su comportamiento frente a las interferencias, pudiendo aumentar la distancia y la velocidad de transmisión.
- c. FTP o Par trenzado con pantalla global: consiste en una única pantalla común a todos los pares que constituyen la manguera del cableado. Esto supone un coste y una mejora frente a interferencias intermedios, al mismo tiempo que su manejo resulta un poco más maleable que en el caso del STP.

#### 4.15.2 CLASE Y CATEGORÍAS DE PARES TRENZADOS

La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones junto con la Alianza de Industria Electrónica y la Organización Internacional para la Normalización desarrollo normas de cableado estructurado, con el objeto de que los nuevos sistemas de cableado sean capaces de soportar distintas innovaciones que surgen en la tecnología de transmisión de señales.

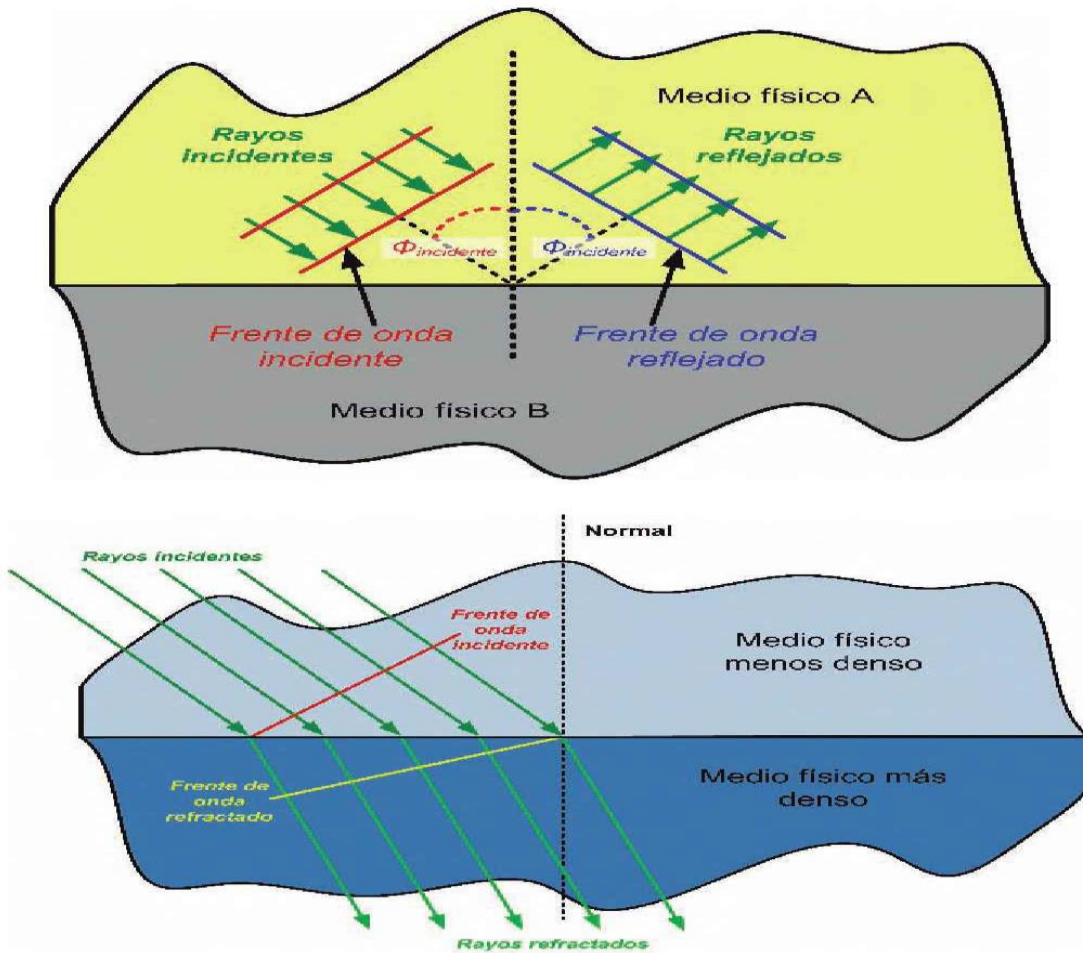
Categoría	Apantallamiento	Ancho de banda (MHz)	Aplicaciones	Notas
1		0,4	Líneas telefónicas de voz, módem de banda ancha, sistemas de alarma.	No descrito en las recomendaciones del EIA/TIA. No adecuado para sistemas modernos.
2		4	Telefonía de voz, cable para conexión de terminales antiguos, como el IBM 3270, por ejemplo.	No descrito en las recomendaciones del EIA/TIA. Inadecuado para sistemas modernos.
3	UTP	16	Telefonía de voz, 10BASE-T y 100BASE-T4 Ethernet.	Descrito en la norma EIA/TIA-568. Inadecuado para velocidades superiores a 16 Mbit/s. Principalmente para cable telefónico.
4	UTP	20	Token Ring a 16 Mbps.	No utilizado comúnmente.
5	UTP	100	10BASE-T y 100BASE-TX Ethernet.	Uso común en redes LAN.
5e	UTP	100	100BASE-TX y 1000BASE-T Ethernet.	Constructivamente es similar al categoría 5, pero con mejores normas de prueba. Es adecuado para Gigabit Ethernet.
6	UTP	250	1000BASE-T Ethernet.	Transmite a 1000 Mbps.
6a	U/FTP, F/UTP	500	10GBASE-T Ethernet (en desarrollo).	Incluye el apantallamiento del cable (ISO/IEC 11801:2002).
7	F/FTP, S/FTP	600	Teléfono, CCTV, 1000BASE-TX en el mismo cable. 10GBASE-T Ethernet.	Acorde a la norma ISO/IEC 11801.
7a	F/FTP, S/FTP	1000	Para servicios de telefonía, televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T en el mismo cable.	Utiliza los cuatro pares, acorde a la norma ISO/IEC 11801.
8.1	U/FTP, F/UTP	1600-2000	Para servicios de telefonía, televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T en el mismo cable.	En desarrollo.
8.2	F/FTP, S/FTP	1600-2000	Para servicios de telefonía, televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T en el mismo cable.	

### Ilustración 9 Clasificación de pares trenzados según su categoría

Fuente: (Vásquez, 2015)

#### 4.15.3 FIBRA ÓPTICA

Vásquez (2015) Menciona la fibra óptica es un medio de transmisión que es capaz de transmitir un haz de luz introducido en uno de los extremos, cuando se inyecta la luz esta queda confinada en su parte interior lo que se llama núcleo. Esto es posible a que cuando se propaga la luz se producen sucesivas reflexiones del haz de luz a lo largo de su recorrido por el núcleo de fibra óptica. El análisis de las fibras ópticas empleando la óptica geométrica se base en los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.



**Ilustración 10 (Arriba) Esquema del fenómeno de reflexión. (Abajo) Esquema del fenómeno de refracción**

Fuente: (Vásquez, 2015)

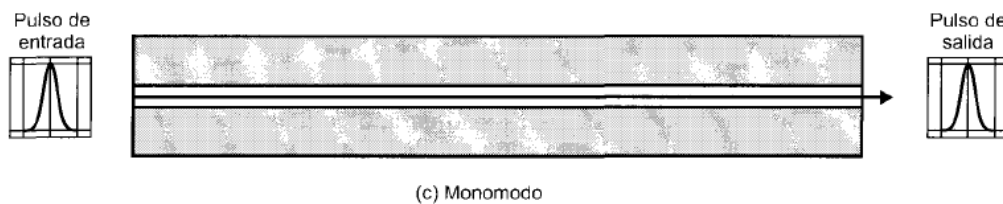
La fibra óptica tiene muchas propiedades favorables, entre las que merecen destacarse su capacidad de transmisión (por la posibilidad de emplear pulsos cortos y bandas de frecuencias elevadas), reducida atenuación de la señal óptica, inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, cables ópticos de pequeño diámetro, ligeros, flexibles y de vida media superior a los cables de conductores, bajo coste potencial, a causa de la abundancia del material básico empleado en su fabricación (óxido de silicio). Se puede encontrar agrupada en conjuntos de cuatro, ocho, diez y seis y treinta y dos que a su vez se reagrupan en diversos cables para facilitar su despliegue.

Los tipos de fibra óptica los podemos clasificar en dos grupos por el tamaño de su diámetro en:

a. Monomodo

Su diámetro de núcleo es muy estrecho, por lo que solo se permite un modo de transmisión. Su atenuación es de 0,1 dB y 0,4 dB por kilómetro. El núcleo mide entre 8  $\mu\text{m}$  y 10  $\mu\text{m}$ . Este diámetro permite que el haz de luz siga una trayectoria muy paralela al eje de la fibra por lo evita el desfase al final de la transmisión y reduce la dispersión causada.

Este tipo de fibra que tiene un ancho de banda elevado presenta un problema de que no todas las longitudes de onda llegan al mismo tiempo a su destino debido a que la dispersión cromática tiene un efecto considerable sobre el diseño.

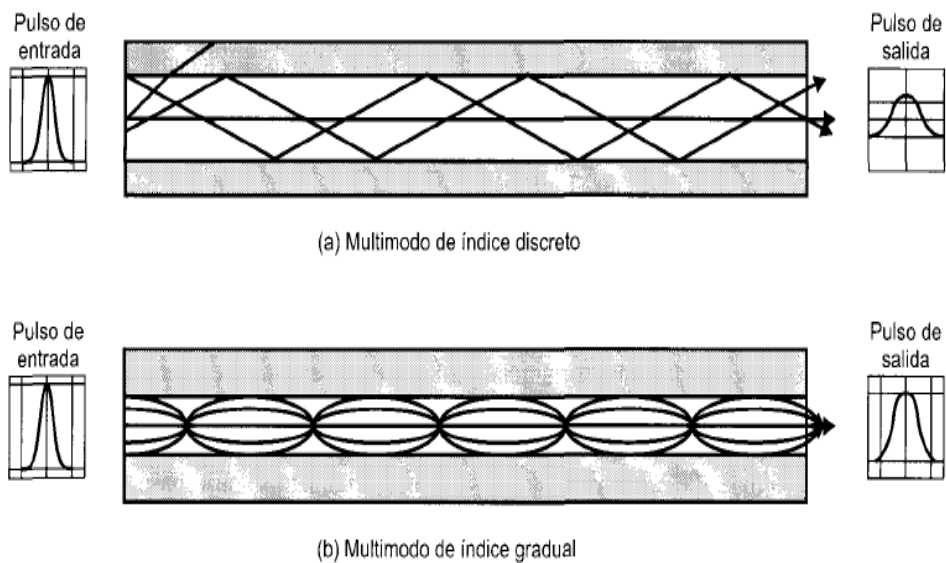


**Ilustración 11 Modo de transmisión de fibra Monomodo**

Fuente: (Stallings, 2004)

b. Multimodo

El diámetro de núcleo es muy amplio por lo que es capaz de transmitir varios modos de transmisión a la vez. La atenuación típica es entre 0.3 dB y 1 dB por kilómetro. El núcleo mide en torno a 50  $\mu\text{m}$  y 62,5  $\mu\text{m}$ , por lo que el acoplamiento de luz en sus diferentes modos es más sencillo.



**Ilustración 12 Modo de transmisión de fibra Multimodo**

Fuente: (Stallings, 2004)

Dado que la red está compuesta de diferentes tramos que atraviesan diferentes entornos, es lógico pensar que hay diferentes tramos de fibra enlazados entre sí para conformar la red. Se debe tener en cuenta además que, en muchas ocasiones es necesario practicar divisiones o segregaciones en los cables de fibra óptica, o bien es necesario rectificar alguna rama para realizar un diseño completo de una red de fibra óptica; sobre todo para dar disponibilidad a una zona nueva o ampliar alguna ya existente.

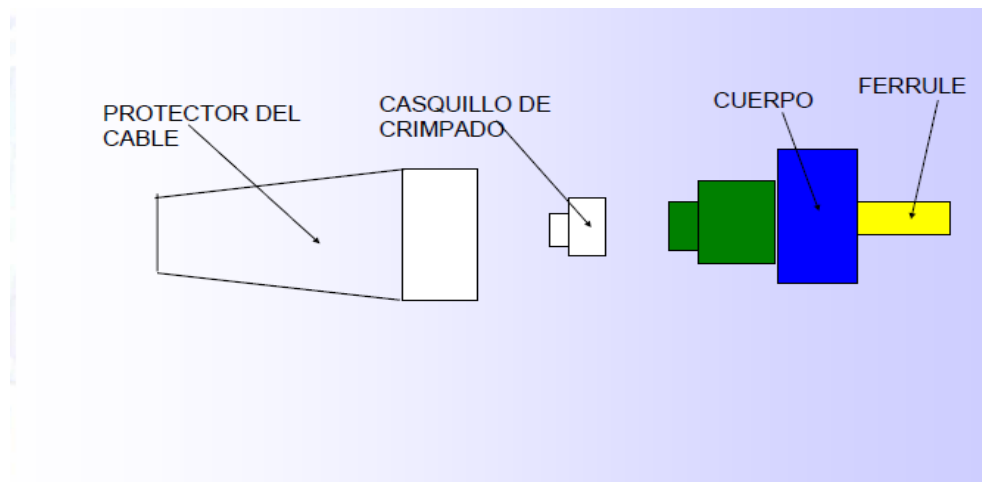
Los empalmes y conectores dan solución a este y a otros problemas, ya que son los elementos que dan dinamismo y flexibilidad de diseño a la red. Al tratarse de los elementos de unión entre dispositivos, causan un gran impacto sobre el funcionamiento del sistema, introduciendo generalmente ciertas pérdidas en la señal transportada. Es por tanto imprescindible seleccionar el elemento adecuado para cada caso práctico.

Los empalmes de fibra óptica resultan de la fusión de dos fibras ópticas. Para obtener una mínima pérdida la geometría del empalme debe de ser lo más precisa posible y que tiene ciertas complicaciones:

- a. Los núcleos de la fibra óptica pueden adquirir irregularidades durante el proceso de corte, extracción o fabricación.
- b. Los núcleos se pueden desalinearse en el momento de la unión.
- c. Cambios en los índices de refracción de las fibras y las separaciones longitudinales o angulares, etc.

