

**PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y  
PREVENTIVO DE LA RED CABLEADA DE DATOS  
DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**Juan Romario Ruiz Duran**

**PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, MARZO 04 DE 2019**

# **PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LA RED CABLEADA DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**Juan Romario Ruiz Duran**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Director: Javier Esteban Gómez Wilches**

**Ing. Telecomunicaciones**

**Correo: jagowill88@gmail.com**

**PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, MARZO 04 DE 2019**

## Dedicatoria

Dedicado a todas las personas que creyeron en mí, a mi padre Armando Ruiz Acosta, mi madre Ena luz duran Mieles, mis hermanos Diego Armando Ruiz Duran, Eder Fernando Ruiz Duran, Fabián Andrés Ruiz Duran, Ivan Ronaldo Ruiz Duran los cuales fueron apoyo incondicional en mi proceso de formación de ingeniero electrónico de la universidad de pamplona, con todos sus consejos, reflexiones y hermandad se pudo enfrentar de la mejor manera este camino mostrándome al pasar del tiempo un sin números de situaciones que me formaron como persona, resaltando mi primera educación entregada por mis padres, personas que fueron el pilar fundamental en todo mis decisiones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de ante mano al Director de ingeniería electrónica, el ingeniero **Luis Alberto Muñoz**, al director del CIADTI **Avilio Villamizar Estrada**, a mi director de pasantías **Javier Esteban Gómez Wilches**, a los ingenieros de la oficina de infraestructura tecnológica a **Walter Terán León y Alexis Iopez**, que con su apoyo se logró realizar estas prácticas en la universidad, agradezco también de ante mano a todos mis profesores, colegas y amigos que en el vivir de cada semestre fueron ayuda para la adquisición de conocimientos obteniendo las competencias necesarias tanto como persona y como profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
2.	JUSTIFICACIÓN .....	15
3.	OBJETIVOS .....	16
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4.	MARCO TEORICO .....	17
4.1	ESTRUCTURA DE REDES DE COMUNICACIONES .....	17
4.2	REDES DE COMUNICACIÓN .....	17
4.2.1	REDES LAN .....	18
4.2.2	REDES DE ÁREA METROPOLITANA (MAN).....	19
4.2.3	REDES WAN.....	19
4.3	MODELO OSI.....	20
4.4	MODELO TCP/IP .....	21
4.5	TOPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE REDES .....	21
4.5.1	TOPOLOGÍA EN BUS .....	22
4.5.2	TOPOLOGÍA EN ESTRELLA .....	22
4.5.3	TOPOLOGÍA EN MALLA.....	23
4.5.4	TOPOLOGÍA EN ÁRBOL .....	24
4.5.5	TOPOLOGÍA EN ANILLO.....	24
4.6	COMPONENTES DE UNA RED.....	25
4.6.1	ESTACIONES DE TRABAJO.....	25
4.6.2	SISTEMA DE CABLEADO.....	25
4.6.3	EQUIPOS DE CONECTIVIDAD.....	25
4.6.4	HUB.....	26
4.6.5	SWITCH .....	26
4.6.6	ROUTER.....	27
4.7	MEDIOS DE TRANSMISION GUIADOS.....	27
4.7.1	CABLE DE PAR TRENZADO .....	28
4.7.2	CABLE COAXIAL .....	28
4.7.3	FIBRA ÓPTICA.....	29
4.7.3.1	LA FIBRA MONOMODO .....	29
4.7.3.2	LA FIBRA MULTIMODO.....	30
4.7.3.3	TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA .....	30

4.7.4	MEDIOS NO GUIADOS.....	31
5.	CABLEADO ESTRUCTURADO.....	32
5.1	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ELECCIÓN DEL CABLEADO ..	33
5.2	COMPONENTES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	33
5.2.1	INSTALACIÓN DE ENTRADA O ACOMETIDA.....	33
5.2.2	SALA DE EQUIPOS .....	34
5.2.3	CABLEADO VERTICAL O BACKBONE .....	34
5.2.4	ARMARIO O GABINETE DE TELECOMUNICACIONES.....	34
5.2.5	CABLEADO HORIZONTAL .....	34
5.2.6	ÁREAS DE TRABAJO .....	34
5.3	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	35
5.4	ORGANISMOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	35
5.4.1	ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE) .....	35
5.4.2	EIA (ELECTRONIC INDUSTRIES ALLIANCE).....	36
5.4.3	TIA (TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION) .....	36
5.4.4	ISO (INTERNATIONAL STANDARDS ORGNIZATION).....	36
5.4.5	IEEE (INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y DE ELECTRÓNICA)	36
6.	NORMAS Y ESTANDARES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	36
6.1	ANSI/TIA/EIA-568B. CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS COMERCIALES. ....	37
6.1.1	ANSI/TIA/EIA 568-C.0 .....	37
6.1.2	ANSI/TIA/EIA 568-C.1 .....	37
6.1.3	INSTALACIONES DE ENTRADA.....	38
6.1.4	DISTRIBUIDOR O REPARTIDOR PRINCIPAL Y SECUNDARIOS .....	38
6.1.5	DISTRIBUCIÓN CENTRAL DE CABLEADO .....	38
6.1.6	DISTRIBUIDORES O REPARTIDORES HORIZONTALES .....	39
6.1.7	DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE CABLEADO.....	39
6.1.8	ÁREAS DE TRABAJO .....	39
6.1.9	ANSI/TIA/EIA 568-C.2 .....	40
6.1.10	ANSI/TIA/EIA 568-C.....	41
6.2	NORMA ANSI/TIA/EIA 569A. RUTAS Y ESPACIOS DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS PÚBLICAS. ....	41
6.2.1	INSTALACIONES DE ENTRADA.....	42
6.2.2	SALA DE EQUIPOS .....	42
6.2.3	CANALIZACIONES DE BACKBONE.....	42

6.2.4	SALA DE TELECOMUNICACIONES.....	43
6.2.5	CANALIZACIONES HORIZONTALES.....	43
6.3	NORMA TIA/EIA 606. ADMINISTRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICIOS PÚBLICOS.....	44
6.3.1	LA NORMA TIA/EIA 606-A.....	45
6.4	NORMA TIA/EIA 607. REQUERIMIENTOS DE PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS.....	45
6.4.1	TMGB (TELECOMMUNICATIONS MASTER GROUNDING BUSBAR).....	45
6.5	DOCUMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIÓN.....	46
6.5.1	CLASE 1.....	47
6.5.2	CLASE 2.....	47
6.5.3	CLASE 3.....	47
6.5.4	CLASE 4.....	48
6.5.5	CÓDIGO DE COLORES PARA LOS CAMPOS DE TERMINACIÓN.....	48
6.6	REDES JERÁRQUICAS.....	48
6.6.1	REDUNDANCIA.....	50
6.6.2	ESCALABILIDAD.....	51
6.6.3	SEGURIDAD EN PUERTOS.....	51
7.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	51
7.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
7.2	PROCEDIMIENTO.....	51
7.2.1	DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.....	51
7.2.2	VERIFICACIÓN DEL ESTÁNDAR Y NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES.....	52
7.2.3	DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORECTIVO	52
7.2.4	VALIDACIÓN DE LOS CUARTOS DE EQUIPOS RESTRUCTURADOS ...	52
7.2.5	DISEÑO DE RED.....	52
8.	PROCEDIMIENTO.....	52
8.1	NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE LA INSTITUCIÓN.....	53
8.1.1	ESTRUCTURA DEL DIAGNÓSTICO.....	53
8.2	DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES.....	54
8.2.1	BIBLIOTECA JOSÉ RAFAEL FARIA.....	55
8.2.2	BLOQUE CD.....	55
8.2.3	BLOQUE CONTRATACIONES.....	56

8.2.4	BLOQUE EC .....	56
8.2.5	BLOQUE ER .....	56
8.2.6	BLOQUE GN .....	57
8.2.7	BLOQUE DE INGENIERIA .....	57
8.2.8	BLOQUE JG .....	58
8.2.9	BLOQUE SOMBRILLAS .....	58
8.3	ANALISIS DEL ESTÁNDAR Y NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO 58	
8.4	VERIFICACIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES POR CADA BLOQUE .....	62
8.4.1	DATACENTER DEL BLOQUE JR .....	62
8.4.2	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE CD .....	63
8.4.3	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE CONTRATACIONES Y VICE INVESTIGACIÓN .....	64
8.4.4	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE EC .....	65
8.4.5	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE ER .....	65
8.4.6	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE GN .....	66
8.4.7	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE INGENIERÍAS.....	66
8.4.8	CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE JG .....	67
8.4.9	CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE SOMBRILLA.....	67
8.4.10	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE RECTORÍA .....	68
8.4.11	CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE REGISTRO Y CONTROL .....	69
8.5	DISEÑO DE L PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORECTIVO ....	74
8.5.1	INFORMACIÓN GENERAL .....	75
8.5.2	CONDICIONES GENERALES PARA LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS .....	76
8.6	RESTRUCTURACIÓN DE RED .....	78
8.6.1	REESTRUCTURACIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES RC, ER, EC Y JG.....	79
8.6.2	REGISTRO DE ETIQUETADO DEL BLOQUE RC .....	82
8.7	VERIFICACIÓN DE LOS NODOS DE RED RESTRUCTURADOS.....	84
8.8	DISEÑO DE RED .....	87
8.8.1	REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA TOPOLOGÍCA DEL BLOQUE REGISTRO Y CONTROL.....	89
8.8.2	ESTRUCTURA FÍSICA DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA.....	91
8.8.3	COSTO DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA .....	92
9.	RESULTADOS .....	93

9.1	VERIFICACIÓN .....	93
9.2	PLAN DE MANTENIMIENTO .....	93
9.3	APLICACIÓN DE LAS NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	93
9.4	INFORME TECNICO .....	93
9.5	VALIDACIÓN DE LOS ENLACES PRINCIPALES DE RED.....	93
9.6	DISEÑO DE RED BLOQUE REGISTRO Y CONTROL.....	93
9.7	APLICACIÓN EN MYSQL, PHP Y HTML DEL MANEJO DE INFORMACIÓN ...	94
9.8	INDICADORES DE EFICACIA DE MANTENIMIENTOS.....	94
10.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	96
11.	CONCLUSIONES .....	99
12.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	100
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
14.	ANEXOS .....	103

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de medios de transmisión .....	27
Tabla 2. Categoría UTP.....	28
Tabla 3. Conectores fibra óptica .....	31
Tabla 4. Características M. no guiados .....	32
Tabla 5. Distribución.....	39
Tabla 6. Dimensiones.....	43
Tabla 7. Clase dos .....	47
Tabla 8. Código de colores.....	48
Tabla 9. Plan de mantenimiento.....	75
Tabla 10. Actividades mantenimiento.....	77
Tabla 11. Bloques reestructurados bajos las normas de cableado estructurado .....	80
Tabla 12. Etiquetado RC .....	83
Tabla 13. Comparación del tendido antiguo con el actual. ....	85
Tabla 14. Parámetro pérdida de inserción.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 15. Parámetro ACR.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 16. Parámetros ACR .....	86
Tabla 17. Parámetro de pérdida de retorno .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 18. Parámetros RL.....	87
Tabla 19. Presupuesto Diseño .....	92
Tabla 20. Programa HTML de mantenimiento .....	97

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Red de datos.....	17
Figura 2. Redes LAN, MAN, LAN.....	18
Figura 3.Red LAN.....	19
Figura 4. Red MAN .....	19
Figura 5.Red WAN .....	20
Figura 6.Modelo OSI .....	21
Figura 7.Modelo TCP/IP .....	21
Figura 8.Topología en bus .....	22
Figura 9.Topología en estrella.....	23
Figura 10. Topología en malla .....	23
Figura 11.Topología en árbol.....	24
Figura 12. Topología en anillo.....	25
Figura 13. Estaciones de trabajo .....	25
Figura 14. Estaciones de trabajo .....	26
Figura 15.Switch .....	26
Figura 16.Router .....	27
Figura 17. Par trenzado .....	28
Figura 18. Coaxial.....	29
Figura 19. Fibra monomodo.....	29
Figura 20. Fibra multimodo .....	30
Figura 21. Medios no guiados.....	31
Figura 22. Acometida.....	34
Figura 23. Organismos de cable.....	35
Figura 24. ANSI/TIA/EIA 568-C .....	38
Figura 25. Conector en el área de trabajo .....	40
Figura 26. Tipo de ponchado según ANSI/TIA/EIA 568-B .....	40
Figura 27. ANSI/TIA/EIA 569A.....	42
Figura 28. Código de colores .....	44
Figura 29. TMGB.....	46
Figura 30.Administración de cableado estructurado.....	46
Figura 31. Red plana .....	49
Figura 32. Diseño jerárquico.....	50
Figura 33. Redundancia .....	50
Figura 34. Dimensiones de la universidad de pamplona.....	55
Figura 35. Topología de red UP .....	59
Figura 36.verificación lista de chequeo de componentes de C.E.....	60
Figura 37.Verificación de requerimientos de las normativas de cableado estructurado.....	61
Figura 38. Estado anterior cuarto de equipo CD.....	64
Figura 39. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones vice investigaciones. ....	64
Figura 40. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones EC.....	65
Figura 41. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones ER.....	66
Figura 42. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones de ingenierías .....	67
Figura 43.Estado anterior cuarto de telecomunicaciones JG .....	67

Figura 44. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones sombrillas .....	68
Figura 45. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones rectoría .....	69
Figura 46. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones de registro y control. ....	69
Figura 47. Catálogo de riesgo RBS.....	71
Figura 48. Probabilidades .....	72
Figura 49. Listado de riesgos .....	73
Figura 50. Mapa conceptual del plan de mantenimiento preventivo y correctivo. ....	75
Figura 51. Etiquetado RC.....	83
Figura 52. Topología RC diseñada en packet tracer .....	88
Figura 53. Rediseño de Topología Redundante RC.....	89
Figura 54. Estructura tubería fibra óptica .....	91
Figura 55. Indicadores de eficacia .....	95
Figura 56. Estructura relacional en MYSQL .....	98

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo y crecimiento de la sociedad es el manejo y manipulación de la información, el hombre entendió que la adquisición de la información conlleva al poder. Con el paso de los años remontando a los años 60, se fue desarrollando el comienzo de la era de las redes de datos que se usaría con fines militares y posteriormente se fue adoptando con fines comerciales para potencializar el intercambio de información y recursos a grande escala entre regiones, países y continentes.

Este proyecto tiene como objetivo un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en la sede principal de la universidad de pamplona, planificado por la dependencia de infraestructura tecnológica del CIADTI para renovar los nodos principales de la red de datos y así empalmar el proyecto de fibra óptica que se ejecutaría paralelamente en el campus universitario. El desarrollo de este proyecto comenzaría con un diagnóstico de la red cableada de datos enfocado en la normatividad de cableado estructura para el cumplimiento del estándar de red 802.3 de redes LAN, verificando los nodos principales de la red con normativas sobre el tipo de tecnología de medio utilizado, utilización de espacios y dimensionamiento de los cuartos de telecomunicaciones, organización de los equipos de red, tipo de ponchado, etiquetado y administración de la red, desarrollando en su hecho un plan de mantenimiento preventivo y correctivo enfocado en cableado estructurado para mejorar los tiempo de ejecución de los mismo sin afectar el servicio de red para los usuarios, aplicando posteriormente en base del plan de mantenimiento una reestructuración a los nodos con mayor infracción en normativas de cableado de red, verificando el funcionamiento de los puntos reestructurados y en base a la necesidad que se presente el bloque escogido, generar un diseño de red que mejore la eficiencia futura del mismo garantizando la conectividad y operatividad de la red.

Reconociendo para agilizar el proyecto, las instalaciones físicas de la red, su estructura topología, herramientas y material necesario para la aplicación de los mantenimientos.

## 2. ABSTRACT

One of the most important aspects in the development and growth of society is the handling and manipulation of information, the man understood that the acquisition of information leads to power. Over the years, going back to the 60s, the beginning of the era of data networks that would be used for military purposes was developed and later it was adopted for commercial purposes to potentiate the exchange of information and resources on a large scale between regions, countries and continents.

The objective of this project is a preventive and corrective maintenance plan at the headquarters of the University of Pamplona, planned by CIADTI's technological infrastructure unit to renew the main nodes of the data network and thus connect the fiber optic project it would run in parallel on the university campus.

The development of this project would start with a diagnosis of the wired data network focused on the wiring regulations structure for compliance with the network standard 802.3 LAN, verifying the main nodes of the network with regulations on the type of technology used, space utilization and sizing of telecommunication rooms, organization of network equipment, type of punching, labeling and network administration, developing a preventive and corrective maintenance plan focused on structured cabling to improve time implementation of the same without affecting the network service for users, subsequently applying on the basis of the maintenance plan a restructuring to the nodes with greater infraction in network cabling regulations, verifying the operation of the restructured points and based on the need to present the chosen block, generate a network design that improve the future efficiency of the same, guaranteeing connectivity and operability of the network.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El campus principal de la universidad de pamplona, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que optimicen los tiempos de ejecución de los mismos. Un diagnóstico en la red de datos nos devuelve un análisis específico del estado actual de los enlaces principales y la distribución de red en el cuarto de telecomunicaciones siguiendo como objeto de guía las normativas de cableado estructurado que rigen el estándar de red 802.3 de redes LAN. El conocimiento de estas normativas ubica al ingeniero a tratar las diferentes áreas que conforma el cableado estructurado, resaltando aspectos importantes como el diseño topológico, administración de la red, registro de etiquetado, diseños de protección o puesta a tierra, tipo de medio de transmisión, refrigeración de equipos, jerarquización, escalabilidad y protocolos de enrutamientos que conllevan a la eficiencia de la red.

La calidad de la red puede potencializar el tráfico de la información por dependencia en la universidad, mejorando la conectividad y la operatividad de la misma para administrativos, docentes y estudiantes que conforman nuestro campus universitario, con la finalidad de mantener un crecimiento constante en base de una estructura tecnológica eficiente, interactiva, fácil de acceder, que potencialice la adquisición de la información global en pro al desarrollo institucional.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Diagnosticar la red cableada de datos dentro del campo universitario.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Verificar que la red de datos cumpla con el estándar y las normativas de cableado estructurado en la sede principal de la universidad de pamplona.
- ❖ Desarrollar un plan de mantenimiento correctivo y preventivo en la red de datos.
- ❖ Aplicar las normativas a los nodos de red que presente mayor infracción de los estándares de cableado estructurado.
- ❖ Validar si los nodos intervenidos bajo las normas de cableado estructurado funcionan correctamente.
- ❖ Diseñar una estructura de red al nodo más crítico.

## 5. MARCO TEORICO

### 5.1 ESTRUCTURA DE REDES DE COMUNICACIONES

Es una compleja estructura de dispositivos físicos hardware y de programas software, por donde se puede construir comunicación entre computadoras, para compartir recursos como impresoras, programas, discos, etc. Una red en general es un sistema de transmisión de datos que permite el intercambio de información entre dispositivos electrónicos, que toman el nombre de host.

Una red de comunicaciones es un conjunto de medios de transmisión y conmutación para el envío de información entre puntos separados geográficamente. Esta definición resulta extremadamente general y en la actualidad existe un gran número de implementaciones diferentes que responden a necesidades específicas, tales como redes de acceso de datos, troncales, inalámbricas, redes de voz, etc.[1]

En la figura 1 se muestra cómo se compone una estructura de red.

Figura 1. Red de datos



Fuente: <https://bit.ly/2GLRnHc>

Ventajas de uso de las redes en sus entornos de trabajo:

- ❖ Mayor facilidad de comunicación.
- ❖ Reducción del presupuesto para proceso de datos.
- ❖ Mejoras en la administración de los programas.
- ❖ Mejoras en la integridad de los datos.
- ❖ Mejora en los tiempos de respuesta.
- ❖ Flexibilidad en el proceso de datos.
- ❖ Mayor variedad de programas.

### 5.2 REDES DE COMUNICACIÓN

Una red en general es un sistema de comunicación que se encarga de compartir recursos como videos, voz y datos entre los diferentes dispositivos que interactúan en la red. Estos dispositivos son administrados por un sistema de almacenamiento de información, computadores de alto nivel de procesamiento llamados servidores. Los principales dispositivos de interconexión de red que añaden funcionalidades a las redes según su topología son: routers, switches y Hubs, los cuales actúan de forma autónoma según sea su configuración interna.

Todos los dispositivos que conforman a la red se comunican entre sí por medios de

transmisión físicos (cables coaxiales, par trenzado, fibra óptica, etc.) o bien basados en ondas (redes inalámbricas), aunque si el tamaño de la red lo exige pueden hacerlo mediante líneas telefónicas, de radio de largo alcance o por satélite.[2]

Se distinguen diferentes tipos de redes, su tamaño es un factor importante, es decir por la cantidad de equipos en su mando, su velocidad de transferencia de datos y su alcance. Las redes de datos pueden clasificarse de acuerdo con la extensión geográfica que abarcan en un plano:

- ❖ Redes de Área Local LAN
- ❖ Redes de Área Metropolitana MAN
- ❖ Redes de Área Amplia WAN

En la figura 2 se aprecia la extensión de cada uno de los tipos de red mas importantes.

Figura 2. Redes LAN, MAN, LAN



Fuente: <https://bit.ly/2Etd0tk>

### 3.2.1 REDES LAN

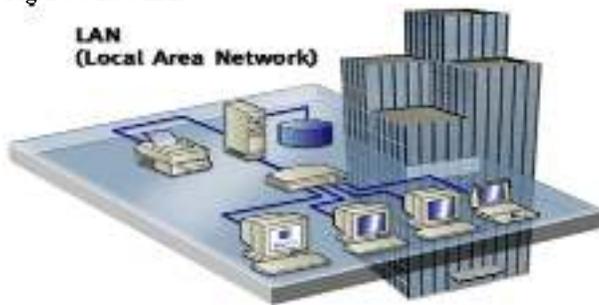
Una red de área local es una red de comunicaciones que interconecta a varios dispositivos y proporciona un medio para el intercambio de información entre ellos. Las LANs son redes de propiedad privada que comprenden un cuarto, un edificio o un campus de poca distancia de longitud. Es utilizada generalmente para la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en las diferentes áreas de una empresa con el fin de compartir recursos e intercambiar información.

Las LANs tradicionales operan a una velocidad de 10 a 100 Mbps, mientras que las LANs de tecnologías más modernas operan a una velocidad de hasta 10 Gbps.

Las LANs pueden tener diferentes topologías, entre las cuales destacan las siguientes:

- ❖ Topología de bus
- ❖ Topología de anillo
- ❖ Topología de estrella
- ❖ Topología de red en malla

Figura 3.Red LAN



Fuente: <https://bit.ly/2Vh52cw>

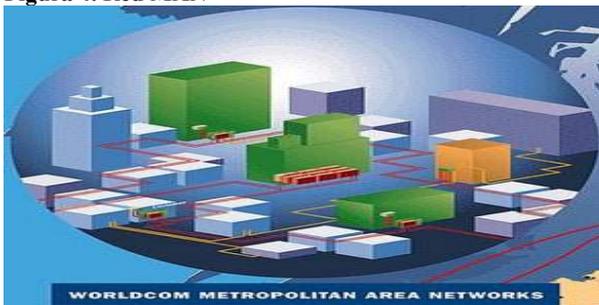
### 3.2.2 REDES DE ÁREA METROPOLITANA (MAN)

Una Red de Área Metropolitana conecta diversas LAN cercanas geográficamente en un área de más o menos cincuenta kilómetros entre sí. Una MAN está compuesta por Hubs o routers conectados entre sí por medio de conexiones de alta velocidad en su mayoría por cables de fibra óptica

El ejemplo más popular de una MAN es el de las redes de televisión por cable disponibles en muchas ciudades. Estos sistemas surgieron a partir de los primeros sistemas de antenas comunitarias que se utilizaban en áreas donde la recepción de televisión por aire era mala. Al principio estos sistemas se diseñaban con fines específicos en forma local.

Los recientes desarrollos en el acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad han originado otra, la cual se estandarizó como IEEE 802.16 y se conoce comúnmente como wimax.[3] En la figura 4 muestra la distribución de una red MAN.

Figura 4. Red MAN



Fuente: <https://bit.ly/2Etd0tk>

### 3.2.3 REDES WAN

Una Red de Área Amplia, abarca una extensa área geográfica, por lo general un país o continente. Las WAN contienen numerosos cables y hacen uso de enrutadores, en el caso de no compartir cables y desean comunicarse lo hacen por medio de otros enrutadores intermedios hasta que la línea de salida este libre y se reenvía y una subred basado en este principio se llama punto a punto.

El medio de comunicación está compuesto por un conjunto de círculos de enlazadas mediante computadores dedicados, llamados rotures o encaminadores. Esto gestiona la

red de comunicaciones y encaminan mensajes o paquetes hacia su destino. En la mayoría de las redes se produce un retardo en cada punto de la ruta a causa de las operaciones de encaminamiento, por lo que la latencia total de la transmisión de un mensaje depende de la ruta seguida y de la carga de tráfico en los distintos segmentos que atraviese.[4] La figura 5 muestra una red WAN.

Figura 5.Red WAN



Fuente: <https://bit.ly/2U77Loy>

## MODELO OSI

A finales de la década de los setenta, la organización Internacional para la normalización (ISO) empezó a desarrollar un modelo conceptual para la conexión en red al que bautizó con el nombre de Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos. En los entornos de trabajo con redes se le conoce más comúnmente como el modelo OSI y con toda probabilidad, sin ni siquiera saber el significado exacto de esta siglas.[5]

El modelo de referencia OSI está formado por 7 capas de interconexión, por el cual se ha convertido en el modelo primordial y precursor de diferentes tipos de modelos comunicaciones por red en la actualidad.

