



ESCUELA DE TECNOLOGÍAS

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CUARTO DE
TELECOMUNICACIONES PARA LA EMPRESA PUNTONET S.A. UBICADO
EN LA ZONA NORTE DE QUITO.**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Tecnólogo en Redes y
Telecomunicaciones**

Profesor guía.

Ing. Mario A. Garzón G.

Autor:

Damián Fabricio Castro Rosero

Año

2014

DECLARACION DEL PROFESOR GUIA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Ing. MARIO A. GARZON G.

171129660-6

DECLARACION DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

DAMIAN FABRICIO CASTRO ROSERO

171824899-8

DEDICATORIA

Con todo mi cariño para mi madre quien hizo todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños y cumplir mis metas, a mi novia por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes les dedico esta tesis en agradecimiento por todo su amor y apoyo.

RESUMEN

El presente estudio investigativo, se basa en la obtención de un diseño adecuado del cuarto de telecomunicaciones que será implementado en el nodo “Zabala” de la empresa Puntonet S.A. Mismo que se encuentra ubicado en el barrio Zabala al norte de la ciudad de Quito. El cuarto de telecomunicaciones deberá cumplir con todos los parámetros y normas vigentes en la actualidad.

La investigación ha sido estructurada en 5 capítulos:

El capítulo I, es la introducción del tema, en el cual se justifica el porqué de la investigación.

En el capítulo II, se utilizará el método bibliográfico con el fin de obtener la información que fundamentará teóricamente el diseño que tendrá el cuarto de telecomunicaciones que será implementado en el “nodo” Zabala.

En el capítulo III, se analizará la estructura del cuarto de telecomunicaciones del nodo “Zabala”, teniendo en consideración el espacio, el tipo de cableado y los equipos con los que contamos para la implementación del mismo y posteriormente se diseñará el mismo.

El capítulo IV, explica de manera clara la implementación del cuarto de telecomunicaciones a realizarse en el nodo Zabala.

Finalmente el capítulo V, en el cual se acreditará las conclusiones y recomendaciones.

ABSTRACT

This research study is based on obtaining a suitable design of the telecommunications room to be implemented in the “Zabala” node of Puntonet S.A. The same that is located in the Zabala neighbor at northern of Quito city. The telecommunications room shall comply with all currently parameters and standards.

The research has been structured into 5 chapters:

Chapter I is the introduction of the topic, in which the reason for the research is justified.

In Chapter II, the literature method will be used in order to obtain the information that theoretically will be based in the design of the telecommunications room to be implemented in the “Zabala” node.

In Chapter III, the structure of the telecommunications room “Zabala” node will be analyzed , taking into account the space , the type of wiring and equipment that will be implemented the same and then design the same.

Chapter IV, clearly explains the implementation of the telecommunications room to be held in the node Zabala.

Finally Chapter V, in which the conclusions and recommendations will be credited.

INDICE

CAPITULO I	1
1. INTRODUCCION	1
1.1. Justificación	1
CAPITULO II	4
2. FUNDAMENTACION TEORICA DEL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	4
2.1. Conceptos generales.....	4
2.1.2. Topologías de red.....	5
2.1.2.1. Topología estrella.....	5
2.1.2.2. Topología anillo.....	6
2.1.2.3. Topología bus.....	6
2.1.3. Modelos TCP/IP y OSI.....	7
2.1.3.1 Modelo de referencia OSI	7
2.1.3.2. Modelo de protocolo TCP/IP	8
2.2. Cableado estructurado.....	9
2.2.1. Objetivos del cableado estructurado.	9
2.2.2. Normas y estándares.....	10
2.2.3. Subsistemas de cableado estructurado.....	11
2.2.3.1. Punto de demarcación.	12
2.2.3.2. Sala de telecomunicaciones.....	12
2.2.3.3. Cableado Backbone.	13
2.2.3.4. Cableado de distribución.....	13
2.2.3.5. Área de trabajo.....	14
2.2.4. Medios de transmisión.....	14
2.2.4.1. Medios guiados.	15
2.2.4.1.1. Par trenzado de cobre.....	15
2.2.4.1.1.1. Par trenzado no blindado.....	16
2.2.4.1.1.2. Par trenzado blindado.....	16
2.2.4.1.1.3 Par trenzado con blindaje global.....	17

2.2.4.1.1.4. Categorización.....	18
2.2.5.1.1.5. Esquemas de cableado T568A y T568B.....	18
2.2.4.2. Fibra óptica.....	19
2.2.4.2.1. Composición de la fibra óptica	20
2.2.4.2.2. Clasificación.	21
2.2.4.3 Coaxial.	22
2.2.4.3.1. Composición	22
2.2.4.3.2. Tipos de cable coaxial.....	23
CAPITULO 3	24
3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL CUARTO DE	
TELECOMUNICACIONES.....	24
3.1. Infraestructura del cuarto de telecomunicaciones.....	24
3.1.1. Análisis de las necesidades.....	24
3.1.1.1 Equipos ubicados en la caja de intemperie.	25
3.1.2. Plano de la estructura.....	28
3.1.3. Diseño.	31
3.2. Cableado interior del cuarto de telecomunicaciones.....	38
3.2.1. Análisis.	38
3.2.1. Diseño.	38
3.3. Cableado exterior del cuarto de telecomunicaciones.....	39
3.4. Ubicación de equipos.....	40
3.4.1. Análisis.	40
3.4.2. Diseño.	40
CAPITULO 4	42
4. IMPLEMENTACIÓN DEL CUARTO DE	
TELECOMUNICACIONES.....	42
4.1 Caja de intemperie.....	42

4.2 Cableado interior y exterior.....	46
4.3 Certificación.....	49
4.3.1. Mapeado del cableado.....	50
4.3.2. Longitud.....	50
4.3.3. Retardo de propagación y diferencia de retardo.....	50
4.3.4. Atenuación.....	50
4.3.5. Diafonía en el extremo emisor.....	51
4.3.6. Diafonía en el extremo del receptor.....	51
4.3.7. Relación entre atenuación y diafonía.....	51
4.3.8. Perdida de retorno.....	51
4.3.9. Suma de potencia.....	52
CAPITULO 5	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. Conclusiones.....	53
5.2. Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS:.....	55
ANEXOS	57

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

1.1. Justificación

Este trabajo se centra en diseñar un cuarto de telecomunicaciones para la empresa Puntonet S.A. Mismo que será incrementado en el nodo “Zabala” ubicado al norte de Quito.

El nodo “Zabala” ya cuenta con un cuarto de telecomunicaciones el cual no cumple con ninguno de los parámetros ni normas actuales de cableado estructurado, por lo que se realizará un nuevo diseño que cumpla con lo establecido.

Debido al mal estado del nodo se han encontrado varios problemas de caídas frecuentes por daños en los equipos para cual se necesita de un grupo técnico en el sitio y así poder solventar los inconvenientes, el tiempo de reparación de un problema como este oscila entre los 60 y 120 minutos siendo un tiempo muy alto teniendo en cuenta que los clientes no cuentan con el servicio contratado en este periodo a pesar de que contratan un servicio apto para su uso las 24 horas del día.

Estos inconvenientes no solo causan disgusto a los clientes sino también pérdidas económicas al movilizar el grupo técnico hacia el lugar, cambiar equipos dañados, perder varios clientes por deficiencias en el servicio y en casos recibir multas por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones del (SUPERTEL).

La implementación de este nuevo cuarto de telecomunicaciones ayudará a que la empresa pueda brindar un servicio de calidad a sus clientes al tener su servicio funcional las 24 horas del día evitando dichas caídas ya que el orden y organización evitara posibles daños en los equipos. Gracias a esto no se requerirá de los grupos técnicos con tanta frecuencia logrando así salvaguardar costos por la movilización de los mismos.

Se consideró a gran medida que la falta de identificación de los equipos en medio del desorden causado por cables de red y eléctricos entrecruzados causaba que el grupo técnico demore mucho en la reparación al tener que localizar primero el equipo con daño, proceso en el cual los técnicos proceden a desconectar los cables del equipo y luego lo conectan a un computador haciendo pruebas hasta dar con el mismo. Por este motivo la debida etiquetación que se realizará dentro de la caja de intemperie logrará minimizar aquel tiempo de daño ganando así tiempo que el grupo técnico necesita para otras actividades.

Otro problema encontrado es cuando se cuelgan los equipos quedando en el limbo sin realizar sus tareas ni permitir el acceso remoto para trabajar en el, problema que también debía ser solucionado por los equipos técnicos dirigiéndose al lugar con el fin de reiniciar el o los equipos colgados para solventar el problema, a lo cual se ve la necesidad una solución en la que los técnicos no deban dirigirse al nodo y se para un trabajo tan simple. A la vez se necesita una solución para evitar que los equipos se cuelguen y a su vez los daños de origen eléctrico en los equipos.

En otros aspectos los cables utilizados se encuentran en mal estado y no son los adecuados para trabajar en exteriores lo que afecta a la transmisión de los datos y esto produce el mismo efecto en los clientes. Para esto se debe cambiar todos los cables por otros nuevos y que cumplan con los requisitos para mantener la transmisión de los datos al 100%.

También es necesaria la capacitación al personal técnico que realiza las tareas de reparación en el nodo ya que solo ellos pueden mantener el orden y organización del mismo y de esa manera lograr incluso un mejor ambiente de trabajo.

Para todo esto la empresa Puntonet S.A. Debe realizar una inversión para suplir con estas necesidades y lograr los objetivos de mejorar el servicio que brinda a sus clientes la cual comprende lo siguiente:

a.- Adquirir cajas de intemperie que cumplan con las necesidades.

b.- Adquisición de un cable que cumpla con los requisitos para trabajar en el ambiente necesario con su debida certificación.

c.- Protección eléctrica para minimizar la incidencia de equipos colgados y daño de los mismos.

d.- Soluciones para evitar la movilización de los equipos técnicos en caso de que los equipos se cuelguen.

e.- capacitación hacia su personal técnico.

La inversión no llega a los \$1000 y solucionará problemas económicos grandes como son la pérdida de clientes a causa de la ineficiencia en el servicio o las multas obtenidas por la superintendencia de telecomunicaciones (SUPERTEL).