Por lo que para evitar estas complicaciones existen diversas técnicas de empalme que intentan optimizar las uniones de fibra óptica. Las técnicas de empalme ópticos más importantes son el empalme por fusión o el empalme mediante adhesivos. Los valores de las pérdidas nominales son de orden de 0,1 dB para la soldadura de la fusión, mientras que para la unión mecánica/adhesiva son del orden de 0,036 dB.

Los conectores de fibra óptica sirven para unir dos tramos de fibra óptica mediante el acople o desacople sin ningún tipo de repercusión permanente. Tienen la función de cumplir correctamente conectar y desconectar de las fibras ópticas.



**Ilustración 13 Diagrama de un conector**

Fuente: Propia



El conector está constituido básicamente por una parte central llamada casquillo o férula, que contiene a la fibra durante su paso por el conector. Tiene el mayor impacto sobre las pérdidas del conector y puede estar fabricado a partir de cerámica, acero o plástico. La capsula que realiza la unión física con el conector opuesto mediante rosca, o girando o ajustando con un muelle. Va unida al cuerpo del conector y ambos pueden ser de plástico o metal.



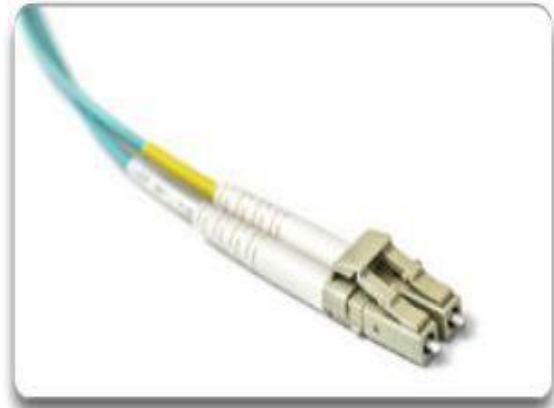
Conectores ST



Conectores SC



Conector LC



Conectores LC multimodo dúplex

#### **Ilustración 14 Conectores Ópticos**

Fuente: Propia

#### 4.15.4 DIVISORES ÓPTICOS

Los divisores ópticos son elementos que dividen y confinan los haces de luz para poder extender la red a lo largo de su recorrido. Debido a que la realizan la multiplexación y demultiplexación la señal, también la confinan y dividen la potencia, en partes iguales. Son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, dividen la potencia recibida entre los múltiples puertos de salida, y también combinan los haces de los puertos de salida hacia un único haz hacia la entrada.

Sin embargo el hecho de dividir la potencia en múltiples salidas causa una atenuación que es función de su factor de división.

Tomasi (2003) Afirma lo siguiente:

El espacio libre es el vacío, por lo que no hay pérdida de energía al propagarse una onda en él. Cuando las ondas se propagan por el espacio vacío, se dispersan y resulta una reducción de la densidad de potencia. A esto se le llama atenuación (p. 351).

La ley de cuadrado inverso de la radiación describe en forma matemática la reducción de la densidad de potencia con la distancia fuente.

#### 4.15.5 AMPLIFICADORES

El amplificador óptico es un dispositivo que amplifica una señal óptica directamente, para así evitar la necesidad de convertir la señal al dominio eléctrico, amplificar en eléctrico y volver a pasar a óptico. Los amplificadores son necesarios para compensar la atenuación de la fibra para ampliar la señal en enlaces de muy larga distancia. Existen diferentes mecanismos físicos que pueden ser utilizados para amplificar una señal de luz, a los que corresponden un gran número de amplificadores ópticos. De todos estos dispositivos, los más habituales son los amplificadores de fibra dopada con Erblio.

#### 4.15.6 CAJA DE EMPALME

Durante el recorrido de la red la fibra se verá sometida a varias divisiones, multiplexaciones y demás operaciones que hacen uso de empalmes y conectores. Debido a que es necesario pelar por completo una sección de la fibra, el segmento de

fibra afectado se vuelve vulnerable ante tensiones o perturbaciones del exterior. Para evitar este inconveniente se instalan cajas de empalme. Las cajas de empalme proporcionan un medio de protección contra las inclemencias del entorno al segmento de fibra óptica que contiene los empalmes o conexiones.

#### 4.16 MEDIO DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

Stallings (2004), en medios no guiados, tanto la recepción como la transmisión se llevan a cabo por antenas. Durante la transmisión la antena radia energía electromagnética en el medio y la recepción la antena captura las ondas electromagnéticas del medio que la rodea. En las transmisiones inalámbricas hay dos tipos de configuraciones: direccional y omnidireccional. En la direccional la antena de transmisión emite la energía electromagnética concentrada en un haz y en el caso de la omnidireccional el diagrama de radiación de la antena es más disperso, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas.

Banda de frecuencia	Nombre	Datos analógicos		Datos digitales		Aplicaciones principales
		Modulación	Ancho de banda	Modulación	Velocidad de transmisión	
30-300 kHz	LF (frecuencia baja)	Normalmente no se usa		ASK, FSK MSK	0,1 para 100 bps	Navegación
300-3.000 kHz	MF (frecuencia media)	AM	Para 4 kHz	ASK, FSK MSK	10 para 1.000 bps	Radio AM comercial
3-30 MHz	HF (frecuencia alta)	AM, SSB	Para 4 kHz	ASK, FSK MSK	10 para 3.000 bps	Radio de onda corta
30-300 MHz	VHF (frecuencia muy alta)	AM, SSB; FM	5 kHz para 5 MHz	FSK, PSK	Para 100 kbps	Televisión VHF, radio FM comercial
300-3.000 MHz	UHF (frecuencia ultra alta)	FM, SSB	Para 20 MHz	PSK	Para 10 Mbps	Televisión VHF, microondas terrestres
3-30 GHz	SHF (frecuencia súper alta)	FM	Para 500 MHz	PSK	Para 100 Mbps	Microondas terrestres, microondas por satélite
30-300 GHz	EHF (frecuencia extremadamente alta)	FM	Para 1 GHz	PSK	Para 750 Mbps	Enlaces punto a punto cercanos experimentales

**Ilustración 15 Características de las bandas en comunicaciones no guiadas**

Fuente: (Tomasi, 2003)

Dependiendo de las funciones asignadas a las antenas por las que se delegan aplicaciones y el uso de las frecuencias las antenas permiten clasificarse de acuerdo a lo siguiente:

- a. Antenas alámbricas o de cable: son las que se construyen empleando hilos conductores.
- b. Antenas de apertura: suelen excitarse empleando guías de onda.
- c. Reflectores: son muy comunes en la azotea, son las empleadas para captar las señales de la televisión por satélite.
- d. Agrupaciones de antenas o arreglo: en algunas situaciones no es factible conseguir las características de radiación, alcance o cobertura empleando solo una antena, por lo que se combinan varias de ellas formando una estructura que recibe el nombre de arreglo.

#### 4.16.1 MICROONDAS TERRESTRES

Vásquez (2015) Afirma lo siguiente:

Si observamos alrededor podremos presenciar que existen una gran variedad de antenas, desde las utilizadas para la difusión de las señales de televisión y radio hasta las de telefonía, pasando por las que encontramos en barcos, patrullas de policía, nuestros enrutadores inalámbricos formando parte del ecosistema de nuestros hogares, ciudades y nuestro entorno. (p. 103)

Las antenas de microondas presentan dos características fundamentales:

- a. Eficiencia direccional o relación de frente a la espalda. Es la relación entre su ganancia máxima en la dirección del lóbulo principal y la ganancia máxima en la dirección opuesta.
- b. Acoplamiento lado a lado y espalda a espalda. Indican las pérdidas de acoplamiento entre antenas, siendo lo aconsejable que estos valores sean altos, con objeto de evitar que una señal de transmisión de una antena interfiera con una señal de recepción de la otra.

Al igual que en cualquier sistema de transmisión, la principal causa de pérdidas en las microondas es la atenuación.

Para la microondas las pérdidas se pueden expresar con la siguiente ecuación:

$$L = 10 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$$

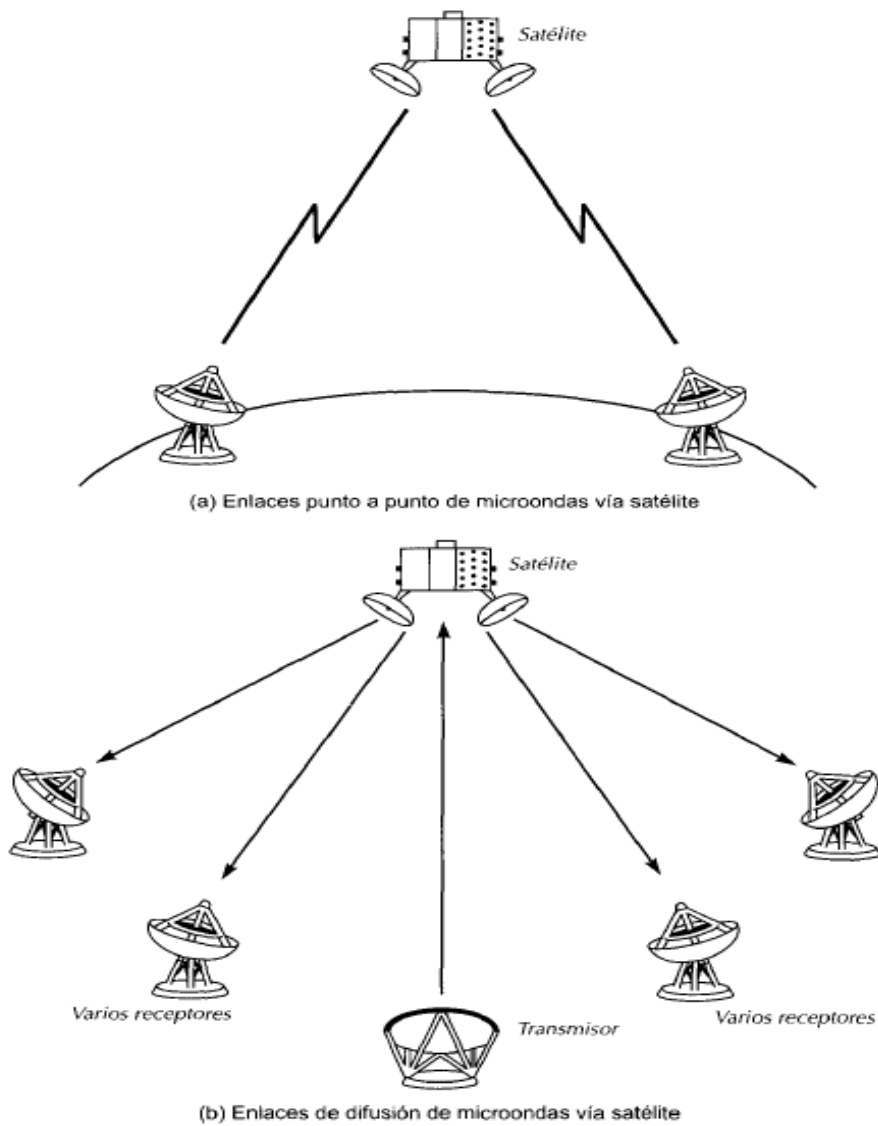
### **Ilustración 16 Ecuación de la pérdidas**

Fuente:(Stallings, 2004)

#### 4.16.2 MICROONDAS POR SATÉLITE

Stallings (2004) afirma: “Un satélite de comunicaciones es esencialmente en una estación que retransmite microondas” (p. 115).

Los satélites geoestacionarios operan en una serie de frecuencias llamadas transportadoras.



**Ilustración 17 distintas configuraciones de comunicaciones vía satélite**

Fuente: (Stallings, 2004)

Las comunicaciones vía satélite han sido una revolución tecnológica de igual magnitud que la desencadenada por la fibra óptica. Entre las aplicaciones más importantes para los satélites cabe destacar:

- a. La difusión de televisión.
- b. La transmisión telefónica a larga distancia.

c. Las redes privadas.

#### 4.16.3 ONDAS DE RADIO

Las ondas de radio no necesitan antenas parabólicas, ni necesitan que dichas antenas estén instaladas sobre una plataforma rígida para estar alineadas. Las ondas de radio operan en el rango de frecuencia de 3kHz a 300 GHz. El rango de frecuencia comprendido entre 30 MHz y 1 GHz es muy adecuado para la difusión simultánea a varios destinos.

#### 4.16.4 INFRARROJOS

Son comunicaciones que se llevan a cabo mediante transmisores/receptores que modulan la luz infrarroja no coherente.

### **4.17 MULTIPLEXADO**

Tomasi (2003) Afirma lo siguiente:

Multiplexado es la transmisión de información (de cualquier forma) de más de una fuente a más de un destino a través del mismo medio (instalación) de transmisión (p. 708).

Los tres métodos principales para multiplexar señales son el multiplexado por división de tiempo (TDM, de time-division multiplexing), por división de frecuencias (FDM, de frequency-division multiplexing) y el desarrollado en fechas más reciente, por división de longitud de onda (WDM, wavelength-division multiplexing).

#### 4.17.1 MULTIPLEXADO POR DIVISIÓN DE FRECUENCIAS

Para este tipo de multiplexado el ancho de banda útil del medio de transmisión supera el ancho de banda requerido por las señales para transmitir. Transferimos varias señales simultáneamente donde cada una de ellas se realiza un proceso de modulación con una frecuencia portadora diferente y las frecuencias portadoras están suficientemente separadas para que el ancho de banda de las señales no se solapen de forma importante.

#### 4.17.2 MULTIPLEXADO POR DIVISIÓN DE TIEMPO

La multiplexación por división en el tiempo síncrono es posible cuando la velocidad de transmisión alcanzable por el medio excede la velocidad de las señales digitales a transmitir. Las transmisiones procedentes de distintas fuentes se intercalan en el dominio del tiempo. La clase más común de modulación que usa TDM es la PCM (modulación por código de pulso).

