



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA DEL
MILENIO SIMÓN PLATA TORRES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico

AUTOR: Andy Patricio González Aguayo
TUTOR: Juan Carlos Domínguez Ayala

Quito-Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Andy Patricio González Aguayo con documento de identificación N° 1309837183 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de julio del año 2022

Atentamente,



Andy Patricio González Aguayo

1309837183

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Andy Patricio González Aguayo, con documento de identificación N° 1309837183, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del trabajo de titulación intitulado: “Diseño de la red de campus para la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de julio del año 2022



Andy Patricio González Aguayo

1309837183

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Domínguez Ayala con documento de identificación N° 1713195590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO SIMÓN PLATA TORRES, realizado por Andy Patricio González Aguayo con documento de identificación N° 1309837183, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de julio del año 2022

Atentamente,



Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc.

1713195590

DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a mis padres, aunque uno de ellos ya está gozando de la paz eterna, dedicó la mayor parte de su tiempo en apoyarme y tengo la seguridad que todavía lo hace.

La que todavía está conmigo ha sido un vital apoyo para culminar esta etapa de formación, y más que un logro mío es de ellos y para ellos.

Andy Patricio González Aguayo

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque a pesar de tantas pruebas puestas ha sido mi soporte para llegar hasta aquí.

A mi pequeña familia, abuela, mamá y hermano porque a pesar de las vicisitudes sucedidas seguimos al pie de lucha.

A mi tutor el Ing. Juan Carlos Domínguez, por su apoyo, su paciencia y su colaboración en la realización de este proyecto.

A la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres por abrirme las puertas para realizar mi proyecto de titulación, de la misma forma al personal docente de la jornada vespertina por el cariño mostrado en el proceso.

A mis amigos que siempre estuvieron pendiente, en fin, a cada una de las personas que estuvieron presente, ya que si me pusiera a nombrar a todos realizaría otro capítulo.

Andy Patricio González Aguayo

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación	1
1.3 Delimitación geográfica del plantel educativo.	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo General.....	2
1.4.2 Objetivos Específicos	2
1.5 Metodología.....	3
CAPÍTULO 2	4
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1 Reseña	4
2.2 Ciclo de vida PPDIOO.....	4
2.3 Metodología Top-Down Network	4
2.4 Línea base.....	4
2.5 Modelo OSI	4
2.6 Site Survey.....	4
2.7 Diseño de redes	5
2.7.1 Modelo jerárquico empresarial	5
2.7.2 Núcleo colapsado	5
2.8 Cableado estructurado	5

2.9	Análisis de costos	6
2.9.1	Costo – beneficio.....	6
2.9.2	VAN.....	6
2.9.3	TIR.....	6
CAPÍTULO 3	7
LINEA BASE UEMSPT	7
3.1	Usuarios de la UEMSPT.....	7
3.2	Descripción de la red.....	7
3.3	Capa física	7
3.3.1	Distribución de usuarios UEMSPT.....	8
3.4	Capa de enlace	9
3.4.1	Distribución de racks	9
3.4.2	Cuarto centro de datos rack principal.....	9
3.4.3	Distribución de Access Point	10
3.5	Capa de red	10
3.5.1	Direccionamiento	10
3.5.2	Enrutamiento.....	10
3.6	Análisis de tráfico.....	11
3.6.1	Tráfico red LAN.....	11
3.7	Capa sesión y presentación	12
3.8	Capa aplicación.....	12
3.9	Cobertura inalámbrica	12
3.9.1	Technical Site Survey	12
3.9.2	Mapas de calor	12
3.9.3	Frecuencias	15
3.10	Requerimientos	16
CAPÍTULO 4	17
DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS UEMSPT	17
4.1	Metodología.....	17
4.2	Análisis de Requerimientos.....	17
4.3	Diseño de la red de campus.....	18
4.4	Diseño lógico de la red LAN Y WLAN.....	18
4.4.1	Núcleo Colapsado.....	18
4.4.2	Capa de acceso.....	18
4.4.3	Cantidad de usuarios para la red LAN y WLAN	18