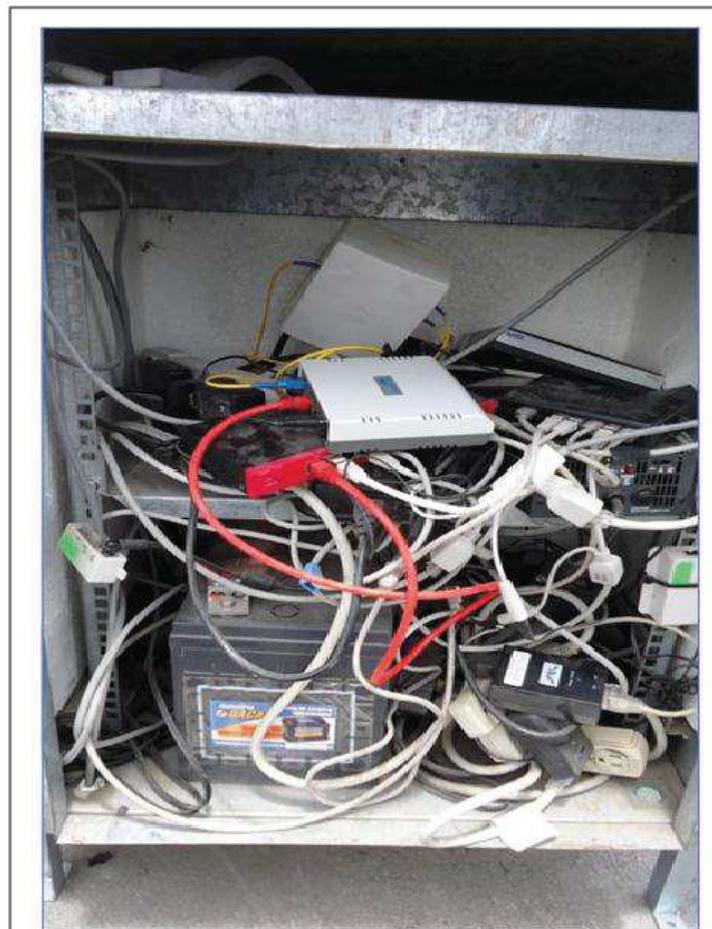


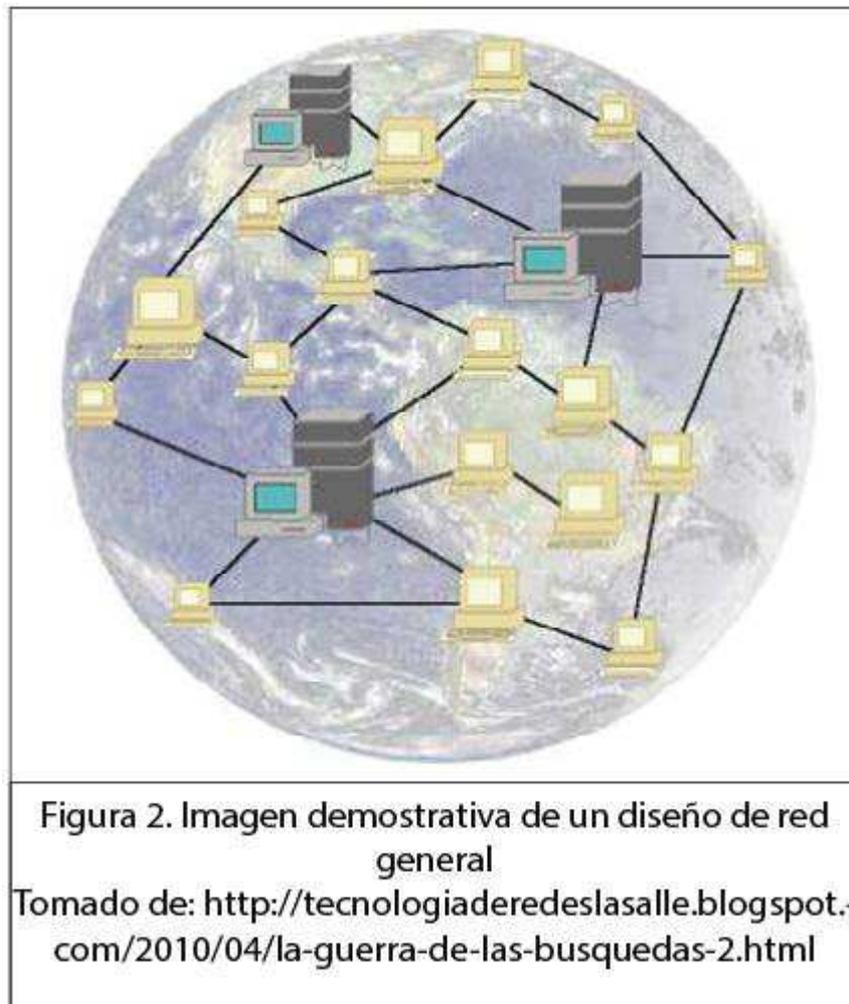
Figura 1. Fotografía del estado inicial del nodo.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACION TEORICA DEL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.

2.1. Conceptos generales.

Red es un grupo de ordenadores u otros dispositivos conectados entre sí mediante medios de transmisión que son los canales por medio del cual se comunican. Las redes actualmente son tan pequeñas como la de nuestros hogares y también pueden ser tan extensas y expandirse a todo el mundo como es el caso del Internet.



Las redes se clasifican en 3 tipos:

- LAN (Local Area Network). Como sus siglas en ingles lo indican es una red de área local, es aquella que muchas veces no se extiende más allá de un espacio reducido.
- MAN (Metropolitan Area Network). Redes de área metropolitana la cual se rige a un gran espacio geográfico que se encuentre dentro de un área metropolitana.
- WAN (Wide Area Network). La red más extensa que suma varias redes LAN en sí, interconectándolas y formando una sola, esta red puede ser de carácter mundial y así conectar ciudades, países y continentes.

2.1.2. Topologías de red.

La topología de una red es su arquitectura misma, es decir la forma en la que físicamente está configurada.

2.1.2.1. Topología estrella.

Es aquella donde los equipos terminales se encuentran conectados a un único ordenador quien se encarga de transmitir los datos a todos, si fuera el caso de que el equipo central fallara toda la red se afectaría.

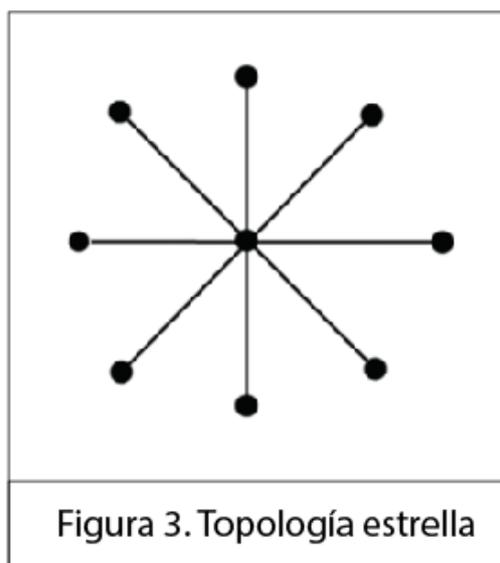
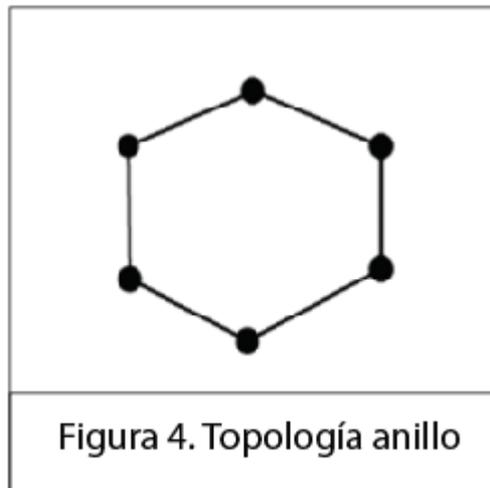


Figura 3. Topología estrella

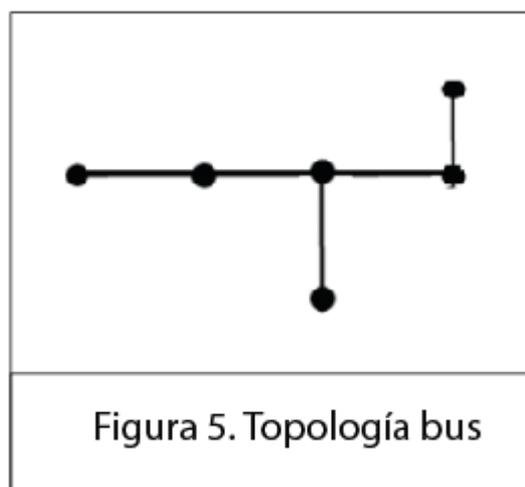
2.1.2.2. Topología anillo.

En esta topología cada terminal se conecta con el siguiente y a la vez con el anterior formando así un anillo y haciendo que los datos pasen por todos hasta llegar a su destino.



2.1.2.3. Topología bus.

La red tipo bus cuenta con un canal de transmisión centralizado por el cual viaja toda la información enviada por los terminales y el ordenador, la información va a ser recibida únicamente por su destinatario.



2.1.3. Modelos TCP/IP y OSI.

Los modelos de referencia nos ayudan a comprender la arquitectura de las redes, además de facilitar la interrelación entre redes. Actualmente el más utilizado es el modelo de referencia OSI.

2.1.3.1 Modelo de referencia OSI

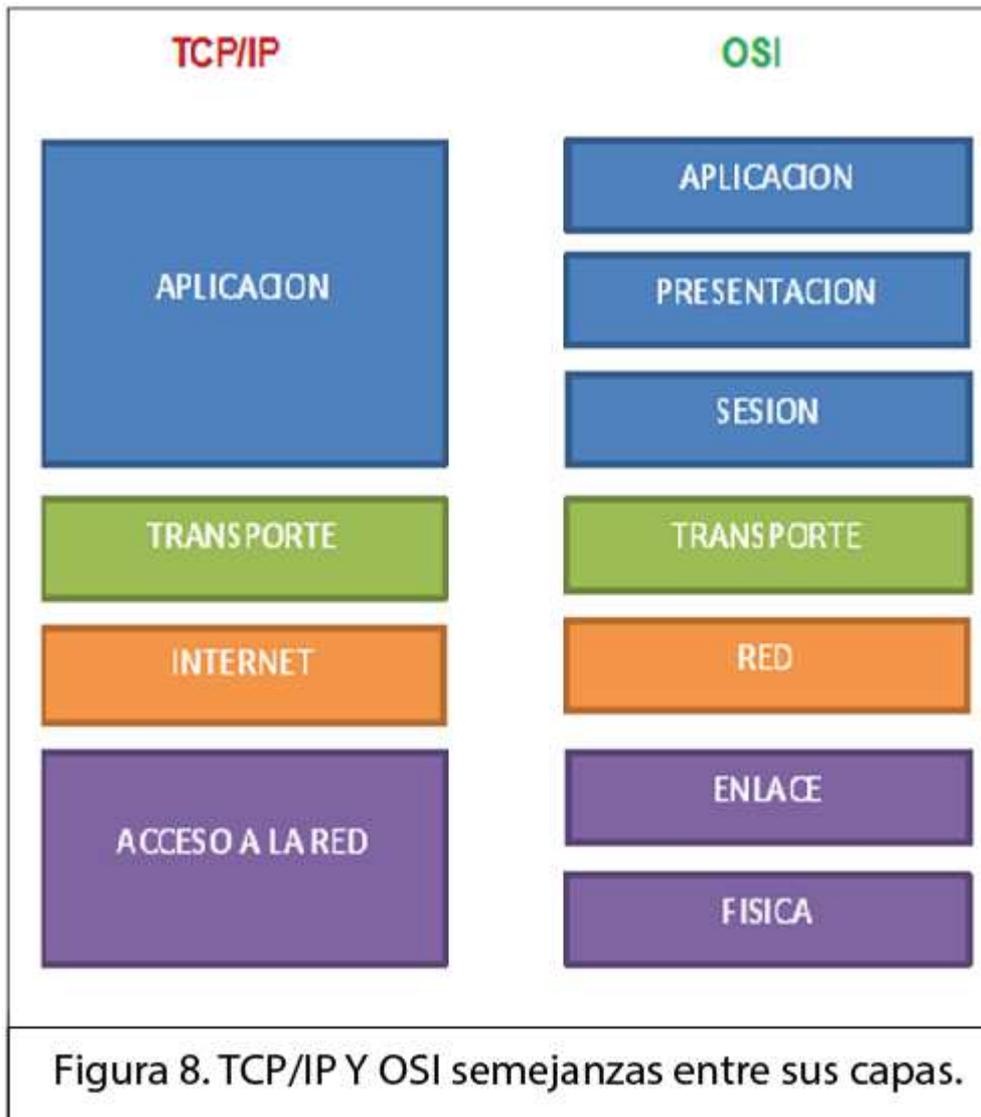
Creado por la Organización internacional para la estandarización (ISO) en 1980 con el fin de estandarizar la conexión entre redes distintos fabricantes y ha sido la más utilizada hasta la actualidad. Este modelo se conforma por 7 capas que serán detalladas de manera abstracta en la siguiente gráfica.