#### **4.18 JERARQUÍA DIGITAL PLESIOCRONA – PDH**

El multiplexor del transmisor, generalmente transmite señales a una velocidad controlada por un oscilador local muy exacto. Si lo mismo ocurre en ambos lados del enlace, las velocidades binarias reales a las cuales el equipo transmita a nuestra red no serán exactamente iguales a las del extremo receptor.

#### **4.19 JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA O SONET/SDH**

La red óptica síncrona (SONET, synchronous optical network) es una interfaz de transmisión óptica propuesta originalmente por Bell Core y normalizada por ANSI. ITU-T ha publicado en la recomendación G.707<sup>3</sup> una versión compatible denominada Jerarquía Digital Síncrona (SDH, synchronous digital hierarchy). La multiplexación síncrona requiere que todas las señales binarias se deriven de un mismo reloj de alta estabilidad.

El formato de señal básico viene dado por el "módulo de transporte síncrono-nivel 1 (STM-1)" cuya velocidad binaria de transporte es de 155,52 Mbps. La frecuencia fundamental de la trama STM-1 es de 8 KHz (125  $\mu$ seg).

#### **4.20 RED METRO ETHERNET**

Metro Ethernet es un servicio disponible desde el proveedor a las instalaciones del cliente mediante una conexión dedicada de cable de cobre o de fibra óptica que proporciona velocidades de ancho de banda de 10 Mb/s a 10 Gb/s. En muchos casos, la



opción de Ethernet por cobre (EoC, Ethernet over Copper) es más económica que el servicio de Ethernet por fibra óptica, es de amplia disponibilidad y alcanza velocidades de hasta 40 Mbps. Sin embargo, el servicio de Ethernet por cobre se ve limitado por la distancia. El servicio de Ethernet por fibra óptica ofrece las conexiones más rápidas que hay disponibles por un precio por megabit económico. Desafortunadamente, todavía hay muchas áreas donde el servicio no está disponible.

#### **4.21 INTERNET**

Huidobro Moya & Martínez (2006) Afirma: “Internet no es otra cosa que una conexión integrada de redes de ordenadores o redes interconectadas” (p. 41).

A estas alturas, no es necesario indicar el éxito absoluto sin paragón que ha tenido Internet en los últimos 30 años. Esta popularidad de la Red de Redes se ha debido a su flexibilidad para hacer llegar a los usuarios finales servicios de gran valor, sino también a las características de la tecnología que emplea. Los orígenes de internet se remontan a la década de los 60 y 70 cuando el departamento de defensa de EEUU inicio con el proyecto APARNET, cuyo objetivo era interconectar centros públicos y universidades estadounidenses. La palabra Internet es el resultado de la unión de dos términos: Inter, que hace referencia a un enlace o conexión o Net (network) red, que significa interconexión de redes. Uno de los requisitos con que se diseñó ARPANET, es la interconexión de redes homogéneas.

Nos encontramos en un momento decisivo respecto del uso de la tecnología para extender y potenciar nuestra capacidad de comunicarnos. La globalización de Internet se ha producido más rápido de lo que cualquiera hubiera imaginado. El modo en que se producen las interacciones sociales, comerciales, políticas y personales cambia en forma

continúa para estar al día con la evolución de esta red global. En la próxima etapa de nuestro desarrollo, los innovadores usarán Internet como punto de inicio para sus esfuerzos, lo que generará nuevos productos y servicios diseñados específicamente para aprovechar las capacidades de la red. A medida que los programadores impulsen los límites de lo posible, las capacidades de las redes interconectadas que crean la Internet jugarán un papel cada vez más grande en el éxito de estos proyectos.



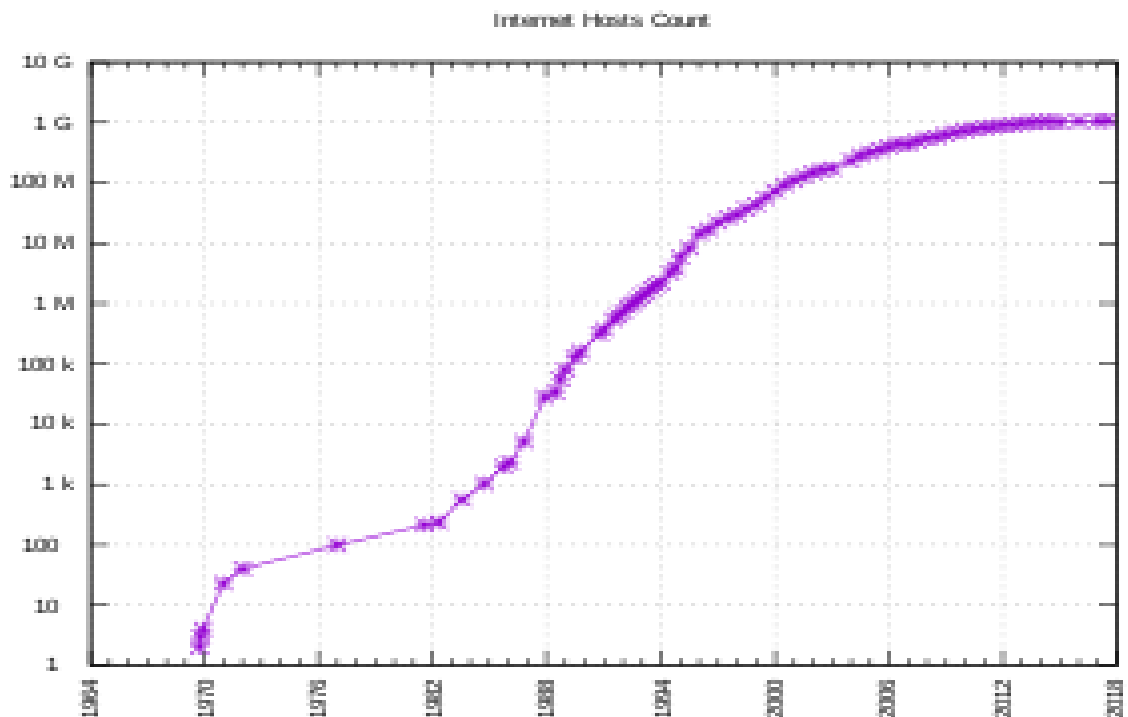
**Ilustración 18 Convergencia sobre IP**

Fuente: (Huidobro Moya & Martínez, 2006)

La evolución de la telefonía desde su variante fija a su variante móvil ha venido acompañada y muy influenciada por el Internet, fenómeno tecnológico por excelencia.

Imagine un mundo sin Internet, sin Google, YouTube, mensajería instantánea, Facebook, Wikipedia, juegos en línea, Netflix, iTunes ni fácil acceso a información de actualidad. Un mundo sin sitios Web de comparación de precios, donde no podríamos evitar hacer fila ya que no podríamos comprar en línea y tampoco podríamos buscar rápidamente números de teléfono ni indicaciones en mapas para llegar a diversos lugares con solo un clic.

¿Cuán diferentes serías nuestras vidas sin todo esto? Vivíamos en ese mundo hace apenas 15 o 20 años. Sin embargo, con el correr de los años, las redes de datos se expandieron y transformaron lentamente para mejorar la calidad de vida de las personas en todo el mundo.



**Ilustración 19 Número de hosts de Internet en el mundo: 1969-2012**

Fuente: (Internet Systems Consortium, 2012)

En el transcurso de un día, los recursos disponibles en Internet pueden ayudarlo a llevar a cabo las siguientes tareas:

- a. Enviar y compartir sus fotografías, videos hechos en casa y experiencias con amigos o con el mundo.
- b. Acceder a trabajos curriculares y entregarlos.
- c. Establecer comunicaciones con amigos, familiares y pares mediante correo electrónico, mensajería instantánea o llamadas de teléfono a través de Internet.
- d. Visualizar videos, películas o capítulos de programas de televisión a petición.
- e. Jugar en línea con amigos.
- f. Decidir cómo vestirse al consultar en línea las condiciones actuales del clima.
- g. Buscar el camino menos congestionado hacia su destino al observar videos de cámaras Web que muestran el clima y el tráfico.

- h. Consultar su estado de cuenta bancario y pagar electrónicamente las facturas.

#### **4.22 PROTOCOLO IP**

Huidobro Moya & Martínez (2006) Afirma lo siguiente:

El protocolo IP (Protocolo de Internet) es el protocolo de nivel de red y ofrece un servicio sin garantía de servicio tipo el mejor esfuerzo (p. 46).

Las redes IP son redes de tipo datagrama, la información es dividida en fragmentos más pequeños denominadas datagramas o paquetes que se envían de manera independiente por la red. El protocolo datagrama de usuario sirve para lo mismo que TCP pero con menor número de características. La característica de confiabilidad también posee UDP es el reenvío de cualquier número de paquetes que no reciban en el destino. UDP es más rápido en comunicaciones de red triviales, como el envío de una página web a un cliente.

Paquete es cualquier grupo de datos enviados a través de una red.

Datagramas son las unidades de datos de la capa de red como las que transporta el protocolo IP.

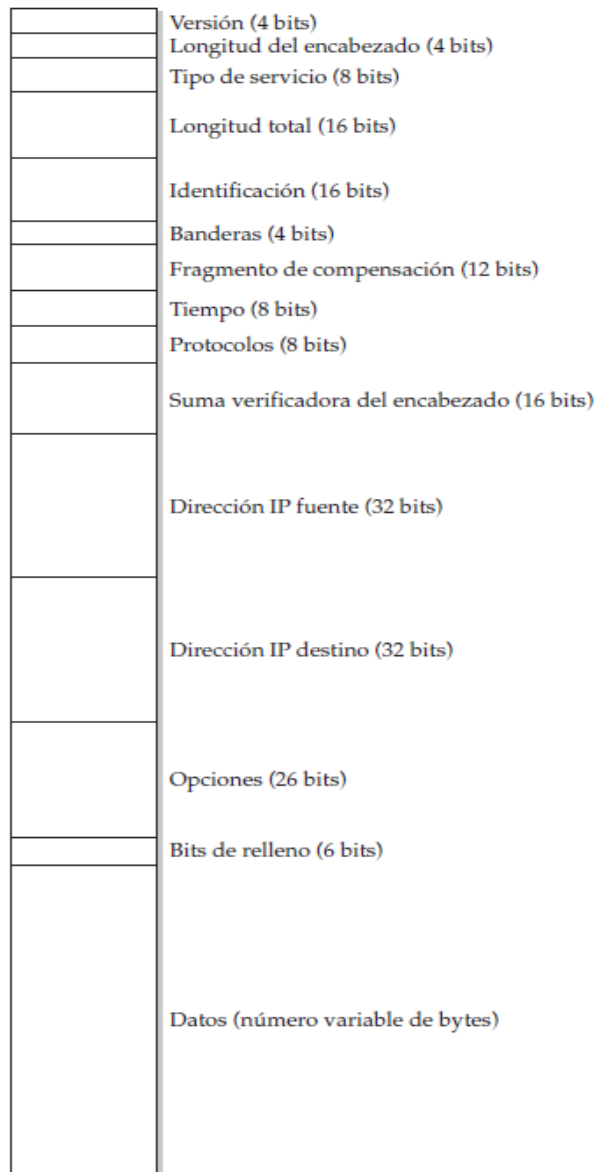
Tramas son las unidades de datos que transporta la capa de enlace de datos.

#### **4.23 PUERTOS TCP Y UDP**

Los protocolos TCP y UDP soportan el concepto de puertos o direcciones específicas de aplicaciones, con la ayuda de estos protocolos los paquetes se envían a cualquier maquina receptora.

#### **4.24 PAQUETES IP**

En cada paquete ip se incluyen direcciones que definen, de manera única e independiente, cada computadora conectada a Internet. Las direcciones mencionadas se utilizan para enrutamiento de paquetes de un nodo emisor a un nodo receptor.



**Ilustración 20 Esquema que muestra la distribución de un paquete ip**

Fuente: (Hallberg, 2007)

#### **4.25 DIRECCIONES IP**

Es un número binario de treinta y dos dígitos binarios de longitud, lo que permite un número máximo de direcciones de  $2^{32}$  o aproximadamente 4.3 mil millones de

direcciones. Para facilitar su utilización se dividen en cuatro partes que se conforman por ocho bits cada parte o sea un byte. Las direcciones IP en forma decimal se expresan ###.###.###.###, donde cada ### es representado por un número de 0 a 255. Los números 0, 127 y 255 están generalmente reservados para propósitos especiales por lo que no están a disposición.

Hallberg (2007) Afirma lo siguiente:

Se garantiza que las direcciones en Internet sean únicas por medio del uso de un servicio de registro de direcciones, que lo administra la Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Numeros (ICANN) (p. 97).

El ICANN asigna tres clases principales de direcciones, llamadas A, B y C. La clase A, asigna al propietario un número en el primer octeto. La clase B definen los dos primeros octetos y deja los dos restantes libres para el uso del propietario de las direcciones. La clase C, definen los tres primeros octetos y dejan solo el último octeto disponible para que sea asignado por el propietario de la clase C.

Un proveedor de servicios de Internet (ISP) es propietario de direcciones de clase A o clase B, y después podría manejar varias direcciones de clase C dentro de su propia estructura de direcciones.

#### **4.26 SUBREDES IP**

Las direcciones IP están formadas por dos componentes principales. El primero es el ID de la red, llamada identificador de red. El otro es el identificador de nodo de esa red.

#### **4.27 MASCARA DE SUBRED**

La máscara de subred es la que define que parte de la dirección IP de la computadora es el identificador de la red y cuál es el identificador del nodo del equipo.

Máscara binaria	Equivalente decimal	Número de subredes	Número de hosts por subred
00000000	0	1	254
10000000	128	N/A	N/A
11000000	192	2	62
11100000	224	6	30
11110000	240	14	14
11111000	248	30	6
11111100	252	62	2
11111110	254	N/A	N/A
11111111	255	N/A	N/A

### Ilustración 21 Máscaras de subred más comunes

Fuente: (Hallberg, 2007)

#### 4.28 COMPRESIÓN DE OTROS PROTOCOLOS DE INTERNET

Si bien el modelo OSI separa las funciones individuales de las capas de aplicación, presentación y sesión, las aplicaciones de TCP/IP más conocidas e implementadas incorporan la funcionalidad de las tres capas.