Los principios que se aplicaron para llegar a las siete capas se pueden resumir de la siguiente manera:

- ❖ Se debe crear una capa en donde se requiera un nivel diferente de abstracción.
- ❖ Cada capa debe realizar una función bien definida.
- ❖ La función de cada capa se debe elegir teniendo en cuenta la definición de protocolos estandarizados internacionalmente.
- ❖ Es necesario elegir los límites de las capas de modo que se minimice el flujo de información a través de las interfaces.
- ❖ La cantidad de capas debe ser suficiente como para no tener que agrupar funciones distintas en la misma capa; además, debe ser lo bastante pequeña como para que la arquitectura no se vuelva inmanejable.

El modelo OSI divide en siete capas el proceso de transmisión de la información entre equipos informáticos, donde cada capa se encarga de ejecutar una determinada parte del proceso global. Este marco de trabajo estructurado en capas, aun siendo puramente conceptual, puede utilizarse para describir y explicar el conjunto de protocolos reales que, como veremos, se utilizan para la conexión de sistemas.

La figura 6 muestra las 7 capas de aplicación del modelo OSI.

Figura 6. Modelo OSI



Fuente: <https://bit.ly/2NreMOG>

## 5.4 MODELO TCP/IP

Los protocolos de Internet constituyen la mejor aproximación que haya sido probada para interconectar esta variada gama de tecnologías LAN y WAN. El conjunto de protocolos de Internet incluye no sólo las especificaciones de nivel inferior, tales como Transmisión Control Protocolo TCP y protocolo de internet IP, pero las especificaciones para las aplicaciones comunes tales como el correo electrónico, la emulación de terminal, y la transferencia de archivos.

El conjunto de protocolos de Internet incluye no sólo las especificaciones de nivel inferior, tales como Transmission Control Protocol (TCP) y Internet Protocol (IP), pero las especificaciones para las aplicaciones comunes tales como el correo electrónico, la emulación de terminal, y la transferencia de archivos.[6]

Se muestra por medio de la figura 5 las capas del modelo TCP/IP.

Figura 7. Modelo TCP/IP



Fuente: Propia

## 5.5 TOPOLOGÍAS DE SISTEMAS DE REDES

Se denominan topología de red a la forma geométrica en que están distribuidos las estaciones de trabajo y los cables que la conectan. Las estaciones de trabajo de una red se comunican entre sí mediante una conexión física, y el objeto de la topología es buscar la forma más económica y eficaz de conectarlas para, al mismo tiempo, facilitar la fiabilidad

del sistema, evitar los tiempos de espera en la transmisión de los datos, permitir un mejor control de la red y permitir de forma eficiente el aumento de las estaciones de trabajo.

La topología lógica es un conjunto de reglas normalmente asociado a una topología física, que define el modo en el que se gestiona la transmisión de los datos en la red. La utilización de una topología influye en el flujo de información (velocidad de transmisión, tiempos de llegada, etc.), en el control de la red, y en la forma en la que ésta se puede expandir y actualizar.[7]

Existen varias topologías para las redes de telecomunicaciones, entre las principales están: en malla, estrella, árbol, bus y anillo.

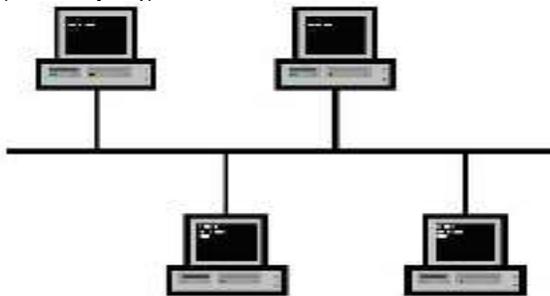
### 3.5.1 TOPOLOGÍA EN BUS

Esta topología consiste en varios nodos conectados a un mismo cable largo, que actúa como una red troncal o en Backbone que conecta todos los dispositivos de la red. Utiliza la técnica del multipunto enlazando los nodos mediante cables de conexión y utilizando conectores en T. En este tipo de enlaces se puede utilizar el cable coaxial grueso o delgado o fibra óptica, representando la forma más sencilla de instalación, ahorrando grandes cantidades de cable y pueden instalarse por el camino más eficiente posible, al igual que los cables de los nodos.

Esta topología permite la adición y sustracción de nodos sin interferir en el resto, aunque un fallo en el medio de transmisión inutiliza por completo la red por rotura del cable. Suelen ser necesarios terminadores de red para poder adaptar impedancias y evitar reflexiones de las ondas transmitidas y recibidas. Los nodos se deben conectar a la línea de bus principal mediante segmentos cortos pues ello influye directamente en la velocidad de transmisión y recepción de datos para ese nodo. [7]

La figura 8 muestra la distribución de la topología en bus.

Figura 8. Topología en bus



Fuente: <https://bit.ly/2BOxFXm>

### 3.5.2 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

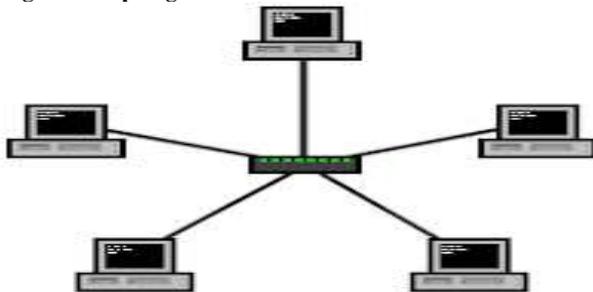
La topología en estrella presenta una menor vulnerabilidad a posibles problemas presentes en la topología de bus. La distribución del sistema consta de una o varias conexiones directas hacia una unidad o unidades llamadas concentradores o Hubs. La estructura lógica se mantiene similar a la topología en bus; si se desea enviar datos de un dispositivo a otro,

los traslada al concentrador que los retransmite al dispositivo final. Cualquier avería en un segmento de cable afecta normalmente solo a una estación de trabajo.

La topología en Estrella es aquella en donde todas las estaciones de trabajo se encuentran conectadas a un solo punto central, esta topología es la más aplicada en la actualidad y creemos que es la mejor ya que permite incrementar y disminuir fácilmente el número de estaciones, además el fallo de un nodo en particular es más fácil de detectar y no daña el resto de la red, como lo harían las demás topologías de red, con excepción de la topología en malla.[4]

La topología en estrella es representada por medio de la figura 9.

**Figura 9. Topología en estrella**



Fuente: <https://bit.ly/2lxTd07>

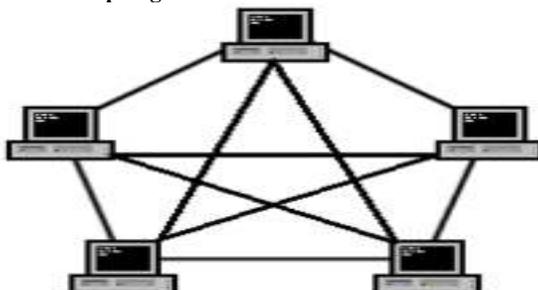
### 5.5.2 TOPOLOGÍA EN MALLA

En esta topología se conectan todos los elementos entre sí, se tiene una línea dedicada entre ellos, lo que significa que existe un tráfico completamente exclusivo entre dos de los dispositivos presentes y así, entre todos los elementos. Como tiene una línea individual entre sus elementos y no existe ninguna línea compartida, se asegura una carga de datos poco saturada; además, de estar libre de fallas importantes y mantener una comunicación privada o segura, debido a su robustez.

La red en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más de los otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.[4]

A continuación se visualiza la topología en malla por medio de la figura 10.

**Figura 10. Topología en malla**



Fuente: <https://bit.ly/2Vnxfi3>

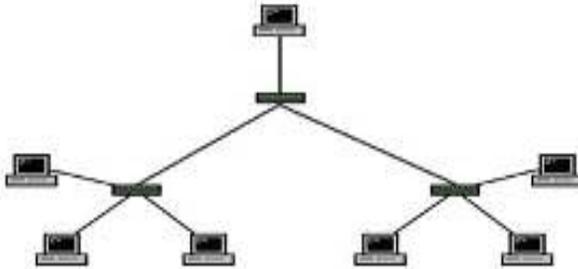
## 5.5.4 TOPOLOGÍA EN ÁRBOL

Esta topología tiene una variación con respecto a la de estrella, cada elemento se encuentra conectado a un concentrador y este concentrador junto con otros, conectados a su vez a uno central. Este concentrador central controla el tráfico de la red, éste es activo y contiene un repetidor que regenera los patrones de bits de entrada y los retransmite, al retransmitir la señal se amplifica y puede viajar más distancia.

La topología en árbol es aquella donde existe una distribución jerárquica agrupando ordenadores en orden de acuerdo a la ubicación de los mismos, la desventaja es que si un cable falla puede afectar a los demás host que necesitan este cable para poder acceder a otros lugares de la red.[4]

La figura 11 muestra la topología en árbol.

Figura 11. Topología en árbol



Fuente: <https://bit.ly/2TbMkpn>

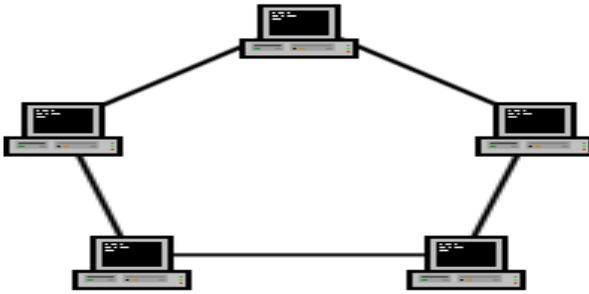
## 5.5.5 TOPOLOGÍA EN ANILLO

La topología en anillo conecta cada elemento con los dos elementos próximos ubicados a ambos lados, mediante un repetidor que amplifica, regenera y reenvía la señal. Esta topología presenta relativas ventajas, como en el costo económico, de instalación y aislamiento de fallas, eso debido a las pocas conexiones que incluye y a que, en caso de una falla en una línea, todos los equipos quedarán comunicados por el resto del anillo.

En esta topología las computadoras están enlazadas en forma de anillo, es decir conectadas en forma directa, la información a transmitir tendrá que pasar por cada computadora hasta llegar a su destino.[8]

La topología en anillo es representada por la figura 12.

**Figura 12. Topología en anillo**



Fuente: <https://bit.ly/1U5rfr>

## **5.2 COMPONENTES DE UNA RED**

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: estaciones de trabajo, servidores, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad. En el software se encuentra el sistema operativo de red Network Operating System, NOS cómo puede ser Windows 95, 98, ME, 2000, XP, 7, 8, etc.[1]

A continuación, se listan los componentes:

### **5.2.1 ESTACIONES DE TRABAJO.**

Cada computadora conectada a la red conserva la capacidad de funcionar de manera independiente, realizando sus propios procesos. Asimismo, las computadoras se convierten en estaciones de trabajo en red, con acceso a la información y recursos contenidos en el servidor de archivos de la misma.

Se muestra en la figura 13 la distribución típica de una estación de trabajo para usuarios.

**Figura 13. Estaciones de trabajo**



Fuente: <https://bit.ly/2EsFAeH>

### **5.2.2 SISTEMA DE CABLEADO.**

El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre si el servidor y las estaciones de trabajo.

### **5.2.3 EQUIPOS DE CONECTIVIDAD.**

Por lo general, para redes pequeñas, la longitud del cable no es limitante para su desempeño; pero si la red crece, tal vez llegue a necesitarse una mayor extensión de la

longitud de cable o exceder la cantidad de nodos especificada. Existen varios dispositivos que extienden la longitud de la red, donde cada uno tiene un propósito específico. Sin embargo, muchos dispositivos incorporan las características de otro tipo de dispositivo para aumentar la flexibilidad y el valor.[1]

### 3.3.4 HUB

Los Hub o concentradores son simples dispositivos repetidores destinados a interconectar grupos de usuarios. Este dispositivo reenvía los paquetes de datos que recibe desde una estación de trabajo a los restantes puertos del dispositivo. Por lo tanto, todos los usuarios conectados al Hub están en el mismo segmento de colisión compartiendo el ancho de banda disponible.

Concentrador, es un dispositivo que canaliza el cableado de red para ampliarla y repetir la misma señal a través de diferentes puertos.[9]

La figura 14 representa el estado físico de hub.

Figura 14. Estaciones de trabajo



Fuente: <https://bit.ly/2lxdbyM>

### 3.3.5 SWITCH

Son dispositivos más eficientes que los Hubs al efectuar una manipulación inteligente de los paquetes de datos lo que se traduce en un mayor ancho de banda disponible. Un switch es un hub mejorado, tiene las mismas posibilidades de interconexión que un hub, sin embargo, se comporta de un modo más eficiente reduciendo el tráfico en las redes y el número de colisiones.

Algunas de sus características presentes en un switch es que puede trabajar con velocidades distintas en sus ramas, pueden ir a 10 Mbps y otras a 100 Mbps.

Es un dispositivo digital de lógica de interconexión, su función principal es interconectar dos o más segmentos de red, para nuestro diseño consideramos los siguientes Switch.[10]

La figura 15 representa el estado físico de switch.

Figura 15.Switch



Fuente: <https://bit.ly/2U5PzMf>

## 3.6.4 ROUTER

El router es un dispositivo hardware o software de interconexión de redes de computadoras que opera en capas. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras. Hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red. El router toma decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados.

Otras decisiones son la carga de tráfico de red en los distintos interfaces de red del router y establecer la velocidad de cada uno de ellos, dependiendo del protocolo que se utilice. La figura 16 representa el estado físico de router.

Figura 16.Router



Fuente: <https://amzn.to/2EukNqT>

## 3.7 MEDIOS DE TRANSMISION GUIADOS

Los medios de transmisión guiados, la capacidad de transmisión, en términos de velocidad de transmisión o ancha de banda, depende drásticamente de la distancia y si el medio se usa para un enlace punto a punto o por el contrario para un enlace multipunto como en las redes LAN. Estos están constituidos por cables que se encargan de la conducción de las señales de un extremo al otro, los más empleados en el campo de las telecomunicaciones y la interconexión de computadores son:

- ❖ Cable de par trenzado.
- ❖ Cable coaxial.
- ❖ Fibra óptica.

Tabla 1.Características de medios de transmisión

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

Fuente: Autor

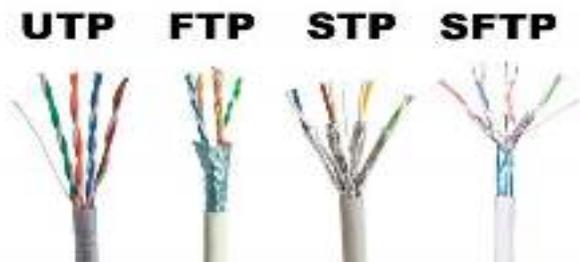
### 5.7.1 CABLE DE PAR TRENZADO

El par trenzado consiste en pares de cables envueltos por un aislante trenzados en forma de espiral. Cada par de cable constituye un enlace de comunicación por lo tanto el cable par trenzado más utilizado es el que viene con cuatro pares de cable. En trenzado de estos cables permite reducir el ruido y la diafonía.

Es un cable formado por un par de hilos de cobre trenzados entre sí y recubierto de una vaina de plástico. Se usa normalmente para instalaciones telefónicas y para la transmisión de señales digitales.[11]

La figura 17 muestra los diferentes tipos de par trenzados

Figura 17. Par trenzado



Fuente: <https://bit.ly/2GJb6r4>

En la Tabla 3 se resumen las prestaciones de los mencionados cables especificado en el EIA-568-A.

Tabla 2. Categoría UTP

Frecuencia (MHz)	Atenuación (dB por 100 m)			Diafonía en el extremo final (dB)		
	UTP tipo 3	UTP tipo 5	STP 150 ohmios	UTP tipo 3	UTP tipo 5	STP 150 ohmios
1	2,6	2,0	1,1	41	62	58
4	5,6	4,1	2,2	32	53	58
16	13,1	8,2	4,4	23	44	50,4
25	—	10,4	6,2	—	41	47,5
100	—	22,0	12,3	—	32	38,5
300	—	—	21,4	—	—	31,3

Fuente: Autor

### 5.7.2 CABLE COAXIAL

El cable coaxial tiene un alambre de cobre duro en la parte central, es decir consta de núcleo, el cual se encuentra rodeado de material aislante.

El cable coaxial está formado por un núcleo de cobre rodeado de material aislante y un conductor exterior trenzado denominado comúnmente malla, se dispone en una estructura concéntrica.[7]

El cable coaxial, al igual que el par trenzado, tiene dos conductores, pero está construido de forma diferente para que pueda operar sobre un rango mayor de frecuencias. Consiste en un conductor cilíndrico externo que rodea a un cable conductor. El cable coaxial es

quizás el medio de transmisión más versátil, por lo que cada vez más se está utilizado en una gran variedad de aplicaciones, como de transmitir tanto señales analógicas como digitales.

La figura 18 muestra los tipos de materias de que se compone el cable coaxial

Figura 18. Coaxial



Fuente: <https://bit.ly/2E9Aq5T>

### 5.7.3 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio flexible y fino capaz de confinar un haz de naturaleza óptica. La fibra óptica permite la transmisión de información binaria mediante señales luminosas monocromáticas.

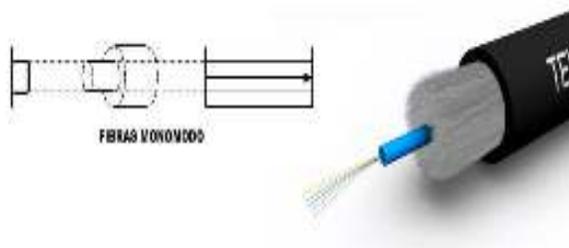
Los sistemas de fibra óptica que fundamentalmente se aplican en la actualidad son los que enlazan las grandes centrales telefónicas. Se transmite una gran cantidad de información a largas distancias con lo que el coste por unidad de información transmitida es mucho menor que el que resulta de emplear los medios de transmisión tradicionales.[12]

#### 5.7.3.1 LA FIBRA MONOMODO

La fibra es delgada y la luz se transmite en línea recta. La fibra monomodo se diferencia de la fibra multimodo esencialmente en el diámetro del núcleo. A diferencia de la fibra multimodo, que tienen núcleos del orden de los 50  $\mu\text{m}$ , los núcleos de las fibras monomodo son de 8 a 9  $\mu\text{m}$ .

Estos diámetros tan pequeños no permiten que la luz viaje en varios modos, sino que solo puede existir un camino dentro del núcleo. Al existir únicamente un modo, la dispersión modal es mínima, lo que permite tener un gran ancho de banda aún a distancias grandes. En la figura 19 se muestra la fibra monomodo.

Figura 19. Fibra monomodo



Fuente: <https://bit.ly/2XoJa0T>

### 5.7.3.2 LA FIBRA MULTIMODO

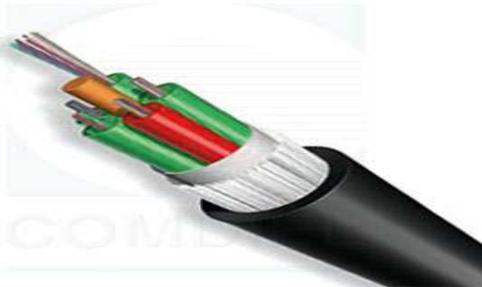
La luz se irradia por el interior del núcleo incidiendo sobre su superficie interna, como si fuese un espejo. El núcleo consta de un radio de  $100\ \mu\text{m}$  y la cubierta de  $140\ \mu\text{m}$ .

La luz viaja dentro del núcleo de la fibra como una onda dentro de una guía de ondas. Las longitudes de onda y los materiales de las fibras se han elegido de manera que la luz forme ondas estacionarias dentro de la fibra.

En fibras en las que el núcleo es suficientemente grande del orden de los  $50\ \mu\text{m}$  pueden existir varias ondas estacionarias, cada una en un modo de oscilación. Este tipo de fibras se conocen como multimodo.

La figura 20 muestra la fibra multimodo

**Figura 20. Fibra multimodo**



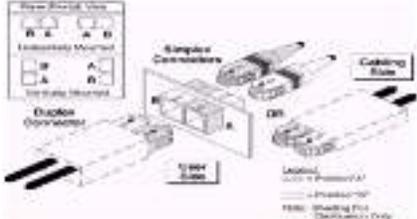
Fuente: <https://bit.ly/2ocxTQQ>

### 5.7.3.3 TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Los conectores de fibra utilizan 2 hilos de fibra ya que la transmisión sobre fibra es generalmente unidireccional. Cada hilo de fibra se termina en un conector, que deben estar claramente marcados como A y B respectivamente.

Los conectores ópticos también sirven para unir dos tramos de fibra óptica al igual que los empalmes, con la diferencia de que en estos últimos la unión es permanente, mientras que los conectores pueden acoplarse o desacoplarse sin ningún tipo de repercusión permanente.[13]

Tabla 3. Conectores fibra óptica

CONECTORES FIBRA ÓPTICA	ST: STRAIGHT TIP BAYONET CONNECTOR
	
SC: SUBSCRIBER CONNECTOR	LC: LUCENT CONECTOR
	

Fuente: Autor

### 5.7.4 MEDIOS NO GUIADOS

La transmisión y la recepción de información se llevan a cabo mediante antenas debido a que estas irradian energía electromagnética en el medio, el medio universal es el aire por donde se propagan todas clases de ondas. Se observa en la figura 21 los medios no guiado clásicos.

Figura 21. Medios no guiados



Fuente: <https://bit.ly/2VhHap8>

Existen dos tipos de configuraciones:

- ❖ Direccional
- ❖ Omnidireccional

En la configuración direccional la antena transmisora emite energía electromagnética y la concentra en un haz, por lo tanto, las antenas emisoras y receptoras deben estar alineadas. En la configuración omnidireccional la radiación se realiza de manera dispersa, lo que permite que se emita en todas las direcciones, de tal manera que la señal puede ser recibida por varias antenas.

Según el rango de frecuencias de trabajo se las clasifican en tres tipos:

- ❖ Radiofrecuencias u ondas de radio.
- ❖ Microondas (terrestres y satelitales).
- ❖ Luz (infrarroja y laser).

**Tabla 4. Características M. no guiados**

Banda de frecuencia	Nombre	Modulación	Datos	Aplicaciones
30-300 KHz	LF	ASK, FSK, MSK	0.1-100 bps	Navegación
300-3000 KHz	MF	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio Am
3-30 MHz	HF	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio onda corta
30-300 MHz	VHF	FSK, PSK	Hasta 100 Kbps	Tv VHF, Radio
300-3000 MHz	UHF	PSK	Hasta 10 Mbps	Tv UHF
3-30 GHz	SHF	PSK	Hasta 100 Mbps	Microondas
30-300 GHz	EHF	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlace punto

Fuente: Autor

## 6. CABLEADO ESTRUCTURADO

Un sistema de cableado estructurado es una infraestructura de cable que se rigen bajo series de normas que avalan su correcto funcionamiento, es decir un sistema de tráfico continuo de información a través de un medio de transmisión guiado. La infraestructura de red está creada para soportar cualquier medio de transmisión como cable UTP, cable coaxial, fibra óptica, adaptándose a cualquier hibridación o sistemas mixtos a base de estos medios, incluyendo bloques de conexión y cables terminados en diferentes tipos de conectores.

En el Cableado Estructurado se busca un medio de transmisión independiente de la aplicación, es decir que no dependa del tipo de red, formato o protocolo de transmisión que se utilice, sino que sea flexible a todas las posibilidades y que además presente los mínimos problemas de mantenimiento, lo que se traduce en un alto desempeño de la red.[14]

En un sistema de cableado estructurado cada estación de trabajo está conectado a un punto central, haciendo que la interconexión y la administración de la red sea más fácil y segura con cualquier dispositivo comunicado en forma virtual en cualquier lugar y en cualquier momento.

Los administradores o personal encargado de la seguridad de las redes de área local o cuarto de telecomunicaciones deben tomar a consideración factores que podrían alterar su normal operatividad, como es el caso de los cambios frecuentes que se realizan cuando se ejecuta algún mantenimiento o modificación.

El tiempo funcional para un sistema de cableado estructurado es como mínimo 20 años, por lo tanto, se considera el componente de red con mayor duración, pero requiere de atención personalizada. Por otro lado, al ser una instalación planificada y ordenada, se aplican diversas formas de etiquetado de los numerosos elementos a fin de localizar de manera eficiente su ubicación física en la infraestructura. A pesar de que no existe un estándar de la forma cómo se debe etiquetar los componentes, dos características fundamentales son: que cada componente debe tener una etiqueta única para evitar ser confundido con otros elementos y que toda etiqueta debe ser legible y permanente.[15]

Se sugiere llevar por medio del etiquetado, un registro de información que ayude a la administración ha prever mantenimientos con equipos sofisticados que incrementando el costo de mantenimiento en el sistema de red.

En un sistema de cableado estructurado el diseño topológico de la red es en estrella, es decir que cada estación de trabajo se conecta a un punto central con un cableado independiente al de otra estación, esto hará que se disponga de un conmutar o switch que sirve como bus activo y como repetidor. La ventaja de esta concentración es la facilidad de interconexión, administración y mantenimiento de cada elemento que conforma la red.