2.1.3.2. Modelo de protocolo TCP/IP

Este modelo de protocolo fue creado por (ARPA) Advanced Research Projects Agency en 1969 por petición del departamento de defensa de los Estados Unidos de Norteamérica con el fin de con el fin de interconectar los equipos multifabricantes de defensa, está conformado por 4 capas siendo la base del internet. A partir de TCP/IP la ISO realizo el modelo de referencia OSI con el fin de estandarizar y comprender de mejor manera las redes.





2.2. Cableado estructurado.

2.2.1. Objetivos del cableado estructurado.

- Establecer, seguir normas y estándares que permitan el mantenimiento preventivo y correctivo del cableado, además de la detección y resolución de problemas de comunicaciones.
- Contar con un cableado de calidad, certificado que cumpla con las exigencias necesarias según la tecnología que se use y así optimizar la transmisión de datos.

2.2.2. Normas y estándares.

Los estándares que se han adoptado en Norteamérica de cableado estructurado están regidos por tres organizaciones muy importantes la (ANSI) American National Standards Institute, (TIA) Telecommunications Industry Association y (EIA) Electronic Industry Alliance. Mientras que en Europa la organización de estandarización para cableado es la (CENELEC) Comité European de Normalization Electrotechnique. En nuestro país hemos adoptado las normas ANSI/TIA/EIA y las más utilizadas en cableado se describen a continuación.

- ANSI/TIA/EIA 568-A, Estándar de edificios comerciales para cableado de telecomunicaciones establecido en el año 1991. Este estándar define la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pin.

- ANSI/TIA/EIA 568-B, es el estándar de cableado estructurado establecido en el año 2001, este estándar se compone de tres requisitos, los cuales en conjunto sustituyen la norma ANSI/TIA/EIA 568-A que en la actualidad se encuentra obsoleto. Los elementos que componen al estándar ANSI/TIA/EIA son:

a) ANSI/TIA/EIA 568-B.1, direccionado a un sistema de cableado estructurado genérico para edificios comerciales en un entorno que sea multiproducto y multiproveedor.

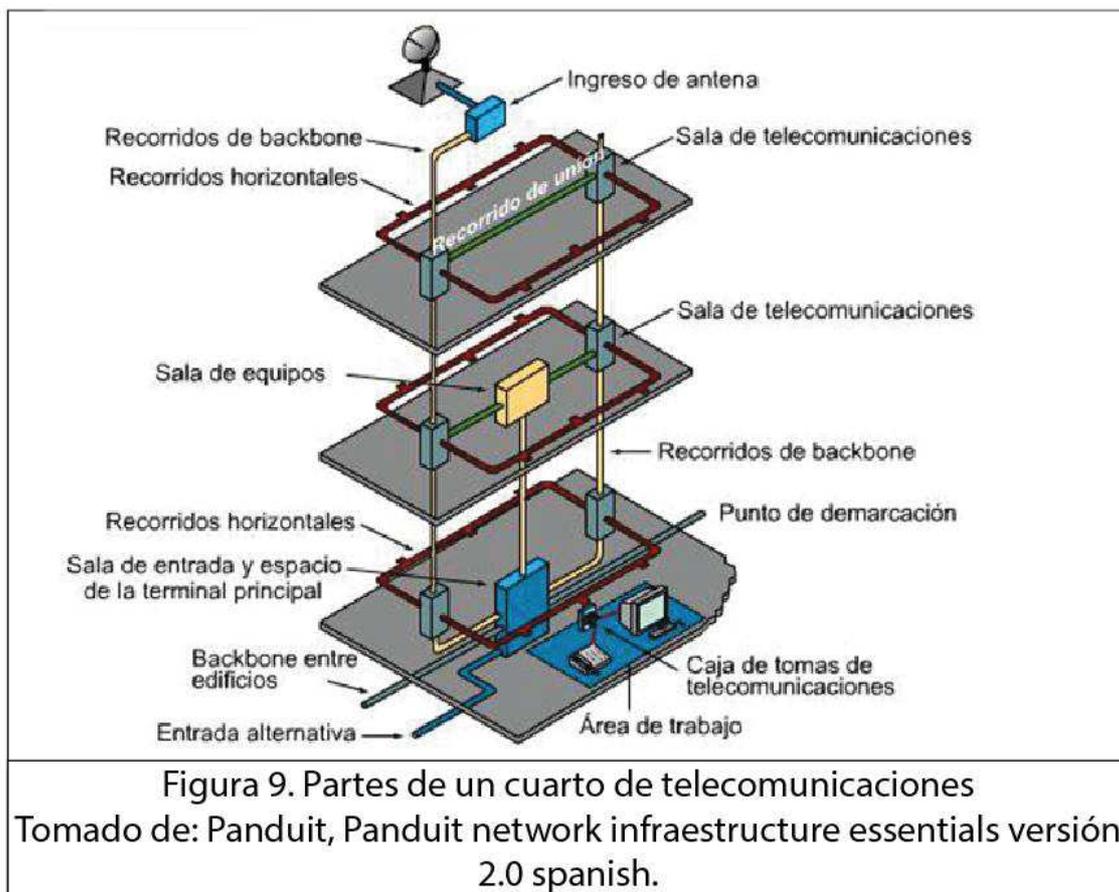
b) ANSI/TIA/EIA 568-B.2, especifica los componentes de un cableado teniendo en cuenta la transmisión, modelos de sistema y procedimientos de medición y certificación de cableado con par trenzado de cobre.

c) ANSI/TIA/EIA 568-B.3, Componentes y requisitos de transmisión para un sistema cableado de fibra óptica

- ANSI/TIA/EIA 569-A, Estándar para edificios comerciales que especifica características para diseño y construcción dentro de edificios de los edificios.
- ANSI/TIA/EIA 570-A, Estándar de cableado para edificios comerciales menores y para hogares.
- ANSI/TIA/EIA 606, Etiquetación y rotulación de cableado.

2.2.3. Subsistemas de cableado estructurado.

Los siguientes subsistemas son los que se encuentran dentro de la norma ANSI/TIA/EIA 568-B.



Un sistema de cableado estructurado necesita de subsistemas para componerse los cuales son 5 y la función de cada uno de ellos será detallada a continuación.

2.2.3.1. Punto de demarcación.

También conocido como “DEMARC” es punto en el que el cableado pierde responsabilidad por parte del proveedor y empieza a tenerla por parte del dueño del edificio.

2.2.3.2. Sala de telecomunicaciones.

Cuarto de telecomunicaciones, es donde se encuentra cada equipo de interconexión de la red, además de recibir el cableado vertical y su estructura debe estar acorde a las normas otorgadas por la ANSI, TIA/EIA, IEEE, entre otros.

No hay que confundir un cuarto de telecomunicaciones con el cuarto de equipos ya que a pesar de que son muy parecidos, pues el cuarto de equipos se diferencia al tener un espacio donde una persona se debe encontrar trabajando y el cuarto de telecomunicaciones no lo tiene específicamente pero puede haber excepciones.

El cuarto de telecomunicaciones cuenta con las siguientes características muy importantes:

- a) Es el área específica y exclusiva dentro de un edificio donde se puede ubicar los equipos de telecomunicaciones.
- b) Su función principal es la conexión del cableado vertical y horizontal a través de cross-connect o conexión cruzada principal.
- c) El cableado de un cuarto de telecomunicaciones debe regirse a las normas correspondientes al trabajo que se realizará.
- d) En un cuarto de telecomunicaciones debemos tener un circuito eléctrico dependiente a o todo lo que tenga que ver con los equipos de redes o telecomunicaciones.
- e) En caso de pérdida de energía principal debemos tener un equipo emergente que supla de energía eléctrica y uno que evite los cambios bruscos de voltaje como son el regulador de voltaje y un ups o aps.

- f) Debe tener un correcto sistema de ventilación o enfriamiento según sea el caso.

2.2.3.3. Cableado Backbone.

El cableado de backbone o vertical es la conexión principal del sistema y está conformado por conexiones que realizan cross-connect principales e intermedias, el cableado backbone de contener un cuarto de telecomunicaciones en cada piso, conexiones verticales entre los cuartos de telecomunicaciones y cables entre edificios.

Las distancias permitidas para cableado de backbone dependen del tipo de cable.

Tabla 1. Distancias máximas de cableado backbone			
Maximum Backbone Distance			
Media Type	Main to Horizontal Cross Connect	Main to Intermediate Cross Connect	Intermediate to Horizontal Cross Connect
Copper (Voice)	800 m (2,624 ft)	500 m (1640 ft)	300 m (984 ft)
Multimode Fiber	2000 m (6560 ft)	1700 m (5575 ft)	300 m (984 ft)
Singlemode Fiber	3000 m (9840 ft)	2700 m (8855 ft)	300 m (984 ft)

Tomado de: ANSI/TIA/EIA 568-B Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.

Este cuadro indica las distancias incluyendo patch cords. Adicional a las especificaciones del cuadro se debe tener en cuenta que la distancia máxima de par trenzado de cobre para datos en cualquier caso es de 100 mts.

2.2.3.4. Cableado de distribución.

Este cableado de distribución o conocido también como cableado horizontal es el que brinda conexión a las áreas de trabajo con el cableado de backbone,

para una correcta instalación de cableado horizontal se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe colocar los cables de forma paralela a la pared.
- La ruta que seguirá el tendido debe ser la más directa y evitar mayor número de curvas.
- Evitar colocar los cables sobre las tejas de los techos en especial si es de material metálico.
- La distancia desde el patch panel hasta el área de trabajo utilizando par trenzado de cobre no debe ser mayor a los 100 metros, incluyendo el patch cord que se conectara desde el Jack, el mismo que tendrá un máximo de 10 metros.

2.2.3.5. Área de trabajo

Finalmente el área de trabajo o workstation es la meta de nuestro sistema de cableado, donde llegara el tendido del cableado horizontal conectado desde el backbone, en el área de trabajo conectamos al terminar ya sea un PC, teléfono Ip, o cualquier otro equipo.

2.2.4. Medios de transmisión

Los medios de transmisión trabajan en la capa 1 del modelo de referencia OSI siendo así la parte física de la red, existen dos tipos de medios de transmisión: guiados y no guiados.

- MEDIOS GUIADOS. Los datos son transmitidos por medios físicos como por ejemplo un cable.
- MEDIOS NO GUIADOS. Los datos se transmiten por medio del espectro radioeléctrico, es decir se propagan en el aire.

2.2.4.1. Medios guiados.

Existe gran gama de medios guiados y cada uno es utilizado según su necesidad, la tasa de transmisión en estos medios depende mucho de la distancia, tipo de cable y si es una conexión punto a punto o punto multipunto.

