



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“OPTIMIZACIÓN DE UNA RED FÍSICA DE ACOMETIDA  
QUE SOPORTE MULTIPLES SERVICIOS Y  
PROVEEDORES PARA EDIFICIOS Y LOCALES DE  
MULTIPLES USUARIOS.”**

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO/A EN ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**JOSUE AUGUSTO ALCIVAR SANCHEZ**  
**JOSELYNE JANETH ELIZALDE SIGCHO**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2017**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza y permitirme llegar a este punto. A mis padres Sandra y Manuel por encaminarme por el sendero del pensamiento y superación personal, además por brindarme todo su apoyo incondicional durante mi vida. A mi abuela Fanny y mi abuelo Luis que son quienes me impulsaron a estudiar en ESPOL. A mis tías Jessemine y Mariela por su generosidad y apoyo en todos estos años de universidad y por ser mis segundas madres. A mi hermana Yajaira Elizalde, primas Yuliana, Cristhina, Adriana y primos Ramiro, Kleber por ser la diversión en el hogar. A amigos Diana, Lissette, Malena, María R, Verónica, Daniel, Irvin, Guillermo, Jorge P, Jorge R, Steven, son la familia que elegí para compartir por muchos años más, los quiero a todos y gracias por compartir conmigo. Por último, a mi amigo y compañero Josué le agradezco por todo el esfuerzo, dedicación y siempre mostrarse optimista en los momentos difíciles de este proyecto.

Joselyne Janeth Elizalde Sigcho.

Agradezco a Dios por ser mi guía, por haberme dado fortaleza y la oportunidad de cumplir una de mis metas. A mis padres y hermanos, Augusto y Glenda, Santiago y Rebeca, respectivamente, por darme su amor, apoyo incondicional en cada decisión tomada y consejos valiosos que me encaminaron para jamás rendirme en mi carrera universitaria. A mis amigos, que formaron parte fundamental en mi vida, con los que compartí desde tardes y noches de estudio hasta mañanas deportivas, viajes y fiestas que jamás olvidaré. De manera especial a mi amiga y compañera Joselyne por el empeño y dedicación para cumplir el objetivo de este proyecto. Al Ph.D. Cesar Yépez por permitir realizar esta tesis bajo su dirección y por su capacidad para guiar nuestras ideas correctamente, lo que fue determinante para realizar un buen trabajo. Finalmente, agradezco a mi novia Denisse Guizado, por su amor incondicional, su paciencia, por confiar en mí, y, por ayudarme a seguir luchando hasta conseguir el objetivo de graduarme como Ingeniero.

Josué Augusto Alcívar Sánchez

## DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mi abuela Fanny María Madero Aguilar por demostrar día a día con sus actitudes y tratos, que por mucho que la vida te ponga obstáculos eres tú con el apoyo de Dios y de tus seres queridos quien puede superarlos, que la felicidad no se busca en tener riqueza por lo contrario la felicidad y hermosura está en las cosas más simples. A mi familia y amigos que me apoyaron en estos 6 años de universidad. Al MSc. Cesar Yépez por permitirnos estar bajo su tutela por ser un gran maestro y persona.

Joselyne Janeth Elizalde Sigcho.

Este proyecto se lo dedico principalmente a Dios, que gracias a su amor y misericordia me ha permitido terminar una etapa tan importante en mi formación profesional. A mi madre, Glenda, por haberme cobijado con su amor y paciencia todos estos años. A mi padre, Augusto, por enseñarme que todo sacrificio merece su recompensa, por inculcarme hábitos y valores que han formado mi personalidad. A mis hermanos, Santiago y Rebeca, espero que puedan emular mi ejemplo de progresar en el campo profesional. A mis abuelos, Hilario, Bella, Isabel y Jorge, por darme consejos valiosos que me ayudaron en cada etapa de mi vida. A mi tíos/as, primos/as, que se encuentran en Ecuador, España, Suiza, a cada uno de ustedes los quiero mucho y los tengo presente en mi mente y corazón. A todos mis maestros, que dedicaron su tiempo, siempre entusiastas para trasmitirme sus conocimientos que son el pilar fundamental de mi desarrollo profesional. A mis amigos, por acompañarme en momentos buenos y malos. A mi novia Denisse Guizado, por ayudarme a superar todos los obstáculos, por ser mi amiga, compañera y confidente en todo momento.

Josue Augusto Alcivar Sánchez

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....  
**Mgtr. Cesar Yépez Flores**  
PROFESOR EVALUADOR

.....  
**MSc. Miguel Molina Villacís**  
PROFESOR COLABORADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me(nos) corresponde exclusivamente; y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....

Josue Augusto Alcivar Sánchez

.....

Joselyne Janeth Elizalde Sigcho

## RESUMEN

Para el presente proyecto se propuso diseñar una infraestructura única de red de telecomunicaciones que sea capaz de resolver la problemática existente al superponer diferentes redes de cableado de telecomunicaciones que son instalados en los edificios a causa de que cada inquilino recurre a diversos proveedores.

Al existir numerosos proveedores de servicios se produce una serie de consecuencias en cadena como: dificultades para identificar la red de cada proveedor, lo que ocasiona que las operadoras inviertan mayor tiempo en encontrar la fuente del inconveniente en la red, en detrimento del servicio al cliente; arriesgando la integridad y reputación de la empresa y adicionalmente afectando la estética del edificio con la presencia de gran cantidad de cables.

La primera fase del diseño corresponde al levantamiento de información estructural (estudio del escenario donde se trabajará) y de cómo se comporta dicha estructura frente a la instalación de nuevas redes. La segunda fase comprende el diseño físico de la infraestructura de red, es decir, la disposición adecuada de los equipos en el área correspondiente de acuerdo a sus limitantes.

La tercera fase se basa netamente en la topología lógica de la red, en donde se define las características de los dispositivos, estándares, protocolos y todos los parámetros de configuración que se requieran para poder conformar la red.

Como cuarta fase se realizó una norma técnica, la cual es un modelo que ayudará a mejorar la organización, distribución de la infraestructura de redes de telecomunicaciones en edificios y locales de múltiples usuarios. La última fase corresponde a un análisis de costos con equipos de diferentes marcas permitiendo contrastar cual es la opción económicamente viable.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	II
DEDICATORIA .....	III
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA .....	V
RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
CAPITULO 1 .....	..1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	..1
1.1 Descripción del problema .....	..1
1.2 Justificación .....	..1
1.3 Objetivos .....	..2
1.3.1 Objetivo general .....	..2
1.3.2 Objetivo específico .....	..2
1.4 Metodología .....	..2
1.5 Resultados esperados .....	..3
1.6 Elementos diferenciadores o innovadores .....	..3
CAPITULO 2 .....	..4
2. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	..4
2.1 Redes de Cobre .....	..4
2.1.1 Definición .....	..4

2.1.2	Estructura.....	4
2.1.3	Características .....	5
2.1.4	Tecnologías.....	9
2.1.5	Aplicaciones .....	9
2.2	Redes GPON.....	10
2.2.1	Definición .....	10
2.2.2	Características .....	10
2.2.3	Estructura.....	11
2.2.4	Topologías de Red.....	13
2.2.5	Aplicaciones .....	14
2.3	Redes HFC .....	15
2.3.1	Introducción.....	15
2.3.2	Definición .....	15
2.3.3	Estructura.....	15
2.3.4	Características .....	17
2.3.5	Tecnologías.....	18
2.3.6	Aplicaciones .....	19
2.4.	Convergencia de Redes .....	19
2.4.1	Definición .....	19
2.4.2	Estructura.....	20
2.4.3	Características .....	21

2.4.4	Tecnologías y velocidades.....	22
CAPÍTULO 3	.....	23
3. ESTUDIO Y ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.....		23
3.1	Introducción .....	23
3.2	Caso específico a tratar .....	23
3.3	Estado Actual de las redes .....	24
3.3.1	Distribución actual de las redes de telecomunicaciones del edificio .....	24
3.3.2	Descripción de los servicios de comunicación .....	28
CAPÍTULO 4	.....	32
4. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PARA LA CONVERGENCIA DE LAS REDES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL .....		32
4.1	Visión General .....	32
4.2	Requerimientos para el diseño .....	32
4.2.1	Punto de demarcación (demarque).....	33
4.2.2	Sala de equipamiento (ER) .....	33
4.2.3	Sala de telecomunicaciones (Telecomunicación Room - TR).....	34
4.2.4	Área de trabajo (Work Area - WA).....	34
4.2.5	Cableado horizontal (HC).....	34
4.2.6	Cableado Vertical (Backbone).....	35
4.2.7	Conexión cruzada principal (Main Cross Connect) .....	35

4.2.8	Conexión cruzada intermedia (Intermediate Cross Connect).....	35
4.2.9	Bastidor (Rack).....	35
4.3	Diseño del cableado estructurado unificado .....	35
4.4	Diseño lógico .....	40
4.5	Propuesta de norma técnica .....	44
4.5.1	Acometida .....	45
4.5.2	Sala de equipamiento.....	45
4.5.3	Rutas de cableado vertical .....	45
4.5.4	Cuarto de telecomunicaciones .....	45
4.5.5	Rutas de cableado horizontal.....	46
4.5.6	Área de trabajo.....	47
CAPITULO 5	.....	48
5. ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD	.....	48
5.1	Inventario de los elementos de la red diseñada.....	48
5.2	Costo de la implementación.....	50
5.3	Cálculo de la alícuota.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	53
BIBLIOGRAFÍA	.....	55
ANEXOS	.....	57

# CAPÍTULO 1

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

Los edificios de la ciudad de Guayaquil ofrecen locales para ser usados como: viviendas, bodegas, locales comerciales, entre otros.

La problemática que surge, es la superposición de diferentes redes de cableado de telecomunicaciones que se instalan en los edificios a causa de que cada inquilino recurre a diversos proveedores. Estos últimos no tienen interés ni acuerdos para compartir las redes existentes de otras operadoras.

Al existir numerosos proveedores de servicios se produce una serie de consecuencias en cadena como: dificultades para identificar la red de cada proveedor, lo que ocasiona que las operadoras inviertan mayor tiempo en encontrar la fuente del inconveniente en la red, en detrimento del servicio al cliente; arriesgando la integridad y reputación de la empresa y adicionalmente afectando la estética del edificio con la presencia de gran cantidad de cables.

### 1.2 Justificación

Debido a que no existe una norma o estándar dictada por las autoridades competentes en cuanto a las redes de telecomunicaciones, que se deben instalar en la infraestructura habitacional, las compañías proveedoras de servicios de comunicación solo consideran su red lo que causa dificultades tanto en los habitantes como en el proveedor de servicios.

En consecuencia, existe el requerimiento de implementar un sistema de cableado que garantice el montaje de una red única para todas las operadoras de telecomunicaciones, con el objetivo de brindar mejor calidad de servicio a la comunidad, mediante el uso efectivo del tiempo para solucionar problemas, o realizar migración a un servicio de distinto proveedor e instalación de nuevos equipos terminales. Todo esto sin causar molestias de ningún tipo en los clientes de dicho establecimiento.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

- Resolver el lío tecnológico que representa la numerosa cantidad de cables mediante la creación de un sistema de cableado estructurado estandarizado para mejorar la organización y simplificar el proceso de instalación de futuros servicios de telecomunicaciones.

#### **1.3.2 Objetivo Específico:**

- Aprovechar la infraestructura del cableado que interconecta las plantas del edificio, preestablecida por proveedores de servicios de telecomunicaciones.
- Minimizar el tiempo de identificación y reparación cuando surgen contratiempos por errores en la red.
- Mejorar la infraestructura y estética de las redes de telecomunicaciones presentes en los edificios.

### **1.4 Metodología**

1. Seleccionar un edificio que presente todos los problemas a los que se quiere dar solución con este proyecto.
2. Identificar e inventariar los diferentes tipos de redes con las cuales se prestan los servicios a las diferentes áreas del edificio. Revisión detallada de cómo han sido instaladas y distribuidas las respectivas redes, para poder documentar que parte del edificio presenta la mayor densidad del cableado.
3. Analizar alternativas y proponer una estructura de red de distribución única que pueda proveer de todos los servicios de telecomunicaciones al edificio. También implementar una solución aprovechando los recursos existentes y definiendo la arquitectura adicional que se requiere.
4. Recomendar los equipos y la tecnología que permitan la construcción de esta red.
5. Hacer el análisis económico de la solución.

6. Sugerir cambios necesarios en el aspecto regulatorio.

### **1.5 Resultados esperados**

Se espera reducir, al menos en un 50%, la cantidad de cables que se necesita para el establecimiento de la red de telecomunicaciones en el edificio de estudio.

Garantizar que todos los servicios de telecomunicaciones puedan coexistir de manera integral, sin que las relaciones entre proveedores se vean afectadas. La solución planteada sea económicamente viable.

### **1.6 Elementos diferenciadores o innovadores**

La innovación de la solución ofrecida radica principalmente en ser capaces de plantear una infraestructura de red que permita la coexistencia de los diversos servicios de telecomunicaciones y de sus proveedores, sin afectar a la calidad del servicio que presta cada uno. Esta idea nace porque en Ecuador no existen normativas o recomendaciones para el desarrollo integral y conjunto de varias tecnologías en un mismo espacio físico.

Encontrar equipos y medios de conexión que aporten a la coexistencia de todos los proveedores en una red única de telecomunicaciones que se extenderá a lo largo del edificio.

## CAPÍTULO 2

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

En este capítulo se detallarán las características, estructuras y tecnologías que las redes más comunes utilizan, para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea en forma de voz, datos, video o una mezcla de los anteriores. Del mismo modo, se analizará el tipo de cableado estructurado que usan estas redes, para generar ideas de cómo trabajarlos en una red única de múltiples servicios.

#### 2.1 Redes de Cobre

##### 2.1.1 Definición

Son redes que utilizan cables de cobre como medio físico, a través del cual viaja la información de un punto a otro. Es importante puntualizar que son requeridas en redes telefónicas, es decir, en el conjunto de elementos que unen eléctricamente a los aparatos telefónicos con las centrales telefónicas, para edificios, urbanizaciones y sectores poblados en general.

##### 2.1.2 Estructura

Para comprender de manera correcta la estructura, se tomará como ejemplo el servicio telefónico domiciliario, este servicio tiene dos partes fundamentales que son, las centrales telefónicas y las redes telefónicas propiamente dichas.