## **8.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ELECCIÓN DEL CABLEADO**

La elección del tipo de cableado es resultado de un análisis cauteloso de las necesidades de la operación del negocio. Algunas consideraciones importantes son:

- ❖ Tipos de aplicación que va a tener que soportar la red, prestando especial atención al tráfico que generan cada una de ellas.
- ❖ El número de usuarios y la previsión futura de ampliación.
- ❖ La localización de los usuarios y las distancias máximas entre ellos.
- ❖ Espacio físico disponible para el sistema de cableado.
- ❖ Disponibilidad económica.
- ❖ Requisitos de seguridad y normativas existentes, tanto nacionales como internacionales.
- ❖ La expectativa de duración del sistema.
- ❖ Los niveles de interferencia electromagnética (EMI) presentes en el edificio.
- ❖ Las instalaciones previas existentes que se requieran reutilizar.[1]

Una vez definida correctamente la especificación con los parámetros anteriores, existen además condiciones generales a la hora de elegir el cable. El cableado depende del lugar en el que hay que instalarlo y no es lo mismo diseñar un sistema para una pequeña oficina que para un gran edificio. Algunas de las consideraciones que afectan al coste del cableado y al rendimiento que va a ofrecer son:

## **8.2 COMPONENTES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

Un sistema de cableado estructurado se divide principalmente en 6 subsistemas, que son:

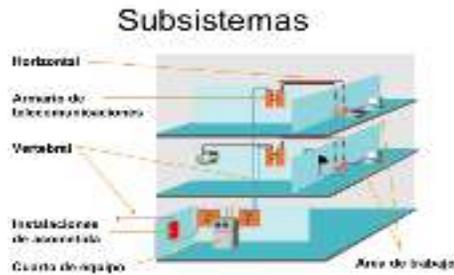
### **8.2.1 INSTALACIÓN DE ENTRADA O ACOMETIDA**

Es la sección del sistema por donde llegan y entran los servicios de telecomunicaciones al edificio y debe ubicarse muy cerca del cableado vertical o Backbone.

El Subsistema de Interconexión con Proveedores de Servicios tiene por objeto facilitar el acceso a los servicios de los operadores de telecomunicación, proporcionando una preinstalación de canalizaciones y conductos desde el repartidor de mayor orden jerárquico del sistema hasta los puntos de entrada o acometidas.[16]

La figura 22 muestra en sistema de acometidas de un sistema de cableado estructurado.

Figura 22. Acometida



Fuente: Autor

## 6.2.2 SALA DE EQUIPOS

Es el espacio donde residen los equipos principales de telecomunicaciones comunes al edificio, como son: los servidores centrales, centrales de video, etc. El tamaño mínimo recomendado es de 13.5 m<sup>2</sup>. Se recomienda un tamaño de 0.07 m<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de área utilizable.[17]

## 6.2.3 CABLEADO VERTICAL O BACKBONE

Es el cableado que interconecta la sala de equipos con los armarios de telecomunicaciones y acometidas. Los armarios de telecomunicaciones deben ubicarse uno en cada piso, siguiendo una línea vertical para simplificar su interconexión.

## 6.2.4 ARMARIO O GABINETE DE TELECOMUNICACIONES

Es la sección que actúa como punto de transición entre el cableado vertical y el cableado horizontal.

Esta sección puede estar integrada por equipos de telecomunicaciones, equipos de control y terminaciones de cables para realizar interconexiones. Su ubicación debe ser lo más cercana posible al centro del área a la que atenderá. Se recomienda por lo menos un armario de telecomunicaciones por piso y un armario por cada 1000 m<sup>2</sup> de área utilizable.

## 6.2.5 CABLEADO HORIZONTAL

Es el cableado que vincula las áreas de trabajo con los armarios de telecomunicaciones en cada piso del edificio. La distancia horizontal de cableado desde el armario de telecomunicaciones a cada área de trabajo no debe exceder los 90 m.

## 6.2.6 ÁREAS DE TRABAJO

Son los espacios en donde se encuentran ubicados los escritorios o lugares habituales de trabajo de los usuarios. Se diseñan de forma que permitan realizar los traslados, adiciones y cambios fácilmente. Se recomienda considerar como mínimo 2 dispositivos por área de trabajo.

## 3.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En los años 60 nacieron los sistemas computacionales, pero estas solo estaban al alcance de ciertas organizaciones por su tamaño y su costo. Con estos sistemas de computadoras nació la necesidad de comunicación entre equipos, los cuales aumentarían el manejo de información a mediada y larga distancia. Las empresas con estos sistemas aplicaban instalaciones de forma desordenada en función de la demanda de más usuario y la incorporación de nuevos equipos que expandían este sistema. Cada proveedor de equipos realizaba las instalaciones de cable que más le convenía y estos no podía ser utilizado por otros fabricantes haciendo que la interoperabilidad sea cerrada con otros equipos, dificultándole al cliente poder cambiar de proveedor.

Con esta problemática nació la necesidad de unificar los sistemas a través de estándares que permitían la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes. En 1985 las asociaciones TIA (Asociación de Industria de Telecomunicaciones) y EIA (Asociación de Industrias Electrónicas) se colocaron de acuerdo para desarrollar estándares para cableado estructurado cuyo trabajo finalizó el 9 de julio de 1991.

Las normas y los estándares de cableado permiten establecer los requerimientos y procedimientos necesarios para proveer una red segura, confiable, y escalable. A lo largo de la historia, las empresas encargadas de la normalización y estandarización han ido evolucionando a medida que avanza la tecnología, debido a que el sector industrial es cada vez más exigente.[9]

## 3.4 ORGANISMOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

La certificación de un sistema de cableado estructurado es ejercida por organismos internacionales que avalan las normas que dan cumplimiento a los estándares de cierta tecnología, estas normas especifican en cada área del cableado estructurado la forma de utilización de los componentes y bajo que ciertas condiciones internas y externas se deben utilizar para su óptimo funcionamiento.

Como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Organismos de cable



### 3.4.1 ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE)

ANSI (American National Standards Institute), es un organismo sin ánimo de lucro que se encarga de supervisar el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas, además ANSI es miembro de la Organización de Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

#### **8.4.2 EIA (ELECTRONIC INDUSTRIES ALLIANCE)**

EIA (Electronics Industries Alliance), es una organización formada por la asociación de compañías electrónicas de alta tecnología de los Estados Unidos, su misión es impulsar el desarrollo de mercado y la competitividad de las industrias de alta tecnología con decisiones locales e internacionales de la política.

#### **8.4.3 TIA (TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION)**

TIA (Telecommunications Industry Association), fue fundada en 1985 después del rompimiento del monopolio de AT&T. Es la encargada de desarrollar normas de cableado industrial voluntario para diferentes productos de las telecomunicaciones y consta con más de 70 normas preestablecidas.

#### **8.4.4 ISO (INTERNATIONAL STANDARDS ORGNIZATION)**

ISO (International Standards Organization), organización no gubernamental que fue creada en 1947 a nivel mundial, de cuerpos de normas nacionales, con más de 140 países.

#### **8.4.5 IEEE (INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y DE ELECTRÓNICA)**

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica), primordialmente responsable por las especificaciones de Redes de Área Local como 802.3 Ethernet y las normas de Gigabit Ethernet, 802.5 Token Ring, ATM.

### **7. NORMAS Y ESTANDARES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

El cableado estructurado es regido por estándares y normas de calidad que mejora el rendimiento de un sistema estructurado de datos, estableciendo elementos importantes en el sistema como es el tipo cable o medio de transmisión, equipos, hardware, diseño y prácticas de instalación. Los estándares y normas son diseñados por organismos que trabajan en conjunto; uno de ellos es la ISO, organización no gubernamental integrada por más de 140 países y que se encarga de promover el desarrollo de la normalización y actividades relacionadas es decir el acuerdo entre las diferentes naciones afiliadas, que finalmente se publican como normas y estándares internacionales.

Los tres miembros más importantes que integran la ISO para el diseño de cableado estructurado son el instituto americano de estándares, la asociación de industria de telecomunicaciones y la asociación de industrias electrónica (ANSI/TIA/EIA) mencionados anteriormente con más profundidad en este libro, estos miembros divulgan continuamente estándares para la manufactura, instalación, rendimiento de equipos y sistemas de telecomunicaciones entre otras características de cableado estructurado.

Algunas de las principales normas que regulan los sistemas de cableado estructurado son las siguientes:

- ❖ ANSI/TIA/EIA-568B. Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- ❖ ANSI/TIA/EIA-569A. Rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- ❖ ANSI/TIA/EIA-606. Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ❖ ANSI/TIA/EIA-607. Requerimientos de puesta a tierra y continuidad del sistema de telecomunicaciones para edificios comerciales.

## **7.4 ANSI/TIA/EIA-568B. CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS COMERCIALES.**

El estándar ANSI/TIA/EIA-568B y sus recientes actualizaciones especifican los requerimientos de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales.

Se estima que la vida productiva de un sistema de cableado para edificios comerciales debe ser de 15 a 25 años. En este período, las tecnologías de telecomunicaciones seguramente cambien varias veces. Es por esto que el diseño del cableado debe prever grandes anchos de banda.

El estándar especifica:

- ❖ Requerimientos mínimos para cableado de telecomunicaciones dentro de un ambiente de oficina, para distintas tecnologías de cables (cobre y fibra).
- ❖ Topología y distancias recomendadas.
- ❖ Parámetros de desempeño de los medios de comunicación cables de cobre y fibra.

El último estándar publicado por la TIA es el ANSI/TIA/EIA 568-C. Es una revisión del ANSI/TIA/EIA 568-B, publicado entre 2001 y 2005. El nuevo estándar consolida los documentos centrales de las recomendaciones originales, pero cambia la organización, generando una recomendación genérica o común a todo tipo de edificios. Está armado en varias partes: [16]

### **7.1.1 ANSI/TIA/EIA 568-C.0**

Este nuevo estándar se recoge los aspectos generales de la anterior recomendación 568-B.1, con el objetivo de que sean comunes a diferentes estándares que apliquen a todo tipo de edificios comerciales, residenciales, etc.

Se establece en esta recomendación como se debe diseñar una estructura de cableado en estrella, y se define una nueva nomenclatura respecto a las diferentes etapas o subsistemas del cableado.

### **7.1.2 ANSI/TIA/EIA 568-C.1**

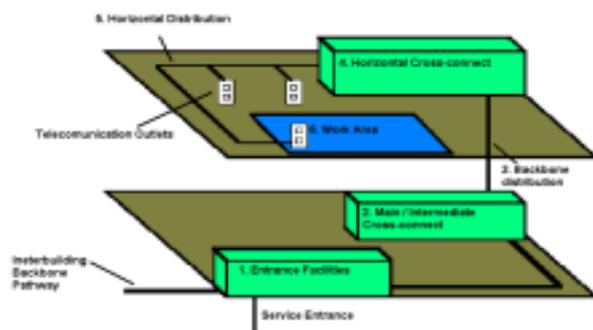
El estándar identifica seis componentes funcionales:

- ❖ Instalaciones de Entrada
- ❖ Distribuidor o repartidor principal y secundarios
- ❖ Distribución central de cableado
- ❖ Distribuidores o repartidores Horizontales
- ❖ Distribución Horizontal de cableado

## ❖ Áreas de trabajo

La figura 24 muestra los 6 componentes que encierra la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.

Figura 24. ANSI/TIA/EIA 568-C



Fuente: <https://bit.ly/2E8M7cX>

### 7.1.3 INSTALACIONES DE ENTRADA

Se define como el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma corporación. Las instalaciones de entrada pueden contener dispositivos de interfaz con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y también equipos de telecomunicaciones.

### 7.1.4 DISTRIBUIDOR O REPARTIDOR PRINCIPAL Y SECUNDARIOS

La estructura general del cableado se basa en una distribución jerárquica del tipo estrella, con no más de 2 niveles de interconexión. El cableado hacia las áreas de trabajo parte de un punto central, generalmente la sala de equipos. Aquí se ubica el Distribuidor o Repartidor principal de cableado del edificio. Partiendo de este distribuidor principal, para llegar hasta las áreas de trabajo, el cableado puede pasar por un Distribuidor o Repartidor secundario y por una Sala de Telecomunicaciones.

### 7.1.5 DISTRIBUCIÓN CENTRAL DE CABLEADO

La función del Backbone es proveer interconexión entre los armarios de telecomunicaciones y las salas de equipos y entre las salas de equipos y las instalaciones de entrada. Los sistemas de distribución central de cableado incluyen los siguientes componentes:

- ❖ Repartidores principales y secundarios
- ❖ Terminaciones mecánicas
- ❖ Cordones de interconexión o cables de cruzadas para realizar las conexiones entre distintos cables montantes.

La tabla 5, muestra las longitudes que debe tener cada enlace según el medio guiado utilizado enfocado en las diferentes áreas del distribuidor hasta las salas de telecomunicaciones.

**Tabla 5. Distribución**

TIPO DE CABLE	SALA DE TELECOMUNICACIONES HASTA DISTRIBUIDOR PRINCIPAL	SALA DE TELECOMUNICACIONES HASTA DISTRIBUIDOR SECUNDARIO	DISTRIBUIDOR SECUNDARIO HASTA DISTRIBUIDOR PRINCIPAL
UTP	90 m	90 m	90 m
FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO	2.000 m	300 m	1.700 m
FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO	3.000 m	300 m	2.700 m

Fuente: Autor

## 7.1.6 DISTRIBUIDORES O REPARTIDORES HORIZONTALES

Los cables montantes Backbone terminan en los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en la Sala de Telecomunicaciones. Estos repartidores horizontales deben disponer de los elementos de interconexión adecuados para la terminación de los cables montantes ya sean de cobre o fibra óptica.

La función principal de los repartidores horizontales es la de interconectar los cables horizontales provenientes de las áreas de trabajo con los cables montantes provenientes de la sala de equipos.[16]

### 7.1.7 DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE CABLEADO

La distribución horizontal es la parte del cableado de telecomunicaciones que conecta las áreas de trabajo con los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en el Armario o Sala de Telecomunicaciones.

El cableado de distribución horizontal debe seguir una topología del tipo estrella, con el centro en el armario o sala de telecomunicaciones, y los extremos en cada una de las áreas de trabajo. Los conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo deben ser conectados mediante un cable directamente al panel de interconexión ubicado en el armario de telecomunicaciones.

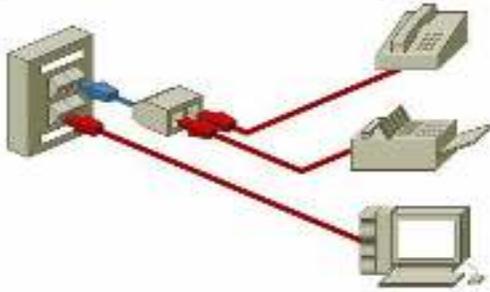
### 7.1.8 ÁREAS DE TRABAJO

Las áreas de trabajo incluyen los conectores de telecomunicaciones y los cordones de interconexión Patch cords hasta el equipamiento como los PC, teléfono, impresora, etc. El tipo de equipamiento que se instale en las áreas de trabajo no es parte de recomendación. Se recomienda que la distancia del cordón de interconexión no supere los 5 m.

El área donde funciona una sala de telecomunicaciones individual se denomina área de trabajo. En la mayoría de los casos, un área de trabajo ocupa un piso o una parte de un piso de un edificio.[18]

La figura 25 muestra cómo se conectan los diferentes equipos para los usuarios.

**Figura 25. Conector en el área de trabajo**



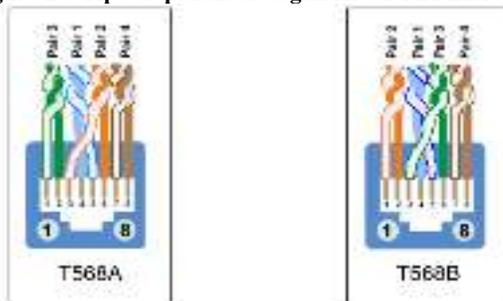
Fuente: autor

Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones en jacks modulares de 8 contactos, en los que se admiten dos tipos de conexiones, llamados T568A y T568B.

La norma actualmente vigente es la ANSI/TIA/EIA 568-B, en la que se admiten dos formas de conectar los cables en los conectores modulares. Estas dos formas de conexión son las que se denominan T568A y T568B.

La siguiente figura indica la disposición de cada uno de los hilos en un cable UTP, para ambos tipos de conexiones: La figura26 muestra el tipo de ponchado según la norma.

**Figura 26. Tipo de ponchado según ANSI/TIA/EIA 568-B**



Fuente: <https://bit.ly/2H2oTYT>

## **7.1.4 ANSI/TIA/EIA 568-C.2**

Este estándar especifica las características de los componentes del cableado, incluyendo parámetros mecánicos, eléctricos y de transmisión.

El estándar reconoce las siguientes categorías de cables:

- ❖ Categoría 3: Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 16 MHz de ancho de banda
- ❖ Categoría 4: Aplicaba a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 20 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ya no es reconocida en el estándar
- ❖ Categoría 5: Aplicaba a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Sin embargo, esta categoría ha sido sustituida por la 5e, y ya no es reconocida en el estándar

- ❖ Categoría 5e: Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión más exigentes que los que aplicaban a la categoría 5
- ❖ Categoría 6: Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 200 MHz de ancho de banda. Se especifica para esta categoría parámetros de transmisión hasta los 250 MHz [2]
- ❖ Categoría 6A: La categoría 6A fue recientemente estandarizada, en marzo de 2008, en la recomendación TIA 568-B.2-10. Aplica a cables UTP de 100  $\Omega$  y sus componentes de conexión, soportando aplicaciones de hasta 500 MHz de ancho de banda, diseñado para 10 Giga bit Ethernet. Fue incluida dentro de la recomendación 568-C.

### 7.1.10 ANSI/TIA/EIA 568-C.

Este estándar especifica las características de los componentes y los parámetros de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica cables, conectores para fibras multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$  y 62.5/125  $\mu\text{m}$  y fibras monomodo.

Muchas de las aplicaciones actuales de telecomunicaciones utilizan las fibras ópticas como medio de transmisión, ya sea en distribución entre edificios, como dentro de edificios, en Backbone, o incluso llegando hasta las áreas de trabajo. Las fibras ópticas son inmunes a interferencias electromagnéticas y a radio frecuencia, son livianas y disponen de un enorme ancho de banda. Esto, sumado al continuo descenso en su precio final, las hacen ideales para aplicaciones de voz, video y datos de alta velocidad.[19]

### 7.2 NORMA ANSI/TIA/EIA 569A. RUTAS Y ESPACIOS DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS PÚBLICAS.

Esta norma estandariza el diseño y construcción de rutas y espacios que dan soporte tanto a los diferentes equipos de telecomunicaciones como a los medios de transmisión que llevan la señal de datos por toda la estructura del edificio.

El estándar trata el diseño de la instalación y la infraestructura para la adecuación de rutas y espacios para el cableado estructurado, incluyendo tres conceptos básicos para uno diseño relacionados con telecomunicaciones.

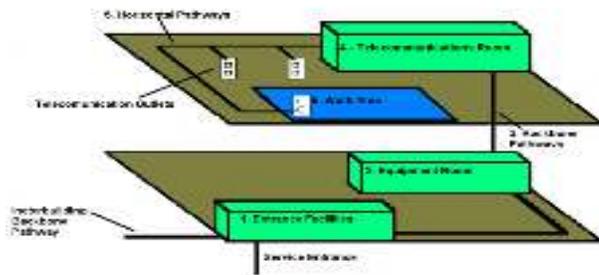
Los edificios son dinámicos por lo tanto las remodelaciones son comunes, estas deben de ser tenidas en cuenta desde la etapa de diseño. Este estándar reconoce que existirán cambios y los tiene en cuenta en sus consideraciones para las canalizaciones de telecomunicación, es de fundamental importancia entender que para que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para soportar los requerimientos actuales y futuros de los sistemas de telecomunicaciones.

Los principales aspectos que considera son:

- ❖ Instalaciones de Entrada
- ❖ Sala de Equipos
- ❖ Canalizaciones de “Montantes” (“Backbone”)
- ❖ Salas de Telecomunicaciones
- ❖ Canalizaciones horizontales
- ❖ Áreas de trabajo

La figura 27 muestra las diferentes áreas según ANSI/TIA/EIA 569A.

Figura 27. ANSI/TIA/EIA 569A



Fuente: <https://bit.ly/2lXXo48>

## 7.2.1 INSTALACIONES DE ENTRADA

Es lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma corporación, por ejemplo, campus universitario.

La instalación de entrada consta del ingreso de servicio de telecomunicaciones hacia el edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared del edificio y continuando hacia el espacio de la terminal principal o la sala de equipos. La instalación de entrada puede contener los trayectos troncales que enlazan hacia los otros edificios en el campus. También.[20]

## 7.2.2 SALA DE EQUIPOS

Es espacio de ubicación de los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio. Estos equipos pueden incluir centrales telefónicas, equipos informáticos como servidores, Centrales de video, etc. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.

En el diseño y ubicación de la sala de equipos, se deben considerar:

- ❖ Fuentes de interferencia electromagnética
- ❖ Vibraciones
- ❖ Altura adecuada
- ❖ Iluminación
- ❖ Consumo eléctrico
- ❖ Prevención de incendios

## 7.2.3 CANALIZACIONES DE BACKBONE

Se distinguen dos tipos de canalizaciones de Backbone:

- ❖ Canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar “Instalaciones de Entrada” de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo campus. La recomendación ANSI/TIA/EIA-569 admite, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones: Subterráneas, directamente enterradas, aéreas, y en túneles.
- ❖ canalizaciones internas al edificio de Backbone, generalmente llamadas montantes son las que vinculan las instalaciones de entrada con la sala de equipos, y la sala de equipos

con las salas de telecomunicaciones. Estas canalizaciones pueden ser ductos, bandejas, escalerillas porta cables, etc.

## 7.2.4 SALA DE TELECOMUNICACIONES

Las salas de telecomunicaciones anteriormente armarios de telecomunicaciones se definen como los espacios que actúan como punto de transición entre los montantes verticales Backbone y las canalizaciones de distribución horizontal. Estas salas generalmente contienen puntos de terminación e interconexión de cableado, equipamiento de control y equipamiento de telecomunicaciones típicamente equipos activos de datos, como por ejemplo switches. No se recomienda compartir la sala de telecomunicaciones con equipamiento de energía.

En los siguientes casos se requiere de más de una sala de telecomunicaciones por piso:

- ❖ El área a servir es mayor a 1.000 m<sup>2</sup>. En estos casos, se recomienda una sala de telecomunicaciones por cada 1.000 m<sup>2</sup> de área utilizable
- ❖ La distancia de las canalizaciones de distribución horizontal desde la sala de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo no puede superar en ningún caso los 90 m.[17]

La tabla 6, muestra las dimensiones de las áreas utilizables para las salas de telecomunicaciones según la norma ASNSI/TIA/EIA 569A.

**Tabla 6. Dimensiones**

ÁREA UTILIZABLE	TAMAÑO RECOMENDADO PARA SALA DE TELECOMUNICACIONES
500 m <sup>2</sup>	3 m x 2.2 m
800 m <sup>2</sup>	3 m x 2.8 m
1000 m <sup>2</sup>	3 m x 3.4 m

Fuente: propia

## 7.2.3 CANALIZACIONES HORIZONTALES

Las “canalizaciones horizontales” son aquellas que vinculan las salas de telecomunicaciones con las “áreas de trabajo”. Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568, entre los que se incluyen el cable UTP de 4 pares, el cable STP y la fibra óptica.

Tipos de canalizaciones

- ❖ Ductos bajo el piso
- ❖ Ductos bajo el piso elevado
- ❖ Ductos aparentes
- ❖ Bandejas
- ❖ Ductos sobre el cielorraso
- ❖ Ductos perimetrales

## 7.3 NORMA TIA/EIA 606. ADMINISTRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICIOS PÚBLICOS.

Este estándar fue diseñado para la administración de la infraestructura de edificios de telecomunicaciones residenciales y comerciales; la norma TIE/EIA 606, recoge las guías de administración del sistema de cableado de estructurado y fue publicado por los miembros de la ISO en agosto de 1993.

El estándar proporciona normas de etiquetado, codificación de colores y documentación en sistema de cableado instalado. Cumplir estas normas, mejora la administración de la red, diseñando métodos de traslados, cambios y adiciones la infraestructura de la red, facilitando la localización de fallas por medio de mantenimientos, caracterizando cada cable tendido mostrando un esquema bien constituido de información para la administración del cableado de telecomunicación.

La administración se realiza mediante el etiquetamiento, llevando registros, reportes, planos y órdenes de trabajo; es una colección de información acerca de un elemento en específico, incluyendo los identificadores y los enlaces. También, es necesario efectuar una documentación gráfica de la infraestructura instalada, pudiendo existir alguna variante con respecto a los planos originales, debido a cualquier cambio realizado o a que existan condiciones especiales en el edificio. Toda operación necesaria para hacer algún cambio, se debe documentar de igual forma, incluyendo el personal que elaboró la instalación física, para así poder actualizar la documentación, en caso de que se requiera.23.....

Las áreas que están administradas por este estándar son las siguientes:

- ❖ Terminaciones
- ❖ Rutas
- ❖ Espacios
- ❖ puestas a tierras

Este estándar prevé especificaciones técnicas sobre la presentación de la información en el sistema de red de datos en una empresa, entre las principales están:

- ❖ Etiquetado
- ❖ Registro
- ❖ Reportes
- ❖ Ordenes de trabajo

La figura 28, muestra el código de colores según el subsistema de cableado estructurado.