4.4.4	Diseño red lógica LAN	19
4.4.5	Dispositivos de capa 2	20
4.4.6	Diseño red lógica WLAN	20
4.4.7	Dimensionamiento red WLAN.....	20
4.4.8	Tecnología WLAN	21
4.4.9	Ancho de banda para los usuarios.....	21
4.4.10	Número de Access Point.....	21
4.4.11	Segmentación de la red LAN y WLAN	22
4.4.12	Direccionamiento IPv4 de la red LAN y WLAN.....	23
4.4.13	Direccionamiento IPv6	23
4.4.14	Topología Lógica IPv4/IPv6 de la red	24
4.5	Selección de Equipos.....	24
4.5.1	Cuadrante de Gartner	24
4.5.2	Selección de equipos red WLAN.....	25
4.5.3	Ubicación de los Access Point	26
4.5.4	Selección de equipos para la red LAN	27
4.5.5	Switch de Núcleo Colapsado.....	27
4.5.6	Switch de acceso	28
4.5.7	Transceptor	29
4.6	Diseño físico de la red.....	29
4.6.1	Diseño de cableado estructurado	29
4.6.2	Cableado vertical o backbone F.O.....	29
4.6.3	Cableado horizontal.....	31
4.6.4	Cuarto principal de telecomunicaciones.....	32
4.6.5	Sistema de puesta a tierra.....	33
4.6.6	Área de trabajo	33
4.6.7	Bandejas perforadas.....	33
4.6.8	Tubería Conduit para cableado horizontal.....	33
4.6.9	Bandejas metálicas con tapa para laboratorios de tecnología	34
4.6.10	Cálculo de recorrido de distancias de cableado horizontal	35
4.6.11	Cálculo de recorrido de distancias de cableado vertical	38
4.7	Ubicación de equipos y recorrido de cableado.....	38
4.8	Distribución del equipamiento activo	39
CAPÍTULO 5		41
SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS		41