Las redes telefónicas en las poblaciones básicamente se clasifican de la siguiente manera: red troncal, red primaria, red secundaria y red de abonados, como se puede observar en la figura 2.1. [1]

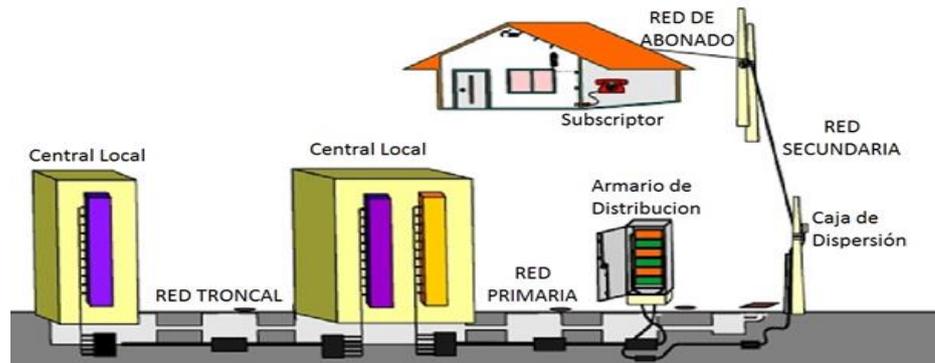


Figura 2. 1 Estructura de las redes de cobre. [1]

### Red troncal

Es la red que interconecta las centrales telefónicas. Las ciudades que tienen una densidad de población grande no pueden ser servidas con una sola central. Es necesaria la participación de varias centrales telefónicas para cubrir la demanda de este servicio. Se menciona el caso de Guayaquil, Quito, Cuenca, Ambato, entre otras.

Las ciudades se dividen físicamente en sectores denominados áreas de central donde cada una está servida de una central telefónica. Las dimensiones de estos sectores son de aproximadamente 3 kilómetros.

Las centrales telefónicas son identificadas por el sector en el que se encuentran. Como muestra la información de la tabla 1, en Guayaquil se encuentran las siguientes centrales:

Centrales Telefónicas	Sectores donde brinda cobertura
Central "Los Ceibos"	Ceibos y parte de Mapasingue Este y Oeste, Teatro Centro de Arte de la Sociedad Femenina de Cultura.
Central de la "calle Boyacá"	Desde Av. Machala hasta el Río Guayas, y desde 9 de octubre hasta los cerros del Carmen y Santa Ana.

Tabla 1 Ejemplo de centrales telefónicas de Guayaquil. [2]

### **Red primaria**

Las áreas de central son divididas en sectores más pequeños denominados **distritos**, los cuales, tienen un armario de distribución que es utilizado para concentrar el servicio telefónico de ese sector. Los distritos poseen una identificación numérica y en algunos casos llevan una letra adicional. Por ejemplo: Distrito 23, Distrito 136, Distrito 248A.

Cada armario de los distritos está unido por medio de cables a la central telefónica respectiva. A esta red se le conoce como red primaria.

### **Red secundaria**

Los distritos son divididos en sectores más pequeños que se denominan áreas de dispersión, que están siendo alimentadas por una caja de dispersión (en algunos casos por dos cajas de dispersión) de 10 pares, en la cual, se concentra el servicio telefónico de ese pequeño sector. Cada caja de dispersión tiene una nomenclatura alfanumérica con una letra y un número que va desde el 1 al 5. Por ejemplo: A1, B3, C5, D2, E4, F2, G4, etc.

La red que une el armario de distribución con cada caja de dispersión se denomina red secundaria. La red secundaria siempre es de mayor capacidad que la red primaria por motivos de flexibilidad y mantenimiento. Cuando se tiene una red secundaria que sirve a un sector de la ciudad, no es posible determinar anticipadamente cuál de los futuros abonados va a solicitar el servicio, cuál de ellos va a realizar una ampliación de su vivienda para tener otro departamento o cualquier otro caso parecido. Por esta razón es preferible construir una red secundaria de mayor capacidad que la red primaria.

Por otro lado, la red secundaria está construida con cables de menor capacidad que la red primaria, es por eso que, para efectos de mantenimiento es preferible que, si un par secundario está dañado,

cambiarlo por otro que esté libre y de esa manera solucionar el problema.

La relación entre la red primaria y la red secundaria es del orden del 70%, es decir que, de cien pares secundarios, únicamente setenta tendrán conexión con la red primaria.

### **Red de abonado**

De cada una de las cajas de dispersión se conecta directamente al abonado o aparato telefónico domiciliario. A esta red se le conoce como **red de dispersión** o **red de abonado**. [1]

#### **2.1.3 Características**

Resulta conveniente estudiar las características de transmisión del par abonado telefónico, pues de ellas depende el ancho de banda del que se puede disponer. Hay que recordar que desde las centrales telefónicas locales hasta las viviendas de los abonados se utiliza como medio de transmisión un par de hilos de cobre trenzados. A través de él, se transmiten las señales vocales analógicas en modo dúplex (transmiten y reciben las señales por el mismo par de cobre simultáneamente). Un par de cobre se caracteriza por su diámetro, longitud y el método empleado para su aislamiento. Además, los pares de cobre se agrupan en cables de 50 o más pares, lo que permite alcanzar velocidades de transmisión de 4 Mbps (4 millones de bits por segundo).

Una de las principales características de las redes de cobre que ocasiona que la mayoría de empresas utilicen estas redes es porque son más económicas y fáciles de instalar que cualquier otro tipo de red. Sin embargo, tienen limitantes debido a los siguientes factores:

#### **Atenuación y distorsión**

Las señales que se propagan a través del par de cobre sufren atenuación y distorsión de fase, que crecen si aumenta la longitud de la línea o la frecuencia de la señal. [3]

### **Pares cargados**

Cuando la distancia entre la central y la vivienda del abonado es prolongada, con el fin de compensar el efecto de la impedancia capacitiva acumulada en la línea y así mejorar la calidad de la transmisión de las señales, el par de cobre se carga mediante unas bobinas (proceso denominado pupinización). Estas bobinas actúan como filtros para las altas frecuencias. Por lo cual las líneas cargadas no son aptas para servicios que utilicen estas altas frecuencias, a menos que se eliminen las bobinas. [3]

### **Interferencia electromagnética (EMI)**

Se trata de una señal interferente de carácter aleatorio. También llamado ruido impulsivo, que puede ser causado por gran variedad de dispositivos electrónicos o electromecánicos y por descargas atmosféricas.

### **Interferencia de radiofrecuencia (RFI)**

Las señales en la banda de AM y las procedentes de equipos de radioaficionado también pueden acoplarse a la línea de abonado, originando interferencias que aparecen como señales de banda estrecha.

### **Diafonía**

Este efecto tiene su origen en el acoplamiento inductivo entre pares adyacentes próximos, generalmente dentro del mismo cable. Esto da lugar a una transferencia de la señal desde el par por donde se propaga hasta otro par. La diafonía puede ser de dos clases, si la señal interferente viaja en el mismo sentido (FEXT) o en sentido contrario (NEXT).

La segunda clase tiene un efecto más perjudicial, debido a que la señal interferente no ha sufrido atenuación a través del cable, lo que perturba enormemente a la señal deseada. El grado de perturbación aumenta con la frecuencia y además la diafonía crece con la longitud del cable,

imponiendo una serie de restricciones en relación a la distancia máxima entre la central y el usuario final.

Para minimizar el acoplamiento de señales se recurre al trenzado de los pares de cobre. Sin embargo, este proceso no es perfecto y parte del efecto de diafonía persiste. [3]

#### **2.1.4 Tecnologías**

La tecnología que más se ha utilizado en este tipo de comunicación por alambre de par de cobre es el ADSL que proviene del acrónimo Línea Digital Asimétrica al Abonado. Consiste en la transmisión de señales analógicas de los datos digitales sobre la estructura de par de cobre de telefonía convencional (Red Telefónica Conmutada, PSTN).

Existe una limitante en este tipo de redes que utilizan esta tecnología acerca de la distancia máxima entre la central telefónica hasta la red del abonado, que debe ser de un máximo de 5.5 Km. [2]

La tecnología ADSL, concebida por Bellcore en 1989, pero con varios años de estudios y pruebas piloto, siendo abierta por primera vez al público en Estados Unidos durante 1997; permite acceder a todos los servicios, a través del bucle de abonado telefónico convencional, con velocidades de hasta 9 Mbps hacia el usuario y hasta 800 Kbps del usuario a la red.

#### **2.1.5 Aplicaciones**

Mediante el empleo de ADSL, las operadoras pueden ofrecer a sus abonados servicios que soporten una amplia gama de aplicaciones, como, por ejemplo:

Transmisión de datos y acceso a servicios de información a alta velocidad:

- Acceso a Internet,
- Mensajería electrónica
- Comercio electrónico, etc.

Servicios que se beneficien de una permanente conexión activa:

- Interconexión de redes de área local.
- Redes privadas virtuales.
- Acceso remoto y teletrabajo.

Servicios que se apoyarán en la disponibilidad de altas velocidades:

- Audio y vídeo difusión.
- Audio y vídeo conferencia.
- Acceso a bases de datos documentales y multimedia.
- Aplicaciones interactivas en red.
- Teleeducación.

## **2.2 Redes GPON**

### **2.2.1 Definición**

Es una red de fibra de vidrio que utiliza la tecnología GPON. GPON es una tecnología de acceso mediante fibra óptica, con arquitectura de punto a multipunto, en el cual, todos los usuarios se encuentran conectados a la red y reciben la misma información, pero solo se quedan con el contenido que está dirigido hacia ellos. Estas redes GPON son utilizadas en su gran mayoría por empresas que ofrecen un servicio de triple pack como: Internet, telefonía y televisión. [4]

### **2.2.2 Características**

Las redes de fibra de vidrio tienen como principal característica la transmisión de señales ópticas, es decir luz. Esto es un beneficio para los operadores, ya que se podrán transmitir tasas de bits mucho más altas. La ventaja de utilizar cables de fibra óptica es que, a diferencia de los cables metálicos, estos son mucho más ligeros. Además de que la información llevada no se ve afectada por ruido de tipo eléctrico y pueden soportar distancias mayores entre repetidoras. [5]

GPON ofrece velocidades de transmisión de entre 622 Mbps hasta 2.5 Gbps. La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps downstream y de 1,244 Gbps

upstream. Sobre ciertas configuraciones se pueden proporcionar hasta 100 Mbps por abonado. [5]

La red de acceso que es la parte de la red del operador que se encuentra más cercana al usuario final, se caracteriza por la abundancia de protocolos y servicios. El método de encapsulación que emplea GPON es GEM que permite soportar cualquier tipo de servicio (Ethernet, TDM, ATM, etc.) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125 ms. GEM se basa en el estándar GFP (Procedimiento de Trama Genérico) del ITU-T G.7041, con modificaciones menores para optimizarla para las tecnologías PON.

GPON de este modo, no solo ofrece mayor ancho de banda que sus tecnologías predecesoras, es además mucho más eficiente y permite a los operadores continuar ofreciendo sus servicios tradicionales (voz basada en TDM (Time-Division Multiplexing), líneas alquiladas, etc.), sin tener que cambiar los equipos instalados en las dependencias de sus clientes. [5]

### **2.2.3 Estructura**

La estructura de redes GPON consta de dos sectores que son la dependencia del operador y la de los abonados. En estas dos áreas se encuentran dispositivos que permiten la comunicación entre ellas. Todos estos dispositivos se encuentran conectados mediante cables de fibra óptica, en la figura 2.2 se ilustra cada una de los dispositivos que se describen a continuación. [5]

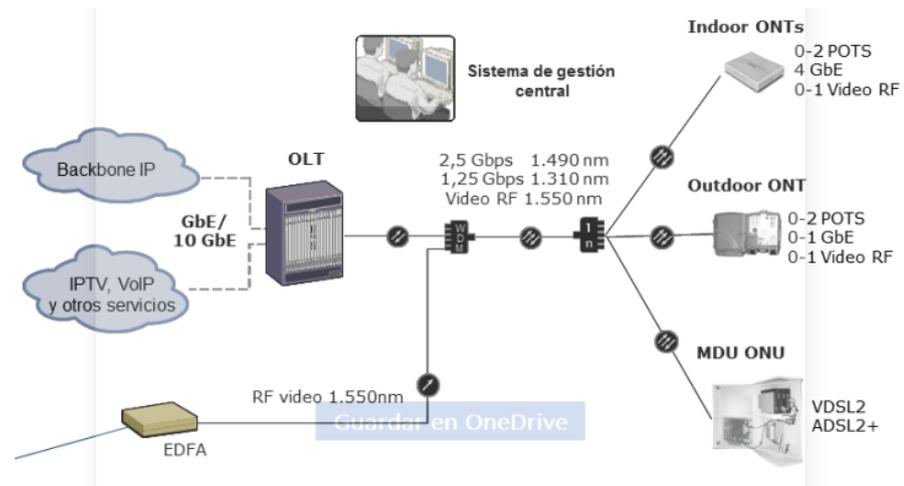


Figura 2.2 Estructura de redes GPON. [5]

En las dependencias del operador se encuentra el OLT (Optical Line Terminal), y en las dependencias de los abonados para FTTH (Fibra hasta el hogar) se encuentran las ONT (Optical Networking Terminal). La OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 64 ONT. Aunque depende del suministrador, existen sistemas que pueden alojar hasta 7.168 ONTs en el mismo espacio que un DSLAM que es un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL (Digital Subscriber Line) sobre cable de par trenzado de cobre. [5]

En las arquitecturas FTTN (Fibra hasta el nodo), las ONT son sustituidas por MDU (Multi-Dwelling Units), que ofrecen habitualmente VDSL2 (Very High Bit Rate Digital Subscriber 2) hasta las casas de los abonados, reutilizando así el par de cobre instalado. A su vez, obtiene las distancias necesarias para alcanzar velocidades simétricas de hasta 100 Mbps por abonado. [5]

Para conectar la OLT con la ONT, se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda downstream. Mediante un pequeño divisor pasivo que divide la señal de luz y tiene su entrada en varias salidas, el tráfico downstream originado en la OLT puede ser distribuido. Puede haber una serie de divisores pasivos 1 x n (donde n

= 2, 4, 8, 16, 32, o 64) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esto es una arquitectura punto a multipunto, algunas veces descrita como una topología en árbol. [5]

Los datos upstream desde la ONT hasta la OLT, que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream, son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico. Esto permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico downstream. [5]

Para el tráfico downstream se realiza un broadcast óptico, aunque cada ONT solo será capaz de procesar el tráfico que le corresponde o para el que tiene acceso por parte del operador, gracias a las técnicas de seguridad AES (Advanced Encryption Standard). Para el tráfico upstream los protocolos basados en TDMA (Time Division Multiple Access) aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además, mediante TDMA solo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de las tecnologías TDM donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente de que se tengan datos o no disponibles. [5]

#### **2.2.4 Topologías de Red**

Existen varias topologías para una red de acceso. Por lo general, en las empresas proveedoras de servicios se escoge una topología que brinde flexibilidad por este motivo la incidencia en el tipo árbol-rama.