Figura 28. Código de colores

Tipo de terminación	Color	Comentario
Punto de demarcación	Naranja	Terminales OD
Correcciones de red	Verde	Terminales de circuitos auxiliares
Equipo central	Púrpura	PSA hosts, LANs, NUA
Sección de primer nivel	Bianco	Terminaciones MC-C
Sección de segundo nivel	Gris	Terminaciones IC-TC
Estación	Azul	Terminaciones de cables horizontal
Sección entre edificios	Café	Terminaciones de cables de campus
Mediciones	Amarillo	Mantenimiento, seguridad, archivos
Sistemas de edificio importantes	Rojo	

Fuente: <https://bit.ly/2tDesDg>

### 7.3.1 LA NORMA TIA/EIA 606-A

Esta versión fue admitida en mayo de 2002 por la ISO, especificando cuatro clases de sistemas de administración para un rango de infraestructura de telecomunicaciones.

CLASE 1. Es para edificios sencillos que sirven desde un único cuarto de equipos.

CLASE 2. Es para edificios sencillos con un cuarto de equipos y varios cuartos de telecomunicaciones.

CLASE 3. Es para campus con varios edificios interconectados.

CLASE 4. Es para ambientes multicampus.

### 7.4 NORMA TIA/EIA 607. REQUERIMIENTOS DE PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA EDIFICIOS.

Los sistemas de telecomunicaciones son sensibles ante la presencia de descargas atmosféricas las cuales pueden propagarse en las instalaciones a través de diversos medios de transmisión, este fenómeno puede incidir en un sistema por impacto directo o por corrientes inducidas. Esta energía deliberada, busca camino hacia la tierra utilizando cableado de alimentación de energía eléctrica, de voz y datos, produciendo acciones destructivas en la red directamente en los equipos que estructuran el sistema ya que estos son sensibles a toda sobre carga de energía porque su modo de operación tiene un límite en características de funcionamiento dichas por cada fabricante.

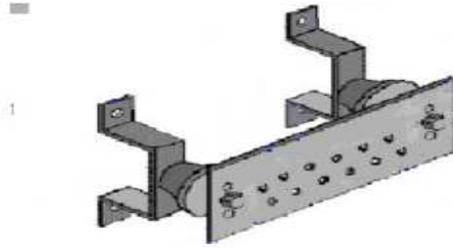
Este sistema de puesta a tierra debe asegurar acción inmediata de proteger los equipos en los puntos centrales de distribución de la red como son los cuartos de telecomunicaciones y los cuartos de equipos. La fuente constante de sobrecargas en sistemas de telecomunicación son las redes de energía eléctrica, debido a la conmutación de sistemas y grandes cargas inductivas. Un sistema de puesta a tierra para los sistemas de comunicaciones debe ofrecer un camino seguro para las descargas de corrientes de fallas, descargas de rayos, descargas estáticas y señales de interferencia electromagnética y radiofrecuencia (EMI y RFI).

El propósito principal es crear un camino adecuado y con capacidad suficiente para dirigir las corrientes eléctricas y voltajes pasajeros hacia la tierra. El estándar establece requerimiento que se debe tener en consideración al momento de implementar un sistema que permita brindar de protección de los equipos de telecomunicación en el edificio.[21]

#### 7.4.1 TMGB (TELECOMMUNICATIONS MASTER GROUNDING BUSBAR)

Barra maestra de puesta a tierra de telecomunicaciones. Es una barra que sirve como una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra pozo a tierra del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones. Todas las puestas a tierra de telecomunicaciones se originan en él, es decir que sirve como conexión central de todos los TBB's del edificio. La figura 29 muestra la tierra clásica para infraestructura de telecomunicaciones.

**Figura 29. TMGB**



Fuente: <https://bit.ly/2lxdCSU>

## **7.5 DOCUMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIÓN**

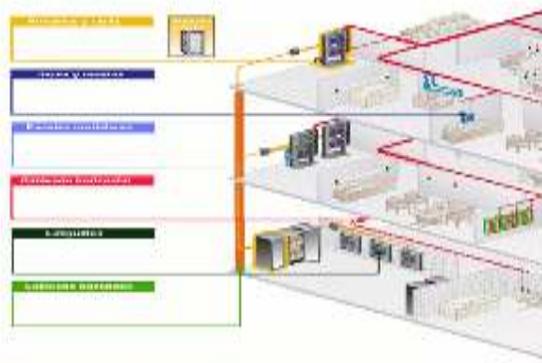
Toda edificación moderna requiere de una infraestructura de telecomunicaciones eficiente, como es el caso de un campo universitario que necesita un sistema de red bien distribuido en todos los bloques para proceder a mantenimientos efectivos sin tanto tiempo en la ejecución y mantener su total operatividad; este sistema de cableado estructurado tiene que soportar una variedad de servicios confiables para el transporte electrónico de información.

La administración de un sistema cableado estructurado incluye la documentación básica y la actualización oportuna de planos, etiquetas y archivos. Llevar un registro de administración es muy importante, ya que con esta información se mantiene la flexibilidad del sistema, en cómo se puede cambiar elementos del sistema del cableado estructurado sin que este pierda su operatividad en su funcionamiento.

Una de las ventajas de tener un registro de cableado estructurado es la facilidad para los trabajos de mantenimiento ya que con una sola inspección de los elementos con posibles fallas se pueden identificar durante las labores de reparación y/o mantenimiento.[2]

A continuación, se muestra un modelo típico de los elementos de la infraestructura usados en un sistema de administración en la figura 30.

**Figura 30. Administración de cableado estructurado**



Fuente: <https://bit.ly/2GIAtt5>

### 7.5.1 CLASE 1

Está enfocada a infraestructuras que contienen un solo cuarto de equipos, que hace la función de cuarto de telecomunicaciones. No existe cableado vertical o externo al edificio. Esta administración presenta los siguientes elementos:

- ❖ Espacio de telecomunicaciones (TS)
- ❖ Cableado horizontal
- ❖ Barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB)
- ❖ Barra de tierra para telecomunicaciones (TGB)

A continuación, se resume como identificar los elementos en clase 1:

### 7.5.2 CLASE 2

A continuación, se resume como identificar los elementos en clase 2 en la tabla 7, que muestra descripciones según el identificador.

Tabla 7. Clase dos

Identificador	Descripción del Identificador
fs 1	Identificador de un espacio de telecomunicaciones que contiene la terminación de uno de los extremos del cableado vertical
fs2	Identificador de un espacio de telecomunicaciones que contiene la terminación del otro extremo del cableado vertical
N	Uno a dos caracteres alfanuméricos que identifica a un cable con una de sus terminaciones en fs1 y la otra en fs2.
fs 1 / fs2-n	Identificador de un cable de Backbone
D	Dos a cuatro caracteres que identifican a un par de cobre o hilo de fibra óptica.
FSL	Identificación de una ubicación de un punto de corta incendios.
H	Identificador de hour rating del sistema contra incendios.

Fuente: propia

### 7.5.3 CLASE 3

Esta administración está dirigida para infraestructuras con múltiples edificios en un mismo campus o sitio. En esta administración se tiene los siguientes elementos:

- ❖ Todos los elementos de la administración clase 2.
- ❖ Identificador del edificio.
- ❖ Identificador del cable de Backbone de campus.
- ❖ Cada par de cobre o hilo de fibra óptica del cableado Backbone de campus.

Lo siguiente contiene los identificadores adicionales:

## 7.5.4 CLASE 4

Administración dirigida para infraestructuras con múltiples campus o sitios. Posee los siguientes elementos:

- ❖ Todos los elementos de la administración clase 3.
- ❖ Identificador de campus.

## 7.5.5 CÓDIGO DE COLORES PARA LOS CAMPOS DE TERMINACIÓN

La norma también ha asignado colores diferentes de las etiquetas para identificar los tipos de equipo terminados en los bloques de una conexión cruzada. Se permite un máximo de dos niveles en Backbone y es importante poder distinguir el nivel del Backbone usando este esquema de colores.

El propósito es limitar el número de puntos de administración en cualquier circuito a un máximo de tres conexiones cruzadas

El primer nivel incluye la conexión principal al cuarto de telecomunicaciones en el mismo edificio, o un cable del Backbone de campus a otro edificio. Un segundo nivel se utiliza para conectar dos cuartos de telecomunicaciones o una conexión intermedia y un cuarto en otro edificio. [22]

La tabla 8, especifica el código de colores que usa el estándar según el tipo de terminación:

Tabla 8. Código de colores

Color	Función	Tipo de terminación
Azul	Estaciones	Terminación de 4 pares de cable Horizontales
Blanco	Primer nivel del Backbone o segundo nivel del Backbone	Terminación de la conexión principal a conexión intermedia
Gris	Segundo nivel de Backbone	Terminación de cables de conexión intermedia al
Café	Primero nivel de Backbone	Terminación de cables de campus
Purpura	Puertos de equipos	PBX, Datos, LAN, o Multiplexor
Verde	Circuito auxiliar	Voz o datos del proveedor de servicios
Amarillo	Misceláneos	Alarmas de la PBX, seguridad, dispositivos auxiliares
Rojo	Sistema de telefonía	Terminación de cable multipar de 25 pares para teléfonos
Naranja	Punto de demarcación	Entrada de servicio de Telecomunicaciones

Fuente: Autor

## 7.6 REDES JERÁRQUICAS

Las redes son sistema diseñados para satisfacer las necesidades de diferentes organizaciones según los requerimientos que esta entidad necesita, por tanto, debe de admitir diferentes tecnologías y adaptarse a ellas. Los modelados de redes jerárquicas ayudan a los ingenieros a diseñar estructuras lógicas flexibles, resistentes y fáciles de administración siguiendo con las normativas de cableado estructurado para su correcta implementación en espacio destinados.

Para el diseño de redes jerárquicas se debe considerar aspectos importantes como la cantidad de dispositivos que va a manejar la empresa, con esto podemos categorizar la red como pequeña, mediana y grande según como lo requiera la entidad.

Los factores fundamentales para que la implementación de una red sea una estructura jerárquica son los siguientes:

- ❖ Jerarquía: un modelo de red jerárquico es una herramienta útil de alto nivel para diseñar una infraestructura de red confiable. Divide el problema complejo del diseño de red en áreas más pequeñas y más fáciles de administrar.
- ❖ Modularidad: al separar en módulos las diversas funciones que existen en una red, esta es más fácil diseñar. Cisco identificó varios módulos, incluido el campus empresarial, el bloque de servicios, el centro de datos e Internet perimetral.
- ❖ Flexibilidad: la capacidad de modificar partes de la red, agregar nuevos servicios o aumentar la capacidad sin necesidad de realizar actualizaciones de gran importancia (es decir, reemplazar los principales dispositivos de hardware).[23]

Un diseño jerárquico implica dividir la red en capas independientes. Cada capa (o nivel) en la jerarquía proporciona funciones específicas que definen su función dentro de la red general. Los modelos jerárquicos se aplican al diseño de redes LAN y WAN.

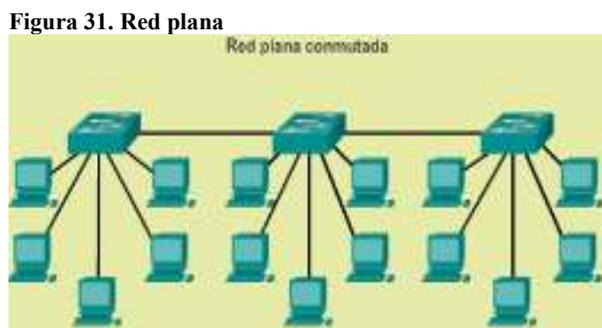
Un diseño típico de red LAN jerárquica de campus empresarial incluye las siguientes tres capas:

- ❖ CAPA DE ACCESO: proporciona acceso a la red para los grupos de trabajo y los usuarios.
- ❖ CAPA DE DISTRIBUCIÓN: proporciona una conectividad basada en políticas y controla el límite entre las capas de acceso y de núcleo.
- ❖ CAPA DE NÚCLEO: proporciona un transporte rápido entre los switches de distribución dentro.

Al dividir una red plana en bloques más pequeños facilita la administración de la misma manteniendo el tráfico local de la estructura de red y el tráfico destinado a otras redes se reubica a una capa superior.

En capa 2 los dispositivos de una red plana no garantizan el control completo de los broadcasts o filtrar tráfico no deseado, por tanto, al estar expandiéndose la red o al agregar más dispositivos y aplicaciones los tiempos de respuesta se hacen cada vez más grandes inutilizando y colapsando el sistema. [23]

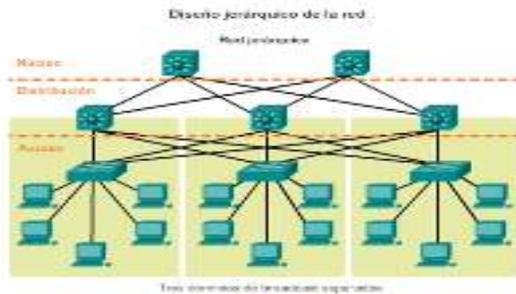
En la siguiente figura 31 se muestra la estructura de una red plana conmutada:



Fuente: Cisco

En la figura 39 se muestra la estructura de una red plana conmutada:

**Figura 32. Diseño jerárquico**



Fuente: cisco

## 7.1.1 REDUNDANCIA

Uno de los objetivos de las topologías redundantes es eliminar las interrupciones del servicio de la red provocadas por un único punto de falla. Todas las redes necesitan redundancia para brindar mayor confiabilidad.

Las redes que tienen rutas y dispositivos redundantes permiten más tiempo de actividad de la red. Las topologías redundantes eliminan los puntos únicos de falla.

Existen varios mecanismos de redundancia de enlaces (protecciones de circuitos de transmisión, enlaces activos/standby, e incluso si es Ethernet el protocolo STP).[24]

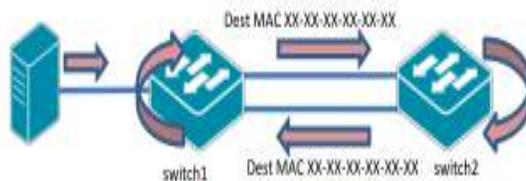
En la capa 2, los caminos redundantes no están permitidos, ya que pueden generar bucles disminuyendo la eficiencia de la red. Los switches envían los paquetes broadcast sin una dirección MAC de destino por todos sus puertos y si existe un bucle, estos broadcasts generan una avalancha de paquetes consumiendo todo el ancho de banda del canal y los recursos de CPU de los dispositivos activos dejando la red sin respuesta en poco tiempo.

Para evitar estos bucles o loop se tienen varias técnicas si estamos hablando de switches cisco: [23]

- ❖ Protocolos Spanning Tree: STP, RSTP y MSTP
- ❖ Loopback Detection
- ❖ ERPS (Ethernet Ring Protection Switching)

En la figura 33 se muestra un ejemplo clásico de redundancia entre switches:

**Figura 33. Redundancia**



Fuente: Cisco

## **7.8.2 ESCALABILIDAD**

La escalabilidad del dominio de ancho de banda depende de la cantidad total de tráfico y la escalabilidad de un dominio de broadcast depende del broadcast total del tráfico. Es importante recordar que los puentes y los switches envían tráfico de broadcast.

Los routers proporcionan escalabilidad porque pueden servir como firewalls para los broadcasts. Además, como las direcciones de Capa 3 generalmente tienen estructura, los routers pueden proporcionar mayor escalabilidad al dividir las redes y las subredes.[25]

## **7.8.3 SEGURIDAD EN PUERTOS**

Se puede entender la seguridad como la necesidad de proteger. En una red se deben proteger todos los equipos que posibilitan el proceso de la comunicación, las personas que producen, acceden y distribuyen los datos y finalmente la información que es considerada como uno de los activos más importantes de las organizaciones.[26]

Si una estación configurada con MAC Address, intenta acceder a otro puerto seguro, se señalará un banderín informando que hubo una infracción y si excede el número de MAC Address en el puerto configurado se apaga como protección.

# **8. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

## **8.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque de investigación utilizado fue cualitativo y tipo de investigación en el transcurso de desarrollo de este trabajo fue descriptivo, sin embargo inicialmente se utilizó de tipo exploratorio ya que se investigó el estado de los problemas y dificultades existentes en el cableado estructurado de la red enfocado en los cuartos de telecomunicaciones, permitiendo identificar el estado en que se encontraba la topología de red, posteriormente proponer soluciones tomando como guía la información recolectada en el campus universitario de los nodos de red.

La aplicación de una investigación descriptiva, permitió detallar, conocer e identificar información relevante de cada cuarto de telecomunicaciones, diseñando una data o historial de los nodos enfocada en equipos, medios de transmisión de datos, categoría del medio, ponchado y demás que se verá a fondo en el desarrollo del libro.

El procedimiento del proyecto se llevó a cabo objetivo por objetivo ya que cada apartado está ligado, creando una estructura coherente del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de datos de la universidad de pamplona.

## **8.2 PROCEDIMIENTO**

### **8.2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES DEL CAMPUS UNIVERSITARIO**

Se reconoció la infraestructura de todos los bloques por donde pasa el cableado estructurado de la institución como objeto de análisis para el diseño del plan de

mantenimiento en todas sus etapas de despliegues enfocando el estudio en el estado físico del tendido de red en todas las oficinas, salones y laboratorios de los bloques verificados.

### **8.2.2 VERIFICACIÓN DEL ESTÁNDAR Y NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO EN LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES**

Analizando el estándar que maneja la red LAN cableada y las normativas de cableado estructurado en el diseño topológico de cada cuarto de telecomunicaciones, se especificó el nivel de deterioro de la capa física en la distribución de red por bloque incrementando la tasa de fallos en los equipos de red y en sus enlaces directos que conecta con el cableado horizontal que llega a los puntos de equipos que maneja cada usuario.

### **8.2.3 DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORECTIVO**

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en los cuartos de telecomunicaciones en base de la verificación de las normativas de cableado estructurado, creo el paso a paso de las acciones a ejecutar para que la distribución topológica de los rack sea corregida y los equipos de red pueden funcionar de la forma más óptima posible.

### **8.2.4 VALIDACIÓN DE LOS CUARTOS DE EQUIPOS RESTRUCTURADOS**

La certificación del nuevo tendido de cableado en los racks, consolidará y fortalecerá la planificación de la restructuración en base del plan de mantenimiento realizado.

### **8.2.5 DISEÑO DE RED**

El diseño de red en el bloque más crítico aportará a la institución educativa de la universidad de pamplona un avance más para seguir fortaleciendo la estructura de red, ya que las mejoras en propuesta del diseño iniciarán avances continuos en las demás ramas de la topología de red según sea la necesidad de la misma.

## **9. PROCEDIMIENTO**

Ante la necesidad de disminuir tiempos en la comunicación interna y externa de cualquier empresa lo primero sería optimizar todos los recursos informáticos con los que cuenta la entidad como (Software, impresoras, compartir información, seguridad, correos electrónicos, etc.). La manera más fácil de tener todos estos servicios de comunicación es la implementación de una Red de cableado estructurado, la finalidad es que todos los usuarios de una Red realicen su trabajo cotidiano de una manera más rápida y confiable: investigaciones, consulta de archivos, impresión de documentos, realización de trabajos y tareas, etc.

Una de las tareas más importantes del área de sistemas dentro de cualquier empresa, es garantizar la comunicación interna entre todos los niveles que conforman una organización, por lo que deberá verse a la red de cableado estructurado como la parte medular de la operación de la misma, o como el medio de transporte para la transmisión de toda la información.

La universidad de pamplona cuenta con una estructura de red mixta en donde se encuentran diferentes servicios como datos y voz, distribuida uniformemente por todo el campus universitario a servicio de administrativos, docentes y estudiantado. Al haber un aumento en la población estudiantil nuestra estructura de red ya no era tan eficiente por lo tanto se reflejaba una problemática en la universidad, por la cual se tenía que analizar específicamente para dar una solución a esta problemática.

La universidad cuenta con un grupo de ingenieros especializados que administran la estructura de red desde la capa física hasta la capa lógica del sistema de datos. Este personal determino que la red necesitaba actualizarse en cableado, extraer un nuevo registro de datos de cada bloque es decir información de los cuartos de equipos para saber en qué estado se encontraban los racks de cada bloque y en base de esta información sacar el presupuesto del proyecto de fibra óptica que se ejecutaría en la universidad para mejorar la eficiencia de la red.

## **5.1 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS DE LA INSTITUCIÓN**

La Universidad de pamplona cuenta con un sistema de planeación y evaluación institucional, por lo tanto, el desarrollo institucional es un factor importante, que constituye la transformación y modernización de la Universidad en el corto, mediano y largo plazo, en conjunto con la filosofía institucional, misión, visión y valores, con el fin de responder, con pertinencia y oportunidad, a los nuevos desafíos del presente y futuro, que se dan en el contexto nacional e internacional.

La Universidad de pamplona es una institución que se proyecta estar siempre a la vanguardia tecnológica, por lo tanto, constantemente se está actualizando en equipo de cómputo para el personal administrativo, docente y alumnos de la Universidad, así mismo se lleva a cabo la adquisición y configuración de nuevos servidores y demás equipamientos que conforman una estructura de red.

Para detectar las necesidades y requerimientos de la Universidad, se contrataron los servicios de una empresa de telecomunicaciones para llevar a cabo una auditoria informática, la cual ayudará a tomar decisiones a corto y mediano plazo y que se verán reflejadas en la satisfacción de los clientes finales que son:

- ❖ Estudiantes.
- ❖ Personal docente.
- ❖ Personal administrativo.

### **5.1.1 ESTRUCTURA DEL DIAGNÓSTICO**

Dentro del proceso de revisión de la red de datos en el campus universitario se llevaron a cabo los siguientes puntos:

#### **1) REVISIÓN DEL CUARTO DE SERVIDORES**

- ❖ Lógica (Diseño de la Red, Tipos de servicios o Aplicaciones y Configuración).

#### **2) REVISIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES POR BLOQUES**

- ❖ Registro y control
- ❖ Rectoría
- ❖ Bloque sombrilla

- ❖ Bloque SB
- ❖ Bloque JG
- ❖ Bloque ingenierías
- ❖ Bloque GN
- ❖ Bloque FP
- ❖ Bloque CD
- ❖ Bloque ER
- ❖ Bloque EC
- ❖ Bloque contrataciones

### 3) REVISIÓN DE RED Y EQUIPOS DE COMUNICACIÓN.

- ❖ Instalación física, Rack, energía eléctrica, aire acondicionado, etc.
- ❖ Cableado (estándares, categorías y estado físico).

### 4) SOPORTE INGENIERIL.

- ❖ Mantenimiento preventivo.
- ❖ Mantenimiento correctivo (tiempo de respuesta, seguimiento y soluciones de problemas).

## **9.7 DESCRIPCIÓN DE LOS BLOQUES**

La sede principal de la universidad de pamplona está conformada por 12 bloques por donde se distribuye uniformemente el cableado estructurado, por tanto, se describirá cada uno de los bloques que conforman el campus universitario para tener una mejor visión del alcance de la red, enfocándonos en las rutas precisas por donde el cableado estructurado llega a cada bloque y específicamente a cada salón y a cada oficina. Con esta descripción el lector podrá crear una imagen clara y precisa del dimensionamiento del proyecto, sus etapas y su desarrollo.

En la siguiente figura 34, se muestra como está conformada la universidad de pamplona.

Figura 34. Dimensiones de la universidad de pamplona.



Fuente: <https://bit.ly/2EtgMDg>

### 9.2.1 BIBLIOTECA JOSÉ RAFAEL FARIA

La biblioteca José Rafael Farías cuenta con dos plantas en infraestructura, en la segunda planta está el cuarto de telecomunicaciones o cuarto de servidores. Este bloque cuenta con el centro de recursos bibliográfico y sistema moderno de información, cuenta con una recepción, procesos técnicos, sala de juntas, dirección, Secretaría, hemeroteca, auditorio sede Rafael Farías, sala de conferencia, Centro de servicio Internet a intranet, circulación y préstamo. Entre el espacio de la infraestructura del edificio el cableado estructurado está distribuido en todas las oficinas del bloque por medio de bandeja y canaletas de marca PANDIUT anti ruido electromagnético, tiene puntos inalámbricos de red con cobertura en toda la infraestructura, cuenta también con puntos que se derivan del mismo cableado estructurado de la red de datos de la universidad, tiene buena ventilación y buen sistema de iluminación por lo tanto está en buen estado, en la segunda planta se encuentra el cuarto de telecomunicaciones o cuarto de servidores, el cableado principal de red se distribuye por medio de escalerillas metálicas y bandejas marca pandiut, el cuarto está en buen estado tiene vigilancia continua se permite solamente entrada a personal, tiene ventilación, buena iluminación, fácil acceso y está legalmente organizado, tiene control continuo y también tiene seguridad como tal el cuarto por medio de persona encargada, cuenta también con dos salas estudios del Instituto para acceso de los estudiantes.

### 9.2.2 BLOQUE CD

El bloque DC este cuenta con una infraestructura de dos plantas, en la primera planta nos encontramos con la oficina CD107, el laboratorio del grupo de investigación de ambiental

agua, aire, suelo, el salón CD109 seguidamente se encuentra el laboratorio de neuropediatría CD202, el salón CD103, CD104, CD105, CD106, así está distribuido el espacio de la primera planta en donde llega el cableado de la red Ethernet y los puntos inalámbricos de la misma. La segunda planta nos encontramos con los salones CD203, CD204, CD205 y el museo de ciencias naturales José Celestino Mutdi, nos encontramos con el laboratorio o grupo de investigación de automatización control y seguidamente el salón DC 206 de maestría para ingenieros electrónicos cuenta con buen sistema de iluminación relativamente en buen estado espacioso y sistema bueno iluminación cuenta con AP que distribuye de forma uniforme la red de forma inalámbrica manteniendo la conectividad y la operatividad entre equipos.