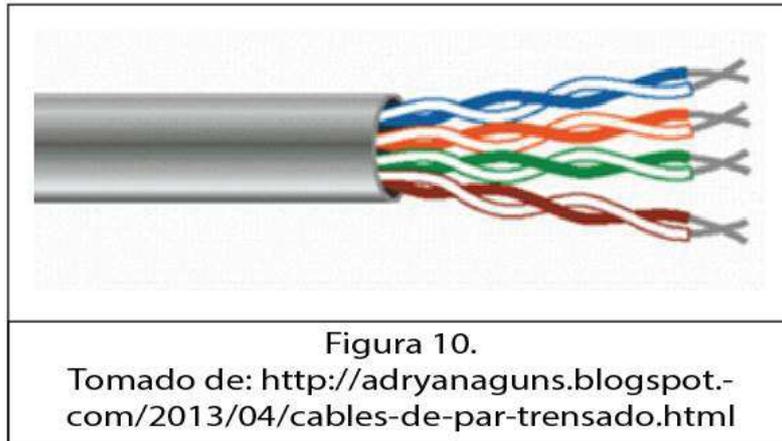
2.2.4.1.1. Par trenzado de cobre.

El par trenzado es el cable más utilizado para redes de área local en la actualidad, existen cables de distinto número de pares pero el más común es el UTP conformado por 4 pares, en cada par los hilos se encuentra uno junto al otro trenzados entre sí de esta manera los campos magnéticos se cancelan mutuamente, a esto se le llama efecto de cancelación y de esta manera se evita la degradación de la señal causado por la interferencia electromagnética conocida como ruido.

La tasa de transmisión de este medio depende de la categoría y además existen cables que cuentan con mayor protección para trabajar en exteriores y menor en interiores.

Los pares trenzados cuentan con dos cables de cobre con un revestimiento y en ciertos casos también puede ser metálica, cada uno cumple la función de ser un canal de transmisión, en el caso del cable UTP que contiene 4 pares con colores identificativos.

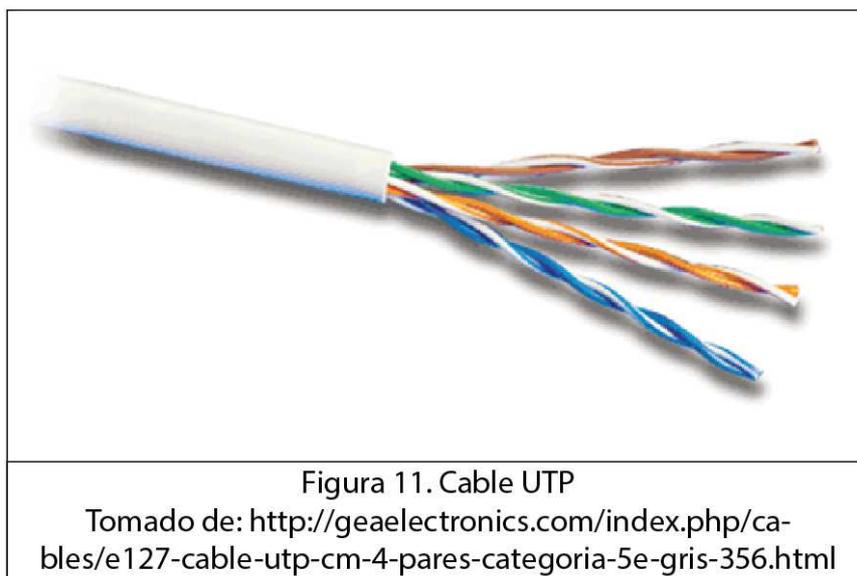
- BLANCO/TOMATE TOMATE
- BLANCO/VERDE VERDE
- BLANCO/AZUL AZUL
- BLANCO/CAFÉ CAFÉ



2.2.4.1.1.1. Par trenzado no blindado.

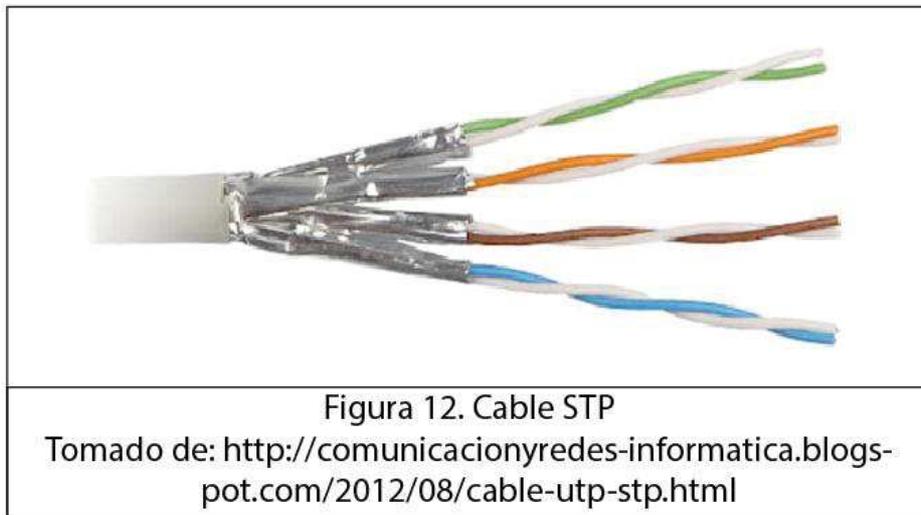
Es el par trenzado de cobre común con sus siglas en inglés *Unshielded Twisted Pair* (UTP). Su bajo costo y facilidad de manipulación han hecho de este el más común en redes de área local, utilizan conectores RJ-45, el mismo con el que trabajan todos los ordenadores en la actualidad.

La desventaja de este cable es la poca resistencia al ruido externo, la gran tasa de error a altas velocidades y la poca distancia que pueden recorrer, su impedancia es de 100 Ohmios.



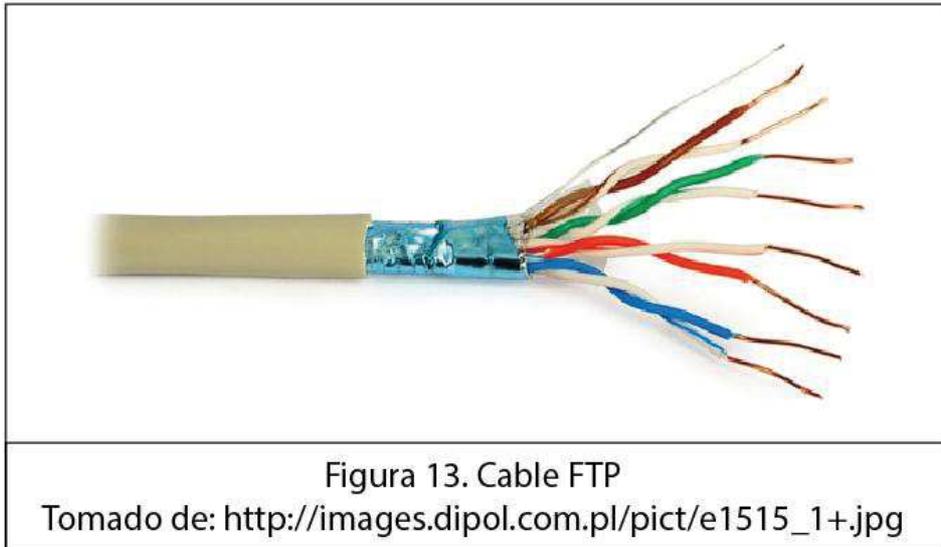
2.2.4.1.1.2. Par trenzado blindado.

Este cable tiene como característica a cada par recubierto con una malla de papel metálico, su nombre lo dan las siglas en inglés *Shielded Twisted Pair* (STP). Par trenzado blindado, este cable mejora al UTP al reducir la tasa de error gracias a que reduce la interferencia por ruido externo pero el costo sube, su impedancia es de 150 Ohmios.



2.2.4.1.1.3 Par trenzado con blindaje global.

Este cable se encuentra en un puesto intermedio entre el UTP y el STP ya que cuenta con la cubierta de papel metálico llamado "foil" que encierra a todos , sus siglas en ingles significan *Foiled Twisted Pair*, y al igual que el cable STP, su blindaje ayuda a reducir el ruido externo mejorando e paso de los datos, su impedancia es de 120 Ohmios.

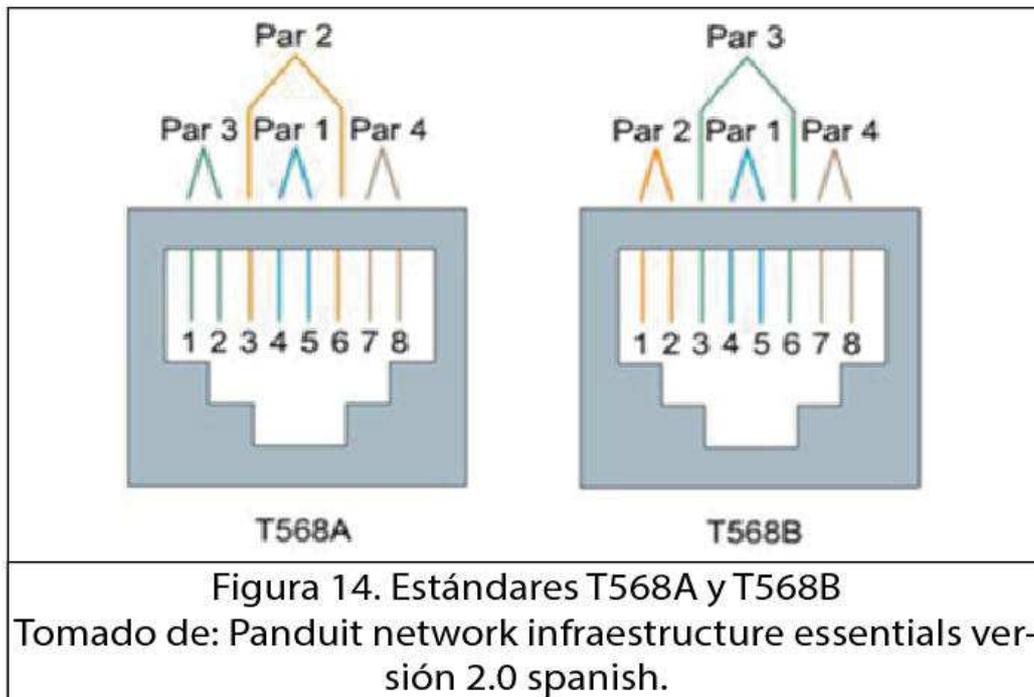


2.2.4.1.1.4. Categorización.

En el cable de par trenzado la categoría de cada uno tiene mucho que ver con la tasa de transmisión y el ancho de banda, actualmente se trabajan con 3 categorías avaladas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

- CATEGORIA 5e. Transmite en 100Base-TX y 1000Base-TX Fast Ethernet y el ancho de banda es de 100MHz, cable ideal para Fast Ethernet y poco adecuado para gigabit Ethernet.
- CATEGORIA 6. Transmite en 100Base-TX y 1000Base-TX ideal para trabajos en Gigabit Ethernet, siendo la mayor velocidad para par trenzado, en diferencia a categoría 5e este cable tiene mayor número de trenzas y un divisor entre los pares trenzados.
- CATEGORIA 6a Transmite en 1000Base-TX es un cable que por su costo específicamente se usa para redes que trabajen en gigabit Ethernet cuenta con mayor número de trenzas en relación a cat6 y mayor grosor en revestimiento tanto de cada par como del cable en general.