##### **Topología Árbol:**

Topología de red es aquella en la cual los nodos están colocados en forma de árbol. Es decir, existe un nodo de enlace troncal que por lo general es un conmutador o splitter, que es donde se ramifican los demás nodos, como muestra la figura 2.3.

La falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones. Se comparte el mismo canal de comunicaciones. La topología de árbol combina características de la topología de estrella con la BUS. Consiste en un conjunto de subredes estrella conectadas a un BUS. Esta topología facilita el crecimiento de la red. [6]

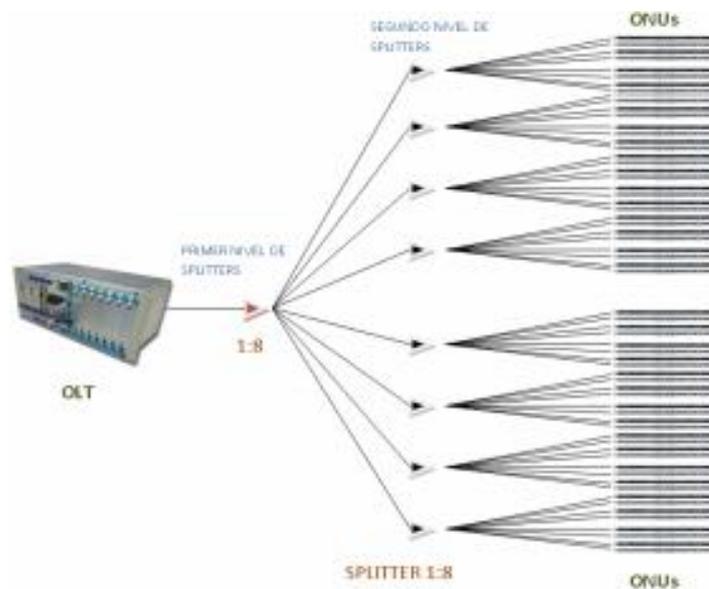


Figura 2.3 Topología tipo árbol.

### 2.2.5 Aplicaciones

Una de las principales aplicaciones para una red GPON es (FTTX) Fibra hasta "X", la X representa lugares como: hogares, nodos, oficinas entre otros. Se encuentra regulado por FSAN una organización que estudia el acceso al servicio de red de nuevas tecnologías PON o redes pasivas ópticas. Con respecto al alcance en la capa TC o convergencia de transmisión de la G-PON, se define que el máximo alcance lógico es de 60 km, mientras que la máxima diferencia de distancia de fibra entre la ONU más lejana y la más cercana debe ser 20 km.<sup>3</sup>

Otra de las aplicaciones es ethernet en la última milla que es un término para cuando se realiza una conexión de red de un cliente a una oficina

central. Viene dada por la normativa IEEE 802.03 ah, que básicamente nos habla de estandarizar redes basadas en ethernet, incluyendo las especificaciones del medio físico subyacente. Tiene un alcance de entre 750 m – 2,7 km. Podemos ver un claro ejemplo de esto en la distribución de tv digital.

## **2.3 Redes HFC**

### **2.3.1 Introducción**

Las redes de televisión por cable (CATV) originalmente fueron estructuradas solo por cable coaxial lo que generaba muchas pérdidas de la señal transmitida, requiriendo utilizar amplificadores de señal para que el servicio llegue a los abonados. Debido a la gran cantidad de recursos que requería esta red y a sus limitaciones de ancho de banda, se optó por mejorar la calidad de servicio y utilizar nuevos medios para la transmisión de televisión entonces se reemplazó esta por una red HFC que cumplía con todas las características que los proveedores necesitaban.

### **2.3.2 Definición**

Es una red de cableado terrestre Híbrida que combina en su estructura el uso de fibra óptica y cable coaxial. Es decir, el proveedor lleva la cantidad de información que le permita las características físicas de la fibra óptica que es el medio por donde viaja la información, hasta un punto de distribución y a partir de este punto se usa cable coaxial hasta la casa del abonado, teniendo pocas pérdidas por cable y además llevando mayor cantidad de canales hacia el cliente. [7]

### **2.3.3 Estructura**

Una red CATV está compuesta básicamente por una Cabecera, la red Troncal, la red de distribución, y el tramo final el de acometida al hogar.

#### **Cabecera**

Es donde se realiza todo el proceso de recibir la información y se prepara para ser enviada al abonado, cuenta con todo tipo de dispositivos de recepción ya sea satelitales, radiodifusión, microondas, que es lo que se distingue en la figura 2.4. Además, posee enlaces con otras cabeceras, estudios de televisión y otras redes que envían sus datos para ser gestionados y distribuidos. Antiguamente, como se dijo en la introducción solo se enviaba datos de video en una sola dirección y hacia los abonados, es decir era un centro de acogida y distribución de señales analógicas de TV. En la actualidad la cabecera realiza funciones más complejas, debido a las necesidades del abonado de un servicio interactivo y a la capacidad del medio de distribución, el que ha mejorado notablemente. [7]

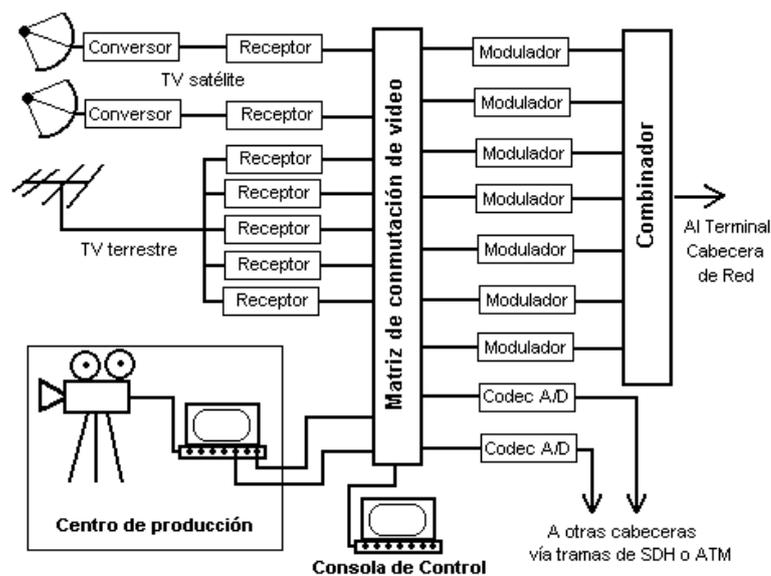


Figura 2.4 Cabecera de una red CATV [7]

### Red Troncal

Es toda la estructura de la red que se encarga de transportar los paquetes de información que salió de la cabecera y distribuirla a todas las zonas de distribución de red de cable. Aquí se encuentra la estructura en fibra y en cable coaxial y se puede hablar de nodos

ópticos que es donde la señal de la cabecera pasa de óptica a eléctrica que es lo que muestra la figura 2.5. [7]

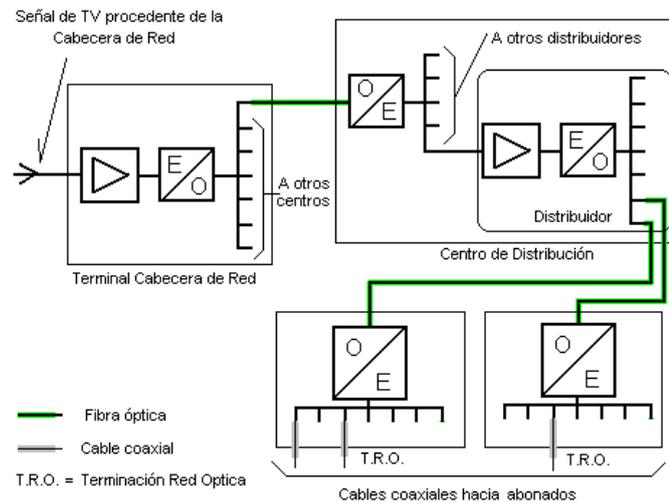


Figura 2.5 Red troncal [7]

### Red de Distribución

Estructurada por un bus de cable coaxial que lleva las señales hasta la última línea antes de llegar al abonado por lo general contienen amplificadores de ancho de banda y abarca grupos de 500 viviendas. Para los edificios la estructura cambia la red troncal llega hasta el edificio y se instala un nodo óptico en la azotea de este parte el coaxial para alimentar al edificio y a los que se encuentren en las proximidades de este. [7]

### Acometida

Es el último tramo en el proceso de comunicación el que llega a los abonados y donde se encuentra ya con la salida para el televisor. [7]

#### 2.3.4 Características

Las redes HFC soportan anchos de banda desde los 4Mhz a los 860Mhz, recordemos que este tipo de red es bidireccional, por tanto, hablamos de canal de retorno o "Upstream" y canal de descarga o "Downstream". Los datos de retorno o Upstream, son los datos que

envía el usuario a la cabecera, a estos datos se le asigna un ancho de banda de 4Mhz a 50Mhz, este canal es más susceptible al ruido razón por la que se trata de no usar frecuencia que rondan entre 4Mhz y 25Mhz. El canal Downstream es el que envía la información de televisión al usuario, este a su vez se subdivide en dos anchos de banda. El ancho de banda de 750Mhz a 860Mhz se transmite los canales análogos con que cuente el servicio, y de 750Mhz a 860Mhz se destina para los canales digitales.

### **2.3.5 Tecnologías**

Con respecto a las tecnologías de una red HFC existen distintos tipos de tecnologías dependiendo del tipo de dato que se transmita, se explicara las tecnologías implicadas en la transmisión de paquetes de voz para telefonía.

Tecnología Overlay:

Es una tecnología que a partir de un nodo óptico superpone una red de telefonía. Tienen como característica que puede ser diseñada de forma sencilla es flexible, económica y fiable, además tiene en cuenta una evolución futura de las redes. La tecnología overlay lleva hasta el abonado un canal de 64 Kbps directamente desde el nodo, a través de un cable de par de cobre. En el nodo se forman canales de nivel jerárquico superior hasta llegar a la cabecera un conmutador hace de interfaz entre la red overlay a la telefonía tradicional. [8]

RF to the Kerb y RF to the home:

Con respecto a este tipo de tecnología, se utiliza la red HFC para transportar en el espectro RF las señales telefónicas. En el espectro se asignan canales específicos para el tráfico de descarga o descendente y de retorno, en el caso anterior se hablaba de signar un canal de 64 Kbps a cada abonado en esta tecnología todos comparten una serie de distribución. La propia red hace su esquema de concentración de tráfico telefónico previa a la que tiene lugar en el conmutador local de

la cabecera, la calidad de servicio dependerá de que se quiera ofrecer y del dimensionamiento de sistema de acceso telefónico. [8]

### **2.3.6 Aplicaciones**

La gran capacidad de las redes HFC y el hecho de ser un medio de transmisión bidireccional permite ofrecer los tradicionales programas de televisión, comunicaciones instantáneas vía Internet, vídeo a la carta, vídeo bajo demanda, servicios de tele compra, envío de SMS, transacciones comerciales y otros servicios interactivos, además:

- Televisión análoga y digital
- Redes locales de alta velocidad para transporte de datos.
- Servicios de telefonía integrada
- Servicios y video juegos interactivos
- Canales de pago por ver (PPV)
- Acceso a bases de datos
- Distribución de canales de radio FM
- Portales y anuncios interactivos

## **2.4. Convergencia de Redes**

### **2.4.1 Definición**

Redes convergentes o redes multiservicio son aquellas redes que ofrecen la integración de los servicios de voz, datos y videos en una sola red basada en IP como protocolo de nivel de red, esto elimina la necesidad de crear y mantener redes separadas logrando una sola infraestructura de red común, con muchos puntos de acceso. [9]

Esta infraestructura de red común indicada anteriormente será diseñada mediante una red Ethernet basado en el protocolo TCP/IP; cabe recalcar que para lograr este objetivo todos los servicios de televisión, telefonía, e internet, serán convertidos en paquetes IP.

### 2.4.2 Estructura

Las Redes de Área Local o LAN, como indica la Figura 2.6 son redes cuyo rango de alcance se limita a un área relativamente pequeña, como una habitación, un edificio, un avión, entre otros. En la actualidad, la tecnología LAN predominante en el mundo es Ethernet, este estándar funciona en la capa de enlace de datos y en la capa física. Ethernet definen las especificaciones de diferentes medios, anchos de banda, y otras variaciones de capa 1, además, definen el formato y tamaño de la trama, y otras variaciones de capa 2.