Los protocolos de aplicación de TCP/IP especifican el formato y la información de control necesarios para muchas funciones de comunicación comunes de Internet. Algunos de los protocolos TCP/IP son:

- a. Sistema de nombres de dominios (DNS): este protocolo resuelve nombres de Internet en direcciones IP.
- b. Telnet: se utiliza para proporcionar acceso remoto a servidores y dispositivos de red.
- c. Protocolo simple de transferencia de correo (SMTP): este protocolo transfiere mensajes y archivos adjuntos de correo electrónico.
- d. Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP): se utiliza para asignar una dirección IP y direcciones de máscara de subred, de gateway predeterminado y de servidor DNS a un host.

- e. Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP): este protocolo transfiere archivos que conforman las páginas Web de la World Wide Web.
- f. Protocolo de transferencia de archivos (FTP): se utiliza para la transferencia de archivos interactiva entre sistemas.
- g. Protocolo trivial de transferencia de archivos (TFTP): se utiliza para la transferencia de archivos activa sin conexión.
- h. Protocolo bootstrap (BOOTP): este protocolo es un precursor del protocolo DHCP. BOOTP es un protocolo de red que se utiliza para obtener información de la dirección IP durante el arranque.
- i. Protocolo de oficina de correos (POP): es un protocolo que utilizan los clientes de correo electrónico para recuperar el correo electrónico de un servidor remoto.
- j. Protocolo de acceso a mensajes de Internet (IMAP): este es otro protocolo que se utiliza para recuperar correo electrónico.

Los protocolos de capa de aplicación son utilizados tanto por los dispositivos de origen como de destino durante una sesión de comunicación. Para que las comunicaciones se lleven a cabo correctamente, los protocolos de capa de aplicación que se implementaron en los hosts de origen y de destino deben ser compatibles.

#### **4.29 REDES PRIVADAS VIRTUALES**

VPN es una tecnología de gran importancia que se utiliza de manera muy amplia. Una conexión a una red VPN se lleva a cabo a través de una red compartida o pública y encripta los datos para que solo el cliente y el servidor de VPN puedan leerlo. Las conexiones VPN se utilizan de dos formas importantes:

- a. Para formar conexiones WAN utilizando tecnología VPN entre dos redes que puedan estar a miles de kilómetros de distancia, pero que cada una tenga alguna forma de acceder a Internet.
- b. Para formar las conexiones de acceso remoto que permitan a los usuarios remotos acceder a la LAN a través de internet.



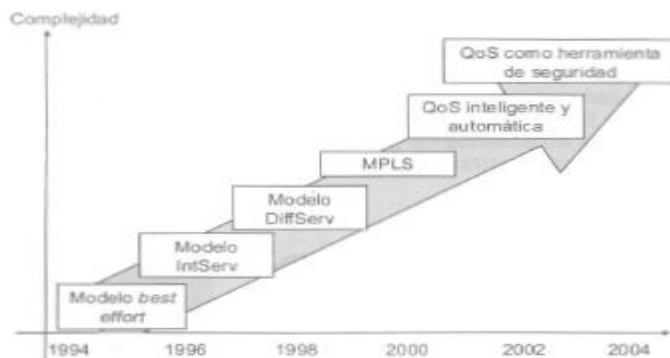
### 4.30 CALIDAD DE SERVICIO EN REDE IP

Huidobro Moya & Martínez (2006) Afirma lo siguiente:

La VoIP es una tecnología que permite transportar tráfico de voz en redes de paquetes que utilizan el protocolo IP, sin necesidad de disponer de circuitos exclusivos como ocurre en las redes telefónicas convencionales (p. 105).

Muchas aplicaciones de video y multimedia, como VoIP y la televisión por protocolo de Internet (IPTV), utilizan UDP. Estas aplicaciones pueden tolerar cierta pérdida de datos con un efecto mínimo o imperceptible. Los mecanismos de confiabilidad de TCP presentan cierto grado de demora que se puede percibir en la calidad de sonido o video que se recibe. VoIP se implementa en organizaciones que todavía utilizan teléfonos tradicionales. VoIP utiliza enrutadores con capacidades de voz. Estos enrutadores convierten la voz analógica de señales telefónicas tradicionales en paquetes IP. Una vez que las señales se convierten en paquetes IP, el enrutador envía dichos paquetes entre las ubicaciones correspondientes. VoIP es mucho más económico que una solución de telefonía IP integrada, pero la calidad de las comunicaciones no cumple con los mismos estándares. Las soluciones de video y voz sobre IP para pequeñas empresas pueden consistir, por ejemplo, en Skype y en las versiones no empresariales de Cisco WebEx.

La calidad de servicio de una red es la capacidad de la misma para transportar el tráfico procedente de una fuente determinada, dadas sus características de pérdidas, retardo, jitter, ancho de banda, etc.



**Ilustración 22 Evolución de las técnicas de calidad y servicio**

Fuente: (Huidobro Moya & Martínez, 2006)

### **4.31 ETIQUETADO DE TRAMAS EN VLAN**

Una de las formas más utilizadas para separar tráfico es la utilización de una VLAN (Virtual LAN) diferente para cada tipo de tráfico. Una VLAN es agrupar, via software, host de diferentes segmentos de una misma LAN de manera que puedan comunicarse entre sí como si estuvieran conectados al mismo segmento físico, es decir, como si pertenecieran al mismo dominio de broadcast.

### **4.32 MPLS**

MPLS (MultiProtocol Label Switching) es una técnica de conmutación de alta velocidad.

### **4.33 COMPRESIÓN DE EQUIPOS DE LA RED**

Los cables de la red son el sistema nervioso de la misma, por lo que los dispositivos conectados a la misma son sus órganos.

#### 4.33.1 NODO

Es el punto de conexión donde se ubicada una torre de recepción de señales satelitales para crear una red de punto de conexión.

#### 4.33.2 RADIO BASE

Es el equipo utilizado de almacenamiento de los dispositivos enrutadores, switches, ODF, Alcatel, Hit 7020 para las diferentes tecnologías de generaciones de la telefonía.

Equipos de Radio Estación base obsoleto

Tabla 2 Sistema Rectificado Cableado de Alta Frecuencia

SR 40A /-48 V/1.4.2	
Voltaje nom. de entrada	220 Vca
Frecuencia Nom. Entrada	50 – 60 Hz
Voltaje Nom. De Salida	-48Vcc
Corriente Nom. Salida	40 A

Tabla 3 Radio base Dantherm hex 3106

Rango de operación °C	-33- +4
Voltaje V DC	-38.9 - -57.6
Voltaje V AC	200 - 250
Frecuencia Hz	50/60
Max full load current	9 a AC / 14 a AC
Heating Element kW	2
Weight Kg	87
Ericsson No.	BPD 104 40/1

#### 4.33.3 Switch

Hallberg (2007) Afirma lo siguiente:

Los switches, como su nombre lo indica, pueden conmutar conexiones de un puerto a otro y lo pueden hacer de manera rápida. Están orientados a la conexión y, de forma dinámica, conmutan entre sus diferentes puertos para crear estas conexiones (p. 71).

Un switch también es uno de los dispositivos fundamentales que se utilizan para crear una red pequeña. Al conectar dos PC a un switch, esas PC tienen conectividad mutua en forma inmediata. Los switches se parecen mucho a los puentes, que los primeros tienen muchos puertos y de otra forma se verían como hubs. El switch es un puente con múltiple puertos.

#### 4.33.4 Ruteadores

Los ruteadores funcionan en la capa de red (capa tres) del modelo OSI y son más inteligentes que los puentes para enviar los paquetes entrantes su destino final.

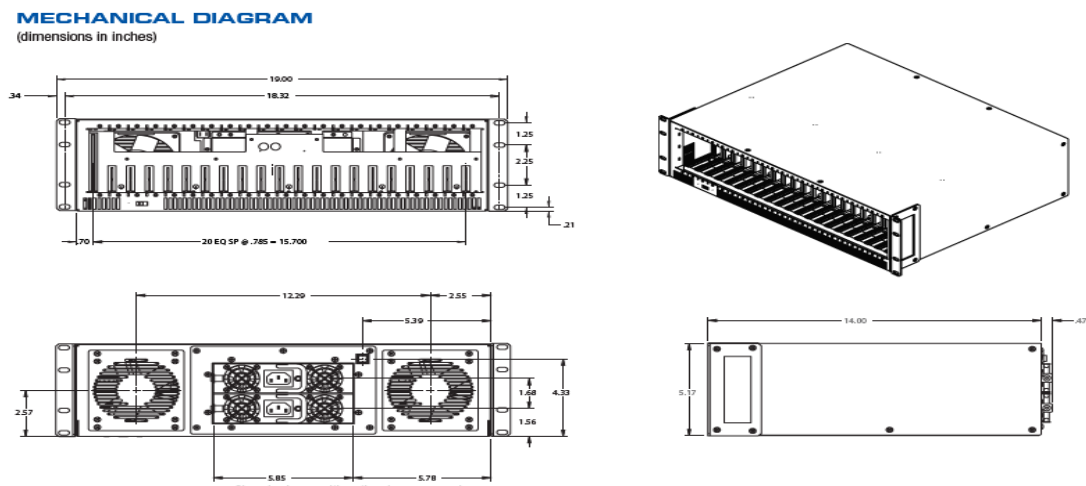
#### 4.33.5 Chassis



**Ilustración 23 Chassis de 20**

Fuente: (Propia)

Es un medio de plataforma de acceso óptico inteligente de clase portadora que admite varios módulos que proporcionan una conversión de Ethernet a fibra y una variedad de otras tecnologías de redes de telecomunicaciones, incluyendo VDSL, T1/E1, DS3/E3/STS-1 y WDM. Este modelo de chassis habilita operadores de red para reducir drásticamente el capital y gastos operativos al proporcionar cobre a fibra, multimodo a fibra mono modo y conversiones TDM en una variedad de velocidades que van desde 10 Mbps hasta 10 GB desde la plataforma de chassis administrarlo.



**Ilustración 24 Diagrama Mecánico**

Fuente: (Propia)

#### 4.33.6 ODF

Es un equipo utilizado para terminar un enlace de fibra de óptica en las centrales, nodos externos o internos, de capacidades de puertos de 6 hasta 144, dependiendo de las aplicaciones que se vaya a dar a dicho enlace y la capacidad del mismo. Estos equipos cuentan con los diferentes elementos o accesorios de sujeción a rack o pared, con bandejas de empalme independientes que permiten el manejo de cada buffer sin afectar el resto, espacio suficiente para reservas de pigtailed y buffers de la fibra de enlace, distancias que permiten respetar el diámetro de curvatura permitido, accesos para la fibra óptica y los patchcords.

Debe estar construido con material resistente y tener una etiqueta interna para identificación de empalmes. En caso de necesitar un ODF para rack cerrado, se debería proveer uno con las características adecuadas y que cumpla las especificaciones técnicas requeridas por la CNT EP. Se requiere que se indique la marca de los ODF's, respaldando con catálogos su presentación y la procedencia de los ODF's; es decir, el país de origen o de fabricación. El material utilizado debe ser el homologado por la CNT EP, o aquel que cumpla con las Especificaciones Técnicas detalladas en las Fichas Técnicas de Normalización vigentes.



**Ilustración 25 Optical Distribution Frame de Rack**

Fuente: (Propia)

#### **4.34 IMC**

En un mercado cada vez más difícil y supremamente competitivo, IMC NETWORKS se destaca por ser un proveedor líder en soluciones de acceso óptico para redes de fibra LAN, MAN, extensiones de redes a distancia, plantas externas y diferentes aplicaciones para el transporte de datos extensos. Los productos de IMC NETWORKS están diseñados, desarrollados y manufacturados en los Estados Unidos, y cada uno de ellos tiene una etiqueta que dice "Hecho en los Estados Unidos".

Experiencia- con una base instalada de más de un millón de productos a nivel mundial, IMC NETWORKS es la opción No 1 para la conectividad por fibra óptica. Los productos de IMC NETWORKS son usados y recomendados por profesionales de redes encargados del diseño, mantenimiento, y manejo de empresas, gobierno, y proveedores de servicios de redes.

Flexibilidad- La línea de productos de IMC NETWORKS ofrece una flexibilidad única, reduce el tiempo de inactividad en las redes al igual que los costos operativos. La línea de productos de IMC NETWORKS se encuentran disponibles también como independientes (standalone) o modulares, soluciones basadas en chasis; los productos se ajustan a un amplio rango de requisitos y aplicaciones desde una simple extensión de distancia a una conexión de múltiples puntos sobre redes ópticas aseguradas de ETHERNET /IP. Los productos soportan estándares IEE 802.3, Ethernet, tecnologías de redes T1/E1/J1, y DS3/E3, y todas las interfaces ópticas comunes (ST, SC, MT-RJ, LC, SFP), modos de fibra de multimodo o monomodo, fibra de un solo hilo o doble y distancias de 100 km o más.

Consultas y soporte gratuito- el equipo de servicio de consulta de fibra óptica (FCS) ofrece servicio de soporte gratuito de pre-venta a todos aquellos usuarios que requieran de ayuda para el diseño e implementación de su próximo proyecto de red óptica.

Garantía de producto- IMC NETWORKS ofrece una comprensiva garantía de 6 años (un año para SFP) que incluye reemplazos flexibles o avanzados para todos sus productos.

Por favor contacte a IMC NETWORKS para una mayor información acerca de la garantía total.

Base de clientes a nivel internacional - La línea de productos de IMC NETWORKS es distribuido en los Estados Unidos por socios como Graybar, Ingram Micro e internacionalmente por una red establecida de socios en más de 50 países.

Alta concentración gubernamental o Alto énfasis gubernamental. Haciendo énfasis en la filosofía de negocios "Hecho en los Estados Unidos", IMC NETWORKS tiene también muchos contratos con el gobierno federal, incluyendo GSA. Para precisar más acerca de las políticas de adquisición, precios del GSA y compradores del gobierno, visite [www.Imcnetworks.com/government](http://www.Imcnetworks.com/government).