### **9.2.3 BLOQUE CONTRATACIONES**

Este bloque en estos momentos se encuentra en remodelación del segundo piso cuenta con él o el laboratorio en 1204 el análisis del movimiento cuenta con un sistema de iluminación escaleras desde de fácil acceso de la encontramos como un seguidamente nos encontramos con el salón en este 204 oficina de investigación también otra aula empresarial en este 202 del MS 201 que la primera planta también está en remodelación cuenta con el salón ola de clase en este 205 y como tales en el interior cuenta con un hocico con la oficina de contratación.

### **9.2.4 BLOQUE EC**

El bloque EC, bloques de física y laboratorio de física el primer salón es el EC101 laboratorio de mecánica, seguidamente el CD102 laboratorio de física molecular y termodinámica, siguiendo un pasillo nos encontramos con el salón EC 104 y el EC105 donde queda el grupo óptico, siguiendo en la primera planta nos encontramos con el salón de electromagnetismo EC 106, siguiendo un pasillo nos encontramos con el laboratorio de física y por último encontramos con el laboratorio y aula de oscilaciones y ondas. La segunda planta nos encontramos con el Centro de registro y tratamiento de la imagen, los laboratorios de entomología DC 201, el grupo investigación interdisciplinaria en nanotecnología y gestión sostenible, nos encontramos con el EC 204 laboratorio de ciencias básicas computacionales la cual se encuentra acomodada con puntos de conexión de Internet pero falta remodelar la sala con equipos más actuales, seguidamente encontramos con el EC 205 laboratorio de física médica, biofísica y biocinética, EC 206 laboratorio de fisiología animal, EC 207 encontramos con laboratorio investigación de ciencias biomédicas cuenta con un sistema de iluminación aceptable alógena, no se encuentra punto de acceso inalámbrico es decir la forma de conexión es por medio del cableado estructurado.

### **9.2.5 BLOQUE ER**

El bloque ER está comprendido con tres plantas, en el primer piso está el laboratorio de evaluación sensorial, y su aula también encontramos laboratorios de maestría en ciencias de tecnología de alimentos, el primer piso cuenta con un AP de acceso inalámbrico de red. La segunda planta encontramos con la emisora institucional de la Universidad con su respectivas aulas para hacer las transmisiones en vivo, seguidamente nos encontramos con el ER 212, la oficina de fonoaudiología, el laboratorio de nutrición y dietética, la dirección de nutrición y dietética, el ER 206 hay laboratorio de antropología nutrición y dietética

seguidamente nos encontramos con el consultorio médico de la Universidad previamente el aula de laboratorio de biología molecular y genética y g en leer de 204 una denuncia molecular y genética, ER 203 que es el área de administración, ER 205 laboratorio de genética, el ER 202-4 en laboratorio de biología molecular el laboratorio de informática el ER 202-3, por ultimo encontramos ER 202-2 en laboratorio de mutagénesis de cultivo celular, cuenta con sistemas de iluminación bueno, el alcance del AP o punto de acceso inalámbrico es bueno y bien distribuido el cableado estructurado de la red por bandejas de tipo metálicas que aíslan el sistema de ruidos externos como el ruido electromagnético.

## **9.26 BLOQUE GN**

El bloque GN, este cuenta con un gimnasio amplio donde se pueden determinar todas las técnicas deportivas para deportistas de alto rendimiento y eso GN 101, seguidamente nos encontramos con el laboratorio de biomecánica cuenta con un cuarto de administración de la red eléctrica el cual siempre está en continua vigilancia, siendo por el pasillo nos encontramos con las aulas de clases GN 101, GN 102, GN 103, en esa misma planta están las oficinas del director de programa de deportes, sala de profesores de deportes, el departamento de educación física, sala de por grado maestría y ciencia de actividades físicas entretenimiento deportivo y gestión deportiva y por último la oficina del departamento de deporte esta cuenta con vigilancia cuenta con la línea de la red cableado ethernet y cuenta con puntos de red inalámbrica cuenta con una segunda planta de aulas cuenta con un sistema de iluminación estable nos encontramos con el GN 101 cuenta y con el laboratorio de ciencia fisiológicas, cuenta con un switch que distribuya la red inalámbrica y habilita un AP o punto inalámbrico de la misma red y desde ese switch sale el punto inalámbrico para el anfiteatro y bloque pequeño más arriba del bloque GN.

## **9.27 BLOQUE DE INGENIERIA**

Llegamos al bloque de ingenierías entramos a la primera planta, cuenta con la oficina de decanatura profesionales, Secretaría de caradura, el aula tic, seguidamente baño para hombres y para mujeres y un cuarto para guardar equipos, estamos en la parte de los cubículos de ingenierías, se encuentra la oficina de ingeniería civil, industriales, mecatrónica, mecánica, alimentos, sistema, cerca del cubículo de ingeniería de sistema se encuentra el cuarto de equipos donde se encuentra el rack, seguidamente encontramos el cubículo de ingeniería química, eléctrica, ambiental, telecomunicaciones y electrónica, cuenta con buena iluminación, buen orden, cuenta con AP o punto de Acceso inalámbrico, seguidamente nos encontramos en la segunda planta del bloque de ingeniería nos encontramos con más cubículos, nos encontramos con la oficina de docentes de alimentos de maestría en ingeniería ambiental de ingeniería industrial, ingeniería mecánica, seguidamente nos encontrados con un cuarto de bodegas y baños para damas y caballeros nos encontramos también la oficina de gestión al estudiante, También encontramos a la oficinas del grupo investigación de geofísica y fisiología y plataforma cuenta con buena iluminación puede haber un punto de acceso inalámbrico que distribuye la red uniformemente en todo la infraestructura.

## **8.2.8 BLOQUE JG**

El bloque JG es una infraestructura de dos plantas en la primera planta se encuentran las oficinas de biología química y física, seguidamente encontramos las aulas de pregrado, la primera la de ingeniería y sistemas en telecomunicaciones JG 103, en el mismo pasillo encontramos el cuarto de utilerías, un cuarto de depósito, la oficina de infraestructura tecnológica y conectividad siguiendo por el pasillo nos encontramos con el aula JG 110, con el aula JG 105, JG109 más adelante con el aula JG106, JG108 y por último con el aula potaje 107 cuenta como una iluminación adecuada pero se necesita mantenimiento para mejorar la iluminación en el bloque. La segunda planta del bloque nos encontramos con el aula JG 204, las oficinas de decanatura, la oficina de facultad de ciencias básica y secretario decanatura, las salas de juntas, seguidamente el JG 205 y seguidamente nos encontramos con el cuarto equipo en donde nos vamos a enfocar diagnóstico de la red de datos en el bloque, por ese mismo pasillo las oficinas de departamento de facultad de ciencias agrarias, nos encontramos con la oficina de posgrado, el auditorio del potaje 214 y a mano derecha sala de profesores también nos encontramos con las salas de maestría en extensión y desarrollo rural, Centro de desarrollo agropecuario facultad de ciencias agrarias la mano derecha y la mano izquierda el aula JG 111.

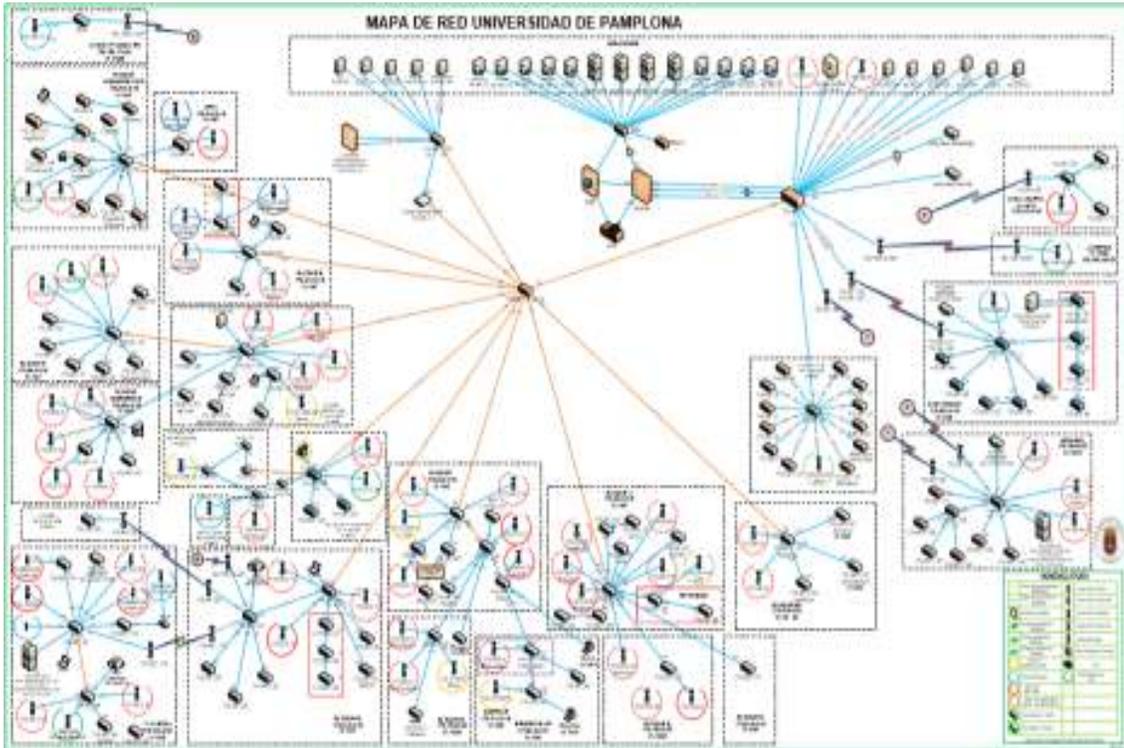
## **8.2.9 BLOQUE SOMBRILLAS**

Estamos en el bloque de lengua extranjera o bloque sombrillas, cuenta con una cafetería grande que ocupa el espacio de la mitad de la primera planta, seguidamente las oficinas de facultad de ciencias educación y departamento de lengua y comunicación, programa de licenciatura de lengua extranjera y lengua castellana y seguidamente se encuentran todas las oficinas del programa de lenguas extranjeras. En la segunda planta nos encontramos a mano derecha en la oficina de recurso físico y apoyo logístico mantenimiento tecnológico a la izquierda nos encontramos con los laboratorios de idiomas FG 203, FG 204, el laboratorio de investigación de lenguas extranjeras, otra oficina y por último encontramos en laboratorio de idiomas del FG 206 cuenta con un sistema de iluminación estable, el cielo raso está deteriorado y cuenta con un ascensor para personas discapacitadas.

## **8.3 ANALISIS DEL ESTÁNDAR Y NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

La estructura de red del campus principal de la universidad de Pamplona se rige bajo los estándares, 802.3 identificando una red tipo LAN cableada y el estándar 802.11 Wireless o inalámbrico. Su configuración topológica es en estrella extendida aprovechando las ventajas de intercomunicación y operatividad que ofrece este modelo como se observa en la figura 35.

Figura 35. Topología de red UP



Fuente: Autor

La verificación de normativas de cableado estructurado se enfocó en la distribución de red de los cuartos de telecomunicaciones, cableado horizontal y vertical de cada uno de los bloques mencionados anteriormente, resaltando aspectos físicos como dimensionamiento de los cuartos de telecomunicaciones, ductos, bandejas de cableado, organizadores, sistemas de ventilación, estado físico de los equipos de red, tipo de ponchado, dimensionamiento de los patch cord o enlaces de conexión directa y categoría del cableado en sus diferentes secciones.

La información reunida como registro de la red según la verificación demostró, la dificultad de realizar los trabajos de mantenimientos en casos de fallos ejecutados por el personal encargado, mostrando tiempos con mucha prolongación en la ejecución de los mismos. Según el análisis desarrollado la distribución de la red por bloques no cumple con las normas de cableado estructurado como administración de red ANSI/TIA/EIA 606A, sistema de puesta a tierra ANSI/TIA/EIA 607, Rutas y espacios de telecomunicaciones ANSI/TIA/EIA-569A, y de Cableado de telecomunicaciones ANSI/TIA/EIA-568B.

Unos de los factores que dificultan los trabajos de mantenimiento es el cableado obsoleto que llega a los racks, estos aumentan la tasa de fallos en el sistema siempre y cuando no se cuente con identificación de cada enlace, como ocurre en cada uno de las distribuciones de los cuartos analizados.

El aumento de la población estudiantil y la demanda del servicio es un factor importante para la restructuración del sistema de red. El ancho de banda de la universidad no se ha aprovechado de forma correcta ya que la tasa de fallos en los cuartos de

telecomunicaciones ha estado funcionando mal por causa del cableado antiguo que ya cumplió su ciclo de vida.

Se diseñó un formato de verificación de los componentes de cableado estructurado para analizar en qué grado los nodos de red o cuartos de telecomunicaciones por bloques cumplen con las normas de cableado estructurado. Ver la figura 36.

Figura 36.verificación lista de chequeo de componentes de C.E

		GESTIÓN DE REDES Y TELECOMUNICACIONES				Código		
		LISTA DE CHEQUEO DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA INSTALACIÓN Y/O CALIDAD DEL MATERIAL				pagina		
Fecha:	25	05	2018	Nro. De revisión:				
<b>Información central del proyecto</b>								
Nombre del proyecto	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA							
contratista	Juan Romario Ruiz Duran							
Nro. De contrato				Fecha de inicio		Fecha de entrega		
Nro. De orden de obra			23	03	2018	18	12 2018	
supervisor	Javier Esteban Gómez Wilches							
interventor								
Lugar de verificación	Campus principal de la universidad de pamplona							
<b>1. SISTEMA DE CABLEADO ESTRCTURADO DE CAMPUS</b>								
NRO. DE ENLACES			REDUNDANCIA					
FIBRA OPTICA			COBRE	UTP	MARCA	PANDIUT		
TIPO DE FIBRA			TIPO DE COBRE	Categoría 5E	NRO. DE HILOS DE COBRE	8 hilos		
DESCRIPCIÓN							SI NO	
BUENA CANALIZACIÓN PARA EL TENDIDO DE BACKBONE							X	
ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO POR CANALIZACIÓN EXISTENTE							X	
EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ES INSTALADO EN TOPOLOGIA ESTRELLA							X	
DIMENSIONAMIENTO DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES ES SEGUN LA NORMA ANS/TIA/EIA 569A								X
LA DISTRIBUCION DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES ES SEGUN LA NORMA ANS/TIA/EIA 569A								X
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SEGUN LA NORMA ANSI/TIA/EIA 607							X	
ADMINISTRACION DE CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES								X
JERARQUIZACION DEL ANCHO DE BANDA PRESENTES EN LA ESTRUCTURA DEL RACK								X
CORRECTA ETIQUETACION DEL ENLACES EN LAS DIFERENTES AREAS SEGUN LA NORMA ANSI/TIA/EIA 606A								
LA CATEGORIA DE CABLE UTP CUMPLE CON EL ANCHO DE BANDA DE LA RED SEGUN LA NORMA ANS/TIA/EIA 568B								X
SWITCHES DE ACCESO, UPS, PATCH PANEL EN MAL ESTADO							X	
REGISTRO HISTORICO DE LOS NODOS PRINCIPALES DE RED								X
APLICACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS ORGANIZADOS Y PLANIFICADOS								X
OBSERVACIONES								
LAS DIFERENTES AREAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA NO CUMPLEN CON LAS NORMATIVAS ANSI/TIA/EIA 568B, ANSI/TIA/EIA 569A, ANSI/TIA/EIA 606, ANSI/TIA/EIA 607.								

A continuación, se presenta la tabla autoajutable diseñada en Excel por medio de la figura 36, en ella se refleja el estado anterior de los cuartos de telecomunicaciones de cada bloque mostrando aspectos importantes que las normas de cableado estructurado tienen en cuenta para que una red LAN funcione correctamente en todos los subsistemas de cableado en un campus como el de la universidad de pamplona.

La tabla diseñada en Excel verifica todos los componentes más importantes en la red LAN de la universidad de pamplona en el cual las normas de cableado estructurado tienen en cuenta para que el sistema de red funcione de forma correcta.

Se analizó los 12 bloques, en específico los cuartos de telecomunicaciones desde las partes físicas del mismo hasta el estado del cableado y de los equipos presentes en los racks.

Figura 37. Verificación de requerimientos de las normativas de cableado estructurado

BLOQUES	CUARTO DE EQUIPOS	DIMENSIÓN DE CUARTO	DATA CENTER	DIMENSIONES DEL DATA CENTER	DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	ADMINISTRACIÓN	ENTRADA DE SERVICIOS	COMEXIÓN DE ÁREAS	RUTAS DE ACCESOS O A LA RED	BANDEJAS DE TRANSPORTE	REFRIGERACIÓN	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	RACK	CABLEADO HORIZONTAL	PUESTA A TIERRA	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	SWITCHES	PONCHADO	REGISTRO DE ETIQUETADO	PATENTADO	UNIDAD DE RESPALDO DE ENERGÍA
ADMINISTRATIVO	Deficiente	Pequeño	No aplica	No aplica	Deficiente	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Regular	Panduit pequeño	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
JG.	Deficiente	Grande	No aplica	No aplica	Regular	Bueno	No aplica	Regular	Aceptable	Bueno	Ventanas	Regular	Otro	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco, 3com y Itp	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
GN	Aceptable	Pequeño	No aplica	No aplica	Deficiente	Malo	No aplica	Malo	Aceptable	Regular	Ventanas	Aceptable	Otro	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	No tiene
SB	Aceptable	Grande	Aplica	Mediano	Regular	Bueno	No aplica	Regular	Aceptable	Otro	Ventiladores y ventanas	Aceptable	Panduit grande	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco, 3com y Itp	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
MF	Aceptable	Mediano	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Aceptable	Panduit pequeño	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	No tiene
EC	Aceptable	Pequeño	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Aceptable	Otro	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	No tiene
FJ	Aceptable	Pequeño	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Regular	Ventanas	Deficiente	Otro	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	No tiene
FP	Aceptable	Mediano	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Regular	Aceptable	Bueno	Ventanas	Deficiente	Panduit pequeño	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
SOMBRILLA	Regular	Mediano	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Regular	Panduit mediano	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
RC	Regular	Mediano	No aplica	No aplica	Regular	Regular	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Regular	Panduit mediano	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
ER	Deficiente	Grande	No aplica	No aplica	Deficiente	Regular	No aplica	Regular	Regular	Bueno	Ventiladores y ventanas	Aceptable	Panduit grande	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco, 3com y Itp	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional
UR	Aceptable	Grande	Aplica	Grande	Aceptable	Bueno	Aplica	Regular	Aceptable	Otro	Aire acondicionado	Aceptable	Panduit grande	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco, 3com y Itp	Tipo A y Tipo B	Aceptable	Regular	Funcional
RG	Aceptable	Pequeño	No aplica	No aplica	Aceptable	Bueno	No aplica	Bueno	Aceptable	Bueno	Ventanas	Aceptable	Panduit pequeño	Categoría 6	Aceptable	Par trenzado y fibra óptica	Cisco	Tipo A y Tipo B	Deficiente	Regular	Funcional

Fuente: Autor

## **9.4 VERIFICACIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES POR CADA BLOQUE**

El análisis de la red en el campus universitario arrojó problemas físicos en toda la infraestructura de cableado estructurado, principalmente en los cuartos de telecomunicaciones de cada bloque ya que su cableado en el rack se encontró desorganizados y desactualizado en cuanto al cumplimiento de las normativas de cableado estructurado.

A continuación, se realizará una descripción de los cuartos de equipos de cada uno de los bloques de la universidad de Pamplona, mostrando específicamente las infracciones en normativas de cableado estructurado presentes en la red en base a la verificación desarrollada en el campus universitario diseñado con la herramienta Excel para una mejor lectura de información.

### **9.4.1 DATACENTER DEL BLOQUE JR**

El cuarto de equipos o servidores se localiza en el bloque JR, es donde llega el enlace directo que la universidad compra a su proveedor de red ISP, cumple con ciertas indicaciones propuestas por TIA-942.

La norma TIA-942 nos indica que es recomendable que un cuarto de servidores sea aislado en una infraestructura para redes, pero según la norma es posible que el espacio del edificio sea compartido con la excepción de que no sean actividades industriales. La ubicación del cuarto de servidores se encuentra a una distancia prudente a fuente de radiación electromagnética, su ubicación está por encima de los niveles de agua y su sistema de puesta a tierra se cumple bajo la norma ANSI/TIA/EIA-607.

Según la norma TIA -942 el data center analizado, cumple con la nomenclatura estándar para central de redes, el funcionamiento es a prueba de fallos y eventualidades, la fiabilidad es a largo plazo con capacidad de expansión y escalabilidad. La TIA-942 especifica la fiabilidad de un data center asociando cuatro niveles de disponibilidad o TIERS en donde a mayor número de tiers mayor eficiencia.

En este caso, el data center es de nivel I de TIERS por tanto se considera básico como lo indica la norma TIA- 942 cumpliendo con las siguientes indicaciones:

- ❖ Disponibilidad 99.671%
- ❖ Sensible a las interrupciones planificadas con las no planificadas
- ❖ Solo un paso de corriente y la distribución de aire acondicionado, sin componente redundante o sistema holístico.
- ❖ No tiene piso elevados
- ❖ Tiempo de inactividad anual de 28,8 horas del cuarto de servidores.
- ❖ Se recomienda esta cerrado para realizar los mantenimientos pertinentes

La sala de cómputo cuenta con sistema de ventilación por aires acondicionados instalados en la sala, estos ayudan a mantener los equipos a temperaturas nominales, tiene un sistema de iluminación estable, tiene doble acometida eléctrica y la altura necesaria para que el cableado horizontal siga siendo extendida para más bloques como la indica la TIA-942.

El cuarto de servidores cuenta con un respaldo energético o UPS instalado redundantemente con la red eléctrica para que los equipos nunca dejen de funcionar y la eficiencia energética siempre se mantenga.

En la distribución del cableado la TIA-942 recomienda que el tendido, distribución y gestión debe ser diseñado con gran meticulosidad ya que debe ser entendido como una estructura permanente y dinámica que debe estar seccionada en ciertas áreas como son cuartos de entrada donde se alojaran los equipos de telefonía, el área de distribución principal que sirve como punto centralizado para conexiones cruzadas, área de distribución horizontal donde se hará el reparto para el cableado de los equipos, áreas de distribución de los equipos que van en el suelo y áreas de distribución de los equipos donde se albergan los gabinetes y los racks, en el caso de datacenter de la universidad todo está integrado en un mismo espacio está bien distribuido para la administración de la misma.

El tendido que sale del datacenter está organizado en escalerillas metálicas como lo expone la norma ANSI/TIA/EIA-569-A. El cuarto de servidores se encuentra etiquetado como lo expone las normas TIA /EIA 606-A, ISO/IEC 14763-1, EN 50174-1, estas dos últimas normas no expresan reglas precisas para el etiquetado de racks.

#### **5.4.2 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE CD**

El bloque CD no cuenta con un cuarto de telecomunicaciones en la infraestructura del edificio por lo tanto comparte el espacio con el herbario de la universidad por tanto no cumple con la norma ANSI/TIA/EIA- 569A, cuenta con un rack de la marca pandiut tipo vertical grandes en donde cableado estructurado consta de un switch cisco de la serie Catalyst de 24 puertos conectados todos con el ponchado de los enlaces tipo A con conector RJ45.

El puerto del enlace principal es el 24, no cuenta con un sistema de puesta a tierra por lo tanto no tiene sistema de protección como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-607, no cuenta con un sistema de respaldo de energía o UPS, el cableado estructurado horizontal del bloque es categoría 6.

Por lo descrito anteriormente el cuarto de telecomunicaciones del bloque CD no cumplen con la norma de administración ANSI/EIA/TIA-568-A.

La figura 37 muestra en estado actual del cuarto de telecomunicaciones del bloque CD especificando las normas de cableado estructurado que no cumple esta infraestructura de red.

**Figura 38. Estado anterior cuarto de equipo CD**



Fuente: Autor

## **CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE CONTRATACIONES Y VICE INVESTIGACIÓN**

El cuarto de telecomunicaciones del bloque de contrataciones se localiza en la oficina de vice investigación, este no cuenta con un cuarto de equipo propio para la infraestructura de red por tanto la seguridad del rack es regular incumpliendo la norma ANSI/TIA/EIA- 569A, el rack es de la marca pandiut, su dimensión es mediana.

El cableado estructurado se compone de un convertidor de fibra a par trenzado de la marca pandiut de 6 líneas de fibra óptica, cuenta con dos switches de la marca cisco de la serie Catalyst donde son utilizados los 24 puestos de cada switches, este sistema de cable consta de dos Patch panel de la marca pandiut categoría 6 igual que todo el cableado estructurado del edificio categoría 6, el enlace principal para este bloque llega del bloque ER y en contrataciones y almacén llega un enlace directo desde el rack de la oficina de vice investigación que se distribuye en este edificio por medio de dos switches de la marca cisco de la serie Catalyst en todos los puestos de trabajos de los usuario de este edificio. Por lo anterior el cuarto de telecomunicaciones no cumplen con las normas de cableado estructurado como la del sistema de puesta a tierra ANSI/TIA/EIA-607, administración de la red ANSI/TIA/EIA-606-A.