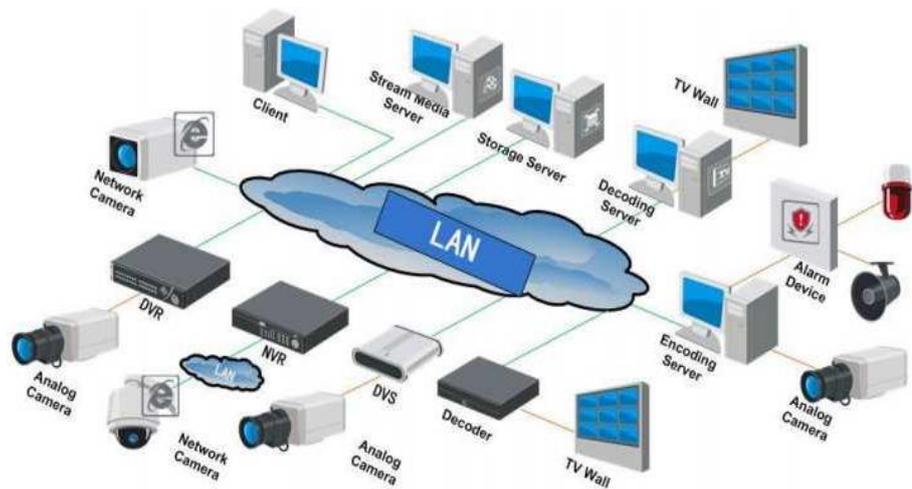


Figura 2.6 Ejemplo de una red de área local (LAN). [10]

Existe una arquitectura normalizada que se utiliza como modelo teórico hasta la actualidad, creada por la ISO (Organización Internacional de Estandarización) en 1977, y, que permite explicar el comportamiento de las redes como un conjunto de capas en las cuales se cumple una determinada función. Este es el modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), como se aprecia en la figura 2.7 se compone de 7 capas, las cuales están detallados en el anexo 1, así como las capas del modelo práctico TCP/IP:



Figura 2.7 Capas del modelo OSI. [10]

### 2.4.3 Características

Los estándares de Ethernet definen tanto los protocolos de capa 2 como las tecnologías de capa 1. Respecto a los protocolos de capa 2, al igual que sucede con todos los estándares IEEE 802, Ethernet depende de dos subcapas, separadas de la capa de enlace de datos, para funcionar. [10]

#### Subcapa LLC

La subcapa LLC de Ethernet, es llamada subcapa de control de enlace lógico, se ocupa de la comunicación entre las capas superiores y las capas inferiores. Generalmente, esta comunicación se produce entre el software de red y el hardware del dispositivo. La subcapa LLC toma los datos del protocolo de la red, que generalmente son un paquete IPv4, y agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino. El LLC se utiliza para comunicarse con las capas superiores de la aplicación y para la transición del paquete a las capas inferiores para su entrega. [10]

El LLC se implementa en software, y su implementación no depende del hardware. En una PC, el LLC se puede considerar el controlador de la NIC. El controlador de la NIC es un programa que interactúa

directamente con el hardware de la NIC para transmitir los datos entre la subcapa MAC y los medios físicos. [10]

### Subcapa MAC

La MAC constituye la subcapa inferior de la capa de enlace de datos. Se implementa mediante hardware, por lo general, en la NIC de la PC. Los detalles se especifican en los estándares IEEE 802.3. En la figura 2.8, se enumeran los estándares IEEE de Ethernet comunes. [10]

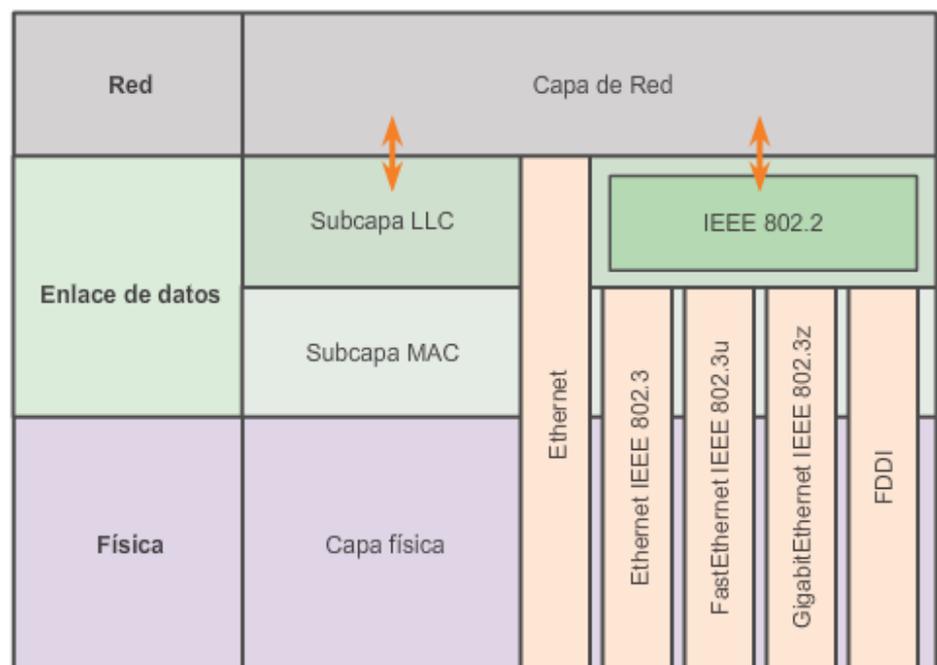


Figura 2.8 Subcapas del estándar Ethernet. [10]

#### 2.4.4 Tecnologías y velocidades

Se trata de una familia de tecnologías de red que se definen en los estándares IEEE 802.2 y 802.3. Ethernet admite los anchos de banda de datos siguientes:

10 Mb/s; 100 Mb/s; 1000 Mb/s (1 Gb/s); 10.000 Mb/s (10 Gb/s); 40.000 Mb/s (40 Gb/s); 100.000 Mb/s (100 Gb/s). [10]

## CAPÍTULO 3

### 3. ESTUDIO Y ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

#### 3.1 Introducción

La Municipalidad de Guayaquil tiene como visión: “Ser el Gobierno Local más eficiente en el país en brindar obras y servicios, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de la colectividad, a través de la gestión administrativa apropiada de los recursos, el uso de tecnología de información y el impulso de la actividad turística” [11].

Gracias a esto nace la Fundación Municipal para la regeneración urbana, que tiene como objetivo principal ejecutar proyectos que contribuyan a lograr el mejoramiento arquitectónico y paisajístico de la ciudad, pero a pesar de los grandes avances con respecto a la reorganización de cables de manera subterránea es un hecho que, no se ha adecuado una ordenanza que enmiende el problema que existe en el interior de edificios producto de la desorganización del cableado estructurado de distintos proveedores, por este motivo el municipio debería establecer una ordenanza para corregir el problema mencionado anteriormente; mejorando así la estética, distribución y calidad de los servicios de telecomunicaciones.

#### 3.2 Caso específico a tratar

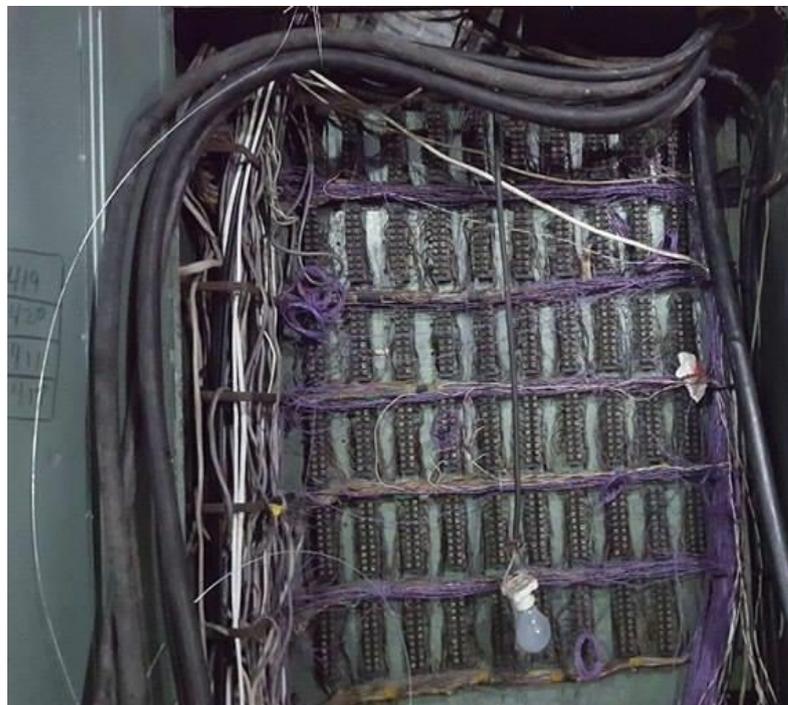
El objetivo de este trabajo es tomar un modelo de estudio para tratar de unificar las redes de telecomunicaciones en el interior de edificios y construcciones. Se ha tomado como caso de estudio el edificio Torres del Río, que cuenta con 21 pisos, incluyendo terraza y sótano; este se encuentra ubicado en la intersección de las calles Junín 114 y Panamá, centro de la ciudad de Guayaquil. En vista de las normas que ejecuto el Municipio [12], este edificio ha tenido que adaptarse a las nuevas ordenanzas para que el cableado que ingresaba por los postes de alumbrado al departamento del abonado, lo haga de tal forma que no sea visible en las calles, en consecuencia el personal administrativo modificó la acometida del establecimiento de manera

subterránea, específicamente por el sótano, cabe recalcar que el edificio también presta parte de su infraestructura a algunas compañías de telecomunicaciones para ser usado como punto de distribución a usuarios cercanos al edificio. Es decir, en el sótano no residen únicamente los cables correspondientes a inquilinos propios del edificio sino que también cables de otros usuarios que se encuentren cercanos al edificio, es aquí donde existe el problema de la concentración de cables que a largo plazo afectara al servicio que brindan las operadoras.

### 3.3 Estado Actual de las redes

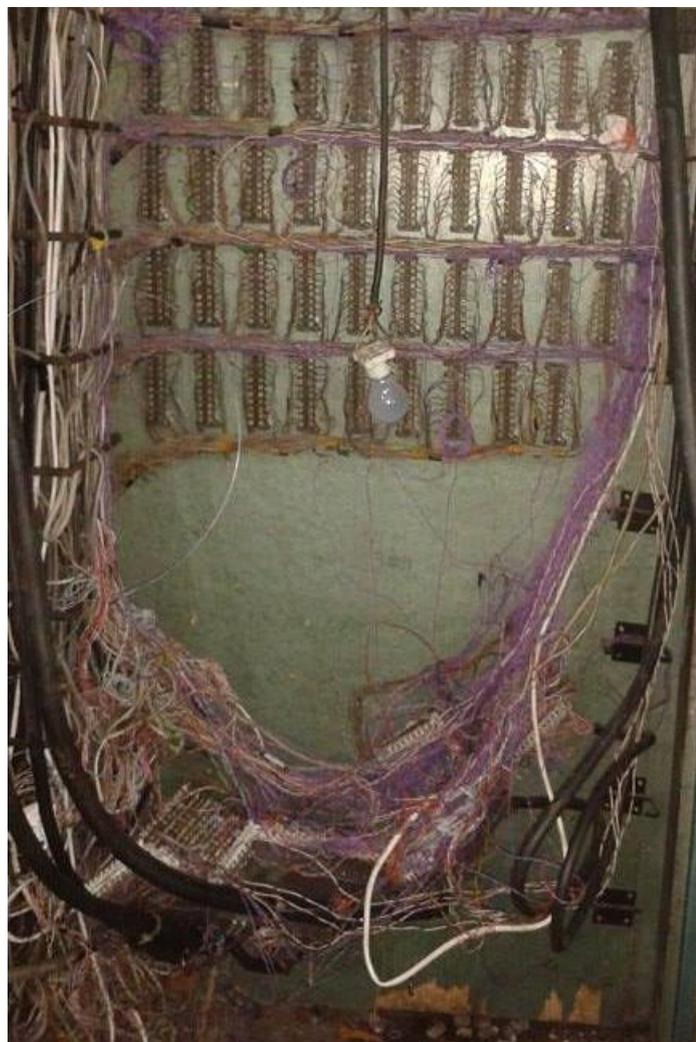
#### 3.3.1. Distribución actual de las redes de telecomunicaciones del edificio

Para el servicio de telefonía fija se aprecia, mediante la figura 3.1, la caja de distribución que se encuentra en el sótano del edificio, acogiendo las redes de abonados que entrega el servicio de telefonía fija a cada departamento del edificio y sus alrededores respectivamente.



*Figura 3.1 Situación actual de la caja de distribución de abonados dentro del edificio.*

La figura 3.2 muestra como los pares de cobre se encuentran mal organizados dentro de la caja de distribución, el problema que genera esto es el desperdicio de tiempo de los técnicos de las operadoras debido a que tendrán un arduo trabajo para identificar donde se encuentra el origen de los inconvenientes que presente la red. Adicionalmente, los cables se encontraban a muy alta temperatura, lo que podría provocar deterioro del sistema, ruido térmico, o, pero aun generar un incendio dentro del edificio.



*Figura 3. 2 Situación actual de la organización de pares de cobre*

Para el servicio de internet, que incluye transmisión y recepción de datos, así como telefonía IP, están presentes dos operadoras: Telconet, que tienen una infraestructura de red de distribución, y se puede observar en la figura 3.3. Adicionalmente, la operadora Global Cross también cuenta con una infraestructura de red de distribución de servicio de internet, pero al ser un lugar restringido solo tiene acceso el personal autorizado de dicha empresa.



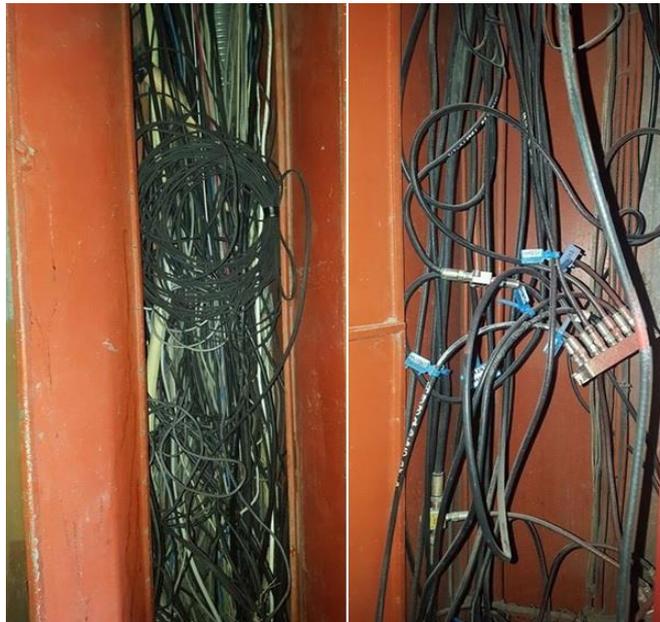
*Figura 3. 3 Situación actual de la organización de redes de datos*

Para el servicio de televisión, como se muestra en la figura 3.4, las antenas parabólicas están ubicadas en la terraza del edificio, permiten la recepción de la señal satelital y distribuyen estas señales mediante cables coaxiales por todo el edificio. Los módulos de color rojo, ubicados cerca de las escaleras de emergencia en cada piso, acoge

toda la numerosa cantidad de cables como se aprecia en la figura 3.5. En ciertos pisos, los módulos cuentan con una cantidad interminable de cables, algunos con códigos para identificarlos, pero no todos, lo que dificulta el reconocimiento de los usuarios que usen este servicio; esto se debe a la mala organización de distribución no contralada por las autoridades competentes.