#### **4.35 CATEGORÍAS DE PRODUCTOS DE IMC NETWORKS**

IMC NETWORKS está haciendo que su red trabaje mejor con un amplio rango de convertidores de medios, productos de acceso óptico, y muchos productos más. IMC NETWORKS ofrece los siguientes productos en las siguientes categorías:

a. Acceso óptico/FTTx:

El acceso óptico FTTx permite a los operadores de redes de fibra óptica entregar la nueva generación de redes, manejar servicios de Ethernet así como internet de alta velocidad, líneas privadas y servicios transparentes de LAN, para empresas, unidades multi-usuarios y clientes residenciales. Estos dispositivos no solo permiten la conversión de medios sino también por sus características avanzadas como administración remota, VLAN tagging y gestión catalogado como calidad de servicio hacen distinguir estos productos de los tradicionales convertidores de medios.

b. Convertidores con gestión:

La administración de gestión de hardware de redes (SNMP) disminuye los costos y reduce las complejidades operacionales presentadas. IMC networks ofrece un rango de

dispositivos con SNMP de convertidores de medios, en una variedad de protocolos incluyendo 10/100/1000 Ethernet y extensores de rango T1/E1/J1.

c. Convertidores de modo, fibra a fibra:

Los convertidores de modo de fibra les permiten a los operadores de red conectar segmentos de redes por fibra con diferentes tipos de redes (también por fibra) y expandir la capacidad de la planta de fibra existente por medio de la utilización de un canal de múltiples longitudes de ondas por un mismo hilo de fibra.

d. SFP:


Hardware como los routers e interruptores que ofrecen formas de puertos conectables pequeños (SFP) permite a los operadores de redes actualizar tipos de fibras y velocidades, sin tener que reemplazar el hardware. Esto mantiene un mayor legado del hardware.

e. Chasis:




Existen varias opciones de chasis, para soportar varios FTTx y los módulos de convertidores de medios. Los rangos de los chasis van desde, chasis con una sola ranura (slot), dispositivos independientes que no requieren de manejo alguno, uno de 20 ranuras (slots), y un chasis totalmente montado sobre estante.




#### 4.36 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO


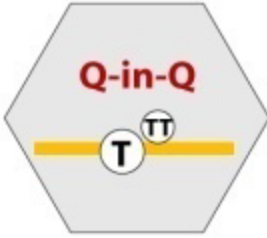

Los siguientes iconos destacan las principales características mostradas en los productos de IMC NETWORKS. Los iconos se encuentran en la parte superior de cada página de producto.

<b>Autocross</b>		Autocross permite la detección de la configuración correcta MDI/MDI-X en los puertos de cobre (RJ-45), eliminando la necesidad de especificar cables diferentes (cruzados o derechos), y de esta forma eliminar
------------------	---	---

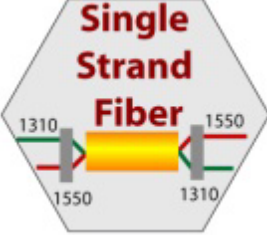



		otro paso en la solución de problemas (troubleshooting).
<b>Auto-negociación</b>		Auto-negociación le permite a los dispositivos asignar automáticamente la línea de velocidad más eficiente (10/100/1000 Mbps) y también el mejor modo (full dúplex o medio-dúplex) para un segmento particular de red entre dispositivos.
<b>Alerta de fibra</b>		Alerta de fibra minimiza los problemas asociados con la pérdida de un filamento de fibra. Si un filamento no está disponible, el dispositivo en el receptor notifica acerca de la pérdida del enlace. El dispositivo parara de transmitir sobre la fibra hasta que una señal o un enlace de pulso es recibido. El resultado es que el enlace LED en ambos lados de la conexión de fibra se apagara indicando una falla en algún lugar del circuito de la fibra.
<b>Perdida de enlace</b>		La pérdida de enlace es una característica muy común en el solucionador de problemas (troubleshooting) que trabaja tanto en el puerto de par trenzado (TP/TX) o en el puerto de fibra (FO/FX) en dispositivos que al menos tenga uno de cada tipo de puerto. Cuando una falla ocurre en uno de los segmentos del convertidor, la perdida de enlace detecta la falla y pasa esta información al otro segmento. Por ejemplo, cuando un convertidor de medios no está recibiendo el enlace de fibra, la pérdida de enlace FO/FX deshabilita el transmisor del

		<p>convertidor de medios del puerto del par trenzado. Esto termina en la pérdida de enlace en el dispositivo de par trenzado.</p>
<p><b>Ethernet industrial (IE)</b></p>		<p>IE significa por sus siglas en inglés equipo industrial que se refiere a la designación que tiene IMC NETWORKS para los productos que han sido diseñados para operar en un rango de temperatura más amplia que los típicos 0 grados C a más de 40 grados C. Todos los productos de IMC NETWORKS marcados con IE tienen características adicionales diseñadas para las aplicaciones industriales, como las múltiples opciones de poder y clips DIN. Los rangos de temperaturas para los productos IE pueden variar, para mayor detalle favor revisar las especificaciones de producto.</p>
<p><b>Productos con gestión</b></p>		<p>IMC NETWORKS ofrece muchos productos con gestión SNMP, permitiendo a los usuarios manejar y monitorear proactivamente los dispositivos.</p>
<p><b>Power Over Ethernet (PoE)</b></p>		<p>Power Over Ethernet (PoE) está basado en un método estándar (IEEE 802.3af) para dar poder a los cables de par cruzados (RJ-45) y así mismo a los datos, eliminando de esta forma la necesidad de separar espacio para una fuente de poder. Hay dos tipos de dispositivos PoE: el equipo de fuente de poder (PSE) y el dispositivo de poder (PD). El PSE le provee energía al PD.</p>

<p><b>Etiquetado VLAN</b></p>		<p>Etiquetado VLAN (IEE 802.1Q) involucra la asignación de identificación de información de paquetes de datos sobre la red para asegurarse que la información sea eficientemente y correctamente enrutada entre dispositivos. El etiquetado VLAN incluye un Ether- tipo, bits prioritarios y un ID VLAN que le permite a cada paquete permanecer seguro e intacto mientras está siendo enrutado por múltiple redes.</p>
<p><b>Q en Q</b></p>		<p>Q en Q también conocido como extra etiquetado, es un método compilador de asignación de etiquetado VLAN (IEEE802.1p) a un tráfico de red que ya ha sido etiquetada. Q en Q permite la transmisión de información a través de múltiples VLAN sin altera la información original, manteniendo sobre la red, de esta forma paquetes de datos más y más seguros.</p>
<p><b>Agente unificado de gestión (UMA)</b></p>		<p>El Agente unificado de gestión (UMA) es una marca y sistema registrado desarrollado por IMC NETWORKS para usar un sistema separado de manejo de dominio de red de otra información. El UMA es un método sin manejo de IP que simplifica la administración de todos los dispositivos soportados por la reducción del número de dirección IP.</p>

<p><b>Prioridad de tráfico</b></p>	 <p>The icon is a hexagon containing a traffic light with the text '802.1p' above it.</p>	<p>Priorización de tráfico (IEEE 802.1p) provee un paquete de manejo avanzado de trafico de red por la asignación de un ID prioritario a cada paquete, asegurándose que tal trafico alto prioritario (como VoIP) reciba los recursos de red y ancho de banda necesario para una alta calidad de servicio (QOS).</p>
<p><b>Último suspiro</b></p>	 <p>The icon is a hexagon with the text 'Last Gasp' above a red circle with a diagonal slash over a power plug symbol.</p>	<p>La característica de último suspiro disponible en selectos módulos de IMC NETWORKS permite enviar un último mensaje final antes de que los módulos remotos pierdan poder, notificando a los operadores de red que una visita es necesaria.</p>
<p><b>Manejo SNMP a bordo</b></p>	 <p>The icon is a hexagon with a red swoosh and the text 'ON BOARD SNMP'.</p>	<p>IMC NETWORKS ofrece productos inteligentes con Manejo SNMP a bordo, permitiéndoles a los operadores manejar y monitorear proactivamente los dispositivos sin un controlador de manejo adicional.</p>
<p><b>RoHS</b></p>	 <p>The icon is a hexagon with a green checkmark and the text 'RoHS'.</p>	<p>Con protección ambiental convirtiéndose más importante alrededor del globo, IMC NETWORKS ha tomado una posición líder diseñando productos que están libres de plomo, cadmio, y otros seis materiales tóxicos. Esto hace que los productos de IMC NETWORKS estén en acato con las directrices de restricciones de sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos (RoHS) llevado a ley por la Unión Europea. Todas las partes que comiencen con un "8" son acatadas por RoHS.</p>

<p><b>Fibra de filamento único</b></p>	 <p>The diagram shows a central yellow fiber with two arrows pointing in opposite directions. The top arrow is labeled '1310' and the bottom arrow is labeled '1550'. The text 'Single Strand Fiber' is written above the fiber.</p>	<p>La tecnología de Fibra de filamento único permite que dos longitudes de onda compartan un filamento de fibra. Longitudes de onda Full-dúplex viajan en diferentes longitudes de ondas (1310nm y 1550nm) lo cual efectivamente duplica la efectividad de la capacidad de fibra instalada. Esto resulta en baja pérdida de información y mayor ancho de banda. Ya que los productos de tecnología de Fibra de filamento único usan ópticas que reciben y transmiten en dos diferentes longitudes de onda, por lo que los productos de tecnología de Fibra de filamento único deben ser desplegados en pares, o con dos productos de IMC NETWORKS de tecnología de Fibra de filamento único juntos.</p>
<p><b>División ordinaria de ondas por un mismo canal</b></p>	 <p>The diagram shows a central black rectangular component with multiple colored lines (red, orange, yellow, green, blue, purple) entering from the left and exiting from the right. The text 'CWDM' is written above the component.</p>	<p>División ordinaria de ondas por un mismo canal (CWDM) usa no muy sofisticados láseres para combinar múltiples longitudes de onda (cuatro, ocho, o 16; de 1310nm a 1610nm) a una sola fibra, usando un estándar ITU 20nm haciendo espacios entre las longitudes de onda. Añadiendo longitudes de ondas a la misma fibra se incrementa la capacidad, haciendo que la tecnología CWDM una opción para escuchar para largas redes como las Ethernet Gigabit y las redes de canal de fibras basadas en el área metropolitana (MAN).</p>

Fuente: (Propia)

#### **4.37 MODULO BASE 10/100- COBRE TX A BASE 100-FX**

Módulo de demarcación óptica habilitando la entrega de servicios sobre fibra de LAN transparentes, con un convertidor de medios integrado, manejo remoto grado- telco, y una línea de capacidad de aprovisamiento.

##### Visión del producto

La solución iMcV-FiberLinX-II conecta a dos redes remotas sobre fibra óptica y permite a los administradores el observar ambos puntos finales, y el enlace de fibra entre ellos, observándolas como entidades de simple manejo y no como elementos separados. El tráfico de manejo del host no es visible a la red remota o usuario de red ni tampoco requiere de acceso a la red del cliente, garantizando la integridad de la información de fin a fin.

iMcV-FiberLinX-II puede ser conectado remotamente, puede alertar a los administradores de cualquier problema potencial de la larga carrera de red de fibra, así como también puede proveer de información vital acerca de las condiciones de enlace y reportar información acerca de las estadísticas de tráfico.

Los puntos finales o de término del iMcV-FiberLinX-II y el enlace de fibra pueden ser manejados como una sola entidad, permitiendo la configuración remota y la notificación de fallas a los administradores de red. Al ser un convertidor de medio de cobre a fibra, permite interruptores de cobre a bajo costo para conectarse a la línea de fibra. Ofreciendo una flexibilidad inigualable, el iMcV-FiberLinX-II soporta múltiples tipos de fibra incluyendo multimodos y modos sencillos así como la fibra de filamento sencillo, duplicando la capacidad de la fibra instalada. La función de la división ordinaria de ondas por un mismo canal (CWDM) es también una opción.

##### Ejemplo de aplicación

Cuando es usado en pares, un módulo configurado como host reside en el head-end mientras que el otro modulo, configurado como remoto, se instala en la oficina de cliente remoto (típicamente se encuentra donde el borde de la red del cliente se

encuentra con la infraestructura del proveedor de servicio). Usando SNMP, la solución iMcV-FiberLinX-II monitorea el enlace entero y se asegura la integridad de los datos mientras permanece aislada y completamente transparente al cliente LAN.

#### **4.38 PRODUCTOS SFP**

Módulos de fibra intercambiables (transceivers)

Conecta segmentos de red que corren a través de diferentes tipos de fibra usando módulos intercambiables SFP.

Visión del producto

El uso de los módulos IE-SFP hace que los requisitos de cambios de fibra dentro de los sitios en que se encuentren las redes sean realmente sencillos. Los IE-SFPs ofrecen la flexibilidad de escoger tipos de fibras, y también de proveer información de diagnóstico para asistir al usuario final en la identificación y solución de problemas encontrados de los módulos conectables.

Todos los IE-SFPs cumplen con el Multi Source Agreement (acuerdo de multi fuentes (MSA)), asegurándose de la compatibilidad con toda el amplio rango de equipos de redes.

#### **4.39 GENERACIONES DE LAS TELECOMUNICACIONES**

##### **4.39.1 SISTEMAS ANALÓGICOS**

Desde la década de 1970, se inició con la exploración de radio móvil en Bell Labs. El primer sistema celular TZ-801/803, de NTT (Nippon Telegraph and Telephone), Japón 1979.

En la década de 1980 se empleó el Sistema Nórdico de Telefonía Móvil (Nordic Mobile Telephone System). Sistema Analógico implementado en Finlandia, Suecia, Noruega, Dinamarca a partir de 1981. Transmitía con modulación FM para voz y FFSK para señalización.

AMPS: Sistema Avanzado de Telefonía Móvil desarrollada en Bell Labs (USA) y especificado originalmente para American National Standards Institute (ANSI) como EIA/TIA/IS-3 (1982).

TACS: Sistema de Comunicación de Acceso Total (Total Access Communication System). Sistema analógico desarrollado por Vordafone y Cellnet en las instalaciones de General Electric (luego Motorola) en Lynchburg, Virginia, USA, Constituyen a grandes rangos una variante de AMPS. Luego se terminó produciendo en el Reino Unido de Gran Bretaña bajo la denominación ETACS (1985).