2.2.5.1.1.5. Esquemas de cableado T568A y T568B.



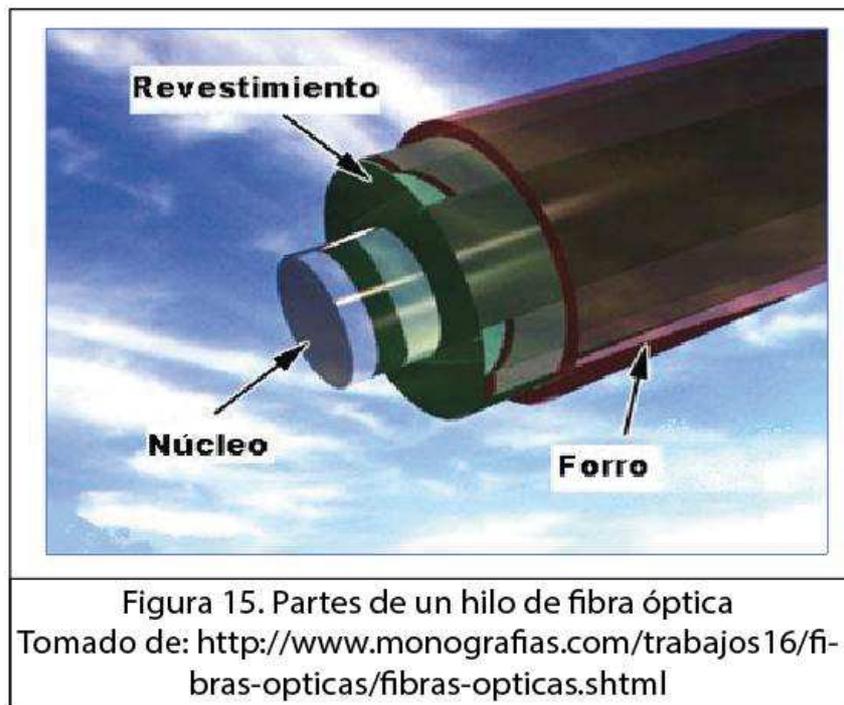
Los esquemas T568A y T568B fueron estandarizados por la TIA en 1991 con el fin de brindar una forma específica y universal de conexión mediante un código de colores en los cables de par trenzado de cobre, la configuración es parecida pero en 2 pares es invertida como podemos ver en la figura 11. Este tipo de conexión se realizó con el fin de mantener el conector RJ-45 creado y usado por Bell Telephone en otro tipo de configuración utilizado anteriormente, pero que no fue muy fiable al generar diafonía.

2.2.4.2. Fibra óptica.

La fibra óptica está compuesta por varios hilos de vidrio o plástico los cuales trabajan mediante haces de luz utilizando los principios de la reflexión y la refracción, actualmente es el mejor medio para la transmisión de información por su ancho de banda, inmunidad al ruido electromagnético y otros factores externos.

Otra gran característica de la fibra óptica es la de tener mayor longitud de tendido y a la vez más ancho de banda que el cobre, como por ejemplo la fibra óptica que se conecta entre ciudades logra Gigas de transmisión.

2.2.4.2.1. Composición de la fibra óptica



- Forro o chaqueta

Compuesto por un material duro, resistente al agua, hongos y cambios climáticos, protege todo el interior del cable.

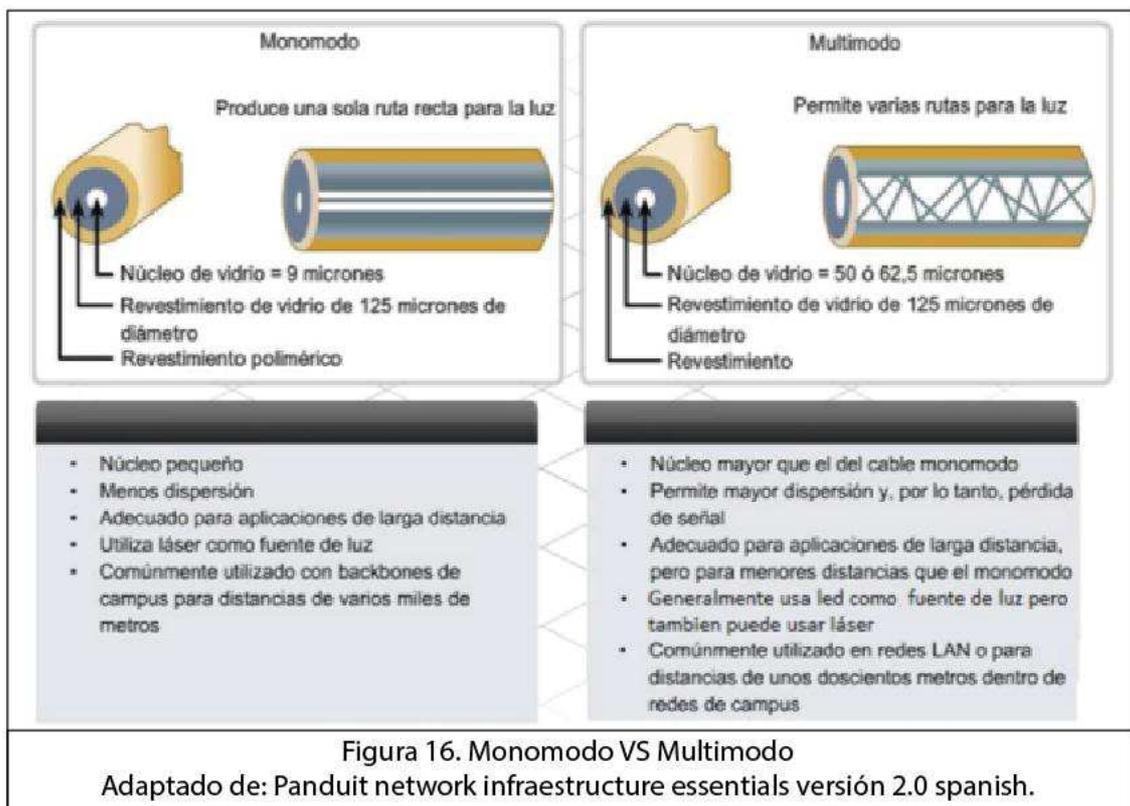
- Revestimiento

Se compone de varias capas que recubren al núcleo y tiene un menor índice de refracción que el de la fibra óptica.

- Núcleo

El núcleo puede ser de sílice, cuarzo o plástico y tiene un diámetro de entre 50 μm a 65 μm en el caso de fibra multimodo y 9 μm en fibra monomodo

2.2.4.2.2. Clasificación.



- Fibra multimodo

La fibra óptica multimodo utiliza un led como motor para la transmisión de luz puede ser tendido hasta un máximo de 2 km, y es utilizado con mayor frecuencia en redes LAN, incluso como backbone de las mismas, logra una velocidad de transmisión mayor a 1 Gbps y más.

Una fibra multimodo estándar cuenta con un núcleo de 62.5 micrones, y su revestimiento es de 125 micrones, el diámetro del revestimiento es mucho mayor a la longitud de onda por lo que al transmitir el haz de luz rebota dentro del núcleo y se propaga a lo largo del mismo,

- Fibra monomodo.

Cuenta con un solo modo único de luz para transmitir por medio de un láser, ofrece mayor ancho de banda por lo que es utilizado en cableado de backbone y su longitud de tendido es mayor, de hasta miles de kilómetros.

El núcleo de la fibra monomodo tiene un diámetro de entre 8 y 10 micrones, y su revestimiento estándar es de 125 micrones, al tener un núcleo de 10 veces más grande que la longitud de onda el haz de luz no rebota y se transmite en línea recta y al utilizar un láser la transmisión logra mayor distancia que la multimodo pero los equipos son más costosos.

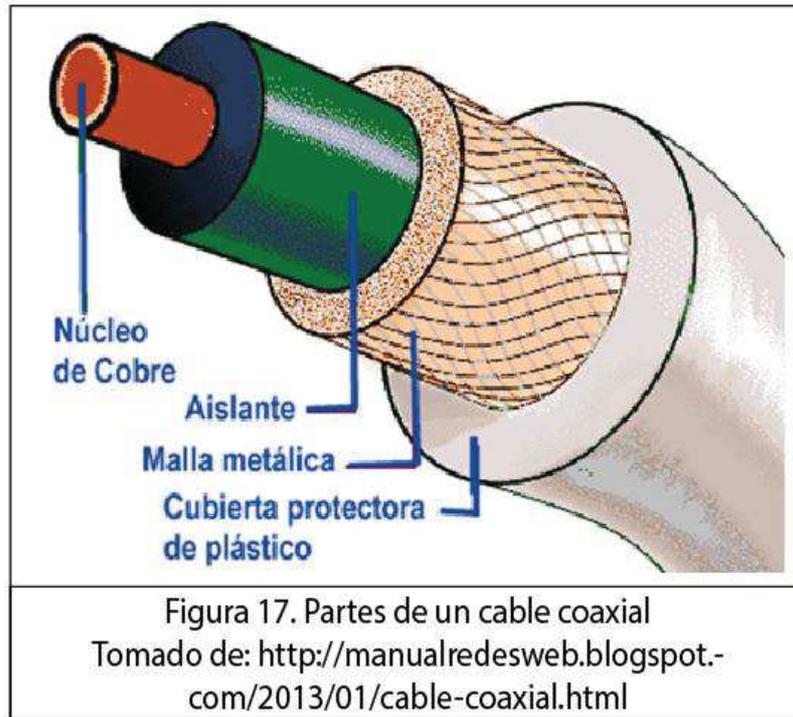
2.2.4.3 Coaxial.

El cable coaxial se compone de un alambre generalmente de cobre que transmite señales eléctricas, y está rodeado completamente por un conductor llamado escudo o trenza.

Este tipo de cable es utilizado en redes LAN, logra mayor longitud de tendido que el par trenzado, es bueno para evitar el ruido y la interferencia externa.

2.2.4.3.1. Composición

Tiene núcleo de acero que cuenta con una capa cobre, o también puede ser totalmente de cobre, la capa aislante que separa el núcleo y el conductor de una malla metálica y a la final encontramos la cubierta la cual es de un plástico grueso y duro.



2.2.4.3.2. Tipos de cable coaxial.

Aquí los cables que se contemplan dentro de la norma ANSI/TIA/EIA 568-B.

- Cable Ethernet estándar grueso, cuenta con impedancia de 50Ω y utiliza conector N.
- Cable Ethernet delgado, cuenta con impedancia de 50Ω y su conector es el BNC, también se lo conoce como RG-58.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.

3.1. Infraestructura del cuarto de telecomunicaciones.

3.1.1. Análisis de las necesidades.

- Se debe separar la parte eléctrica de la parte de datos para evitar el ruido electromagnético por lo que se utilizara una caja de intemperie separada para cada caso.
- En el caso de la caja de intemperie que se usara para los datos se debe tener un diseño que permita ajustar los equipos a manera de rack.
- También se usaran bandejas sobrepuestas para sostener los equipos que no se puedan ajustar directamente al rack.
- Los equipos externos del nodo trabajan con tecnología POE (Power Over Ethernet) protocolo que aprovecha el mismo cable de par trenzado para transportar energía a manera de fuente de poder, por lo que se ubicara las fuentes POE en una bandeja y simulará un switch POE modular.
- Se utilizará multitomas y regletas para suplir de energía a los equipos en el rack.
- La parte eléctrica contendrá un equipo APS (Alternat Power Suplier) que se contactará a una o 2 baterías de 12V con corriente para mantener los equipos encendidos en caso de que haya un corte de energía en el edificio.
- Además se solicita conectar un equipo que sirva como monitoreo de energía en la parte eléctrica conectado directamente al enchufe principal,
- Todos los equipos serán entregados por parte de la empresa PUNTONET S.A. para su colocación, y la configuración se verificara por parte de la empresa.