*Figura 3.4 Situación actual del sistema de recepción de televisión satelital*



*Figura 3.5 Situación actual del sistema de distribución de servicios de telecomunicaciones*

### 3.3.2 Descripción de los servicios de comunicación

La administración del edificio hizo conocer que antes de colocar cualquier red en el edificio se debe presentar un oficio pidiendo a las autoridades encargadas del manejo del mismo, para levantar el cableado de este servicio en las instalaciones, entonces la administración se encargará de hacer el estudio correspondiente de tal forma que para los inquilinos sea amigable a la vista y además no interfiera con su rutina diaria. Por otra parte, expresaron que es posible rentar un cuarto en las instalaciones a un proveedor para colocar sus equipos y así convertirla en una sala de operadores o de computo.

En segundo lugar, se realizó una encuesta a las oficinas que se encuentran en el edificio, para de esta manera, recolectar datos relevantes al problema en la red o molestias por el cableado, a continuación, se detallaran los resultados de la encuesta realizada.

En la figura 3.6 se muestra que la cantidad de usuarios que utilizan la operadora de telefonía CNT corresponde a un 73% siendo esta la operadora que lidera la lista de proveedores que ofrecen este servicio, en segunda instancia se encuentra Claro con 18%, y finalmente con un 9% la operadora TV Cable.



Figura 3.6 Porcentaje de usuarios por operadora de telefonía.

Con respecto al servicio de televisión, la operadora TV Cable es la que más incidencia obtuvo con respecto a la cantidad de oficinas a la que ofrece su servicio de televisión correspondiente a un 71% de los encuestados, la segunda corresponde a DIRECTV con un 29% como se muestra en la Figura 3.7.



Figura 3.7 Porcentaje de usuarios por operadora de televisión.

Como se muestra en la figura 3.8 para el servicio de internet existen varias operadoras que se encuentran coexistiendo en el edificio, la de más incidencia entre las oficinas es TV Cable con un 50% de los encuestados, y con un porcentaje del 7% corresponde a las empresas de Cnt, Level 3, Claro, Netlife, PuntoNet, Movistar.



Figura 3.8 Porcentaje de usuarios por operadora de internet.

En la Figura 3.9 se observa que la diferencia entre los que prefieren tener una operadora para todos los servicios es por poco menor a los que prefieren distintos operadores. Esto se debe a que unas son más fiables que otros y si existe algún fallo en el sistema es menos probable que todo colapse.



Figura 3.9 Porcentaje de encuestados que tienen distintos proveedores.

La mayoría de los entrevistados que cuentan con tres servicios, mencionaron que no existían mayores molestias con respecto a la estética de los cables en la oficina. En la Fig. 3.10 se ve observa que el “sí molesta” corresponde a un 14% y el “no molesta” a un 86%.



Figura 3.10 Porcentaje de molestia estética con respecto a cables en el edificio.

Al inspeccionar el escritorio de una de las personas entrevistadas efectivamente se notó que en el punto de acceso que ocupaba, existía una gran cantidad de cables, en la figura 3.11 se aprecia cómo se encontraba la red de este abonado.

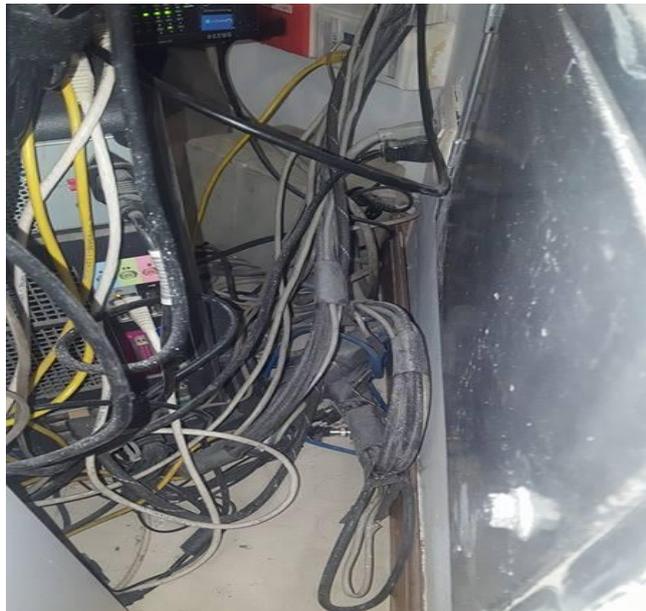


Figura 3.11 punto de acceso a la oficina.

La gran mayoría de oficinas en el edificio no ha cambiado de operador, pero existe un porcentaje del 7% presente en la figura 3.12 que solicitó el cambio a otro operador, esto debido a que el servicio que recibía no era confiable.



Figura 3.12 Porcentaje de usuarios que se cambiaron de operadora.

## CAPÍTULO 4

### 4. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN PARA LA CONVERGENCIA DE LAS REDES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

#### 4.1 Visión General

Desarrollar una infraestructura única de red que permita la coexistencia de diversos servicios de telecomunicaciones sin que afecte la calidad de servicio y a su vez plantear un diseño que aporte al desarrollo de tecnología en futuras edificaciones.

#### 4.2 Requerimientos para el diseño

El cableado estructurado es un método para crear un sistema de cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables.

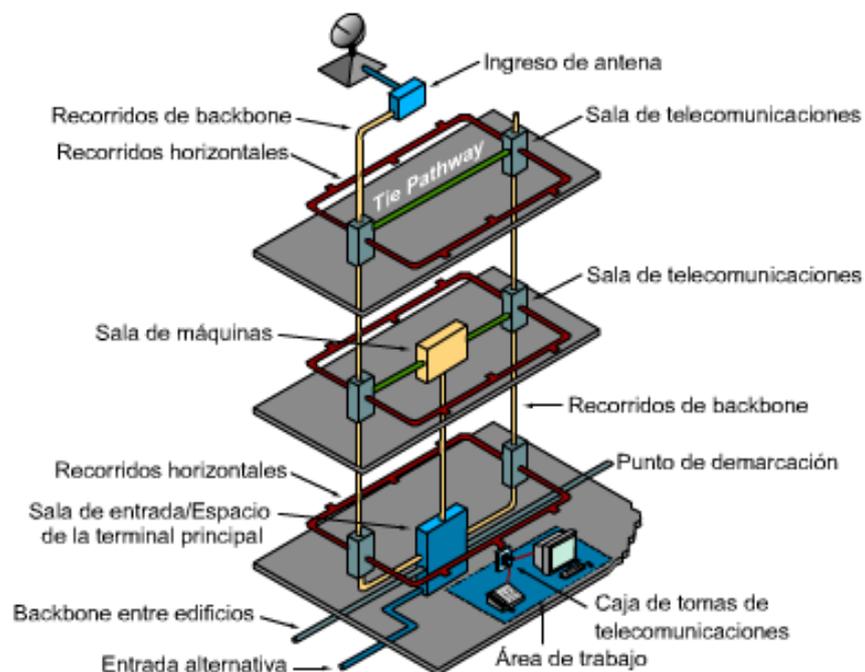


Figura 4.1 Subsistemas de cableado estructurado.

Hay tres reglas que ayudan a garantizar la efectividad y eficiencia en los proyectos de diseño del cableado estructurado.

La primera regla es buscar una solución completa de conectividad, la segunda regla es planificar teniendo en cuenta el crecimiento futuro, y la tercera regla es conservar la libertad de elección de proveedores.

Hay siete subsistemas relacionados con el sistema de cableado estructurado, como se ve en la figura 4.1. Cada subsistema realiza funciones determinadas para proveer servicios de datos y voz en el edificio:

#### **4.2.1 Punto de demarcación (demarque)**

Es el punto donde el cableado externo del proveedor de servicios se conecta con el cableado vertical dentro del edificio. Representa el límite entre la responsabilidad del proveedor de servicios y la responsabilidad de la administración del edificio.

El proveedor de telefonía local normalmente debe terminar el cableado dentro de los 15 m del punto de penetración del edificio y proveer protección primaria de voltaje. Por lo general, el proveedor de servicios instala esto.

El estándar TIA/EIA-569-A especifica los requisitos para el espacio del demarque. Los estándares sobre el tamaño y estructura del espacio del demarque se relacionan con el tamaño del edificio. Para edificios de más de 2000 metros cuadrados, se recomienda contar con una habitación dentro del edificio que sea designada para este fin y que posea un sistema de seguridad adecuado.

#### **4.2.2 Sala de equipamiento (ER)**

Una vez que el cable ingresa al edificio a través del demarque, se dirige hacia la instalación de entrada (Entrance Facility - EF), que por lo general se encuentra en la sala de equipamiento (Equipment Room - ER).

La sala de equipamiento es esencialmente una sala de telecomunicaciones que puede albergar el marco de distribución, servidores de red, enrutadores, conmutadores, PBX telefónico, protección secundaria de voltaje, receptores satelitales, moduladores y equipos de Internet de alta velocidad, entre otros. Los aspectos de diseño de la sala de equipamiento se describen en los estándares TIA/EIA-569-A.

#### **4.2.3 Sala de telecomunicaciones (Telecomunicación Room - TR)**

En edificios grandes, la sala de equipamiento puede alimentar una o más salas de telecomunicaciones (Telecommunications Room) distribuidas en todo el edificio. Las TR albergan el equipo del sistema de cableado de telecomunicaciones para un área particular de la LAN, como, por ejemplo, un piso o parte de un piso. Esto incluye las terminaciones mecánicas y dispositivos de conexión cruzada para sistemas de cableado vertical y horizontal. Los enrutadores, hubs y conmutadores de departamentos y grupos de trabajo se encuentran comúnmente en la TR. Es indispensable que se mantenga esta habitación climatizada para que los equipos funcionen de manera óptima y evitar que se acorte la vida útil de los mismos.

#### **4.2.4 Área de trabajo (Work Area - WA)**

Es el sitio donde el usuario se conecta a los servicios, aquí las salidas de telecomunicación se conectan a los equipos de trabajo como terminales de datos, teléfonos, televisores entre otros.

#### **4.2.5 Cableado horizontal (HC)**

También llamado cableado de distribución, conecta el área de trabajo con el cableado horizontal de conexión cruzada. Se recomienda que este cableado horizontal se instale en configuración estrella, y se abra camino por el techo o suelo.

#### **4.2.6 Cableado Vertical (Backbone)**

También llamado cableado backbone, cableado que interconecta el cableado horizontal con el MC. Para que sea posible el cableado vertical se necesitará una vía o panel que atraviese el edificio en mención de forma vertical. Tomar en cuenta que este panel debe ser adaptado de tal manera que no interfiera al sistema de cableado eléctrico.

#### **4.2.7 Conexión cruzada principal (Main Cross Connect)**

Se representa con las siglas MC. La MC es el punto de concentración principal de un edificio. Es la habitación que controla el resto de las TR en el lugar. En una topología en estrella, todas la IC y HC están conectadas a la MC.

#### **4.2.8 Conexión cruzada intermedia (Intermediate Cross Connect)**

Sistema que permite la terminación mecánica y administración de cable horizontal que viene del área de trabajo.

#### **4.2.9 Bastidor (Rack)**

Soporte que está destinado a sostener equipamiento electrónico, informático y de telecomunicaciones por lo general suelen ser diseñadas pensando en los diferentes tamaños de equipos, los equipos se deslizan por ranuras del rack y se atornillan para que permanezcan seguros.

### **4.3 Diseño del cableado estructurado unificado**

El diseño de la red se realizará teniendo en cuenta las medidas arquitectónicas actuales de la "Torre A" del edificio "Torres del Rio".

La red unificada que se desea diseñar está formada por tres partes que son núcleo, distribución y acceso.

El núcleo comprenderá el cableado que llega desde la central del proveedor hasta el área de demarcación, por tanto, será responsabilidad del proveedor de servicios.

La capa de distribución comprende el cableado vertical, además de salas de telecomunicaciones, los cuales serán responsabilidad de la administración del edificio.

La capa de acceso comprende el cableado horizontal, en cada piso, que va desde la/s sala/s de telecomunicaciones al departamento u oficina, este será responsabilidad del cliente o usuario final.

El proveedor debe tener organizado los dispositivos de interfaz de red en su respectiva área de demarcación, para que no dificulte el proceso de distribución de servicios, mediante el cableado estructurado vertical que le corresponde a la administración del edificio.

La **sala de equipos** se ubicará en el sótano del edificio, cerca de la acometida de todos los cables, debido a que es un lugar de fácil acceso para equipos de gran tamaño. Las dimensiones mínimas recomendadas por ANSI/TIA/EIA-569-C es 13.5 m<sup>2</sup>, pero el área del sótano, del edificio en estudio, es suficientemente amplia. Este cuarto debe estar bien iluminado por lo que se debería pensar en colores claros al momento de pintarlo, los cables de luminaria y alimentación debe tener las debidas precauciones contra incendios como recubrimientos especiales y señalizaciones.

La habitación debe estar climatizada para esto se debe revisar la temperatura en la que funcionan dispositivos de red, por lo general la mayoría de equipos concuerdan entre un rango de 10 a 28 grados centígrados. Además, los equipos estarán protegidos contra filtraciones de agua.

Dentro de la sala de quipos colocaremos **bastidores** que deben tener las siguientes medidas: 1,8 m de alto, 0,74 m de ancho y 0,66 m de profundidad, de acuerdo al estándar ANSI/TIA/EIA-569-C, adicionalmente requiere por lo menos 76,2 cm de espacio libre delante de la puerta para que ésta se pueda abrir.

El número de racks dependerá de la cantidad de equipos que necesiten los diferentes proveedores para brindar su servicio, entre ellos se tiene conmutadores de capa 3 que permitan enrutar y conmutar los paquetes a la central; divisores ópticos que se encargan de dividir la señal óptica en 2 y extensible hasta N salidas, entre otros.