#### 4.39.2 SISTEMAS DIGITALES (2G)

En 1982 se inicia la exploración de segunda generación inalámbrica CT-2. Se comienza con la exploración de segunda generación digital GSM (Groupe Special Mobile, luego Global System for Mobile Communications) en 1983. En 1985 se empezó con la exploración de las tecnologías inalámbricas PBX (Private Branch Exchange) y DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone). Durante el año 1988 se inició el desarrollo de GSM. Inicio de D-AMPS (Digital AMPS), denominado como IS-54 (luego también IS-136), especificado como ANSI/TIA/EIA-627 conocida como TDMA. Comienza la exploración de la tecnología CDMA (Qualcomm). En 1993 se lanza PHS (Personal Handy – pone System, China) y DCS 1800 (Digital Comication System 1800). Lanzamiento de PDC (Personal Digital Cellular).

#### 4.39.3 TERCERA GENERACIÓN (3G)

La segunda generación de telefonía móvil (2G), constituían por su variedad e incompatibilidad de la metodología de acceso, esquema de modulación, etc., un enorme problema global, específicamente ante la imposibilidad de los operadores de brindar un servicio de roaming por fuera del área de cobertura de la red nativa del suscriptor. Con este impase, se tornó que la Tercera Generación de telefonía móvil debía converger hacia un estándar común. Entonces, bajo el amparo de la ITU se crea el IMT-2000



(International Mobile Telecommunications – 2000) como el estándar global para la telefonía móvil de tercera generación,

IMT-2000 constituye entonces el resultado de la colaboración de diferentes cuerpos y apunta a la provisión de acceso de servicios de telecomunicaciones utilizando enlaces de radio, incluyendo redes terrestres y satelitales. De IMT-2000 sobrevienen los estándares 3GPP ( Third Generation Partnership Project) y 3GPP2 ( Third Generation Partnership Project 2 ). 3GPP constituye entonces un conjunto de especificaciones y reportes técnicos ( TS-Technical Specifications; TR – Technical Reports) para el sistema 3G de telefonía móvil basado en el sistema digital 2G dominante a nivel mundial a la fecha, es decir, GSM.

Así como 3GPP asciende a modo de evolución de las especificaciones propias del sistema GSM hacia un sistema de telefonía celular de tercera generación, 3GPP2 surge de forma de evolucionar las redes de acceso de radio americanas y asiáticas basadas en los estándares ANSI/TIA/EIA-41 y cdma 2000 hacia un sistema 3G. La evolución de los sistemas de telefonía móvil de acuerdo a los estándares 3GPP se denomina Sistema Universal de Telecomunicaciones Mviles o UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

#### 4.39.4 CUARTA GENERACIÓN (4G)

La constante evolución tecnológica y la convergencia de los servicios de telecomunicaciones han desplazado la telefonía móvil hacia el modelo conocido como LTE (Long Term Evolution) LTE- Advanced.

Especificada a partir del Release 8 de 3GPP, LTE ha sido diseñado para una arquitectura enteramente basada en paquetes de datos, de modo de brindar conectividad totalmente IP a los equipos de usuario móvil o UE (User Equipment) y la red de paquetes de datos o PDN (Packet Data Network), sin interrupción posible sobre las aplicaciones del usuario por su movilidad, de modo de acceder a servicios como el de voz sobre IP (por ejemplo,

via los populares servicios de Skype, WhatsApp, Viber, etc.), descargar un archivo via FTP, acceder a una página web vía HTTP, etc.

Al igual que todo lo sucedido con el advenimiento de UMTS, con el fin de proveer mayor velocidad de transmisión de datos, LTE constituye en primer lugar una evolución importante en la red de acceso radioeléctrico, la cual comprende una afinación de las técnicas de acceso y modulación empleadas.

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 HIPÓTESIS O VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Del Cid Perez, Méndez, & Recinos (2007) Afirma: "Las hipótesis son las posibles respuestas a la pregunta de investigación" (p. 53).

Las radio bases de Suyapa no presentan un problema al cual brindar una respuesta al final de la práctica profesional, es una mejora continua del departamento de Operaciones y Mantenimiento de Datos de Sercom de Honduras.

### 5.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES



Fuente: (Propia)

### **5.3 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Las señales que recibe la radio base:

- a. La señal electromagnética de Internet que se reciben en el nodo.
- b. La señal electromagnética de Voz IP que se reciben en el nodo.
- c. La señal electromagnética de E1 que se reciben en el nodo.
- d. La señal electromagnética de Datos que se reciben en el nodo.

### **5.4 VARIABLE DEPENDIENTE**

Los servicios que proporcionan conexiones de los clientes de última milla conectados al nodo. Entre los servicios son enlaces de 2G, 3G, 4G y LTE. Datos, E1 todos basados en IP.

### **5.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

El método empleado para la migración de la radio base es realizar un estudio analítico de los componentes de las Radios Bases Obsoletas y hacer las migraciones para la radio base nueva. Por lo que se realizó un análisis de los componentes que contiene la radio base para revisar sus configuraciones y hacer una propuesta al departamento de Ingeniería de Datos la factibilidad de hacer un cambio en la estructura empleando equipos ETX-1300.

### **5.6 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Personal asignado al departamento de Operaciones y Mantenimiento de Datos.

## 5.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

DIAGRAMA GANTT MIGRACION DE RADIO BASE SUYAPA											
N.	ACTIVIDADES	1-2018		2-2018				3-2018			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Conocimiento de las diferentes tecnologías utilizadas	■	■								
2	Elaborar inventario físico de equipo en bodega para conocer equipo		■	■							
3	Asignación del nodo Suyapa			■	■						
4	Recopilar información de equipos				■						
5	Realizar la investigación de la configuración de los equipos				■						
6	Realizar visita al nodo				■	■					
7	Evaluar un cambio de tecnología				■	■					
8	Realizar el estudio del trabajo que realizara el contratista				■	■	■				
9	Coordinar la ventana para la migración con el personal interno						■	■			
10	Evaluación de contratista para el proyecto							■	■		
11	Recopilar la documentación para conocer el nuevo equipo ETX									■	
12	Realizar la Ventana de Migración										■
13	Verificación de los clientes en el nodo										■

Fuente: (Propia)

## **VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

### **6.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante el desarrollo de este proyecto lo que se realizó es un análisis de los equipos que se encuentran disponibles en este nodo. Se evaluó cada una de las tecnologías empleadas en el nodo para la transmisión de datos y evaluar cada uno de los requerimientos necesarios para realizar la migración de los enlaces de última milla de los clientes.

Para el desarrollo de este análisis se dividieron los componentes de la radio base para poder explicar de mejor manera el análisis de observación realizado en este equipo. Se debió realizar un análisis de cómo lo utilizaban y configuraban para comprender la ingeniería que emplearon para el diseño de la red que utilizaban.

Tarjetas de Convertidores de Media Ethernet a Fibra Óptica

Equipo Cisco switch

Chassis de iMedia 20

ODF

ETX-1300

Hit 7020

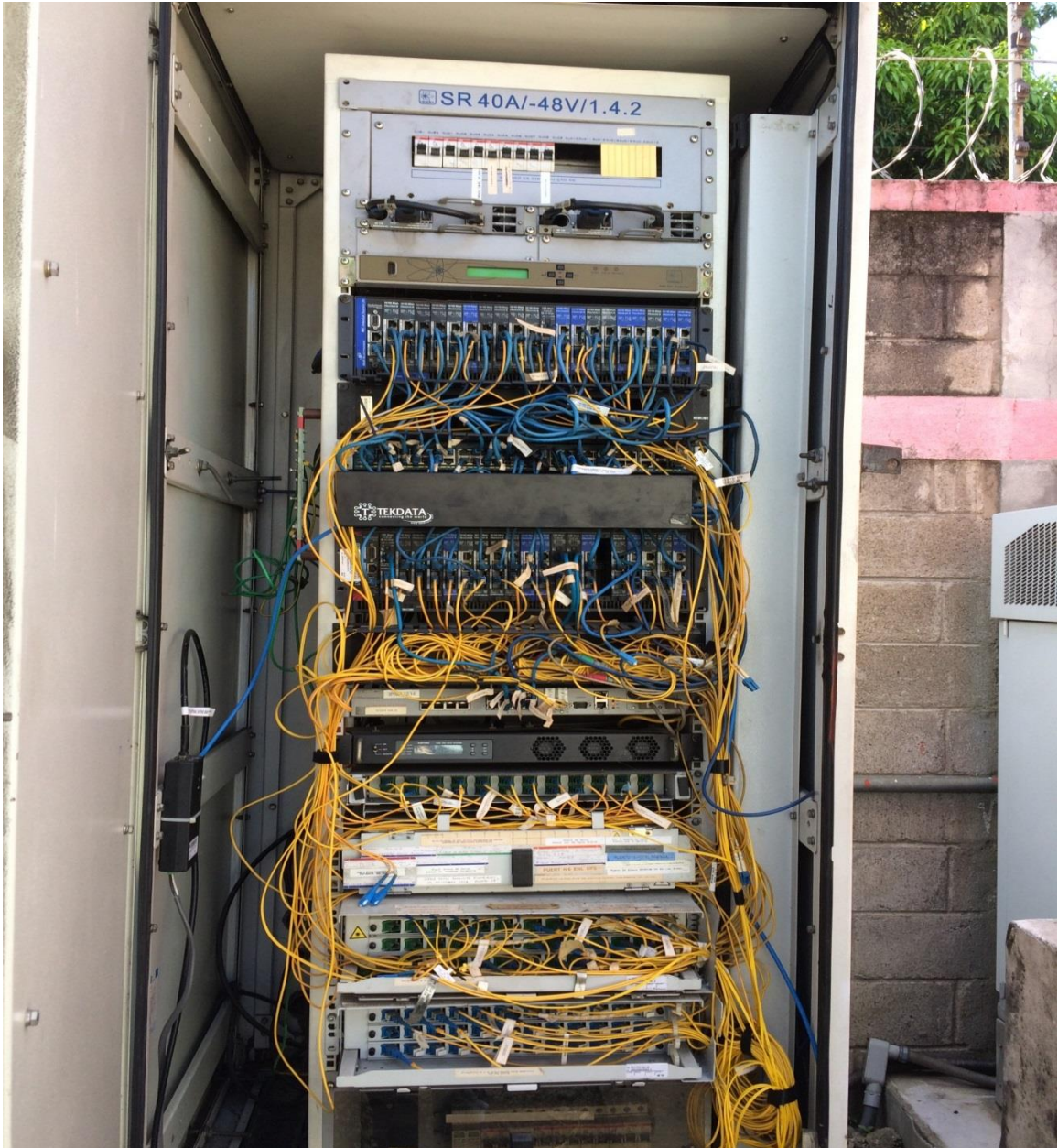
ATN HUAWEI ESFP ATN 910I-B

Radio Enlaces Canopy

A cada uno de los componentes de la radio base se analizó de forma separada y se detalla los procesos que se realizaron a cada componente.

## 6.2 EVALUACIÓN DE NODO DE SUYAPA

En esta etapa se evaluó los equipos que contiene la radio base 1 para tomar inventario de cada equipo y no dejar pendiente ningún equipo al realizar el proceso de migración. Se realizó visitas al nodo para evaluar los componentes que involucran este nodo.



**Ilustración 26 Radio Base 1 Nodo Suyapa**

Fuente: (Propia)










**Ilustración 27 Radio Base 2 Nodo Suyapa**






Fuente: (Propia)



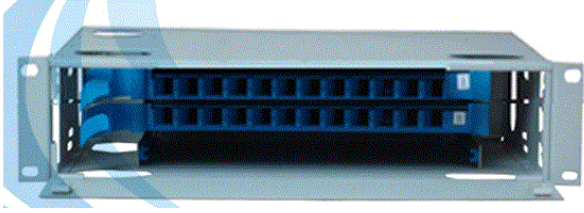
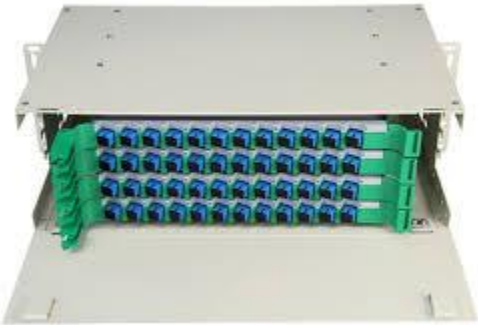
### 6.3 EQUIPOS INVOLUCRADOS EN RADIO BASES

Equipos de Radio Base 1		
Cantidad	Descripción	Imagen
1	Switch Cisco 4948	
2 Chasis	Chassis de 20 Posiciones	
19 Chasis #1	Modulo Base 10/100- cobre TX a Base 100-F	
1 Chasis #1	Convertidores modulares 10,100, 10 o 100 Mbps y 1000 Mbps	
16 Chasis #2	Modulo Base 10/100- cobre TX a Base 100-F	





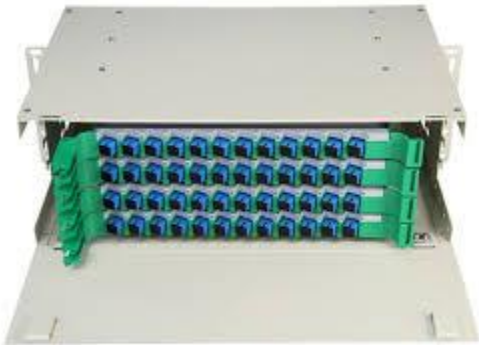
Fuente: (Propia)

Equipos de Radio Base 1		
3 Chasis #2	Convertidores modulares 10,100, 10 o 100 Mbps y 1000 Mbps	
20	Cable de cobre chasis#1	
19	Cable de cobre Chasis#2	
20	Patch de fibra Chassis #1	
19	Patch de Fibra Chassis #2	

Fuente: (Propia)

Equipos de Radio Base 1		
1	ODF 24	 A rack-mounted optical distribution frame (ODF) with 24 ports. It features a blue front panel with 24 RJ45-style ports arranged in two rows of 12. The unit is housed in a grey metal rack with side rails.
2	ODF 48	 A rack-mounted optical distribution frame (ODF) with 48 ports. It has a grey front panel with 48 RJ45-style ports arranged in two rows of 24. The unit is housed in a grey metal rack with side rails. Green fiber optic cables are visible plugged into the ports.