La figura 38, muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones del bloque de vice investigación.

**Figura 39. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones vice investigaciones.**



Fuente: Autor

#### 5.4.4 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE EC

EL bloque EC cuenta con un rack tipo horizontal localizado en el laboratorio de matemática computacional por tanto este bloque no cuenta con un cuarto de equipo solo para sistema de cableado estructurado por tanto no cumple con la norma de espacio ANSI/TIA/EIA-569A, cuenta con dos switches de la marca cisco de la serie Catalyst, su cableado es categoría 6, el tipo de ponchado es tipo A, no cuenta con un sistema de respaldo de energía UPS está conectado a un estabilizador de energía. Por lo descrito anteriormente el cuarto de telecomunicaciones no cumple con las normas de cableado estructurado como la norma de puesta a tierra ANSI/TIA/EIA-607 y administración ANSI/TIA/EIA-606-A. La figura 39 muestra en estado anterior del cuando de telecomunicaciones del bloque EC.

Figura 40. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones EC



Fuente: Autor

#### 5.4.5 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE ER

El cuarto de telecomunicaciones del bloque ER cuenta con un rack marca pandit grande, su organización es mala por lo tanto los mantenimientos se demoran más de lo estipulado, no cuenta con registro de etiquetación por tanto no cumple con la norma ANSI/TIA/EIA-606 de registro de los nodos administrados y etiquetado.

El acceso al cuarto de telecomunicaciones es limitado porque se tiene el espacio como bodega para equipos obsoletos por tanto se necesita desocupar el espacio como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-569A, el ponchado del par trenzado es tipo A y tipo B, como lo dice la norma ANSI/TIA/EIA-568B para requerimiento del tipo de medio de transmisión.

La iluminación del sitio es buena no cuenta con conducto de aire, tiene sistema de puesta a tierra como lo indica ANSI/TIA/EIA-607, cuenta con escalerillas para transportar los medio de transmisión como la fibra óptica y el cable par trenzado, el cable UTP es categoría 5E y 6 según la norma ANSI/TIA/EIA-569A, la organización de los patch cord es mala por tanto se necesita reacomodar.

La red está funcionando, pero no cumple con las normatividades de cableado estructurado analizadas anteriormente.

La figura 40 muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones con todas las infracciones en normativas de cableado estructurado.

**Figura 41. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones ER**



Fuente: autor

#### **5.4.6 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE GN**

El bloque GN no cuenta con un cuarto de telecomunicaciones por tanto se comparte espacio con la oficina del director de programa de educación física, por tanto no cumple con la norma de espacios ANSI/TIA/EIA- 569A. La estructura de red cuenta con un rack pequeño de la marca pandiut, su cableado cableado horizontal llega al rack por medio de tuberías con cajas de registro como lo indica la norma antes mencionada, la categoría utilizada en la distribución por el bloque es 6 y su ponchado en tipo A como lo dice la norma ANSI/TIA/EIA-568B de requerimiento de elementos de cableado estructurados, no cuenta con un sistema de puesta a tierra por tanto no cumple con la norma ANSI/TIA/EIA-607.

#### **5.4.7 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE INGENIERÍAS**

El bloque de ingenierías cuenta con un rack pequeño de la empresa PANDIUT, donde se observa que el tipo de cable es categoría 5E y 6 como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-568B, está organizado, no cuenta con el etiquetado de los cables por tanto infringe la norma ANSI/TIA/EIA-606 de administración. El rack cuenta con organizadores de cable UTP, los equipos que se utilizan son switches de la compañía HP, un patch panel de la compañía cisco, cuenta con cableado auxiliar si se necesita seguir expandiendo la red, cuenta con un dispositivo de respaldo de energía una UPS funcional por si ocurre algún corte de energía, se mantienen frescos todos los equipos de comunicación, la distribución de la red puede seguir creciendo dentro de la dependencia ingeniería.

El espacio y el acceso no es el adecuado, cuenta con canaletas metálicas en donde llega el cableado principal de la red y también cuenta con canaletas plásticas de la compañía PANDIUT como lo indica la norma de espacios y recorridos ANSI/TIA/EIA-569A.

Por lo descrito anteriormente el cuarto de telecomunicaciones no cumple con la norma de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA-607 para puesta a tierra, se recomienda aplicar un plan de mantenimiento correctivo para restructuración y reubicación del cuarto de telecomunicaciones.

La figura 41, muestra el estado actual del cuarto de telecomunicaciones del bloque mencionado.

**Figura 42. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones de ingenierías**



Fuente: autor

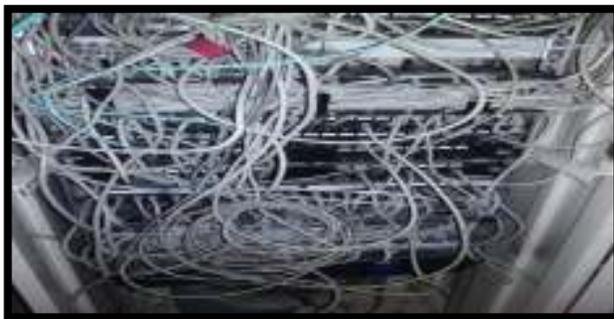
#### **9.4.1 CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE JG**

El cuarto de telecomunicación del bloque JG, cuenta con un rack antiguo e buen estado, la organización del cableado no es el adecuada, no cuenta con un registro de etiquetación para ninguna de las oficinas y salones como lo indica la norma de administración ANSI/TIA/EIA-606. Cuenta con equipos de la marca cisco, el medio de transmisión es par trenzado categoría 5E y 6, el ponchado es tipo A y tipo B, también cuenta con medio de transmisión por fibra óptica de fibra óptica con su respectivo conector como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-568B.

El cuarto de equipo tiene fácil acceso cuenta con canaletas metálicas como lo dice la norma ANSI/TIA/EIA-569A, los equipos se escuchan forzados porque no cuenta con conducto de ventilación, la iluminación no es buena por tanto dificulta el mantenimiento de los equipos, cuenta con un sistema de respaldo de energía UPS y se encuentran equipos almacenados dificultando el acceso al rack.

La figura42, muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones del bloque mencionado.

**Figura 43.Estado anterior cuarto de telecomunicaciones JG**



Fuente: Autor

#### **9.4.2 CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE SOMBRILLA**

El cuarto de telecomunicaciones cuenta con un rack de tipo metálico y está en buen estado, cuenta con tres switches uno de marca cisco de la serie Catalyst de 24 puertos y dos más

de la marca 3com de 24 puertos totalmente funcionales, cuenta con tres Patch panel categoría 5E.

El rack está mal organizado por tanto no está cumpliendo con la norma de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA-606-A, cuenta con un sistema de respaldo de energía UPS y con un sistema de puesta a tierra como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-607, el cableado estructurado que se distribuye en el edificio es de categoría 6 por medio de bandejas plásticas anti ruido electromagnético de la empresa pandiut como lo dice la norma ANSI/EIA/TIA-568-A. Por lo descrito anteriormente el cuarto de telecomunicaciones no cumple con la norma de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA-606-A para administración y etiquetado de los enlaces enfocado en el cableado horizontal.

La figura 43, muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones descrito.

**Figura 44. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones sombrillas**



Fuente: Autor

## **3.4.10 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES DEL BLOQUE RECTORÍA**

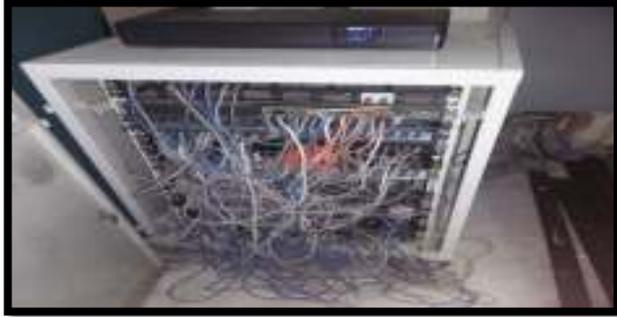
El cuarto de telecomunicaciones no cuenta con una organización adecuada ni con el espacio de un cuarto de telecomunicaciones dicho por la norma ANSI/TIA/EIA-569A, no tiene registro de etiquetado para los equipo de telecomunicaciones que están inmersos en el rack según la norma de administración de infraestructura de red ANSI/TIA/EIA-606, el cableado es categoría 5E y 6, se encuentran conexiones con fibra óptica con su respectivo conector como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-568B, cuenta con una caja de corriente eléctrica en el mismo cuarto.

Los puntos inalámbricos salen directamente del cableado del rack, la marca de los dispositivos son de siemens Companys y de la compañía HP, los mantenimientos en este rack tardan en realizarse por la desorganización, las dimensiones del rack no son la adecuada para la distribución en estrella de la misma red como lo dice la norma ANSI/TIA/EIA-568B, por lo tanto se necesita un nuevo rack que cumpla con las expansiones del bloque, no cuenta con ductos de ventilación para los equipos.

El cableado llega por canaletas empotradas de la pared son canaletas de la empresa Pandiut, el cableado se encuentra en canaletas metálicas y plásticas como lo indica la norma ANSI/EIA/TIA-568-A.

La figura 44, muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones del bloque mencionado.

**Figura 45. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones rectoría**



Fuente: Autor

## **5.4.1 CUARTO DE EQUIPOS DEL BLOQUE REGISTRO Y CONTROL**

El cuarto de telecomunicaciones del bloque registro y control, cuenta con rack con puerta de vidrio con dimensiones de un 1.70 metros de altura, cuenta con equipos de fibra óptica y par trenzado como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-568B, cuenta con una unidad de respaldo de energía una UPS.

Los patch cord son categoría 6, la forma de ponchado es tipo A y tipo B, tiene organizadores como lo indica la norma anteriormente mencionada, tiene switches de la marca cisco catálisis 2960.

El cableado y distribución esta desordenado, no cuenta con registro de etiquetado por tanto no cumple con la norma de administración ANSI/TIA/EIA-606, cuenta con switches y unidad de respaldo de energía UPS.

El bloque está en remodelación, el cableado horizontal es categoría 5E y llega al bloque por medio de bandejas metálicas anti ruido, las dimensiones para el cuarto de equipos no son exactas según las normas de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA-569A.

La figura 45, muestra el estado anterior del cuarto de telecomunicaciones del bloque mencionado.

**Figura 46. Estado anterior cuarto de telecomunicaciones de registro y control.**



Fuente: Autor

## **4.5 VALORACION DE RIESGOS DE LA RED DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Se elaboró por medio de Excel una herramienta de valoración de riesgos que permitiera evaluar los posibles eventos que se pueden presentar en la infraestructura de red, para esto se elabora una estructura de desglose de recursos (RBS) que permite tener en cuenta los eventos individuales de cada área, facilitando la identificación de dichos eventos para su posterior evaluación. Ver figura 47 RBS catálogo de riesgo que especifica los niveles de la estructura de desglose de recursos realizado en Excel.

Figura 47. Catálogo de riesgo RBS

Catalogo de Riesgos					
NIVEL 0 DE RBS	NIVEL 1 DE RBS		NIVEL 2 DE RBS		
Fuentes de Riesgo red de datos U.P	Sector	CONTRATISTA	Áreas		
	Externo		Proveedor		
			Subcontrataciones		
			Entorno		
			Infraestructura		
			Jerarquia_de_red		
		Recursos			
	Interno	CONTRATANTE	tecnologia_y_calidad_del_servicio		
					Tipo de producto
					Disponibilidad del servicio
					Ancho de banda
					Tiempo de activación de servicio
					Calidad de servicio
					Requerimiento de costo
					Instalación de cableado externo
					Mantenimiento del enlace principal
					Imprevisto de mantenimiento de contrato
					recursos disponibles
					Ejecución de obras cercanas al enlace
					Cumplimiento de aspectos legales
				Orden público	
		Estado físico del cableado horizontal			
		Mala distribución del cuarto de servidores			
		Mala distribución de los cuartos de telecomunicaciones			
		Iluminación y ventilación de los C. de telecomunicaciones en mal estado			
		Medios de transmisión en mal estado			
		Sistema de puesta a tierra mal instalado			
		Redundancia de red			
		Escalabilidad			
		Topología de red			
		Registro de etiquetado no aplicado según la norma ANSI/TIA/EIA 606A			
		fuentes de ruido electromagnético			
		Tipos de mantenimientos en la red			
		Tiempos de ejecución de mantenimientos tardíos			
		Administración de la red			
		Calidad de herramientas y equipos			
		Mano de obra no capacitada			
		Rack y bandejas de transporte de cableado			
		Patch panel en mal estado			
		Disposición de recursos financieros			
		Switches en mal estado			
		Ups en mal estado			
		Equipo de fibra óptica en mal estado			
		Router en mal estado			
		satisfacción del personal administrativo			
		satisfacción de los estudiantes			
		Mala calidad de servicio de internet, voz y video			

Fuente: Autor

## ❖ PROBABILIDAD

Cuando se refiere de riesgo especificamos el nivel del mismo en un proyecto, en este caso del plan de mantenimiento para red de la Universidad de Pamplona.

Las estimaciones se pueden extraer a través de un sistema de valoración del riesgo, que permita establecer los niveles y porcentajes por el cual un riesgo pueda evaluarse, además incluye el impacto que genera sobre las limitaciones más destacadas en la Gestión del Proyectos mencionado anteriormente, esta valoración determina la complejidad, grado de importancia y consecuencias cuantitativas y cualitativas que cada riesgo pueda generar sobre el proyecto. Ver figura 47 “**Probabilidades**” tomada de Excel en donde se especifica la escala de probabilidades en porcentajes.

Figura 48. Probabilidades

PROBABILIDADES		
Escala	Probabilidad	
RIESGO EXTREMO	>	70%
Muy Alto	<=	70%
Alto	<=	40%
Mediano	<=	30%
Bajo	<=	10%
Muy bajo	<=	5%

Fuente: Autor

## ❖ REGISTRO DE RIESGOS

Para la visualización de los registros, se diseñó un listado de posibles riesgos escogidos según el RBS o estructura de desglose de recursos en donde se selecciona el sector, la característica del sector y si es amenaza o probabilidad para luego valorar en porcentajes a criterio del analizador la categoría de amenaza u oportunidad del riesgo según la probabilidad del mismo evento. Ver la figura 48, en donde se observa la forma del registro de riesgo realizado en Excel.

Figura 49. Listado de riesgos

## Listado de Riesgos: Gestión de Riesgos en Proyectos

Fuente: Autor

sector	Característica	Ameneza/Oportunidad	Probabilidad de que suceda	Tipo de Riesgo		Categoría de Amenaza	Categoría de Oportunidad
				Amenaza	Oportunidad		
Interno	Infraestructura	Mal distribución de los cuartos de telecomu	71%	1	0	<b>RIESGO EXTREMO</b>	
Interno	Recursos	Patch panel en mal estado	45%	1	0	<b>Muy Alto</b>	
Interno	tecnología_y_calidad_del_servicio	Mala calidad de servicio de internet, voz y vi	70%	1	0	<b>Muy Alto</b>	
Interno	Jerarquía_de_red	Fuentes de ruido electromagnético	30%	1	0	<b>Mediano</b>	
Interno	Jerarquía_de_red	Tiempos de ejecución de mantenimientos t	5%	1	0	<b>Muy bajo</b>	
Interno	Recursos	Disposición de recursos financieros	60%	0	1		Muy Alto
Externo	Subcontrataciones	Mantenimien del eslace principal	65%	0	1		Muy Alto
Interno	Jerarquía_de_red	Topología de red	98%	0	1		<b>VIABLE</b>
Interno	Recursos	Mano de obra no capacitada	2%	0	1		<b>Muy bajo</b>
Interno	tecnología_y_calidad_del_servicio	Switches en mal estado	5%	0	1		<b>Muy bajo</b>
Externo	Proveedor	Requerimiento de costo	45%	0	1		Muy Alto
Interno	Infraestructura	Estado físico del cableado horizontal	69%	0	1		Muy Alto

## ☛ DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORECTIVO

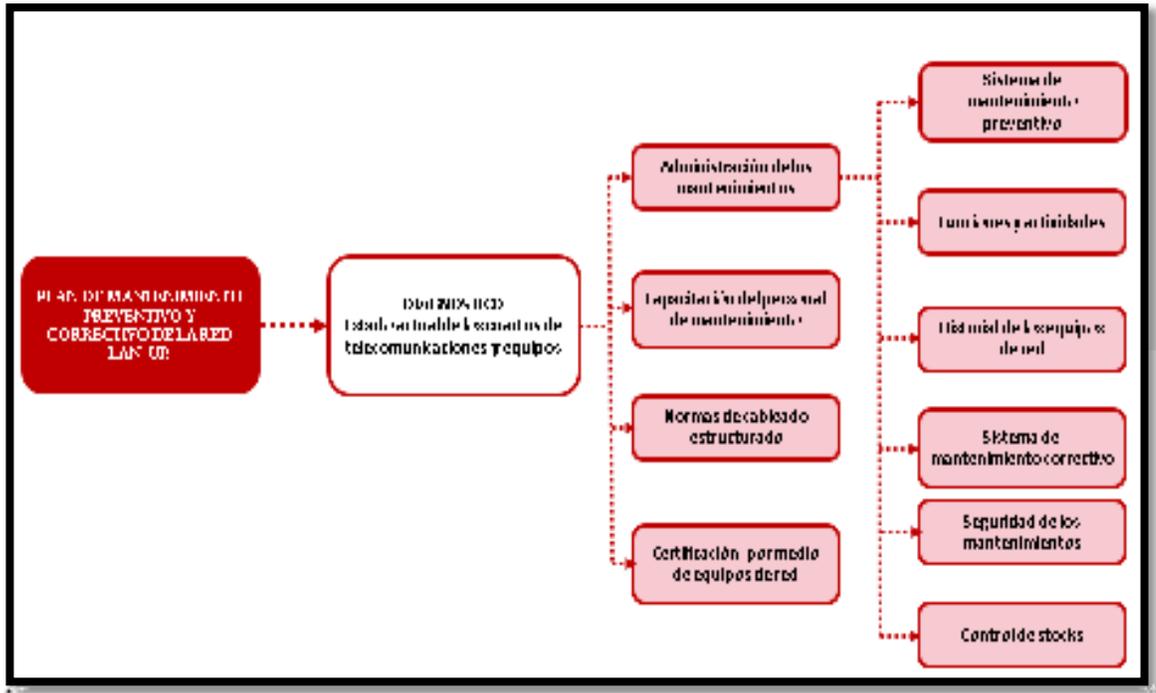
El plan de mantenimiento se ejecutó en los cuartos de telecomunicaciones de los bloques JG, ER, EC, RC escogidos según la información recolectada en base a la verificación de los puntos principales de la red de datos de la sede principal de la Universidad de Pamplona. En la ejecución se acordó un acotamiento en el trabajo por factores de presupuesto y tiempos de trabajo del proyecto, ya que no se podría reestructurar los 12 bloques que conforman el campus universitario, por tal motivo los bloques restantes quedarían como trabajo propuesto para ejecutarse por los ingenieros de la dependencia de infraestructura tecnológica.

El plan de mantenimiento preventivo y correctivo se desarrolló como objeto de guía y preparación para el personal encargado de la administración del cableado estructurado que conforma la red en el campus universitario. Este va ligado a las normatividades de cableado estructurado diseño por el ANSI/TIA/EIA, que garantizan un funcionamiento eficiente sin interrupciones por problemas de mantenimientos presentes en la infraestructura de red, esto quiere decir que el sistema es escalable dependiendo a las necesidades de la empresa en este caso la universidad de pamplona, por tanto, su estructura lógica va ligado a ser un sistema jerárquico para su correcta administración.

Teniendo en cuenta a las características que presenta la red en sus nodos principales y las normatividades de cableado estructurado en administración de la red, puesta a tierra, aislamiento anti ruidos electromagnéticos, ponchado en fibra óptica y par trenzado, etiquetado y registro se diseñó unas series de pasos secuenciales para la intervención, organización, jerarquización y peluqueo de los racks en toda su estructura física que forma los puntos principales de red en los bloques eliminando sobrecargas en los equipos de red como los switches de distribución y los switches de acceso.

En la **figura 49** se muestra el mapa conceptual para un plan de manteamientos preventivo y correctivo para la red LAN cableada de la universidad de pamplona especificando los procedimientos que se deben tener en cuenta para que la ejecución de las tareas por parte del personal encargado de la red sea el adecuado.

Figura 50. Mapa conceptual del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.



Fuente: Autor

## 9.3.1 INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 9. Plan de mantenimiento

OBJETIVO	Garantizar la disponibilidad de la infraestructura red en todos sus sectores principales.
RESPONSABLE	Pasante de ingeniería electrónica e infraestructura tecnológica.
ALCANCE	A los recursos de la infraestructura red en los cuartos de telecomunicaciones de cada bloque como Hardware (computadores, unidades externas de almacenamiento, cableado de red LAN, topología de red, UPS, Switch de diferentes marcas, Router, Hub, equipos de fibra óptica, tipo de ponchado, tipo de conectores de fibra óptica y par trenzado, video conferencia.
DEFINICIONES	<p><b>Mantenimiento Preventivo:</b> Actividades de verificación y ajustes programados para reducir la probabilidad de falla de algún componente de la infraestructura red.</p> <p><b>Mantenimiento Correctivo:</b> Es la actividad resultado de un diagnóstico que requiere reinstalación o reemplazo parcial o total de alguno de los componentes de la infraestructura red.</p> <p><b>Diagnóstico Primer Nivel:</b> Diagnóstico que es realizado por los funcionarios especializados de la administración de la infraestructura red. En donde los funcionarios verifican el tipo de error en el menor tiempo.</p> <p><b>Diagnóstico Segundo Nivel:</b> Diagnóstico realizado por el proveedor contratado por la Superintendencia de Sociedades para realizar el mantenimiento correctivo.</p>

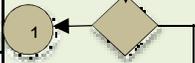
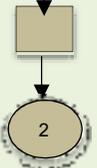
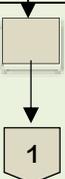
Fuente: autor

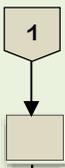
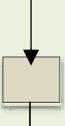
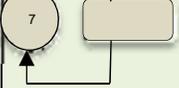
## 9.8.2 CONDICIONES GENERALES PARA LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS

- ❖ Habilitar fácil acceso al cuarto de equipo, disponiendo de buena iluminación y ventilación.
- ❖ Limpieza continúa en los cuartos de equipos, evitando suciedad garantizando la vida útil de los equipos.
- ❖ Herramientas necesarias que agilicen el proceso de mantenimiento en el rack.
- ❖ Chequeos continuos a los dispositivos presentes en el punto, verificando su estado físico y funcionamiento, efectuando de este modo las correcciones pertinentes.
- ❖ Diseño de etiqueta guía básica en caso de que no se encuentre un registro histórico del nodo disminuyendo tasa de errores en los mantenimientos.
- ❖ Desarrollo de modelo jerárquico en el rack dependiendo de la capacidad de ancho de banda que soportan los equipos reestructurados.
- ❖ Extracción de información relevante de las conexiones en el rack como medidas de los cables de conexión directa, categoría de cable y tipo de ponchado y herramientas necesarias para la fabricación de los Patch Cord de conexión directa en el nodo de red.
- ❖ Implementación de modelo de organización en el rack, que permita el fácil acceso a los equipos gracias a la separación estandarizada entre ellos, distribuidos parcialmente por el ancho de banda, generando una guía para el personal de mantenimiento.
- ❖ Utilizando el etiqueto guía, se hacen las conexiones de cada enlace de los switch a Patch panel para conectar el cableado horizontal que llega a cada uno de los puntos de red de los usuarios.
- ❖ Diseño de etiqueta que cumpla con los requisitos normativos para el cableado estructurado que resuma información específica de cada enlace de red presentes en el nodo reestructurado.
- ❖ Montado del etiquetado con normativas garantizando la disminución de tiempo en los mantenimientos por el personal encargado.
- ❖ Inspección continúa de los puntos reestructurados en la red, llevando registro del comportamiento del tráfico de datos y la eficiencia de la red.

**La tabla 13**, muestra cómo se debe abordar los mantenimientos en una infraestructura de red, diseñadas en un flujo grama para mayor interpretación de las tareas que necesita el ingeniero para poner realizar un mantenimiento preventivo o correctivo según la necesidad del cuarto de telecomunicaciones que se desee intervenir.

Tabla 10. Actividades mantenimiento

Flujo grama	Act. N°	Descripción	Responsable
	1	<b>¿Es mantenimiento preventivo o correctivo?</b>	
	2	<b>Aviso de ejecución de mantenimiento Preventivo</b> Informar a los coordinadores del proyecto y jefes de oficina de cada bloque del campus universitario.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	3	<b>Mantenimiento preventivo</b> Ejecución de mantenimiento preventivo en la infraestructura de red por parte del personal encargado.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	4	Verificar la correcta prestación del servicio de la infraestructura de red por parte de los usuarios	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	5	Actualizar la ejecución de más planes de Mantenimientos si la infraestructura lo necesita.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	6	<b>Monitorear y controlar el plan de mantenimiento:</b> Semestralmente se debe realizar una verificación al cumplimiento del plan de mantenimiento y presentar informe.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	7	<b>Gestionar mantenimiento correctivo</b> Solicitud escrita a la dependencia encargada de la estructura de red para la <b>gestión de los recursos</b> necesarios.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	8	Asignación de las tareas de mantenimientos pertinentes al personal especializado quien atiende el requerimiento.	Coordinador del Grupo de ingenieros.