Se necesitará una **sala de telecomunicaciones** que se ubicará en el sexto piso, para abastecer de servicio de datos desde el cuarto hasta al octavo piso, donde estarán oficinas de jurisconsultos, centro de llamadas (call center), empresas de mantenimiento y limpieza, entre otras cuyas dimensiones están entre 80 a 120 m<sup>2</sup>; estas consumirán la mayor parte del ancho de banda en la red.

El colocar la sala de telecomunicaciones en el sexto piso, como se muestra en la figura 4.2 (la línea segmentada de color negro), es porque la distancia a cubrir desde el módulo hasta la oficina más lejana es de 55 metros y la máxima extensión permitida a cubrir con el cable UTP categoría 6 es de 100 metros. Por lo tanto, no se tendría problema si se tiende el cable desde el cuarto al sexto piso porque, tomando en cuenta que la altura entre pisos es de 3.20 metros, la distancia total no supera los 100 metros quedando libre 30 metros para que el cableado se extienda al interior de la oficina.

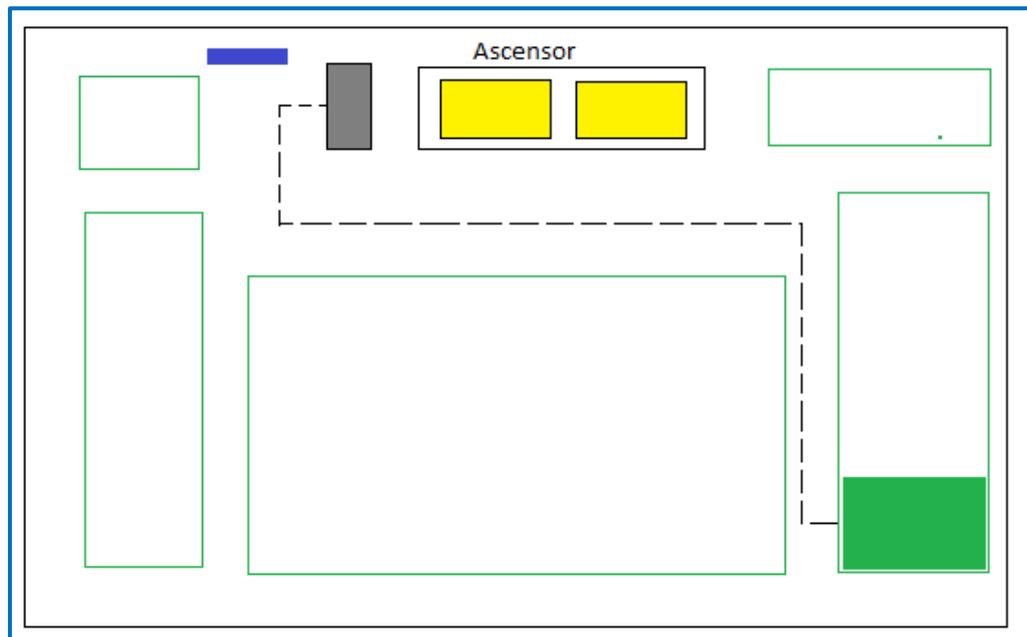
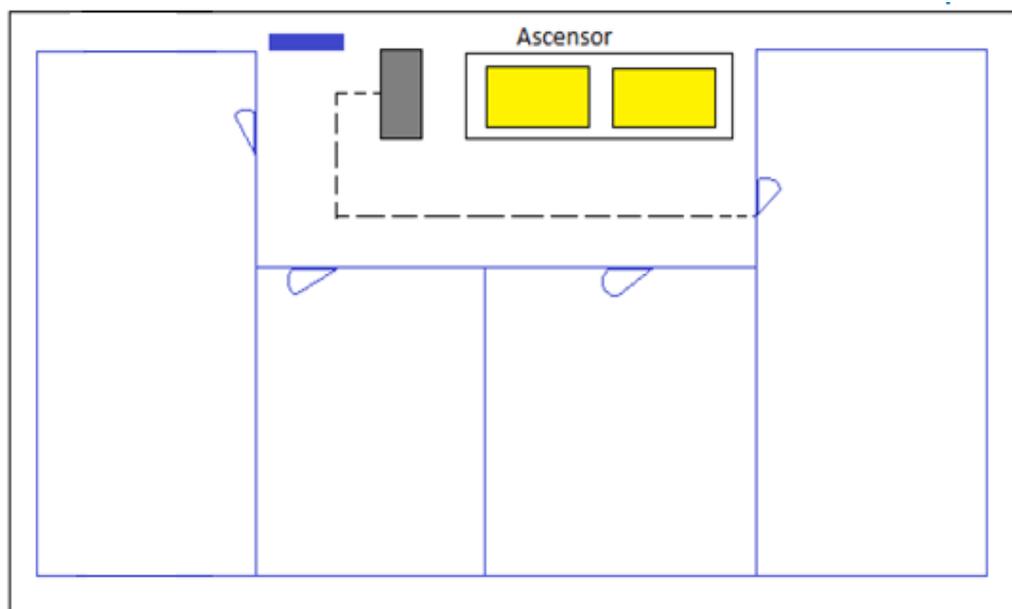


Figura 4.2 Plano Arquitectónico del sexto piso (no a escala).

Para cubrir el noveno hasta vigésimo piso se necesitará otra sala de telecomunicaciones ubicada en el décimo cuarto piso debido a que la distancia

a cubrir desde el módulo hasta el departamento más lejano es de 9.5 metros como se muestra en la figura 4.3 (la línea segmentada de color negro).

Por lo tanto, no se tendría problema si se tiende el cable desde el noveno al décimo tercer piso, así como, desde el décimo cuarto al vigésimo, porque, tomando en cuenta que la altura entre pisos es de 3.20 metros, la distancia total no supera los 100 metros que permite la categoría 6 del cable UTP quedando libre 65 metros para que el cableado se extienda al interior del departamento.



*Figura 4.3 Plano Arquitectónico del décimo tercer piso (no a escala).*

Las dimensiones de la sala de telecomunicaciones deben ser las siguientes: 1,8 m de alto, 0,74 m de ancho y 0,66 m de profundidad, de acuerdo al estándar ANSI/TIA/EIA-569-C.

En la figura 4.4 se muestra las dimensiones actuales que presenta el módulo de telecomunicaciones ubicado en el sexto piso del edificio, a causa de que no cuenta con la profundidad adecuada para colocar los bastidores en su interior se debe remodelar el ducto.

En caso de no ser posible la remodelación, otra solución sería colocar bastidores de fierro adosados a la pared de forma vertical, aunque no es lo recomendable porque dificulta el mantenimiento.

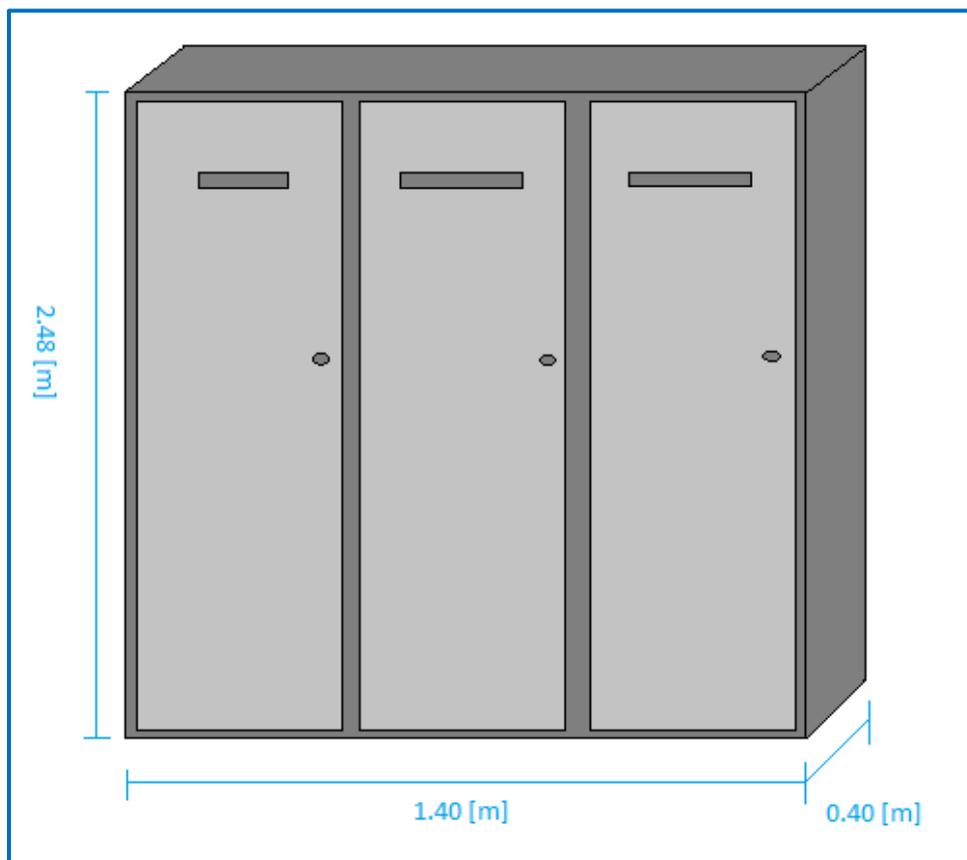


Figura 4.4 Dimensiones del módulo de telecomunicaciones actual.

**Canalizaciones internas verticales**, el edificio cuenta con un panel, donde se acogen todos los cables del edificio, que interconecta la acometida y los equipos de proveedores, en estas canalizaciones se dividirá el espacio para acoger los cables de internet y telefonía que serán UTP categoría 6 y los cables coaxiales de televisión.

Se ha mencionado que los cables que se utilizara para internet y telefonía son los UTP categoría 6, como se conoce cuenta con 4 pares de cable de cobre trenzado. En la figura 4.5 se detalla los colores y los pines para el estándar T-568B en los conectores RJ45, según el estándar el par conformado por el pin 1 y 2 (blanco-naranja, naranja) se utiliza para la transmisión de señal, de igual manera el par 3 y 6 (blanco- verde, verde) se lo utiliza para recepción de datos en redes de 10/100 Mbps, el par 4 y 5 (azul, azul-blanco) se utilizará para telefonía análoga y los sobrantes se los reservan para energizar sobre

conmutadores de Ethernet (Power over Ethernet switches - PoE) esto es lo que hace que cámaras y teléfonos IP funcionen.

PIN	Conector1	Conector2	Señal 10/100BaseT	Señal 1000BaseT
Pin 1	Blanco Naranja	Blanco Naranja	Transmisión -	BI_DA-
Pin 2	Naranja	Naranja	Transmisión -	BI_DA-
Pin 3	Blanco Verde	Blanco Verde	Recepción +	BI_DB+
Pin 4	Azul	Azul	Sin uso	BI_DC+
Pin 5	Blanco Azul	Blanco Azul	Sin uso	BI_DC-
Pin 6	Verde	Verde	Recepción -	BI_DB-
Pin 7	Blanco Marrón	Blanco Marrón	Sin uso	BI_DD+
Pin 8	Marrón	Marrón	Sin uso	BI_DD-

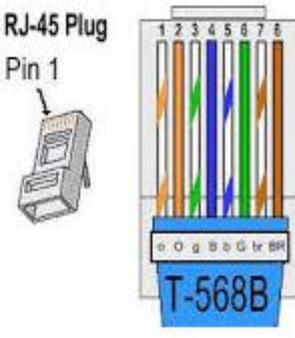


Figura 4.5 Estándar T- 568 B y su uso.

**Canaletas o montajes horizontales**, siguiendo la normativa ANSI/TIA/EIA-569-C se utilizará las canalizaciones que ya están en el edificio como son los ductos, bandejas horizontales, o escalerillas portacables. En nuestro caso están ubicadas sobre el cielorraso y adosadas a las paredes.

Con respecto a la reorganización de cables de televisión se establecerá un armario de televisión en la terraza en donde se conectará directamente con la oficina o departamento que desea el servicio.

#### 4.4 Diseño lógico

En la sala de equipos, cada proveedor tendrá que colocar un enrutador, el cual tendrá configurado para ser administrado remotamente. Desde el enrutador de la sala de equipos, se extenderá un cable UTP categoría 6 hasta la sala de telecomunicaciones para conectarse con el enrutador de distribución del edificio.

En la primera sala de telecomunicaciones, ubicada en el sexto piso del edificio, colocaremos dos enrutadores conectados como cluster activo – pasivo para conseguir redundancia y protección contra fallos en el sistema, el enrutador debe tener 24 puertos de acceso cada uno y 4 puertos de fibra óptica para alcanzar altas velocidades de transmisión y que no se deteriore la señal.

Además, debe soportar creación de VLAN's y enlaces troncales. Recordar que para los dos enrutadores deben conectarse similarmente con los proveedores de servicios.

Los conmutadores, que estarán ubicados dentro de la sala de telecomunicaciones del sexto y décimo cuarto piso, se configurarán dividiendo los puertos en redes virtuales de área local (Virtual Local Area Network - VLAN) para cada proveedor que se conecte al enrutador, todo el tráfico de la red virtual será dirigido al proveedor correspondiente.

Por otro lado, se creará una "VLAN administrativa" que servirá para que el equipo técnico administrativo del edificio configure y monitoree los equipos. Los puertos que no se utilicen serán asignados a otra VLAN en donde se configurarán como puertos sin uso para evitar usuarios maliciosos o ataques a la red.

Para los proveedores que tengan servicio de internet y telefonía se configurara la respectiva VLAN de telefonía por IP habilitando puertos para dar este servicio. En la figura 4.6 se muestra el diseño lógico y la distribución de las redes VLAN en este caso se está considerando que tendríamos 3 proveedores.

En el área de trabajo se encontrarán las salidas o conectores de telefonía e internet un conector tipo hembra RJ11/RJ45, lo que permite facilitar la conectividad del usuario con el servicio.