3.1.1.1 Equipos ubicados en la caja de intemperie.

- Patch Panel.

Es el elemento encargado de recibir los cables de un sistema de cableado, normalmente se ubica en un rack o bastidor, sirve para organizar la red y poder identificar los puntos de la red para posibles cambios dentro de la misma o reparar daños.



Figura 18. Patch Panel de 24 puertos cat 5e

- Rack o bastidor.

Es un soporte metálico que sirve para sostener equipos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, su medida en relación a su ancho esta normalizado y debe ser de 19" para ser compatible con cualquier fabricante.



Figura 19. Rack o bastidor

Tomado de: http://www.onyxd.com/web/es/products?page=shop.browse&category_id=41

- Switch.

Equipo de red que trabaja en capa 2 del modelo OSI utiliza la dirección MAC de los equipos para hacer llegar los datos, existen switch administrables y no administrables, los no administrables simplemente conmutan recibiendo y enviando la información a todos los equipos de una red LAN mediante su dirección MAC, y los administrables tienen distintas funciones y protocolos.



- Router

Su traducción al español es enrutador, trabaja en la capa 3 del modelo OSI y puede conectar distintas redes tanto LAN como WAN y trabajan por medio de la dirección lógica es decir dirección IP, un router trabaja con distintos protocolos para cumplir con las necesidades de cada red.



- ONT (Optical Network Termination)

El ONT trabaja en la capa 1 del modelo OSI y sirve para convertir la conexión de fibra en puertos Ethernet comunes.



- Bandeja de fibra

La bandeja de fibra es el contenedor que mantiene segura la fusión de la fibra para dar paso a un patch cord de fibra óptica y así conectarse al siguiente equipo que puede ser un ONT.

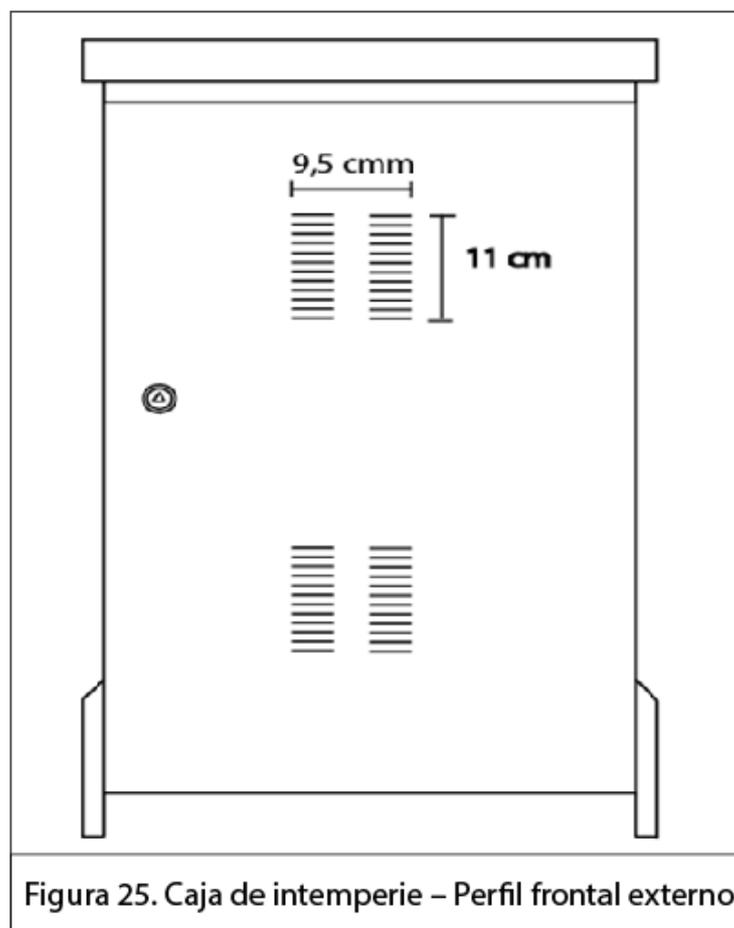
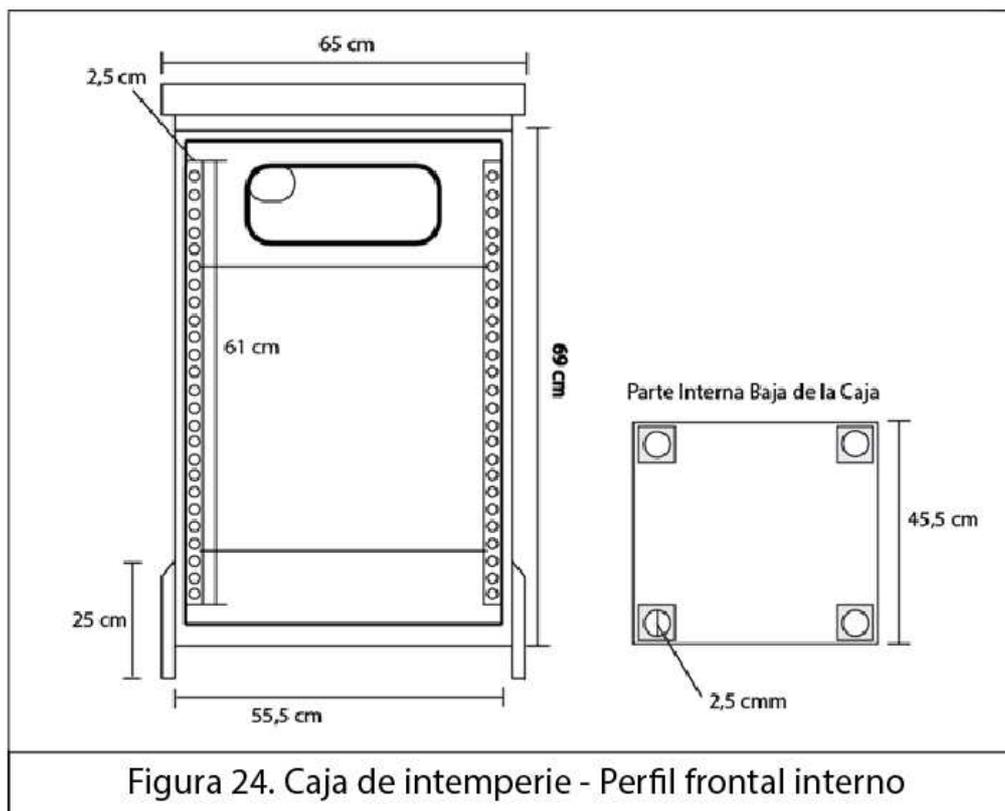
Las bandejas pueden acarrear una o varias fusiones dependiendo de su tamaño y modelo.

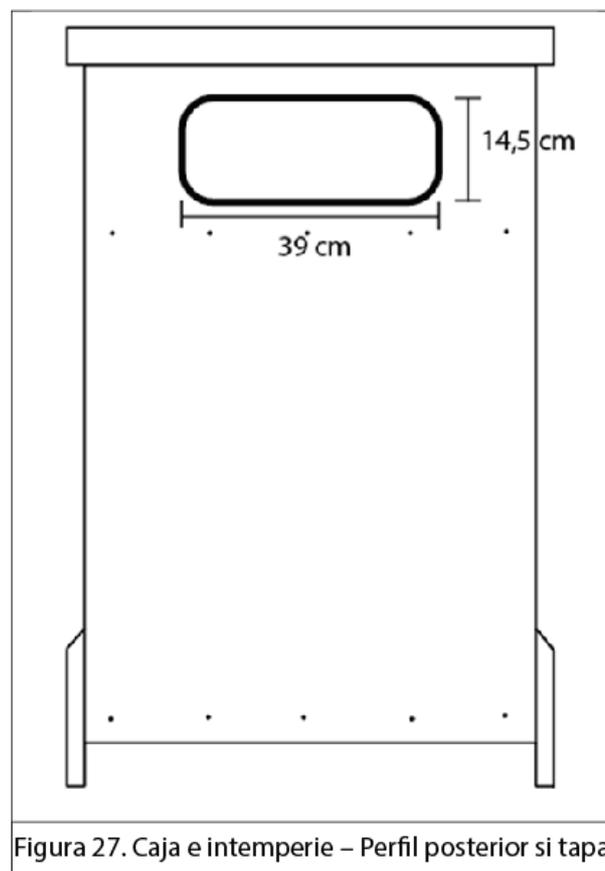
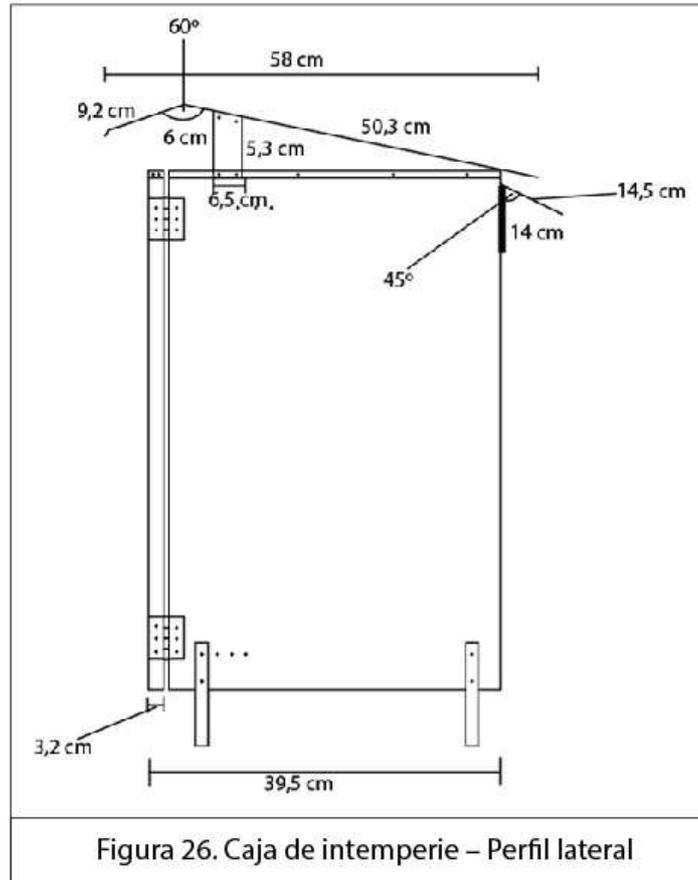


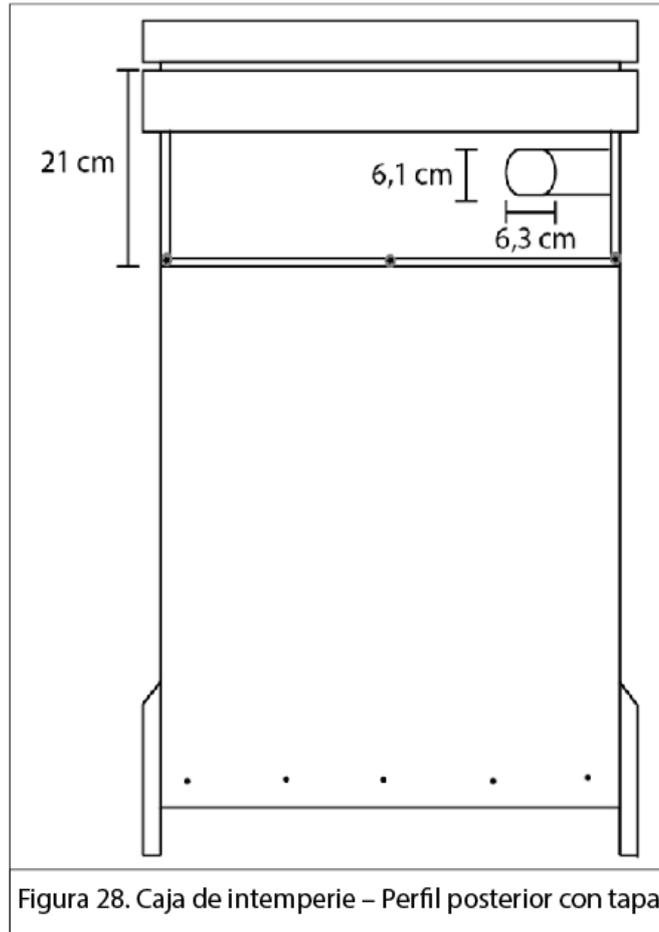
3.1.2. Plano de la estructura.