	9	Requiere la adquisición de hardware o Software de repuesto y se inicia el proceso de mantenimiento.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	10	Se espera hasta contar con el material y herramientas necesarias para el mantenimiento correctivo.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	11	Revisar que el equipo se encuentra en Perfecto estado y funcionando correctamente.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	12	Seguimiento de cada tarea ejecutada hasta su cierre.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	13	El coordinador califica la prestación del servicio en el momento del cierre.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	14	<b>Información del procedimiento realizado</b> Archivar adecuadamente los formatos que entrega el personal que realiza el mantenimiento correctivo.	Coordinador del Grupo de ingenieros.
	15	Fin.	

Fuente: Autor

Para reforzar el objetivo 2 del diseño de un plan de mantenimiento se realizó un manual interactivo de mantenimiento en donde se explican con detalles los procedimientos de mantenimiento alusivos a los cuartos de telecomunicaciones desde el sector de administración por parte del coordinador de infraestructura tecnológica hasta el sector logístico y aplicación de los mantenimientos. **Ver 7 anexo manual de mantenimientos.**

## 9.7 RESTRUCTURACIÓN DE RED

La verificación realizada en el campus universitario, arrojó un sistema deteriorado en la capa física exactamente en las ramificaciones principales de cada bloque, mostrando infracciones en normativas de cableado. El sistema de red de nuestra institución no cumplía con las normas establecidas por la ANSI/TIA/EIA por tanto el estándar 802.3 estaba siendo infringido en ciertos sectores como administración, organización, mantenimiento, data

básica de los equipos y registro de todos los puntos funcionales por bloques en el campus universitario.

Teniendo en cuenta a la extensión de la red, al presupuesto de la universidad de Pamplona y la disposición en tiempo del pasante de ingeniería electrónica se llevó a un mutuo acuerdo en donde se acotaría el trabajo realizado por esta persona para agilizar su trabajo y en su proceso crear una base real para que el personal que administra la red continúe con los procesos de mantenimientos y así enlazarlo con el proyecto lineamiento de fibra óptica que se ejecutaría al tiempo para potencializar la red.

A continuación, se describirá el trabajo realizado de reestructuración en los cuartos de equipos de los bloques escogidos según la verificación en el apartado anterior mostrando un antes y un después.

### **8.7.1 REESTRUCTURACIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES RC, ER, EC Y JG**

La intervención del cuarto de equipo se ejecutó siguiendo el protocolo de seguridad, y las necesidades del servicio de red, se realizó primero la adecuación de espacio en el cuarto, extrayendo todo el material innecesario que no corresponde a la infraestructura de red, organizando y clasificando a su vez el material necesario para los mantenimientos del mismo, preparando el rack y los equipos como los switches, los patch panel, adaptadores, UPS con acciones de limpieza para alargar su vida útil y su eficiencia, desarrollando al paso la performance del espacio según como lo indica la norma ANSI/TIA/EIA-569-A.

Se realizó un análisis exhaustivo del estado del rack, los equipos presentes en el mismo y las conexiones de la estructura de red, llegando a una conclusión de que el rack y algunos equipos no estaba en condiciones para soportar un mayor ancho de banda que amplié su cobertura por esta razón se necesitaba ejecutar el plan de reestructuración.

La reestructuración del rack se ejecutó al mismo tiempo en el que el personal administrativo y los estudiantes de este bloque estaban realizando sus labores diarias, este procedimiento se realizó así para ir corrigiendo al paso cada problema presente en la red.

Un análisis de jerarquización de los equipos ayudó mejorar el espacio en el rack, para luego preparar el material necesario para la reorganización del mismo, es decir los patch cord de categoría 6. Los patch cord se diseñaron con la dimensión indicada por norma **ANSI/TIA/EIA-568-B** de 50 cm para el rack, para que la interferencia entre cables sea lo más mínimo y así la atenuación se pueda desprestigiar. El patchado realizado fue tipo A siguiendo el protocolo de manipulación del cableado UTP trenzado, los equipos se dimensionaron unos de otros por medio de organizadores, manteniendo la jerarquía de los equipos.

El reorganizamiento del rack se aplicó uno a uno comprobando cada enlace por medio del probador certificado de redes LAN de la empresa **fluke networks**, equipo que me proporcione la dependencia de infraestructura tecnológica. Por disposición de tiempos de los ingenieros de servidores de la universidad y del pasante, no se pudo organizar los patch panel para que correspondan los 24 puertos del mismo a un switch y así sucesivamente con los demás enlaces ya que no se contaba con la data de los puestos de trabajo del bloque, este inconveniente se reflejaría en más tiempo para terminar este proyecto por esto se dejara como propuesta para que así se siga mejorando el sistema de red.

La administración de infraestructura de telecomunicaciones no era la adecuada, no se contaba con la identificación de cada uno de los sub sistemas basados en etiquetas, código y colores, por ende, era una tarea extenuante para el personal encargado de la administración de la red mantener funcionales cada punto de equipo para los usuarios, estas fallas se presentaban específicamente en el cableado horizontal del edificio. Teniendo en cuenta la necesidad de identificar cada uno de los puntos red en el bloque, se tomó la decisión de hacer la compra de un equipo para diseñar las etiquetas lo más profesional y duraderamente posible para que el trabajo realizado sea para largo plazo. El dispositivo es de la empresa **Dymo** diseñado para hacer etiquetas con caracteres alfabéticos, números y simbólicos que ayudaría a la identificación de los puntos siguiendo la norma de etiquetado **ANSI/TIA/EIA-606-A**, en este caso se aplicó la administración **clase III** que especifica una infraestructura con múltiples sitios o campus.

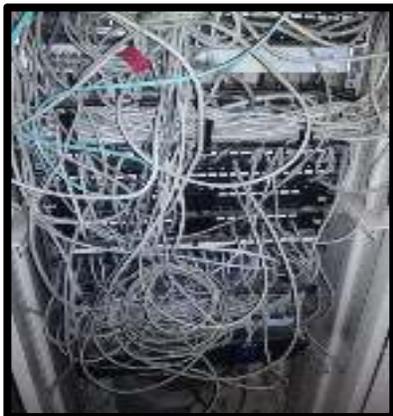
La información recolectado con las etiquetas de identificación ayudó a crear una ficha técnica del cableado horizontal, potencializando los mantenimientos preventivos y correctivos del cuartos de telecomunicaciones minimizando los tiempo de ejecución de los mismo por el personal de red sin afectar la calidad del servicios que la universidad ofrece a sus usuarios, lo anterior se realizó según como lo indica la norma **ANSI/TIA/EIA-606-A** que nos describe un sistema de cableado para edificios comerciales en este caso un campus universitario.

A continuación, se muestra en la **tabla 11** el antes y el después de los cuartos de telecomunicaciones reestructurados siguiendo las indicaciones de las normativas de cableado estructurado.

**Tabla 11. Bloques reestructurados bajos las normas de cableado estructurado**



**BLOQUE JG**



## BLOQUE EC



## BLOQUE RC



Fuente: Propia

### §.7.2 REGISTRO DE ETIQUETADO DEL BLOQUE RC

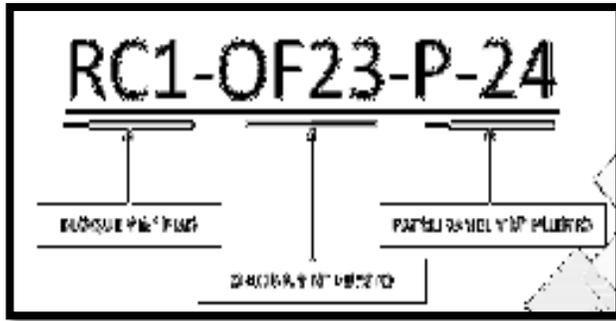
El etiquetado del bloque de registro y control se realizó teniendo en cuenta la norma EIA/TIA-606-A, especifica que todo subsistema de cableado horizontal tiene que tener un identificador exclusivo para cada terminación de hardware, cumpliendo con requisitos de escritura abreviada, protección contra el deterioro y adherencia especificado en la norma americana.

La norma EIA/TIA-606-A clasifica cuatro clases de instalación para rotulado y etiquetado en subsistemas de cableado horizontal en la cual se abordará la clase III para el etiquetado del bloque registro y control.

**Clase III.** Si el cableado estructurado se extiende a varios edificios entonces es obligatorio indicar en la etiqueta el edificio.

En la figura se muestra la estructura de etiquetado creada en la etiquetadora rotuladora de la marca Dymo.

Figura 51. Etiquetado RC



Fuente: Autor

En la tabla 12, se muestra el registro de etiquetado del bloque registro y control diseñado en la herramienta Excel, enfocado en el cuarto de telecomunicaciones de bloque con su cableado horizontal que llega a las oficinas de cada usuario.

Tabla 12. Etiquetado RC

### ETIQUETADO DEL REGISTRO Y CONTROL

CÓDIGO	BLOQUE	PISO	PATCH PANEL	PUERTO DEL PATCH PANEL	PUNTO DE EQUIPO	ETIQUETADO
1	RC	1	P0	1	OF-1	RC1-OF1-P0-1
2	RC	1	P1	1	OF-2	RC1-OF2-P1-1
3	RC	1	P0	2	OF-3	RC1-OF3-P0-2
4	RC	1	P1	2	OF-4	RC1-OF4-P1-2
5	RC	1	P0	5	OF-5	RC1-OF5-P0-5
6	RC	1	P0	4	OF-6	RC1-OF6-P0-4
7	RC	1	P1	7	OF-7	RC1-OF7-P1-7
8	RC	1	P0	8	OF-8	RC1-OF8-P0-8
9	RC	1	P0	10	OF-9	RC1-OF9-P0-10
10	RC	1	P1	3	OF-10	RC1-OF10-P1-3
11	RC	1	P1	14	OF-15	RC1-OF15-P1-14
12	RC	1	P0	16	OF-16	RC1-OF16-P0-16
13	RC	1	P0	17	OF-17	RC1-OF17-P0-17
14	RC	1	P0	18	OF-18	RC1-OF18-P0-18
15	RC	1	P0	19	OF-19	RC1-OF19-P0-19
16	RC	1	P1	19	OF-20	RC1-OF20-P1-19
17	RC	1	P0	20	OF-21	RC1-OF21-P0-20
18	RC	1	P0	21	OF-22	RC1-OF22-P0-21
19	RC	1	P0	24	OF-23	RC1-OF23-P0-24

20	RC	1	P0	22	OF-1	RC2-OF1-P2-1
21	RC	2	P2	1	OF-2	RC2-OF2-P2-2
22	RC	2	P2	2	OF-3	RC2-OF3-P2-3
23	RC	2	P2	3	OF-4	RC2-OF4-P2-4
24	RC	2	P2	5	OF-5	RC2-OF5-P2-5
25	RC	2	P2	6	OF-6	RC2-OF6-P2-6
26	RC	2	P2	7	OF-7	RC2-OF7-P2-7
27	RC	2	P2	8	OF-8	RC2-OF8-P2-8
28	RC	2	P2	9	OF-9	RC2-OF9-P2-9
29	RC	2	P2	10	OF-10	RC2-OF10-P2-10
30	RC	2	P2	11	OF-11	RC2-OF11-P2-11
31	RC	2	P2	12	OF-12	RC2-OF12-P2-12
32	RC	2	P2	13	OF-13	RC2-OF13-P2-13
33	RC	2	P2	14	OF-14	RC2-OF14-P2-14
34	RC	2	P2	15	OF-15	RC2-OF15-P2-15
35	RC	2	P2	16	OF-16	RC2-OF16-P2-16
36	RC	2	P2	17	OF-17	RC2-OF17-P2-17

Fuente: propia

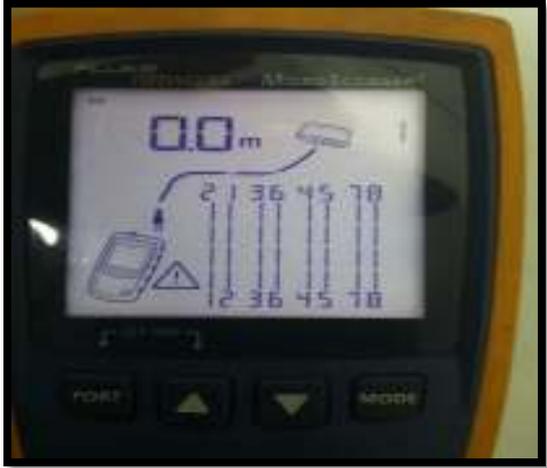
## 2.2 VERIFICACIÓN DE LOS NODOS DE RED RESTRUCTURADOS

Teniendo en cuenta la restructuración de los cuartos de telecomunicaciones del bloque RC, JG, ER, EC en base a la verificación de las normativas de cableado estructurado en la topología de red de cada rack y en su tendido de cableado horizontal, se garantizó por medio del Micro scanner de red de la empresa **fluke networks** cada uno de los patch cord creados para la restructuración de los mismo nodos, mostrando de forma comparativa el análisis del cableado antiguo con el nuevo tendido de enlaces en los rack, arrojando datos de fiabilidad del nuevo material implementado.

Los parámetros que se tuvieron en cuenta en este análisis fueron los siguientes

En la **tabla 13** se compara un patch cord del tendido antiguo con un patch cord del tendido actual mostrando que el enlace directo antiguo tenía líneas cruzadas provocando averías en los puntos de equipos para los usuarios como se visualiza en la LCD del equipo de red.

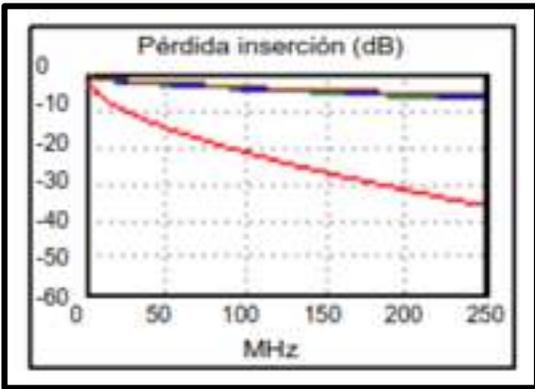
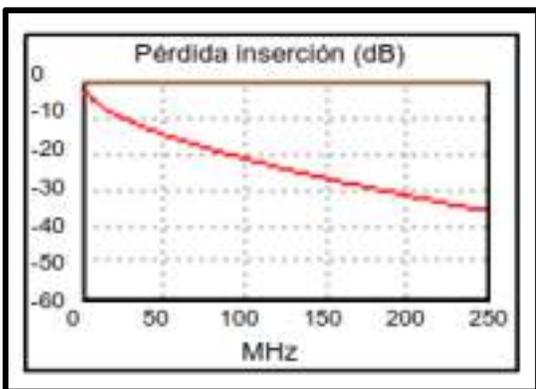
Tabla 13. Comparación del tendido antiguo con el actual.

TENDIDO ANTERIOR (PATCH CORD)	TENDIDO ACTUAL (PATCH CORD)
	

Fuente: Autor

En la **tabla 14** se muestra la pérdida de inserción o pérdida de potencia en (dB) según el ancho de banda soportado por el cable, comparando a las vez un enlace en buen estado y uno en mal estado analizado por medio del micro scanner de la empresa Fluke networks.

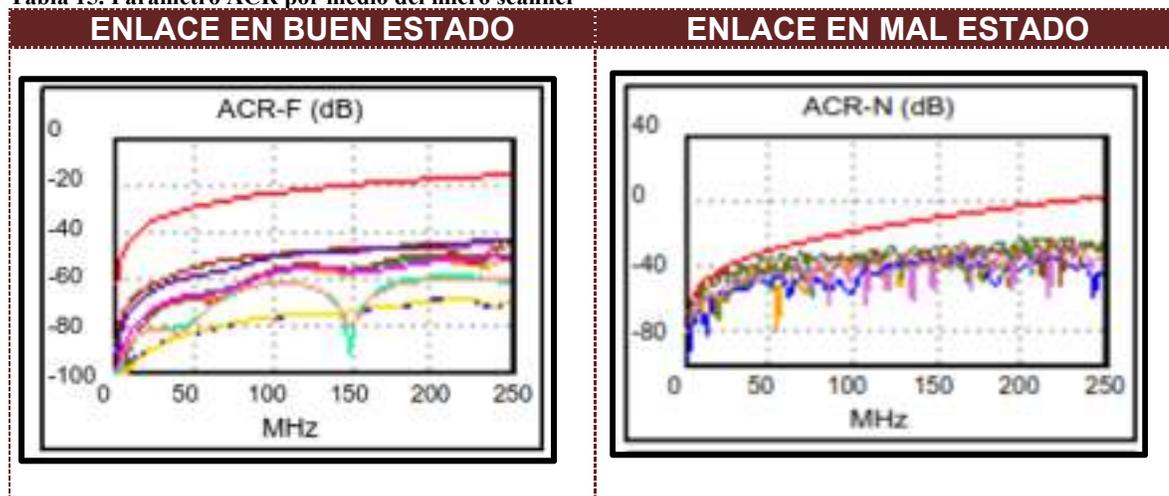
Tabla 14. Parámetro perdido de inserción por medio del micro scanner

ENLACE EN BUEN ESTADO	ENLACE EN MAL ESTADO
	

Fuente: Autor

En la **tabla 15** se compara la relación de atenuación de cruzamiento (dB) de un enlace directo en donde se muestra la comparación de un patch cord en buen estado y uno en mal estado físico por medio de la herramienta Micro scanner de la empresa fluke networks, analizando los niveles de interferencia en cuanto el ancho de banda que soporta dicho cable de conexión.

Tabla 15. Parámetro ACR por medio del micro scanner



Fuente: Propia.

En la **tabla 16**, se especifican parámetros ACR que se deben tener en cuenta para saber el margen del enlace y su valor en el peor caso para saber a qué límite puede llegar el mismo para su correcto funcionamiento, tomado por la herramienta de red micro scanner de fluke networks.

Tabla 16. Parámetros ACR

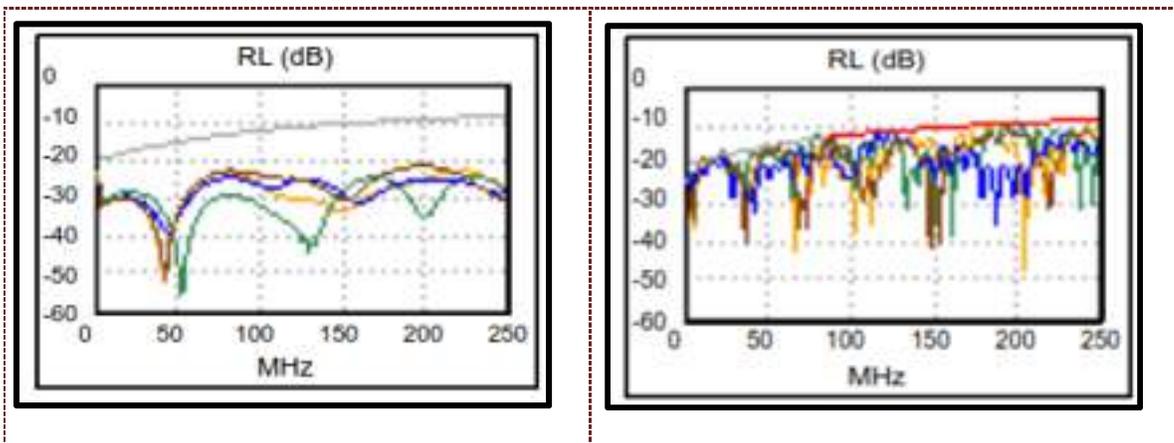
	Margen del peor caso		Valor del peor caso	
	Main	SR	Main	SR
Pasa				
Peor par	45-36	36-45	78-36	36-78
ACR-F (dB)	23.9	23.9	28.0	27.9
Frec (MHz)	1.0	1.0	249.0	248.5
Limite (dB)	63.3	63.3	15.3	15.4

Fuente: Propia.

En la **tabla 16**, se muestra la comparación de la pérdida de retorno dada en (dB) de un patch cord en buen estado y uno en mal estado, analizado por medio de la herramienta de red micro scanner fluke networks, especificando la tolerancia de pérdida del mismo.

Tabla 17. Parámetro de pérdida de retorno por medio del micro scanner





Fuente: Propia.

En la **tabla 18**, se especifican parámetros RL que se deben tener en cuenta para saber el margen del enlace y su valor en el peor caso para saber a qué límite puede llegar el mismo para su correcto funcionamiento.

**Tabla 18. Parámetros RL**

Pasa	Margen del peor caso		Valor del peor caso	
	Main	SR	Main	SR
Peor par	12	45	78	78
RL (dB)	3.9	5.2	12.4	8.4
Frec (MHz)	1.0	1.0	193.0	77.0
Limite (dB)	19.0	19.0	9.1	13.1

Fuente: Propia.

## 2.2 DISEÑO DE RED

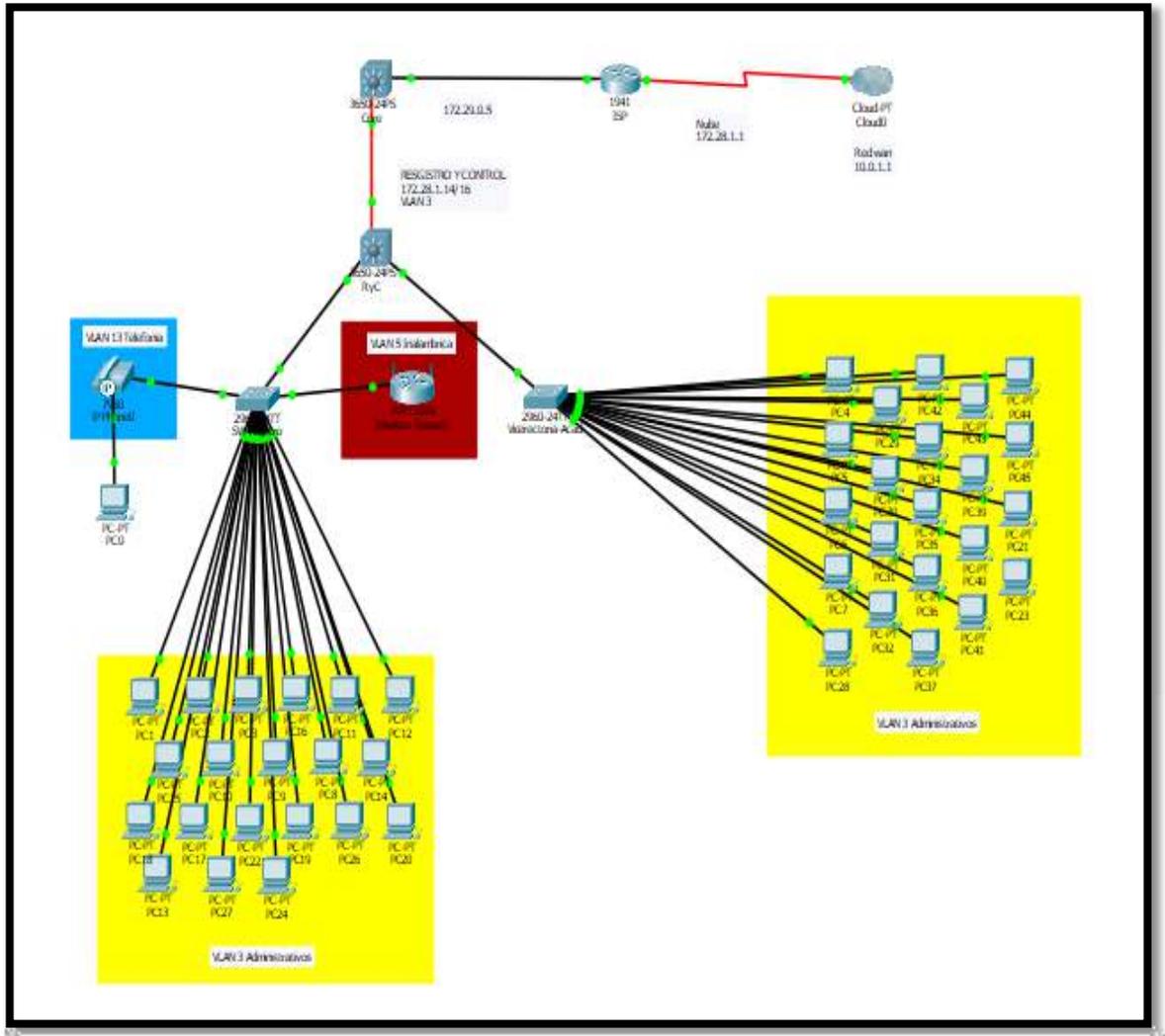
En el bloque de registro y control se diseñó una estructura lógica en base a la topología de red actual del bloque. Este diseño se realizó en el software packet tracer de la empresa Cisco con el que la universidad está asociado a sus servicios en diferentes ámbitos referentes a redes y comunicaciones. La interfaz de packet tracer es muy eficiente e interactiva cuando se trata de diseño y simulaciones de red con sus diferentes jerarquías en equipos y conexiones, que le aporta al programador una estructura realista de su trabajo.