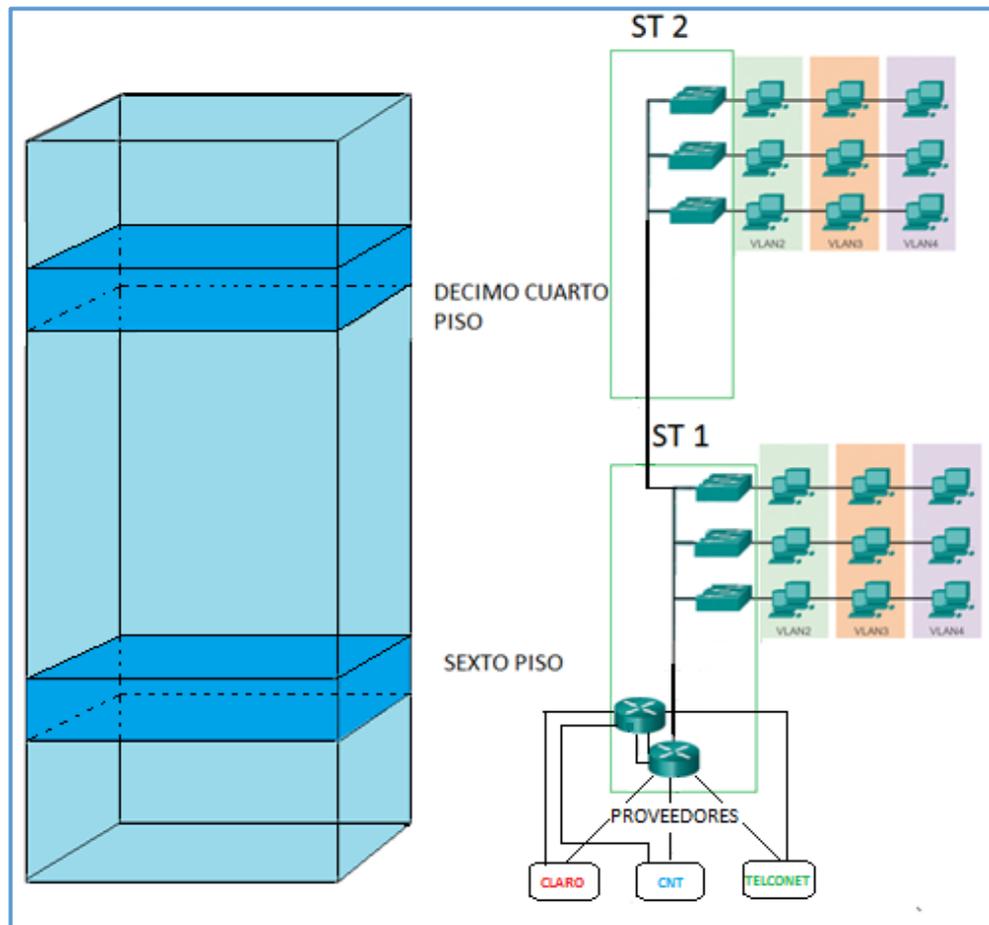


Figura 4.6 Diseño lógico de la red

En la tabla 2 se muestra la máxima distancia desde la sala de telecomunicaciones hasta la oficina o departamento más lejano en el piso, esta tabla comprueba que no se sobrepasa los 80 metros que es lo que se recomienda al extender el cable UTP, lo sombreado muestra que en ese piso se encuentra la sala de telecomunicaciones que es desde donde se empieza a tomar la medida hasta la oficina o departamento.

Pisos	Área destinada a:	Divisiones por piso	Distancia máxima hasta departamento u oficina desde la sala de telecomunicaciones
1	Parqueadero	0	0
2	<b>Parqueadero</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
3	Parqueadero	0	0
4	Oficinas	12	63.5[m]
5	Oficinas	8	61 [m]
6	Oficinas	10	57.5 [m]
7	Oficinas	3	56.5 [m]
8	Oficinas	12	59 [m]
9	Departamentos	2	30 [m]
10	Departamentos	4	26,5 [m]
11	Departamentos	4	23 [m]
12	Departamentos	4	19,5 [m]
13	Departamentos	4	16 [m]
14	Departamentos	4	12.5 [m]
15	Departamentos	4	11,5 [m]
16	Departamentos	4	15 [m]
17	Departamentos	4	18.5[m]
18	Departamentos	4	22[m]
19	Departamentos	2	25.5 [m]
20	Departamentos	2	29 [m]
21	Terraza	0	0 [m]

Tabla 2. Distancia desde la sala de equipos hasta las áreas de Trabajo.

En la figura 4.7 se muestra el diseño lógico de la red de cable coaxial para televisión. La red diseñada tiene dos acometidas una corresponde a la de CableTV y la otra a la de televisión satelital.

La acometida para CABLETV se encontrará en el sótano del edificio específicamente en la sala de equipos, esta incluirá un panel de conexiones coaxial (Coaxial Patch Panel) en el cual se etiquetará cada una de las oficinas y departamentos conectados a él, el proveedor solo deberá conectar el cable al terminal hembra que correspondiente.

La acometida de televisión satelital se colocará en la terraza, los cables serán dirigidos al módulo del edificio en donde se encontrará un segundo panel de

conexiones coaxial que de la misma forma que la sala de equipos del sótano será un punto de unión entre el proveedor y administración.

El módulo que atraviesa el edificio acogerá a los cables coaxiales de los dos patch panel, es decir la administración extenderá el cable coaxial del sótano hasta los pisos correspondientes y lo mismo se dará con los de la terraza, para poder escoger entre las dos señales se colocará un conmutador coaxial el cual tiene como función seleccionar la señal de la terraza o el sótano.

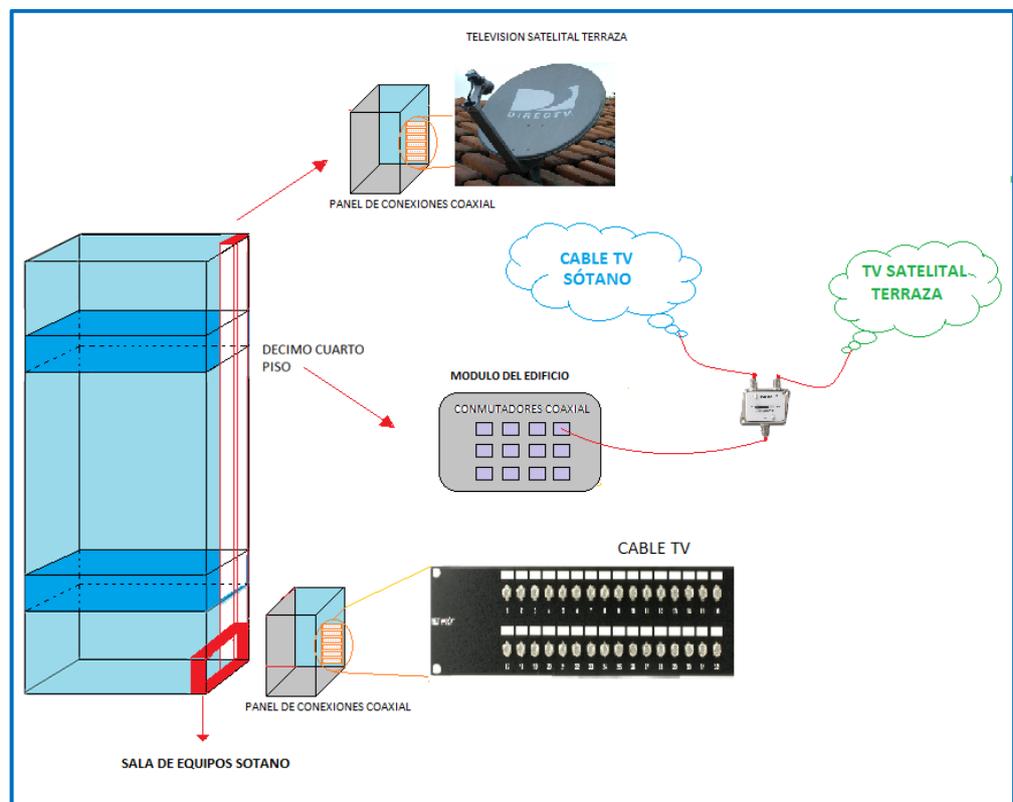


Figura 4.7 Diseño Lógico red de televisión.

#### 4.5 Propuesta de norma técnica

La norma técnica descrita a continuación, contiene todos los requisitos para estandarizar de espacios o áreas y de igual forma las canalizaciones para el cableado dentro de edificios por donde viajan los servicios de telecomunicaciones.

#### **4.5.1 Acometida**

La acometida debe albergar el cableado estructurado, que llega de manera subterránea, de diferentes redes de telefonía, datos y televisión por cable, éstas serán dirigidas a la sala de equipos.

Para las redes de televisión satelital y enlaces inalámbricos se ubicará una acometida en el techo del edificio, desde donde se guiarán los cables a la primera sala de telecomunicaciones para realizar la distribución del servicio al usuario.

#### **4.5.2 Sala de equipamiento**

La sala de equipamiento debe tener una dimensión mínima de 4x4 m<sup>2</sup>, donde se colocará un bastidor que almacene los equipos de cada proveedor que brinde un servicio en el edificio.

Se ubicará cerca de la acometida, en un lugar de fácil acceso para ingreso de equipos y personal técnico autorizado.

Esta sala debe disponer de:

- Adecuada iluminación.
- Energía eléctrica y medidas de prevención contra incendios.
- Protección contra filtraciones de agua.
- Temperatura optima 10 a 28 grados centígrados mediante HVAC.

#### **4.5.3 Rutas de cableado vertical**

Consiste en rutas dentro y entre edificios. La ruta dentro de edificios conecta la entrada de servicios a los closets de telecomunicaciones, no deben colocarse en los cubos de los ascensores.

Debe estar protegida por charolas o tubos conduit que brinde respaldo y crecimiento de los cables.

#### **4.5.4 Cuarto de telecomunicaciones**

Son el punto de transición entre las rutas horizontales y verticales, deben estar situados lo más cerca posible a la alimentación. Las dimensiones mínimas deben ser de 2x2 m<sup>2</sup>.

Debe de estar ubicado cerca del área de trabajo, no excederse de 80 metros de distancia, se debe reservar para uso exclusivo de equipos de telecomunicaciones, de igual manera que la sala de equipos, esta debe de disponer de buena iluminación, energía eléctrica y climatizada a 10-28 grados centígrados (HVAC).

#### **4.5.5 Rutas de Cableado Horizontal**

Las rutas de cableado horizontal deben incluir cualquiera de los siguientes métodos:

##### **Ducto bajo el piso**

Son distribuciones de ductos empotrados en el concreto.

##### **Piso falso**

Son distribuciones que incluyen paneles modulares de piso apoyado por pedestales.

##### **Tubo conduit**

Son distribuciones a través de tubería metálica eléctrica, tubería o PVC rígido. Se utilizarán únicamente cuando las localizaciones de salidas son permanentes, la densidad del cable que almacene sea baja o cuando no se requiera flexibilidad.

##### **Charolas para cable**

Son conjuntos prefabricados en secciones rectas con herrajes que se unen para formar sistemas de canalizaciones. Puede haber disponibles tres tipos: Charolas de paso, tipo escalera, o, tipo canal.

##### **Rutas de techo falso**

Las láminas del cielo raso deben estar situadas a una altura máxima de 3,60 metros. Las áreas de techo falso que sean inaccesibles no serán usadas como rutas de distribución.

### **Rutas perimetrales**

Estas rutas almacenan del 30% al 60% de capacidad máxima, dependiendo del radio de curvatura del cable.

#### **4.5.6 Área de trabajo**

Es el área del usuario final, en donde, se colocará como mínimo un salida o conector de telecomunicaciones. La ubicación o instalación de la misma dependerá de la decisión del usuario final. Se recomienda que la salida o conector este ubicado a una distancia mínima de 30 cm sobre el nivel del piso.

## CAPITULO 5

### 5. ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD

#### 5.1 Inventario de los elementos de la red diseñada

Los elementos para diseñar la red en este proyecto fueron minuciosamente escogidos, basándonos en los avances tecnológicos actuales que permitirán tener como resultado una red efectiva.

Se inicia describiendo la cantidad de cable UTP y coaxial, medida en metros, por cada piso destinado a oficina o departamento. Estos datos se adjuntan en la tabla 3.

Piso	Área destinada a:	Cantidad de cable en metros
4	Oficinas	459
5	Oficinas	353
6	Oficinas	300
7	Oficinas	19,5
8	Oficinas	378
9	Departamentos	57
10	Departamentos	90
11	Departamentos	76
12	Departamentos	62
13	Departamentos	48
14	Departamentos	34
15	Departamentos	30
16	Departamentos	44
17	Departamentos	58
18	Departamentos	72
19	Departamentos	46
20	Departamentos	53
<b>TOTAL =</b>		<b>2179,5</b>

*Tabla 3 Detalle de la cantidad de metros de cable UTP y coaxial.*

La tabla 4 describe los equipos y elementos que se utilizaran para implementar la red que suministrara el servicio de telefonía e Internet para el edificio.

<b>INVENTARIO PARA SERVICIO DE TELEFONÍA E INTERNET</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Enrutador</b>	8 puertos de fibra, 24 puertos UTP, soporte vlan	4
<b>Conmutador</b>	24 puertos ethernet, 2 puertos de fibra, soporte vlan	6
<b>Fibra multimodo</b>	42 [m] (que van al conmutador del piso 6) + 98 [m] (que van al conmutador del piso 14)	140 [m]
<b>Conectores FC</b>		8
<b>Cable UTP</b>	Categoría 6	2280 [m]
<b>Conectores UTP</b>	RJ45	190
<b>Adaptador para voz y datos</b>	INTERNET y Telefonía IP	87
<b>Bastidores</b>	74 cm	3
<b>Etiquetas</b>	Plásticas y adheribles (para sótano, salas de telecomunicaciones).	261

*Tabla 4 Detalle de equipos y características para la red de voz y datos.*

La tabla 5 describe los equipos y elementos que se utilizarán para implementar la red que suministrará el servicio de televisión para el edificio.

<b>INVENTARIO PARA SERVICIO DE TELEVISIÓN</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Cable coaxial</b>	RG59	2280 [m]
<b>Patch panel de cable coaxial</b>	24 puertos, 48 cm de ancho	12
<b>Conectores de cable coaxial</b>	Conector macho BNC, cantidad 87 x 4	348
<b>Conmutador coaxial</b>	2 entradas, 1 salida	114
<b>Etiquetas</b>	Plásticas y adheribles (para sótano, terraza, piso).	261

*Tabla 5 Detalle de equipos y características para la red de televisión.*

## 5.2 Costo de la implementación

La tabla 6 y 7 muestran las cifras del costo por cada equipo y total utilizado para el desarrollo de esta propuesta de redes de telecomunicaciones con equipos CISCO y MikroTik.