Fuente: (Propia)

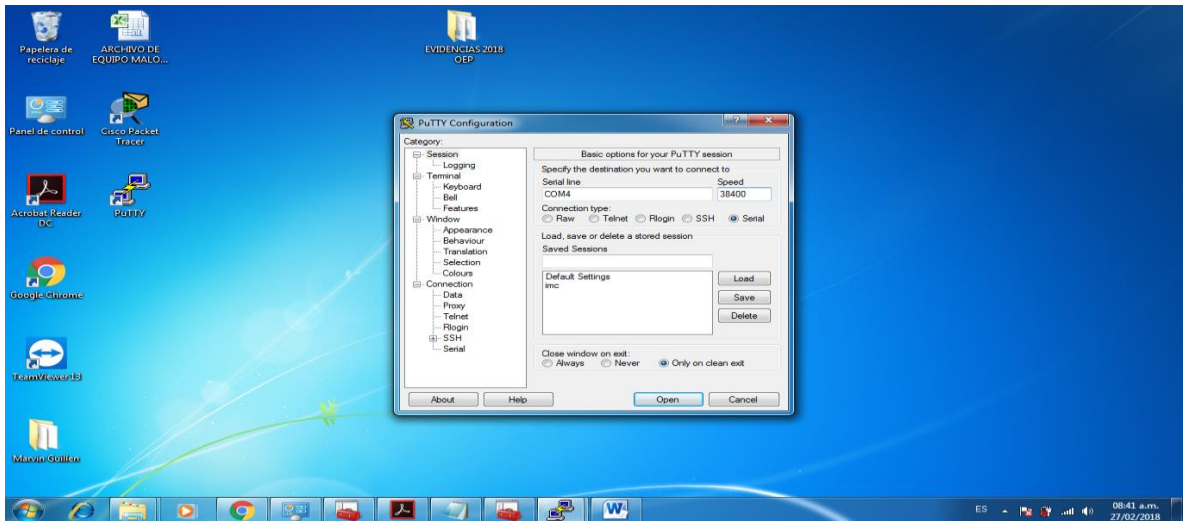
Equipos de Radio Base 2		
Cantidad	Descripción	Imagen
1	Switch Cisco 3400	
1 Chasis	Chassis de 20 Posiciones	
13 Chasis #1	Modulo Base 10/100-cobre TX a Base 100-F	
13	Patch de fibra Chassis #1	
1	ODF 48	

Fuente: (Propia)

## 6.4 CONEXIÓN A UNA TARJETAS IMC

Para comprender como se utilizaban las tarjetas IMC es necesario ubicarlas dentro de la radio base como un controlador de la señal que se recibe de Ethernet y transforma a luz.

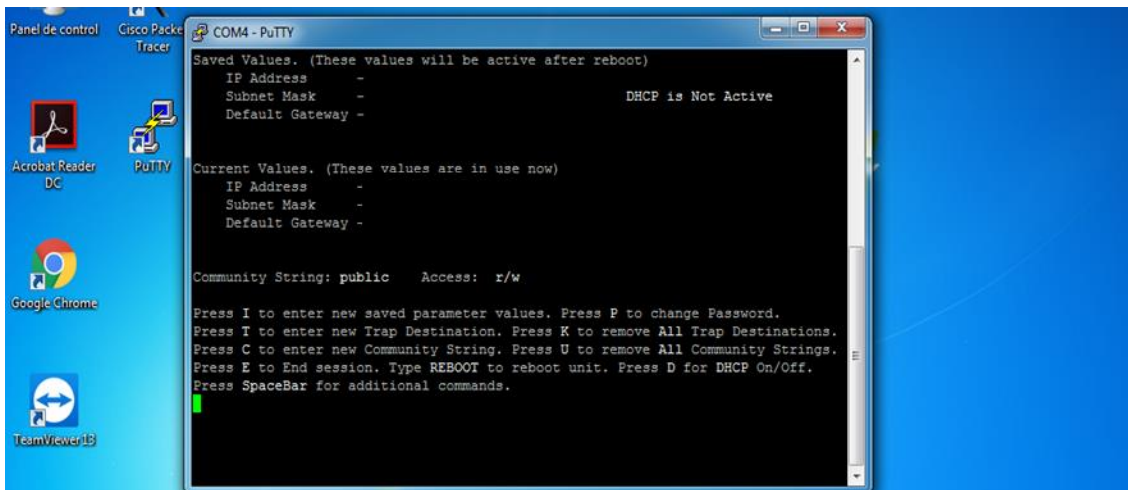
Conectarse al puerto serial y comm que se configure con el usb y abrir Putty



**Ilustración 28** Aplicación Putty para conectarse por consola

Fuente: (Propia)

Presionar Open

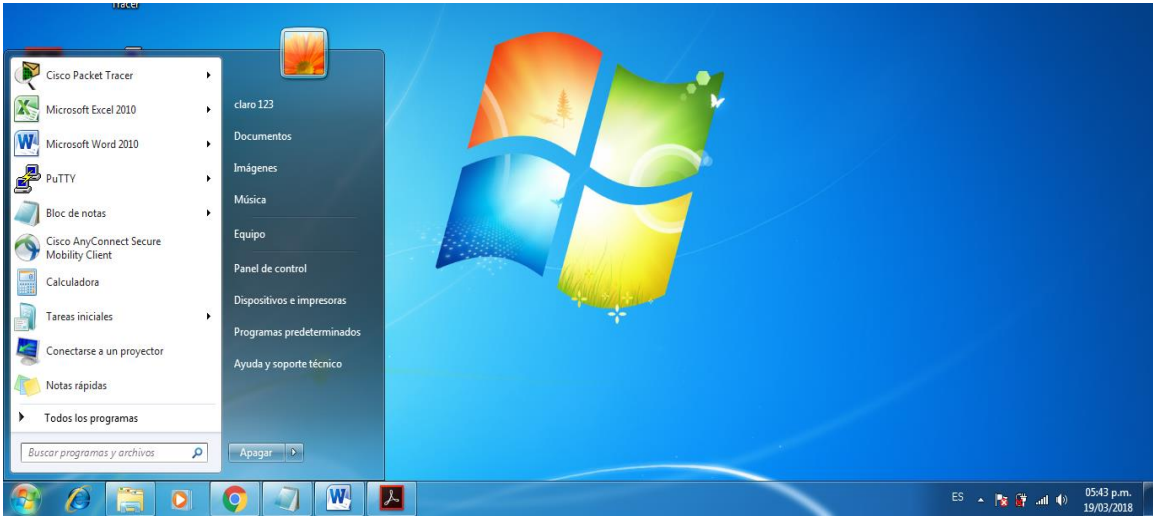


**Ilustración 29** Pantalla de Tarjeta IMC desde consola

Fuente: (Propia)

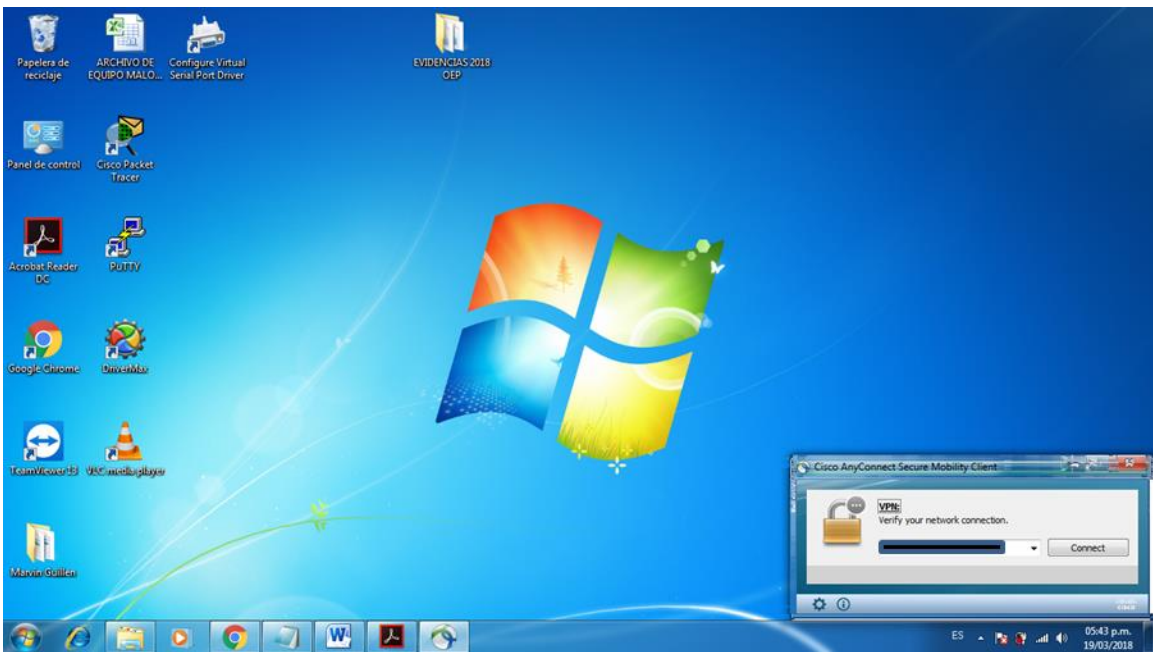
## 6.5 CONEXIÓN A UN SWITCH CISCO

Utilizar el programa Cisco Anyconnect Secure Mobility Client



**Ilustración 30 Programa de conexión VPN**

Fuente: (Propia)



**Ilustración 31 Conexión VPN con ANYCONNECT**

Fuente: (Propia)

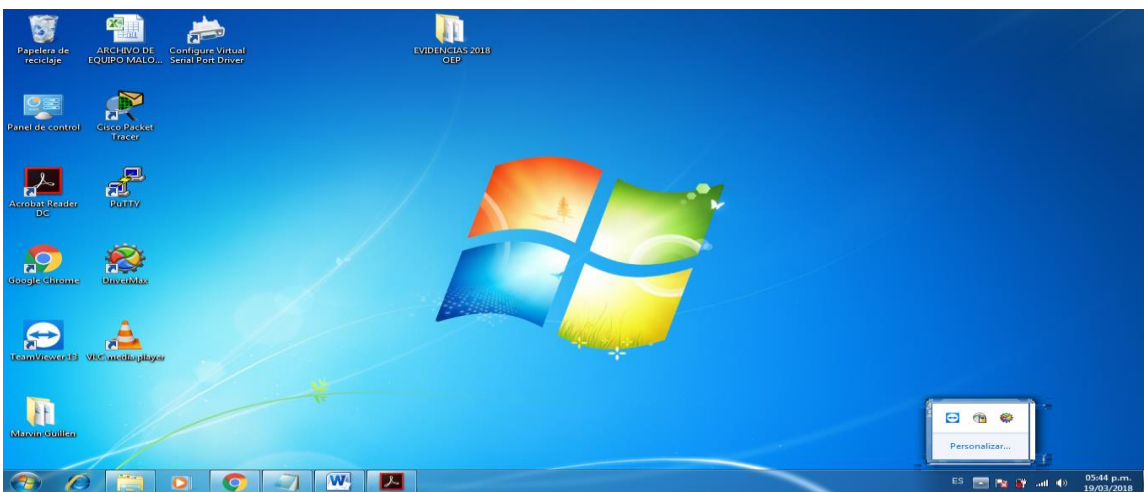




**Ilustración 32 Colocación de Usuario y Contraseña en ANYCONNECT**

Fuente: (Propia)

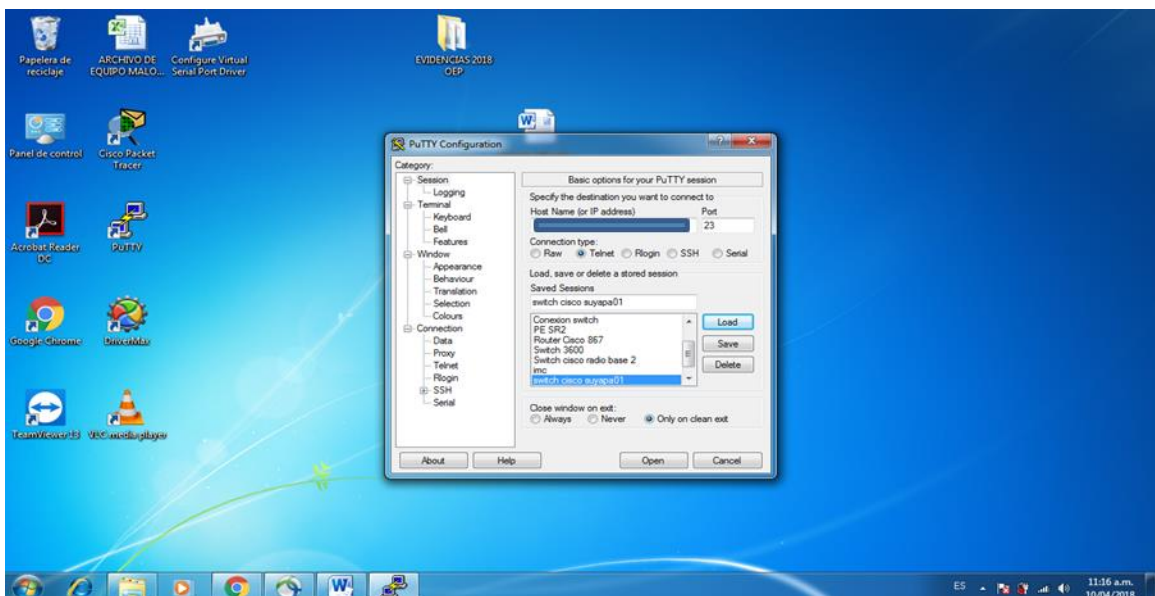
En la imagen siguiente se puede visualizar en el icono de la barra de estado donde podemos observar que la computadora está conectada a la Red Virtual para poder hacer las revisiones en los equipos.