El plano de la caja de intemperie cuenta con todas las medidas, y especificaciones que se tomó para la manufactura de la misma, y es presentado de distintos ángulos para su correcta apreciación.

En las figuras 24, 25, 26, 27 y 28 se presenta el diseño de la caja con sus medidas la forma que tendrá la misma vista de distintos ángulos, tanto en el interior como en el exterior, todos los detalles.







3.1.3. Diseño.

- La caja de intemperie fue creada con material inoxidable que soporte cambios climáticos, además contiene agujeros para entrada y salida de aire con el fin de evitar el sobrecalentamiento de los equipos.
- Contiene una puerta con llave universal triangular unida a la estructura por medio de dos bisagras para que se la pueda abrir completamente



El techo de la estructura sobresale con 10cm en la parte frontal y 14cm en la parte posterior, además tiene inclinación tanto en la parte frontal como en la posterior para que de esa manera el agua pueda resbalar en caso de lluvia y termine en el suelo evitando así que de ninguna manera ingrese al interior de la caja de intemperie y ocasione de esta manera daños en los equipos.



Figura 30. Caja de intemperie - Perfil lateral sin tapa posterior



Figura 31. Caja de intemperie - Perfil lateral con tapa posterior

En la figura 30 y 31 se puede apreciar la inclinación del techo, además en la figura 31 se nota la tapa de la parte trasera desde un perfil lateral la cual sirve para tapar sellar el agujero que se diseñó para trabajar en el ponchado y revisión de los puntos de red en el patch panel, esta tapa también tiene un techo con inclinación para que el agua corra y termine en el suelo.

En la figura 32 se visualiza los dos techos desde la parte superior donde se verifica que no hay forma de que el agua ingrese desde la parte superior ya que es totalmente cerrado y se debe tener en cuenta que la caja sin techo también esta sellado en la parte superior para más seguridad.



Figura 32. Caja de intemperie – Perfil superior

La parte interior de la caja de intemperie cuenta con una forma rackeable con el fin de sujetar equipos o bandejas que cuentan con la características para poder ubicarlas de dicha manera, en la figura 33 se puede apreciar todo el interior de la caja y también el agujero por el cual se puede hacer trabajos en el patch panel que se ubicaría en la parte superior.

En la parte baja de la caja se puede apreciar cuatro agujeros con un filtro para evitar en cierta medida el ingreso de basura o polvo que puede traer el viento y también uno de ellos es utilizado para el ingreso de cable eléctrico necesario para encender los equipos, estos agujeros son más visibles en la figura 34.



El agujero mencionado anteriormente por el cual se realizaran los trabajos de ponchado y todo repatch panel se lo puede apreciar en la figura 35 visto desde atrás de la caja, este agujero tiene una altura de 14.5 cm y 39 cm de ancho, además cuenta con una protección de caucho en su filo para evitar daño en los cables que van a ingresar y su vez proteger del agua al interior de la caja.



En la figura 36 se visualiza el agujero mencionado anteriormente cerrado con una tapa la cual forma otra entrada más pequeña de 6.1 cm de alto y 6.3 cm de ancho al estar cerrada, está entrada se ha destinado para permitir que ingresen los cables tanto par trenzado como fibra óptica sin dañarse, su forma tiene un dobles para evitar el daño en los cables y conjuntamente con el recubrimiento de caucho del filo del agujero más grande se mantiene los cables sin ningún daño.

La tapa del agujero que forma la entrada de los cables se puede visualizar en la figura 37 y como se puede ver forma también el techo que evita que el agua de lluvia ingrese al interior de la caja.



Figura 36. Entrada para permitir el acceso de los cables



Figura 37. Tapa de agujero posterior de la caja de intemperie

- La caja destinada para la parte eléctrica cuenta con las mismas medidas pero se retira las barras laterales que permiten la forma de rack y en lugar de bandejas se coloca una tabla de madera en el medio con un soporte lo

suficientemente fuerte para sostener los equipos y otra en la base para colocar las baterías encima y evitar la estática que pueden crear.

3.2. Cableado interior del cuarto de telecomunicaciones.

3.2.1. Análisis.

- Para conectar los equipos del exterior con el interior se debe utilizar un patch panel con la categoría adecuada y así poder crear puntos de red.
- Los equipos externos trabajan con tecnología POE (Power Over Ethernet), se los debe colocar de manera que logren orden y estética.

Como backbone se cuenta con un cable de fibra óptica monomodo de 6 hilos que llegará a una bandeja y por medio de un patch cord de fibra óptica se conectará a un ONT (Optical Network Termination) parte de la red GPON (Gigabit Passive Optical Network) de Puntonet. Por lo que se debe colocar estratégicamente al igual que la bandeja de fibra.

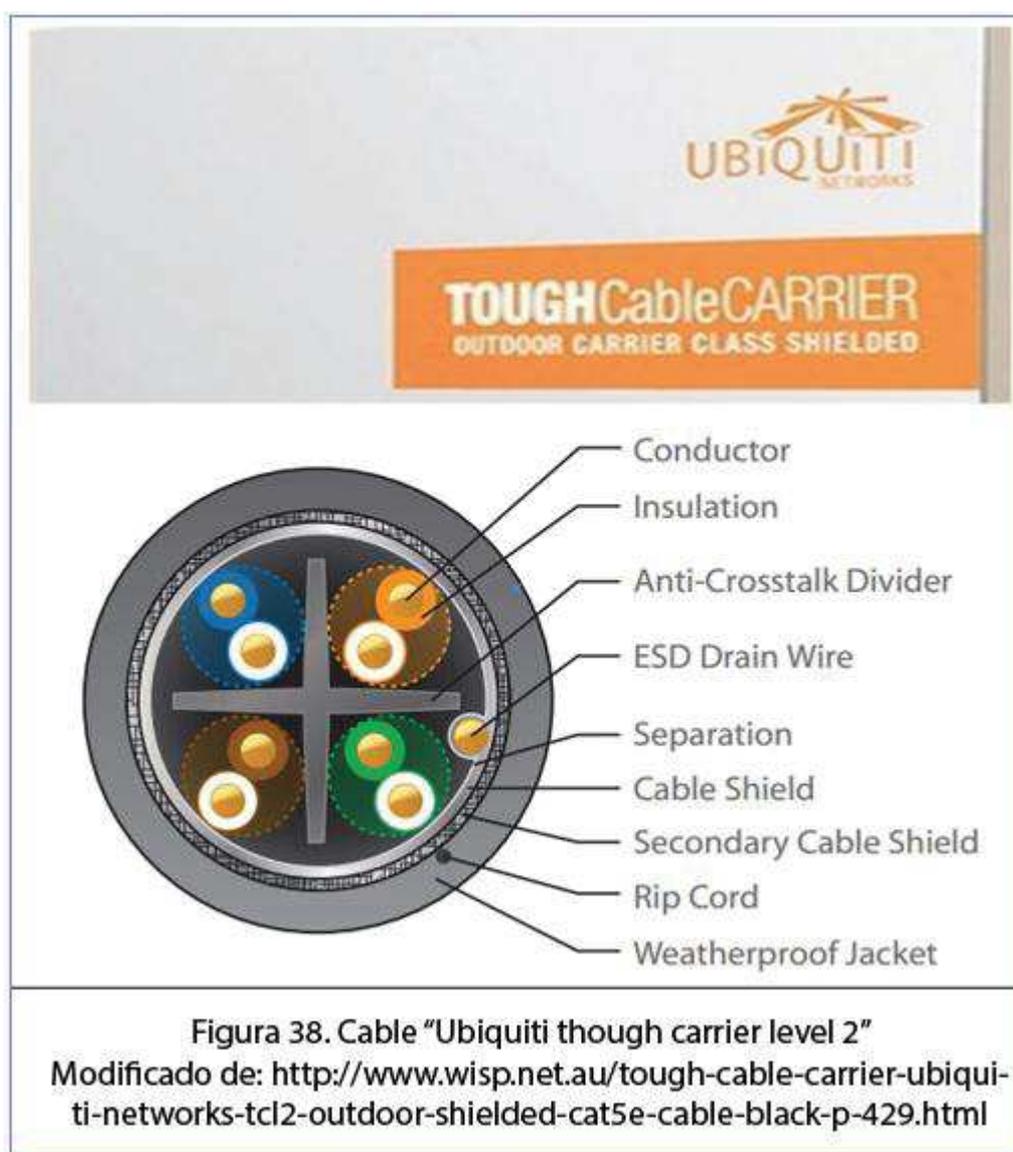
- Desde el ONT, se debe conectar por medio de un patch cord al router principal, se debe considerar a qué velocidad transmite.

3.2.1. Diseño.

- Se utilizará un patch panel cat 5e en la parte superior del rack y se etiquetará según corresponda para identificar a cual pertenece con los equipos de la parte exterior y también se debe incluir el monitoreo de energía.
- La bandeja de fibra se conectará con el (ONT), por medio de un patch cord SC-SC.
- Para conectar el (ONT), con el router se utilizará un patch cord cat 6 ya que se conecta al puerto Gtx (Giga Ethernet) de cada equipo.
- Las fuentes de poder (POE), se colocaran en una bandeja para así simular un switch POE modular.

3.3. Cableado exterior del cuarto de telecomunicaciones.

En el exterior del cuarto de telecomunicaciones contamos con los equipos que se conectarán a nuestro armario de telecomunicaciones y para esto vamos a utilizar un cable diseñado para exteriores con la capacidad de soportar cambios climáticos y sobre todo disipar el ruido, disminuyendo la latencia, el cable que se ha elegido es el cable FTP “though carrier” de marca Ubiquiti el mismo que cuenta con todas las características necesarias.



3.4. Ubicación de equipos

3.4.1. Análisis.

- La caja de intemperie que contendrá la parte de datos deberá contar con una estructura que soporte todos los equipos sin perder organización.
- Los equipos de la parte eléctrica deben tener organización y un cable que se conecte con la parte de datos para poder suplir de energía a los demás equipos, además se debe considerar que en la parte de datos se encontrará el equipo destinado para monitoreo de energía, mismo que se conectara por medio de un cable de par trenzado al patch panel de la parte de datos y así poder recibir conectarlo al router principal y de la misma manera debe tener organización.