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN CON EQUIPOS CISCO</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Costo</b>
<i>Enrutador CISCO 3850</i>	4 puertos de fibra, 24 puertos UTP, soporte vlan	2	7230	14.460
<i>Conmutador</i>	24 puertos ethernet, 2 puertos de fibra, soporte vlan	6	939.54	5637.24
<i>Fibra multimodo</i>	42 [m] (que van al conmutador del piso 6) + 98 [m] (que van al conmutador del piso 14)	200 [m]	300	300
<i>Conectores FC</i>		8	1,71	13.70
<i>Cable UTP</i>	Categoría 6	2280 [m]	360 los 300 m	\$2736
<i>Conectores UTP</i>	RJ45	190	0,20	\$38
<i>Jack para voz y datos</i>	INTERNET y Telefonía IP	87	7.9	687.3
<i>Bastidores</i>	74 cm	3	500	1500
<i>Etiquetas</i>	Plásticas y adheribles (para sótano, salas de telecomunicaciones).	522	0,8	40
<i>Cable coaxial</i>	RG59	2280 [m]	0,33	750
<i>Patch panel de cable coaxial</i>	24 puertos 48 cm de ancho	12	50	600
<i>Conectores de cable coaxial</i>	Conector macho BNC cantidad 87 x 4	348	0,7	243,6
<i>Conmutador coaxial</i>	2 entradas, 1 salida	114	4,99	568.86
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 27574.7</b>

Tabla 6 Descripción de equipos, cantidad y costo total de la implementación con equipos CISCO.

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN CON EQUIPOS MIKROTIK</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo</b>
<b>Enrutador CCR063-12-4S</b>	<b>4 puertos de fibra, 24 puertos UTP, soporte vlan</b>	<b>2</b>	<b>1990</b>	<b>3980</b>
<b>Conmutador CRS226-24G 2S+RM</b>	<b>24 puertos ethernet, 2 puertos de fibra, soporte vlan</b>	<b>6</b>	<b>598</b>	<b>3588</b>
<b>Fibra multimodo</b>	<b>42 [m] (que van al conmutador del piso 6) + 98 [m] (que van al conmutador del piso 14)</b>	<b>200 [m]</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
<b>Conectores FC</b>		<b>8</b>	<b>1,71</b>	<b>13.70</b>
<b>Cable UTP</b>	<b>Categoría 6</b>	<b>2280 [m]</b>	<b>360 los 300 m</b>	<b>\$2736</b>
<b>Conectores UTP</b>	<b>RJ45</b>	<b>190</b>	<b>0,20</b>	<b>\$38</b>
<b>Jack para voz y datos</b>	<b>INTERNET y Telefonía IP</b>	<b>87</b>	<b>7.9</b>	<b>687.3</b>
<b>Bastidores</b>	<b>74 cm</b>	<b>3</b>	<b>500</b>	<b>1500</b>
<b>Etiquetas</b>	<b>Plásticas y adheribles (para sótano, salas de telecomunicaciones)</b>	<b>522</b>	<b>0,8</b>	<b>40</b>
<b>Cable coaxial</b>	<b>RG59</b>	<b>2280 [m]</b>	<b>0,33</b>	<b>750</b>
<b>Patch panel de cable coaxial</b>	<b>24 puertos, 48 cm de ancho</b>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>600</b>
<b>Conectores de cable coaxial</b>	<b>Conector macho BNC, cantidad 87 x 4</b>	<b>348</b>	<b>0,7</b>	<b>243,6</b>
<b>Conmutador coaxial</b>	<b>2 entradas, 1 salida</b>	<b>114</b>	<b>4,99</b>	<b>568.86</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 15045,46</b>

Tabla 7 Descripción de equipos, cantidad y costo total de la implementación con equipos MikroTik.

### **5.3 Cálculo de la alícuota**

De acuerdo al presupuesto de la implementación con equipos CISCO se obtiene que el costo total de \$27574.7, a esto se le debe añadir el costo de mano de obra y remodelación que tiene un aproximado de \$8272.41, en total el monto a pagar es de \$35847.11 que por cada oficina o departamento corresponde a una cuota de \$412.50.

De acuerdo al presupuesto de la implementación con equipos MikroTik se obtiene que el costo total es de \$15045.46, a esto se le debe añadir el costo de mano de obra y remodelación que tiene un aproximado de \$8272.41, en total el monto a pagar con equipos Mikrotik es de \$23317.87 que por cada oficina o departamento corresponde a una cuota de \$268.50.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al cálculo de la alícuota descrito en el capítulo de análisis de costos y rentabilidad. La implementación es económicamente factible, ya sea con equipos CISCO o MikroTik, debido a que el valor monetario que corresponde a cada oficina o departamento del edificio es asequible para su economía.

Mediante el diseño topológico de la red unificada se demuestra que efectivamente se elimina el 30% de la cantidad de cables que residen en el interior de los módulos del edificio.

El diseño de red unificada es eficiente porque el equipo técnico del edificio podrá detectar errores por parte de los proveedores sin que afecte al usuario.

La red unificada propuesta en este proyecto, cuenta con características fundamentales como: Seguridad, desarrollada mediante la creación de una VLAN administrativa, Escalabilidad, porque cuenta con facilidad para admitir más usuarios, Confiabilidad, debido a la fiabilidad por la redundancia de equipos para tener menor probabilidad de fallas o ausencia de servicios.

La norma técnica desarrollada en el capítulo diseño de la red unificada, contribuye en gran medida al desarrollo tecnológico y organización de las redes de telecomunicaciones en edificaciones tradicionales y modernas que engalanan nuestra ciudad.

Se recomienda que los cables eléctricos del edificio se reubiquen en un área donde no afecte la sala de telecomunicaciones, o en tal caso que se divida el ducto de cables para separar los de telecomunicaciones y los eléctricos.

Si se desea tener una mejor distribución, organización y servicio de redes de telecomunicaciones, se recomienda que se haga llegar este documento a las autoridades competentes.

Tomar en cuenta que, si se desea tener menor pérdida de ancho de banda de la señal, los enrutadores y conmutadores se deben conectar mediante fibra óptica multimodo.

Si la señal de televisión por cable está interrumpida o no se puede percibir imagen clara, es aconsejable que se verifique las pérdidas por acoplamientos en la entrada de sótano o terraza en el caso revisar uniones y acopladores de señal y no notar diferencia en la mejora de señal, implementar amplificadores.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Prezi,» 17 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://prezi.com/9dc6zbgwygv/red-de-cobre/>.
- [2] WikiCT, «Wikipedia,» 16 Octubre 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea\\_de\\_abonado\\_digital\\_asim%C3%A9trica](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_abonado_digital_asim%C3%A9trica).
- [3] M. C. España Boquera, de Servicios avanzados de telecomunicación, España, Ediciones Díaz Santos S.A., 2003, pp. 107-108.
- [4] Diarknez, «Slide Shared,» 11 Julio 2011. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/diarknezs/gpon-diapositivas>.
- [5] R. J. M. Tejedor, «Consultoría Estratégica en Tecnologías de la Información y Computación,» BIT nº 166, COIT & AEIT, 2007, 2007. [En línea]. Available: <http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>. [Último acceso: 2016].
- [6] G. Espinoza, M. d. I. A. Jiménez, E. Merron y J. Vásquez, «blogspot,» 24 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://toparbol.blogspot.com/>.
- [7] G. Eduardo, «redesduges.blogspot.com,» 20 02 2012. [En línea]. Available: <http://redesduges.blogspot.com/>. [Último acceso: 10 2016].
- [8] L. Andreula, «Monografías,» 29 abril 2011. [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/sistema-television-cable/sistema-television-cable.pdf>.
- [9] L. Ximena, «Laurpita blog,» 15 marzo 2009. [En línea]. Available: <http://laurapita.blogspot.com/2009/03/redes-convergentes.html>.
- [10] CISCO, [En línea]. Available: <https://static-course-assets.s3.amazonaws.com/ITN50ES/module5/index.html#5.1.1.1>.
- [11] M. d. Guayaquil, «Alcaldía de Guayaquil,» GAD Municipalidad de Guayaquil, 2014. [En línea]. Available: <http://www.guayaquil.gob.ec/>. [Último acceso: 21 diciembre 2016].
- [12] Municipalidad de Guayaquil, «Municipalidad de Guayaquil,» 3 Junio 2006. [En línea]. Available: <http://www.guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Regeneraci%C3%B3n%20Urbana/03-06-2006%20Ordenanza%20que%20norma%20el%20uso%20del%20poste>

%20unificado%20y%20ordenamiento%20de%20cables%20con%20tendi  
do%20a%C3%A9reo.pdf.

- [13] Universidad Privada Cumbre, [En línea]. Available:  
<http://belarmino.galeon.com/>. [Último acceso: 01 12 2016].
- [14] Sandra Rodrigues, José Escalante, Mauro Zavala , «Dspace ESPOL,» 5  
Enero 2014. [En línea]. Available:  
<http://ecovi.uagro.mx/ccna1/course/module4/4.2.1.1/4.2.1.1.html>.
- [15] CCNA1, «Espacio Comun Virtual de Ingenieria,» 8 Noviembre 2016. [En  
línea]. Available:  
<http://ecovi.uagro.mx/ccna1/course/module4/4.2.1.1/4.2.1.1.html>.

## ANEXOS

### Capa 6 - Capa de presentación [13]

Esta capa tiene la misión de tomar los datos que han sido entregados por la capa de aplicación, y convertirlos en un formato estándar que otras capas puedan entender, como por ejemplo los formatos MP3, MPEG, GIF, etc. [13]

Algunos ejemplos específicos que ocurren en esta capa son la compresión y el cifrado de los datos. [13]

### Capa 5 - Capa de sesión [13]

Esta capa establece, mantiene y termina las comunicaciones que se forman entre dispositivos, en otras palabras, sincroniza el intercambio de datos entre capas inferiores y superiores. Se pueden poner como ejemplo, las sesiones SQL, RCP, NetBIOS, etc. [13]

### Capa 4 – Capa de Transporte [13]

Esta capa mantiene el control de flujo de datos, y provee de verificación de errores y recuperación de datos entre dispositivos. Control de flujo significa que la capa de transporte vigila si los datos vienen de más de una aplicación e integra cada uno de los datos en un solo flujo dentro de la red física. Como ejemplos más claros tenemos a los protocolos TCP y UDP. [13]

### Capa 3 – Capa de Red [13]

Esta capa determina la forma en que serán enviados los datos al dispositivo receptor. Aquí se utilizan los protocolos de enrutamiento y direcciones IP. En esta capa hablamos de protocolos como: IP, IPX, X.25, etc. [13]

### Capa 2 – Capa de Enlace de Datos

Permite a las capas superiores acceder a los medios usando tramas, que son definidas por estándares como: Ethernet, ATM, Frame Relay, etc. [10]

Capa 1 – También llamada capa de acceso de datos. Controla cómo se transmiten los datos a los medios físicos mediante la codificación en señales de los dígitos binarios que representan los datos.

Otro modelo paralelo al modelo OSI, es llamado modelo TCP/IP. Lo cierto es que son muy parecidos, de hecho, las capas se entremezclan solo que este último modelo utiliza niveles para explicar la funcionalidad de red. Las capas son las siguientes: [13]

Capa 1: Red - Esta capa combina la capa física y la capa de enlaces de datos del modelo OSI. Se encarga de enrutar los datos entre dispositivos en la misma red. También maneja el intercambio de datos entre la red y otros dispositivos. [13]

Capa 2: Internet - Esta capa corresponde a la capa de red. El protocolo de Internet utiliza direcciones IP, las cuales consisten en un identificador de red y un identificador de host, para determinar la dirección del dispositivo con el que se está comunicando. [13]

Capa 3: Internet - Esta capa corresponde a la capa de red. El protocolo de Internet utiliza direcciones IP, las cuales consisten en un identificador de red y un identificador de host, para determinar la dirección del dispositivo con el que se está comunicando.

Capa 4: Aplicación - La capa 4 combina las capas de sesión, presentación y aplicación del modelo OSI.

**ANEXO 2**

Encuesta realiza a las oficinas del edificio “Torres del Río”.

**Investigación acerca del servicio de telecomunicaciones en las instalaciones del edificio “Torres de Río”, la cual presenta una red no distribuida de forma adecuada.**

**Entrevistadores:**

**Fecha:** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_.

Josué Augusto Alcívar Sánchez.

Joselyne Janeth Elizalde Sigcho.

A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre diversos aspectos del servicio de telecomunicaciones. Mediante esto queremos conocer las experiencias que ha tenido con la contratación de paquetes de Datos, televisión, telefonía y las dificultades que se pudieron presentar a lo largo del uso de las mismas.

Por favor marque con una X la alternativa que más se parece a su situación.

1. ¿Qué tipo de servicio de telecomunicaciones usted posee a su disposición?
  - a. Telefonía fija.
  - b. Televisión por cable.
  - c. Internet
  
2. Si tiene más de 2 servicios de telecomunicaciones, ¿estos son de distintos proveedores?
  - a. Si.
  - b. No.
  
3. ¿Ha sufrido inconvenientes con respecto a equivocación de servicios por motivo de que no se supo identificar que cable llegaba a su vivienda?
  - a. Si.
  - b. No.

4. Con respecto a la pregunta anterior, ¿usted pago por un servicio equivocado?
  - a. Si.
  - b. No.
  
5. Con respecto a la arquitectura del edificio. ¿Le molesta ver tanto cable en las instalaciones del edificio?
  - a. Si.
  - b. No.
  
6. ¿Ha solicitado el cambio de un servicio a otro operador?
  - a. Si
  - b. No
  
7. De ser afirmativa la respuesta anterior, estime el rango de tiempo que utiliza la operadora contratada para hacer efectivo el cambio de servicio:
  - a. De 1 a 3 días.
  - b. De 3 a 7 días.
  - c. De 7 a 15 días.
  - d. De 15 a 30 días.

En las siguientes líneas puede adicionar algún inconveniente que no se tomó en cuenta y usted crea que es relevante recalcar.

---

---

---

---

***Muchas Gracias***