El nodo del bloque registro y control es una extensión de la topología en estrella que maneja la universidad de pamplona en su sede principal. Esta estructura de red está conformada por el Core 3650 dispositivo que se encuentra en el cuarto de servidores en donde llega el enlace directa del proveedor de internet, el cual es conectado al switch multinivel por medio de la tecnología de fibra óptica, esta señal óptica que conforma los paquetes de datos y voz son convertidas a señales eléctricas para poder transmitir las por la tecnología de par trenzado por medio de los switch 2960 en donde los enlaces resultantes van conectados a los Patch panel que conecta el cableado horizontal que llega a cada una de las oficinas del bloque analizado.

El diseño topológico de la red es un sistema jerárquico conformado en tres capas capa Core "Núcleo", capa de distribución y capa de enlace como lo indica Cisco. Esta organizado en tres VLAN como se aprecia en la **figura 51**, VLAN 3 de administradores, VLAN 5

inalámbrica y VLAN13 de telefonía. Este sistema de LAN virtuales son para administrar mejor la capa lógica y las configuraciones de los equipos, pero esta estructura de red presenta fallos de diseños lógico porque a pesar que es un sistema jerárquico es una configuración de red plana es decir no tiene redundancia entre los demás bloques por tanto si el enlace principal falla el sistema de red en todo el bloque se cae dejando sin servicio a cada uno de sus usuarios, además se puede agregar al diseño seguridad en los puertos y mejorar la escalabilidad de la red.

Figura 52. Topología RC diseñada en packet tracer



Fuente: Autor

El diseño de red consta de dos etapas:

### 9.5.1 REDISEÑO DE LA ESTRUCTURA TOPOLOGÍA DEL BLOQUE REGISTRO Y CONTROL

La estructura de red descrita anteriormente se diseñó en el programa packet tracer en base al análisis realizado al sistema que está presente en el bloque, con la finalidad de mantener un servicio eficiente y continuo para los usuarios, minimizando la tasa de fallos en el cuarto de telecomunicaciones y en el cableado horizontal que se expande en el bloque.

La estructura lógica del bloque registro y control se compone de tres capas, capa núcleo, capa de distribución y capa de enlace. La capa de núcleo es la parte central de la red en donde los procesos referentes a envío de paquetes deben de hacerse más rápido sin interrupciones en donde se aplicó el protocolo Ethernet Chanel para unificar el ancho de banda de los enlaces troncales que se unen a la capa de distribución, la capa de distribución provee acceso basado en políticas es decir es donde se implementan los enrutamientos entre VLANs, seguridad y listas de acceso y la capa de acceso es la que nos da conectividad a los dispositivos finales como pc, impresoras, teléfonos Router etc.

Agregando un enlace a la estructura de red presente en el bloque, exactamente conectando por fibra óptica el switch multinivel del bloque registro y control con el switch multinivel del bloque SB se logra tener un sistema redundante que se activa con el protocolo spinning tree habilitando o deshabilitando temporalmente la redundancia o bucle para evitar broadcast que generan un efecto avalancha que consume el ancho de banda presente en el enlace, este proceso se hace por medio de la comunicación de los switches que se están enviando continuamente paquetes BPDU verificando su estado, mejorando la eficiencia de los dos bloques, disminuyendo la caída de servicios de internet y voz como se aprecia en el mapa lógico diseñado posteriormente, además se logra tener un sistema escalable si el bloque lo necesita.

En la figura 53 se visualiza el rediseño de la topología de red del bloque de registro y control.



## 9.9.2 ESTRUCTURA FÍSICA DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA

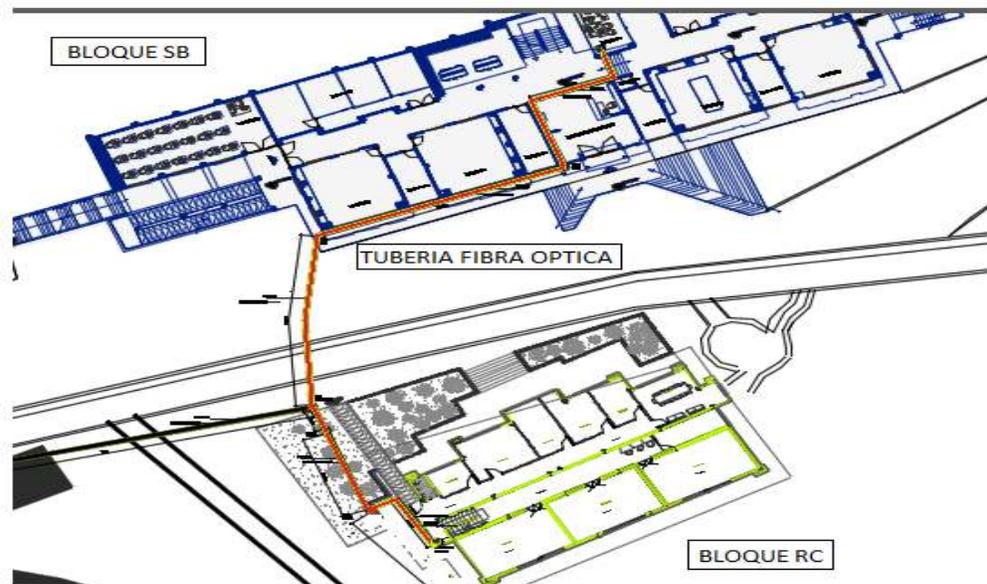
La estructura física existente entre los bloques SB y RC, en instalada con materiales de la empresa Pandiut tipo tubería para cableado de red, la distancia del conducto es de 99.10 metros y su trayectoria se encuentran 5 cajas de registro de dimensiones 50 x 50 centímetros por donde se tiene la fibra óptica como enlaces troncales entre las dos infraestructuras.

Lo que se analizó en el diseño físico, para la redundancia entre bloques es el tendido de una nueva línea de fibra óptica conectada a los switches multinivel de distribución existente en los rack de cada cuarto de telecomunicaciones de los bloques registro y control "RC" y simón bolívar "SB", con esta modificación física y lógica se lograría aplicar al diseño jerárquico de red redundancia entre enlaces troncales estabilizando el tráfico y control de los paquetes de datos suministrados por servidores y a la vez disminuyendo posibles fallas entre enlaces principales que dejarían inoperables todo el cables horizontal presente en los bloques. Aprovechando la línea de equipos de la marca CISCO, el control de la redundancia se haría bajo el protocolo de enrutamiento spinning tree, cual se encargaría de activar y desactivar los enlaces para evitar los loop entre enlaces troncales y el consumo innecesario del ancho de bando producto a esta falla.

Para ubicarnos un poco en la estructura por donde se quiere pasar el nuevo tendido de fibra óptica se diseñó un bosquejo en el programa AUTOCAD de la infraestructura de los bloques registro y control, simón bolívar y el conducto que comunica los dos cuartos de telecomunicaciones en donde se está enfocando este diseño, con este análisis podemos estimar los costos en equipos, materiales y de mano de obra que necesita entre proyecto para poder ejecutarse en su totalidad.

A continuación, se muestra en la figura 43, un fragmento del diseño en AutoCAD para más entendimiento del diseño:

Figura 54. Estructura tubería fibra óptica



Fuente: Autor

## 5.2.3 COSTO DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA

Cable dieléctrico para exteriores, de 8 fibras ópticas monomodo en tubos activos holgados de PBT y tubos pasivos cableados recubiertos con material bloqueante del agua, elemento central de refuerzo, cubierta interior de polietileno, cabos de fibra de vidrio como elemento de protección anti roedores y de refuerzo a la tracción y cubierta exterior de polietileno de 13,6 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de sujeción.

La **tabla 19**, muestra el análisis de costos que conllevaría la ejecución del proyecto.

**Tabla 19. Presupuesto Diseño**

Código	unidad	Descripción	Valor cantidad	Unitario	Valor parcial
<b>MATERIALES</b>					
1 mt40foc030a	M	Cable dieléctrico para exteriores, de 8 fibras ópticas monomodo en tubos activos holgados de PBT y tubos pasivos cableados recubiertos con material bloqueante del agua, elemento central de refuerzo, cubierta interior de polietileno, cabos de fibra de vidrio como elemento de protección anti roedores y de refuerzo a la tracción y cubierta exterior de polietileno de 13,6 mm de diámetro. Según EN 60794.	1000	2276,15	2276,15
<b>MANO DE OBRA</b>			Subtotales materiales		2.276,15
2 mo001 mo056	h	Oficial 1 instalador de telecomunicaciones.	0,056	20511,20	1128.6
	h	Ayudante instalador de telecomunicaciones.	0,056	14601,9	817.71
<b>HERRAMIENTA MENOR</b>			Subtotal mano de obra:		1966,3
3	%	Herramienta menor	2000	4242,49	84.85
*Coste de mantenimiento decenal 346,19 en los primeros 10 años				Costos directos (1+2+3): 4327,34	

Fuente: Autor

## 10.RESULTADOS

Se realizó un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en la red de datos de la universidad de pamplona en base de las normativas de cableado estructura que avala el estándar de red 802.3 de redes LAN.

Para el plan de mantenimiento se desarrollaron 8 ítems que se describirán a continuación:

### 10.1 VERIFICACIÓN

Se verificó el cumplimiento del estándar y las normativas de cableado estructurado en la red de datos de la universidad de pamplona por medio de la herramienta Excel. **Ver anexo 1 “Diagnostico general del cableado estructurado”.**

### 10.2 PLAN DE MANTENIMIENTO

Se desarrolló un plan de mantenimiento correctivo y preventivo en la red, enfocado a los cuartos de telecomunicaciones escogidos según el diagnóstico realizado en Excel. **Ver anexo 1 “Diagnostico general del cableado estructurado”.**

### 10.3 APLICACIÓN DE LAS NORMATIVAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Se aplicó las normativas de cableado estructurado a los nodos de red escogidos para reestructurar, aplicando el plan de mantenimiento hecho anteriormente.

Cada bloque presenta infracciones en normativas de cableado estructurado y aplicando las normas ANSI/EIA/TIA-568-A, ANSI/TIA/EIA-568-B, ANSI/TIA/EIA-606-A y ANSI/TIA/EIA-607, ahora cumplen con los requerimientos de calidad. **Ver tabla 20 “Comparación de reestructuración de rack”.**

### 10.4 INFORME TECNICO

Se elabora un informe técnico que describiera información detallada del proceso del plan de mantenimiento, seleccionado información relevante del paso a paso de la reestructuración que se realizó a los racks en cada bloque intervenido. **Ver anexo 2. “informe técnico”.**

### 10.5 VALIDACIÓN DE LOS CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES RESTRUCTURADOS

La certificación del nuevo tendido de enlaces directos en los rack de los bloque RC, ER, EC, JG se realizó con éxito por medio del equipo de red de altas prestaciones Micro scanner de la empresa fluke networks, el cual arroja datos precisos de parámetros que se deben tener en cuenta para los puntos de red para cada usuario funcionen de la mejor manera.

### 10.6 DISEÑO DE RED BLOQUE REGISTRO Y CONTROL

Se diseñó una estructura de red en el programa paket al nodo reestructurado de registro y control como apoyo a mejoras futuras, se tuvo en cuenta para el desarrollo de este diseño la topología vigente en el bloque y la necesidad de mejorar la eficiencia de red en

conectividad y operatividad por parte de los usuarios. Como apoyo a lo anterior se realizó un análisis físico determinando el costo del diseño si la universidad decide ejecutarlo. Ver **anexo 4 “packet tracer”**.

### **10.7 APLICACIÓN EN MYSQL, PHP Y HTML DEL MANEJO DE INFORMACIÓN**

Se diseñó un aplicativo en página web para fortalecer el mantenimiento preventivo y correctivo con el etiquetado de los bloques, creado en un gestor de base de datos MYSQL en donde se almacena toda información para bloques, pisos, oficinas, patch panel y puerto del patch panel que interpreta el etiquetado. La base de datos diseñada se direcciona con el lenguaje de programación PHP y HTML en donde se puede insertar información a la base de datos si se desea y extraer información para clasificarla y mostrar en página web por medio de consultas a la misma, además como medida de seguridad de la información se aplicó la tecnología QR en HTML para guardar el registro de etiquetado de cada enlace. Ver anexo 5. “aplicación web”.

### **10.8 INDICADORES DE EFICACIA DE MANTENIMIENTOS**

Se diseñó una tabla de indicadores de eficacia con la herramienta Excel que muestra en porcentajes el progreso que tuvo el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, visualizando en la barra azul el estado anterior de los cuartos de telecomunicaciones, en la barra naranja el estado actual de los cuartos de telecomunicaciones intervenidos y en la barra verde el índice que identifica el crecimiento, disminución o equilibrio en los cambios realizados de la reestructuración. Ver anexo 5. Excel  
La **figura 54**, muestra la tabla de indicadores diseñada en Excel.

Figura 55. Indicadores de eficacia

								
	Nombre de Evento	Descripción	Ponderación	Fuente de Información	JULIO		PUNTES	
					Puntos de cumplimiento	Puntos de no cumplimiento		
Fomento de eventos		Fomentar la realización de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Creación de eventos de carácter académico y cultural		Creación de eventos académicos y culturales de carácter académico y cultural.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Campaña de promoción de eventos académicos y culturales		Campaña de promoción de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Campaña de promoción de eventos académicos y culturales		Campaña de promoción de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Campaña de promoción de eventos académicos y culturales		Campaña de promoción de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Registro de eventos académicos y culturales		Registro de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO
Registro de eventos académicos y culturales		Registro de eventos académicos y culturales.	100	Reporte de Informes	100	0	100	AUMENTO

Fuente: Autor

## 11. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Al finalizar la implementación del trabajo en la dependencia de infraestructura tecnológica, la universidad de pamplona cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que se usará para mejorar la eficiencia en la red en los bloques no intervenidos, resaltando a su vez los mantenimientos pertinentes realizados en el cableado estructura de la red como pauta para las acciones futuras.

El plan de mantenimiento implementado sirve como objeto de guía para los ingenieros que administran la red en el campus universitario. Esta muestra el paso a paso de cómo intervenir la capa física de una red LAN que está en funcionamiento sin afectar la eficiencia de la misma, teniendo como soporte las normativas de cableado estructurado (ANSI/EIA/TIA-568-A, ANSI/TIA/EIA-568-B, ANSI/TIA/EIA-606-A y ANSI/TIA/EIA-607) en todos los componentes de la red.

A través de la herramienta Excel se diseñó un formato auto ajustable del diagnóstico de la red enfocado al estado anterior de los cuartos de equipos, diseñando un banco de información a los ingenieros que administran la red, además se utilizó el software Mikrotik para mirar el tráfico de red en los enlaces troncales que llegan a los bloques intervenidos y como aporte de mejoras se diseñó en packet tracer una mejora en la estructura topológica del bloque registro y control enfocado en la jerarquización de la red con redundancia, escalabilidad y seguridad en los puertos por medio del protocolo spinning tree .

Se levantó una data que reuniera información de la red enfocado en el registro de etiquetado diseñado según las normativas de cableado estructurado para redes LAN clase III en donde se aplicó a los bloques JG y RC como guía de implementación para los demás bloques.

Se diseñó un aplicativo web para fortalecer el mantenimiento preventivo y correctivo con el etiquetado de los bloques, creado en un gestor de base de datos MYSQL en donde se almacena toda información para bloques, pisos, oficinas, patch panel y puerto del patch panel que interpreta el etiquetado. La base de datos diseñada se direcciona con el lenguaje de programación PHP y HTML en donde se puede insertar información a la base de datos si se desea y extraer información para clasificarla y mostrar en página web por medio de consultas a la misma, además como medida de seguridad de la información se aplicó la tecnología QR en HTML para guardar el registro de etiquetado de cada enlace "patch cord". La tabla 20, muestra la interfaz del programa hecho en MYSQL, PHP, HTML para reforzar los mantenimientos en la red de la universidad de pamplona.

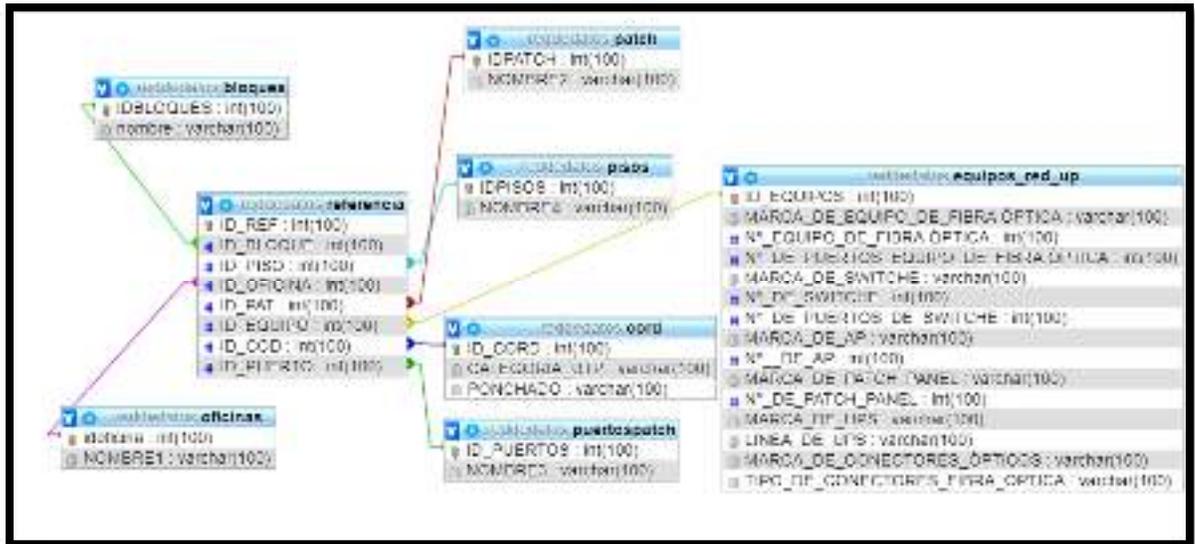
Tabla 20. Programa HTML de mantenimiento

INTERFAZ DE PROGRAMA EN MYSQL, PHP, HTML	
	
	
	
	

Fuente: Propia

En la **figura 56**, se muestra la estructura relacional de la base de datos creada en MYSQL para potencializar las consultas que se pueden hacer para extraer información del gestor de base de datos y así manipularla en páginas HTML por medio de la programación en PHP.

**Figura 56.** Estructura relacional en MYSQL



Fuente: Autor

## 12. CONCLUSIONES

- ❖ La implementación de un diagnóstico en la estructura de red LAN con protocolo 802.3, enfocado en la capa física y en los componentes que interactúan en ella, me permitió estructurar e implementar métodos de mantenimientos eficiente basados en normativas en diferentes áreas de cableado estructurados como son administración, rutas y espacios de telecomunicaciones, dimensionamiento, equipos, selección de medios de transmisión, etiquetados o registro y análisis de sistemas de protección.
- ❖ Se verificó la red de datos en el protocolo 802.3 de redes LAN, en base a las normativas de cableado estructurado (ANSI/EIA/TIA-568-A, ANSI/TIA/EIA-568-B, ANSI/TIA/EIA-606-A y ANSI/TIA/EIA-607) en todos sus componentes, fortaleciendo y dirigiendo los pasos a seguir para la elaboración de un plan de mantenimiento correctivo y preventivo en sus etapas de despliegue.
- ❖ Se elaboró un plan de mantenimiento con énfasis en las normativas de cableado estructurado desarrollando la dinámica de una correcta intervención de los bloques en todas sus etapas logísticas de restructuración, por medio de actividades organizadas como son etiquetado base, manejo de herramientas y equipos, limpieza de equipos y espacios de telecomunicaciones, análisis de hoja de característica de equipos, selección y preparación del medio de transmisión a implementar, jerarquización de la estructura presente en el rack, identificación, elaboración e implementación del etiquetado, mostrando un antes y después de la performance del cuarto de telecomunicaciones.
- ❖ Se certificó con la herramienta Micro scanner de fluke networks al medio de transmisión implementado (UTP categoría 6) en los nodos restructurados enfocado al cable de conexión directo patch cord demostrando el mapa de pares según el ponchado tipo A, los niveles de pérdida de inserción permitido, la relación de atenuación de cruzamiento y la pérdida de retorno pérdida en la materia del medio. Con este análisis se aseguró la durabilidad del nuevo tendido en los bloques intervenidos (RC, ER, EC, JG).
- ❖ Se diseñó en el programa Packet tracer de cisco una restructuración de red al bloque registro y control, enfocada en la topología en estrella presente en la universidad de pamplona, desarrollando mejoramiento en la capa física y en los ductos que soporta el tendido de red del enlace troncal, especificando en su etapa de implementación si es viables estas restructuraciones los costos asociado al mismo.
- ❖ Se desarrolló un aplicativo web en MYSQL, PHP Y HTML fortaleciendo al plan de mantenimientos desarrollado, sofisticando el manejo de información de los nodos principales en sus hojas características de cada cuarto de

telecomunicaciones y como mecanismo de seguridad se convirtió cada información del etiquetado de los bloques en código QR para luego ser imprimido y aplicado a cada uno de los enlaces de la distribución de los racks.

### **13.RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Se recomienda para mejorar la estructura jerárquica de los cuartos de telecomunicaciones una correcta distribución en el cableado horizontal que llega a los patch panel, llevando a una actualización del mismo desde la capa de enlaces y así clasificar que enlaces están activos por los usuarios para descartar los puntos antiguos de distribuciones de cableado horizontal de mantenimientos anteriores.

Para mejorar la eficiencia de los mantenimientos por parte del personal encargado se recomienda seguir el modelo de etiquetado para infraestructura clase III en donde se identifican todas las áreas del cableado estructurado y llevar un registro del mismo aprovechando una herramienta programada para hacer más versátil el manejo de la información de cada uno de los enlaces por bloques.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. S. J. G. I. D. C. E. E. U. U. P. A. S. D. L. C. D. México. H. S. G. Javier and Teapila Cuateco Rodrigo, "REESTRUCTURACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO EN UNA UNIVERSIDAD PRIVADA AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO," 2013.
- [2] E. N. MENDOZA, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE CÓMPUTO BAJO NORMAS INTERNACIONALES, APLICADAS PARA UN LABORATORIO DE REDES DE COMPUTADORAS," 2012.
- [3] A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, *Redes De Computadoras*. 2012.
- [4] C. G. E. GILBERT, "DISEÑO DE UN CABLEADO ESTRUCTURADO PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN DE DATOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CARHUAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2016.," 2009.
- [5] T. De la Fuente, "El modelo OSI y los protocolos de red," 2012, p. 22.
- [6] CISCO, "Información general de TCP/IP." .
- [7] U. De Valencia, *Redes de comunicación: Topología y enlaces*. 2007.
- [8] J. R. B. ANDRADE, "Análisis Y Propuesta De Criterios Tecnicos Para Diseños De Cableado Estructurado En Proyectos De Reestructuracion De Redes De Datos Y Servicios Agregados," 2014.
- [9] Nury Jessenia Borbor Malave, "Diseño E Implementacion De De Cable Estructurado De Laboratorio," 2015.
- [10] T. Barrenechea, "DISEÑO DE UNA RED LAN INALAMBRICA PARA UNA EMPRESA DE LIMA," 2012.
- [11] E. G. C. BELLO, *ESTANDARIZACION Y DOCUMENTACION DE LA RED LAN DE LA EMPRESA ALIMENTOS DEL VALLE S.A*, vol. 53, no. 9. 2013.
- [12] L. A. F. Óptica, "3. la fibra óptica 3.1.," 1977, pp. 0–5.
- [13] J. P. ZAPARDIEL, "DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO MEDIANTE FIBRA ÓPTICA," p. 83, 2014.
- [14] libro de Redes, "Redes y Cableado Estructurado," .
- [15] L. CastilloO, "Diseño De Infraestructura De Telecomunicaciones Para Un Data Center," p. 112, 2008.
- [16] L. Vaquera, V. Tutor, and R. B. Tortosa, "Proyecto de cableado estructurado para un edificio de oficinas," 2015.
- [17] J. Joskowicz, "Cableado estructurado," 2013.
- [18] *MANUAL DE CABLEADO ESTRUCTURADO*. .
- [19] T. STANDARD and ANSI/TIA-568-C.3-2008, *TIA Optical Fiber Cabling Components Standard*, vol. 3, no. June. 2008.
- [20] M. R. M. Batz, "El cableado estructurado: una más de las instalaciones especiales dentro del desarrollo sistemático de la arquitectura moderna.," 2005.
- [21] Anexo7, "cableado estructurado cat 6 (voz y datos)." .
- [22] L. F. V. Copa, "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y DOCUMENTAR LA ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL LABORATORIO," 2013.

- [23] cisco, *Diseño de red jerárquica*. .
- [24] Gustavo Fabián Spadaro, "Diseño de red WAN," 2012.
- [25] ZAILY LUCÍA SEQUEDA ANGARITA WILLIAM ANTONIO ARTEAGA PICO, "DISEÑO Y MONTAJE DE LAS PRÁCTICAS DE CONFIGURACIÓN DEL ROUTER Y ACL PARA EL LABORATORIO DE REDES DE LA CUTB," 2003.
- [26] J. A. Gonz and C. A. Vanegas, "LA SEGURIDAD EN LAS REDES DE COMUNICACIONES SECURITY IN COMMUNICATION NETWORKS."

## 15. ANEXOS

Se creó una carpeta que contiene todos los anexos que respaldan el proyecto de plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de datos de la universidad de pamplona.

**Anexo1.** Diagnostico general del cableado estructurado.

**Anexo2.** Informe técnico up.

**Anexo 3.** Trafico de red.

**Anexo 4.** Packet tracer.

**Anexo 5.** Indicadores.

**Anexo 6.** Aplicativo web

**Anexo 7.** Manual de mantenimiento