3.4.2. Diseño.

- La caja tiene una estructura de rack internamente lo que servirá para instalar el patch panel de 24 puertos para los puntos de red, los equipos que tengan la facilidad de sujetarse al rack y las bandejas necesarias para sostener los equipos restantes, la imagen 40 demuestra la forma en la que se encontrarán las bandejas y el patch panel además de un multitomas que será utilizado para dotar de corriente a los equipos.



Figura 39. Caja de intemperie diseño interior incluido bandejas y multitomas.

CAPITULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN DEL CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.

4.1 Caja de intemperie.

Principalmente como se explica en el diseño se utilizará dos cajas de intemperie, una para datos y otra para la parte eléctrica.

La primera será la que contiene la parte eléctrica es decir: el tomacorriente principal que obtiene corriente de la casa donde se encuentra el nodo, las baterías, el APS, y el equipo destinado para monitoreo de energía.

El APS (Alternat Power Suplier) es la solución que se ha tomado en caso de un corte de energía eléctrica y cuenta con 2 funciones: la primera es cargar la batería obteniendo energía de la corriente alterna y la segunda es obtener la energía del banco de baterías que tienen corriente continua y la transforma en alterna, logrando 110 Voltios. En esta ocasión se utiliza 2 baterías de 12 Voltios cada una y las conectamos en serie. El APS se conecta a la fuente principal de corriente para obtener la energía y mantener cargadas las baterías.

Una regleta con una extensión de cable es conectada al APS y llega hasta la caja de intemperie destinada para datos para suplir de energía eléctrica.

El monitoreo de energía es un equipo router de marca zyxel, este equipo es proporcionado por la empresa y se lo conecta también al enchufe principal con el fin de percibir posibles cortes de energía eléctrica en la casa y por medio de un cable de par trenzado de cobre cat 5e se conecta al patch panel ubicado en la parte de datos para así lograr conectarse al switch por medio de un patch cord utp cat 5e.



Figura 40. Caja de intemperie que contiene la parte eléctrica

La segunda caja de intemperie será destinada para contener los equipos de datos como son la bandeja de fibra, el equipo ONT, el router y el switch, además del patch panel, junto con las fuentes de poder POE y un regulador de voltaje que evitará daños en los equipos por cambios bruscos de voltaje.

El patch panel de 24 puertos cat 5e es ubicado en la parte superior del rack y tras este la bandeja de fibra pegada al techo con cinta doble faz, se conecta al ONT por medio de un patch cord de fibra óptica, en la figura 42 se demuestra la

forma en que se encuentra la bandeja de fibra con la fibra óptica fusionada en su interior y de esta sale el patch cord de fibra optica y en la figura 43 se encuentra el equipo ONT conectado con el patch cord de fibra optica que baja desde la bandeja.



Figura 41. Bandeja de fibra óptica en el interior de la caja.



Figura 42. ONT conectado por medio del patch cord de fibra óptica que baja desde la bandeja de fibra.

El multitomas se encontrará debajo de la bandeja inferior y existirán 2 regletas eléctricas a los costados para suplir de energía a los equipos POE.

El regulador de voltaje se encuentra ubicado en el piso de la caja de intemperie junto a la regleta que se conecta al APS ubicado en la otra caja de intemperie.

Sobre la bandeja inferior se ubica el router principal que es otorgado por la empresa Puntonet previamente configurado al igual que el switch.

De esta manera tenemos los equipos listos para realizar el resto de conexiones por medio de cables.



Figura 43. Caja de intemperie con equipos listos para ser conectados

4.2 Cableado interior y exterior.

Los cables provienen de cada uno de los equipos situados en el exterior hasta el patch panel donde son debidamente ponchados, certificados y etiquetados según la identificación solicitada por la empresa. El equipo de monitoreo de energía también se incluye en el patch panel ocupando el último puerto del mismo y también es debidamente etiquetado como lo demuestran las figuras 44 y 45.



Figura 44. Patch panel etiquetado con los puntos de red de los equipos externos.



Figura 45. Patch panel etiquetado con el ultimo puerto perteneciente al monitoreo de energía.

El router es conectado con los puntos de red según lo solicitado por Puntonet:

En el puerto 1 se conecta al puerto Gtx del equipo ONT por medio de un cable UTP Cat 6.



Figura 46. Patch cord UTP cat 6 utilizado en la conexión del ONT al router.



Figura 47. Conexión del ONT con el router principal por medio del patch cord UTP cat 6

- En el puerto dos del router se conecta el equipo back up que se encuentra etiquetado en el patch panel por medio de un patch cord cat 5e.
- El puerto 10 del router está asignado para conectarse con el switch por medio de un patch cord cat 5e.
- Los puertos restantes son destinados para el resto de puntos del patch panel, cada uno conectado por medio de un patch cord cat 5e.



Figura 48. Imagen de las 2 cajas de intemperie debidamente conectados, cumpliendo con la norma ANSI/TIA/EIA 568 B.

4.3 Certificación.

La certificación de un cableado se la realiza para afirmar que cumple con las necesidades de la empresa además que cumple con las normas.

El equipo realiza su certificación tomando en cuenta el tipo de cable, y la norma que debe cumplir, en este caso la medición se realiza por medio de la norma ANSI/TIA/EIA 568 B.2

El equipo certificador hace una serie de pruebas las cuales compara con la referencia de la norma que deben cumplir y da un resultado positivo o erróneo, las pruebas que toma en consideración son las siguientes:

4.3.1. Mapeado del cableado.

Esta prueba muestra un mapa prueba de conexión básica entre los dos extremos de cada par incluyendo el noveno pin en caso de ser un cable blindado.

Si cada pin cumple con la conectividad es aprobado, caso contrario da un resultado erróneo y no continua con las siguientes pruebas

4.3.2. Longitud.

La prueba longitud mide la distancia de cable y lo compara con la distancia máxima que indica la norma, en caso de tener una distancia menor al límite lo aprueba caso contrario da un resultado erróneo.

4.3.3. Retardo de propagación y diferencia de retardo.

El retardo de propagación se refiere al tiempo en nanosegundos que demora una señal en recorrer la longitud del cable.

La diferencia de retardo se mide tomando en cuenta la diferencia de los retardos más cortos y el retardo del resto de pares de cables.

4.3.4. Atenuación.

Para comprender esta prueba debemos recordar que la atenuación no es más que la pérdida de fuerza en una señal al ser transmitido en un cable y es originada por la pérdida de energía eléctrica debido a la resistencia de un cable y por la fuga de la energía.

Esta medida se representa en decibeles, a menor valor mejor es el rendimiento de un cable.

Las características, longitud y frecuencias de las señales que se envíen son las que determinan la atenuación de un cable.

4.3.5. Diafonía en el extremo emisor.

Esta prueba llamada también NEXT por sus siglas en inglés (Near-end crosstalk) toma en cuenta la interferencia causada entre los pares de cables y se expresa en decibeles diferenciando la amplitud entre la señal de prueba y la interferencia causada por el cable mismo.

4.3.6. Diafonía en el extremo del receptor.

También conocida como prueba FEXT que toma su nombre de sus siglas en inglés (Far-end crosstalk) y es muy similar a la prueba NEXT la cual siempre es mayor debido a que añade ruido de retorno.

4.3.7. Relación entre atenuación y diafonía.

ACR son las siglas en inglés (Attenuation/Crosstalk ratio) es la relación entre atenuación y diafonía es decir la diferencia entre los resultados del NEXT y la atenuación en decibeles.

4.3.8. Pérdida de retorno.

Esta prueba es el resultado de la diferencia de la señal transmitida y la potencia de las reflexiones a causa de la variación de la impedancia de un cable.

4.3.9. Suma de potencia.

Sus siglas en inglés PS (Power Sum) le dan su nombre suma de potencia y este valor representa en cuanto ven afectados los cables a causa de los NEXT o FEXT de cada par representados de decibeles.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- Un correcto cableado siempre lograra cubrir las necesidades de una red y evitará problemas en la transmisión.
- El orden es primordial en un armario de telecomunicaciones en caso mantenimientos y posibles reparaciones en menor tiempo.
- El etiquetado de los puntos de red es vital en caso de daño o mantenimiento de una red.
- Después del trabajo realizado la frecuencia de daños en los equipos redujo, también el tiempo de reaparición en caso de suceder.
- La empresa Puntonet certifica un trabajo satisfactorio al bajar el tiempo promedio de caída del nodo, cero daños en los equipos, menor número de quejas por parte de los clientes del nodo y facilidad de poder incluir mayor cantidad de clientes que estará regulado dependiendo del ancho de banda que contraten los clientes en el futuro.

5.2. Recomendaciones.

- Crear un cronograma de mantenimientos preventivos para mantener el orden de y eficacia del cuarto de telecomunicaciones.
- Evitar manipular los equipos y el cableado de manera incorrecta para evitar daños.
- Capacitar a los técnicos que trabajan en el área concientizando que en el estado que se encuentra el cuarto de telecomunicaciones cumple con las normas y se debe mantenerlo para no regresar al estado anterior.

- Realizar el mismo trabajo en todos los nodos de la empresa para lograr brindar un mejor servicio a sus clientes.
- Se recomienda utilizar organizadores de cables sean horizontales o verticales, pero la empresa solicita no tener organizadores en el nodo con el fin de poder cambiar los patch cord con rapidez en caso de fallos en los mismos.

REFERENCIAS

- ANSI/TIA/EIA. (2001). *ANSI/TIA/EIA 568-B Comercial Building Telecommunications cabling standar Dong Da- Hanoi-Vietnam: Qd-Tek*
- ANSI/TIA/EIA. (2002). *ANSI/TIA/EIA 606-A Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings . Dong Da- Hanoi-Vietnam: Qd-Tek*
- Gutierrez. A. y Pinargote. M. (2012). *“Aplicación de la norma EIA/TIA 568-B en la restructuración de la red de área local del hospital León Becerra” Guayaquil. Guayaquil. Ecuador: Escuela Politécnica Salesiana.*
- Jacome, L. y Vega, M. (2007). *“Análisis y diseño de una red ip en las instalaciones del ilustre municipio de Ibarra con aplicación dirigida a la telefonía, y diseño para un infocentro para la parroquia Caranqui”.* Ibarra. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- NSI. About us. Recuperado el 05 de noviembre del 2013 de http://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview_sp.aspx
- Cisco Networking Academy. Aspectos básicos de networking .CCNA exploration 4.0. Recuperado el 20 de agosto del 2012 de <http://tools.cisco.com/search/results/en/us/get#q=ccna+exploration>
- Gonzales. R. *Cableado estructurado. Recuperado el 15 de octubre del 2013 de* <http://ldc.usb.ve/~rgonzalez/Cursos/ci5832/CableadoEstructurado.pdf>
- Panduit. *El cuarto de telecomunicaciones donde todo se junta.* Recuperado el 10 de octubre del 2013 de http://www.panduit.com/wcs/Satellite?pagename=PG_Wrapper&friendlyurl=/en/solutions/enterprise-solutions/environments/telecommunications-room#1

Panduit, *Panduit network infrastructure essentials versión 2.0 spanish*.
Recuperado el 15 de agosto del 2012 de
<http://tools.cisco.com/search/results/en/us/get#q=panduit+cisco&aus=true>

Perez P. Mediciones y certificaciones en enlaces UTP. Recuperado el 02 de
enero del 2014 de <http://www1.frm.utn.edu.ar/medidase2/tp/tp11.pdf>

ANEXOS