**Ilustración 33 Conexión ANNYCONNECT estado conectado**

Fuente: (Propia)

Después de realizar una conexión al servidor VPN donde están conectados todos los equipos que conforman la red de datos es necesario realizar una conexión a través del protocolo Telnet a los equipos de switches que están contenidos en la radio base asignada al nodo de Suyapa. Como indicamos anteriormente este nodo tiene dos radio bases que almacenan los equipos. Al conectarnos por vía Telnet nos permite averiguar en el switch que clientes están conectados en la última milla y llegar a esta radio base. Se debe recopilar información como ser las direcciones MAC de las tarjetas IMC para verificar que todo quede conectado cuando se realice la ventana de tiempo para realizar la migración a la radio base más robusta. Esta radio base permitirá almacenar de mejor manera los equipos que se encuentran en las dos radio bases obsoletas. Se debe verificar que las interfaces de los switches estén activas o dadas de baja, si el cliente sigue activo o ya se terminó el contrato para retirar los equipos que este de sobras en este nodo.



**Ilustración 34 Conexión por Telnet a Switch**

Fuente: (Propia)



## 6.6 RADIO BASE NUEVA



**Ilustración 35 Radio Base Dantherm**

Fuente: (Propia)

## 6.7 ETX-1300



**Ilustración 36 Equipo ETX- 1300**

Fuente: (Propia)

Este equipo se utilizó para reducir el espacio asignado en la radio base y poder quitar el uso de chasis de 20 y utilizar este equipo con 32 puertos para conexiones de clientes de última milla.

## 6.8 ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN

Al realizar el estudio de los diferentes componentes de la radio base se procedió con el inventario de los equipos a sustituir, es decir si el departamento de Operaciones y Mantenimiento de Datos cuenta con ese equipo disponible para realizar la migración. El departamento no contaba con el ETX-1300 pero el departamento de Ingeniera de Datos si disponía para hacer esa contabilización de presupuesto de ese equipo en una mejora continua.

Al tener el equipo asignado y el personal de planta externa disponible para realizar la migración se procede con el documento de solicitud de ventana de migración y se asigna a uno de los encargados del departamento de operaciones y mantenimiento de datos para que sea el responsable de la verificación de la entrega del proyecto asignado

a un contratista que realizara los suspensiones por medio de cortes de fibra de los servicios.

Al realizar esta documentación se evalúa la ventana mediante un análisis con el personal de ingeniería de datos para revisar que no afecte a otra ventana asignada durante la migración.

En el anexo del informe se detallara el conjunto de actividades que se debe realizar como procedimiento de la empresa al momento de realizar una ventana de este tipo.

## **VII. CONCLUSIONES**

1. Durante el desarrollo de la solicitud de la migración se evaluó utilizar un equipo ETX-1300 para reducir el espacio utilizado por los chasis y poder tener ranuras de expansión ya que el ETX – 1300 soporta 32 ranuras y el chasis 20 ranuras.
2. El personal contratado para hacer el movimiento de los equipos realizo el proceso de migración y coloco todos los equipos de las dos radios bases obsoletas a la otra radio base nueva para poder realizar las pruebas para comprobar si los clientes estaban conectados y configurados en el equipo ETX-1300.
3. Entregar al departamento de Operaciones y Mantenimiento de Datos de Sercom el informe de los equipos asignados a ese nodo con los clientes asignados y las direcciones MAC de sus tarjetas IMC para la gestión.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Mantener un control de migraciones para llevar la documentación de los nodos que se han cambiado o migrado para evaluar los fallas que se generan a partir de las migraciones realizadas.
2. Evaluar con mayor frecuencia los nodos que necesitan migraciones por ser obsoletos o por motivos de estructura de cableado.
3. Utilizar el estudio entregado para generar una base de datos de clientes que están asignados a los nodos con el fin de evaluar si están operativos o no, para realizar el proceso de dar de baja el enlace.

## BIBLIOGRAFÍA

- Del Cid Perez, A., Méndez, R., & Recinos, F. S. (2007). *Investigación. Fundamentos y Metodología* (1.<sup>a</sup> ed.). México: Pearson Educación.
- Hallberg, B. (2007). *Fundamentos de Redes* (4.<sup>a</sup> ed.). México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Huidobro Moya, J. M., & Martínez, D. R. (2006). *Tecnología VOIP y Telefonía IP* (1.<sup>a</sup> ed.). México: Alfaomega Grupo Editor S. A. de C. V.
- Huidobro Moya, J. M., & Pastor, R. C. (2015). *Sistemas de Telefonía* (5 ta). Madrid, España: Thomson Editors Spain Paraninfo, S. A.
- Internet Systems Consortium. (2012). Internet host count history. Recuperado a partir de <https://web.archive.org/web/20120518101749/http://www.isc.org/solutions/survey/history>
- Mano, M. M., & Kime, C. R. (2005). *Fundamentos de diseño lógico y de computadoras* (3.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Pearson Educación. Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=333>
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman, R. A. (2005). *Física Universitaria con Física Moderna* (11.<sup>a</sup> ed., Vol. 2). México: Pearson Educación. Recuperado a partir de <https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=602>

Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadoras* (7.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España:

Pearson Educación. Recuperado a partir de

<https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=291>

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (4.<sup>a</sup> ed.). México: Pearson

Educación.

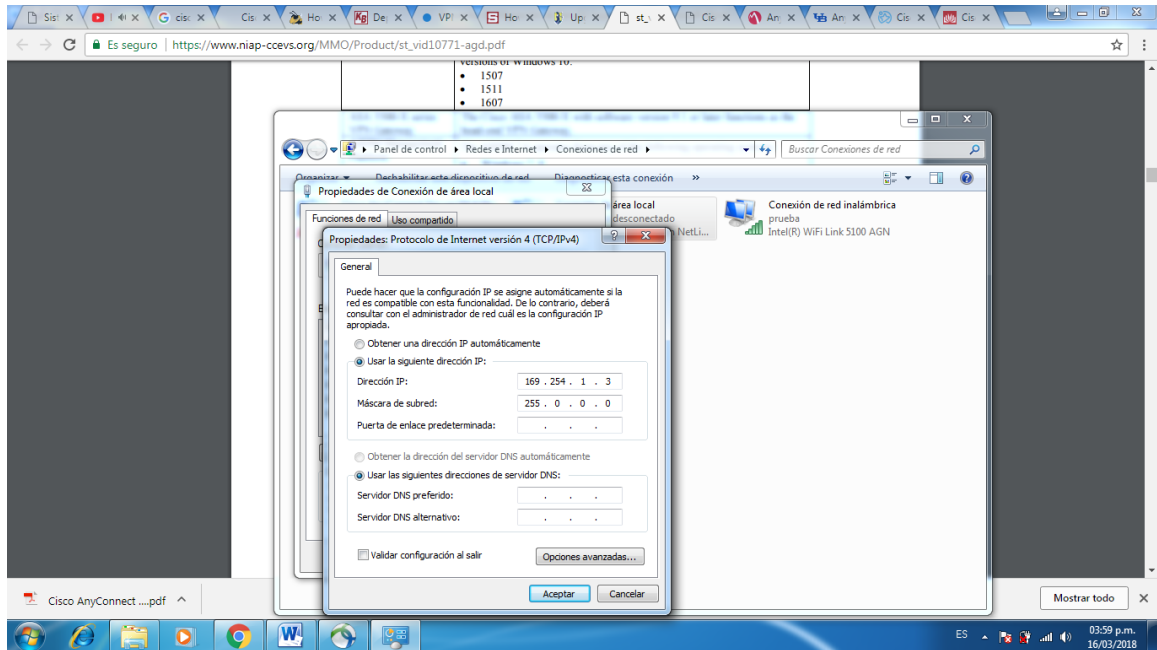
Vásquez, S. G. (2015). *Elementos de sistemas de telecomunicaciones* (1.<sup>a</sup> ed.). Madrid,

España: Ediciones Paraninfo, S A.

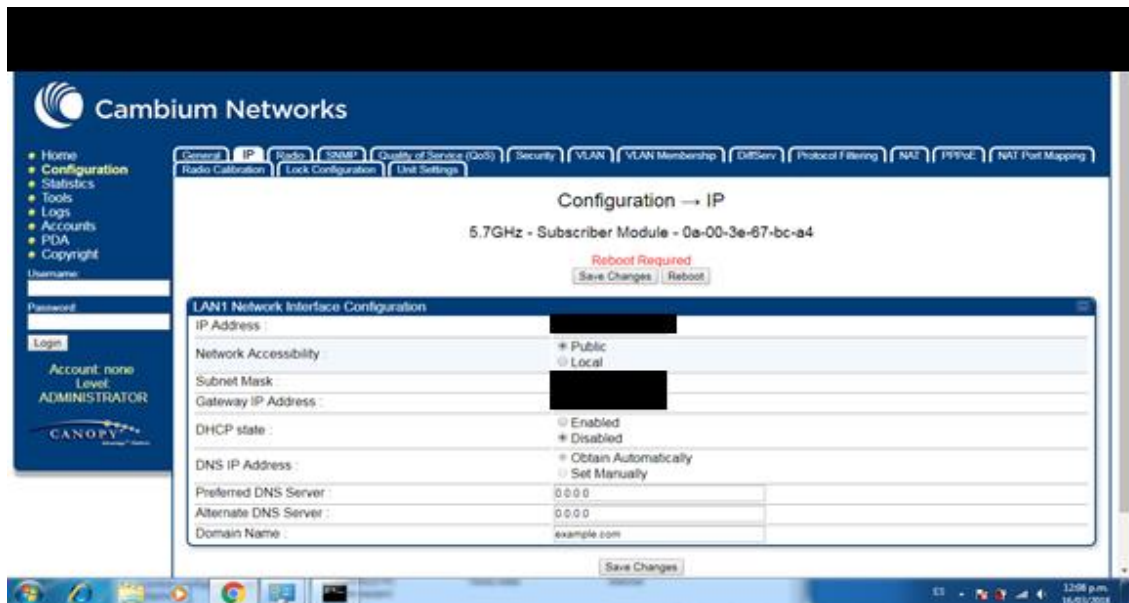
# ANEXOS

## ANEXO 1. CAMBIO DE IP DE PC PARA REALIZAR RESETEO POR DEFECTO DE RADIO

### CANOPY

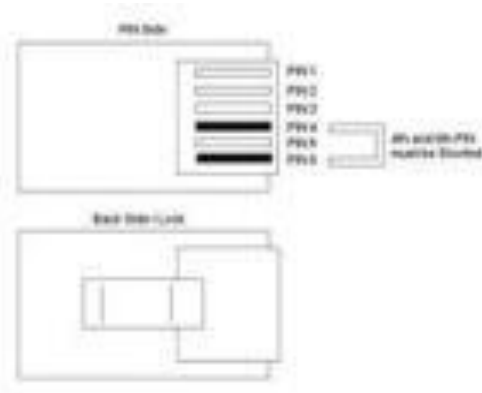


## ANEXO 2. INGRESO WEB A LA AP CANOPY





### ANEXO 3. CONFIGURACIÓN DE CABLES PARA INGRESAR A RESETEO POR DEFECTO EN AP CANOPY



### ANEXO 4. DETALLES TÉCNICOS DE TARJETAS IMC

#### IMC Networks iMcV-FiberLinX-II

##### Características principales

- OAM 802.3ag/ah (Operación, Administración y Gestión).
- UIT-T Y.1731 End-to-end servicio de verificación de la conectividad.
- VLAN Tag Aware (802.1Q incluyendo Q-in-Q "extra-tagging" y EtherType seleccionable).
- Proporciona la prioridad diferencial (802.1p compatible).
- La configuración de ancho de banda bidireccional.
- Características Pérdida Enlace de gran alcance, una alerta de fibra y solución de problemas de bucle invertido.
- Función de la transparencia permite que el tráfico VLAN y no-VLAN en el mismo puerto.



## ANEXO 5. INDICADORES DE TARJETAS IMC

### TX/FX LEDs



#### FDX/COL:

- Se ilumina en amarillo cuando el puerto está funcionando en Full-Duplex.
- Parpadea en amarillo cuando se producen colisiones en el puerto.

#### LNK/ACT:

- Se ilumina en verde cuando se establece el enlace en el puerto.
- Parpadea en verde durante la actividad de datos en el puerto.

### LEDS TX/SFP




#### LNK/ACT:


- Se ilumina en verde cuando se establece el enlace en el puerto.
- Parpadea en verde durante la actividad de datos en el puerto.

#### FDX/COL:

- Se ilumina en amarillo cuando el puerto está funcionando en Full-Duplex.
- Parpadea en amarillo cuando se producen colisiones en el puerto.

## ANEXO 6. INDICADORES DE TARJETAS IMC





SNMP FCU  
EXT 100 DATA  
100

FCU (Far CPU Up):  
Host: Ilumina Verde Cuando el punto final se detecta.  
\*Remoto: Ilumina Verde cuando el equipo es configurado como remoto.

SNMP:  
Este LED se ilumina verde para indicar que es un módulo SNMP manejable.

EXT 100:  
Ilumina verde cuando el puerto EXT MGMT está operando a 100 Mbps.

DATA 100:  
Ilumina amarillo cuando el puerto de datos está operando a 100 Mbps.

FA  
FTL  
LNK/ACT  
FDX/COL

FA:  
Se ilumina en verde cuando la alerta de fibra está habilitada

FTL (Far TX Link):  
• Host: se ilumina Verde cuando un enlace es establecido como remoto (punto-final) Puerto de Datos.  
• Remoto: se ilumina verde cuando el equipo es configurado como remoto.

LNK/ACT (Actividad del Enlace):  
• Se ilumina verde cuando el enlace está establecido en el puerto.  
• Parpadea en verde durante la actividad de datos en el puerto.

FDX/COL (Collision/Full Duplex):  
• Se ilumina verde cuando el puerto está operando en Full-Duplex.  
• Parpadea en amarillo cuando ocurren colisiones en el puerto.

## ANEXO 7. INDICADORES DE TARJETAS IMC