5.2.1	Configuración básica y administración remota.....	41
5.2.2	Configuración VTP	42
5.2.3	Configuración para las VLANs con su respectivo nombre.....	43
5.2.4	Configuración de subredes para cada VLANs.....	43
5.2.5	Configuración DHCPv4 Y DHCPv6	44
5.2.6	Configuración de protocolo de enrutamiento	44
5.2.7	Configuración de Ethernet Channel.....	45
5.2.8	Configuración Port Security.....	45
5.2.9	Configuración de ACLs	46
5.2.10	Configuración HSRP	46
5.2.11	Configuración VLAN nativa	47
5.2.12	Pruebas de comunicación.....	47
5.3	Análisis de costos	48
5.3.1	Costos del equipamiento	48
5.3.2	Costos de implementación	48
5.3.3	Costo total del proyecto	49
5.3.4	Valor actual neto (VAN).....	49
5.3.5	Tasa interna de retorno (TIR).....	51
5.3.6	Periodo de recuperación de capital (PRC).....	51
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES		54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		55
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Localización de la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres.....	2
Figura 3. 1 Red actual UEMSPT.....	8
Figura 3. 2 Rack principal cuarto de Telecomunicaciones UEMSPT.....	9
Figura 3. 3 Tráfico de interfaz WAN de la UEMSPT.....	11
Figura 3. 4 Tráfico de interfaz LAN de la UEMSPT.....	11
Figura 3. 5 Mapa de calor del área de referencia de la UEMSPT.....	13
Figura 3. 6 Mapa de calor del área de Aulas y Ciencias de la UEMSPT.....	14
Figura 3. 7 Mapa de calor del área de Comedor y Cancha Futbol de la UEMSPT.....	14
Figura 3. 8 Mapa de calor del área de Educación Inicial de la UEMSPT.....	15
Figura 4. 1 Metodología de red.....	17
Figura 4. 2 Cuadrante de Gartner año 2021.....	24
Figura 4. 3 Recorrido de cableado para el aula A1.....	35
Figura 4. 4 Recorrido Laboratorio de Computación 1.....	36
Figura 4. 5 Rack Principal de la UEMSPT.....	39
Figura 4. 6 Equipamiento en Rack de 24 U.....	40
Figura 4. 7 Etiquetado dentro de la Red.....	40
Figura 5. 1 Topología de la red diseñada en el software Packet Tracer.....	41
Figura 5. 2 Configuración básica y SSH en los equipos.....	42
Figura 5. 3 Configuración de VTP.....	42
Figura 5. 4 Configuración VLANs.....	43
Figura 5. 5 Asignación de direcciones IP en las VLANs.....	43
Figura 5. 6 Configuración de DHCPv6.....	44
Figura 5. 7 Configuración de OSPF.....	44
Figura 5. 8 Configuración de Ethernet Channel.....	45
Figura 5. 9 Configuración de Port Security.....	45
Figura 5. 10 Configuración de ACLs.....	46
Figura 5. 11 Configuración HSRP.....	46
Figura 5. 12 Configuración Vlan nativa.....	47
Figura 5. 13 Prueba de comunicación entre VLANs.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Distribución de Racks en la UEMSPT	9
Tabla 3. 2 Distribución de Access Point dentro de la UEMSPT.....	10
Tabla 3. 3 Colores características de niveles de potencia de señal.....	12
Tabla 4. 1 Equipos SW de capa 2.....	20
Tabla 4. 2 Usuarios red WLAN	20
Tabla 4. 3 Ancho de banda acorde a los servicios.	21
Tabla 4. 4 Segmentación VLAN UEMSPT.	22
Tabla 4. 5 Direccionamiento IPV4.	23
Tabla 4. 6 Direccionamiento IPv6.....	23
Tabla 4. 7 Tabla de decisión equipos Access Point.	25
Tabla 4. 8 Ubicación de Equipos Access Point	26
Tabla 4. 9 Tabla de decisión para elección de SWL3	27
Tabla 4. 10 Tabla de decisión para elección de SWL2.	28
Tabla 4. 11 Características del Transceiver.....	29
Tabla 4. 12 Tabla de decisión F.O monomodo.....	30
Tabla 4. 13 Elección de la categoría de cable UTP.....	31
Tabla 4. 14 Total de recorrido de tubería Conduit.....	34
Tabla 4. 15 Recorrido de Bandeja Metálicas con Tapa.....	35
Tabla 4. 16 Recorrido de cableado horizontal Aula A1	36
Tabla 4. 17 Recorrido de cableado horizontal Lab. 1 Computación.	37
Tabla 4. 18 Accesorios para el tendido del cableado horizontal	37
Tabla 4. 19 Distribución del equipo SWL2.....	38
Tabla 5. 1 Costo del equipamiento activo y pasivo.	48
Tabla 5. 2 Costo de Implementación.	49
Tabla 5. 3. Costo total del proyecto.....	49
Tabla 5. 4 Flujo de caja anual	50

RESUMEN

El presente proyecto técnico tiene como finalidad diseñar la red de campus para la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres, con características resilientes, mismo que se inclinará a solucionar los inconvenientes presentados en la infraestructura actual de la red utilizando un modelo jerárquico empresarial, el cual garantice un adecuado funcionamiento de la red, para el goce de su comunidad educativa.

Al levantar la línea base de la red existente y al realizar el respectivo análisis, se observa la poca planificación con la que cuentan y no asegura el crecimiento adecuado dentro de la estructura tecnológica de la Institución, además de no contar con los suficientes puntos de acceso inalámbricos a internet para cubrir la demanda institucional.

El diseño realizado propone la reestructuración completa de la red tanto lógica como física, aprovechando ciertos recursos con los que cuentan el plantel, se busca que la red trabaje en IPv4 e IPv6 permitiendo la escalabilidad en proyectos futuros, así como la redundancia y la seguridad en la misma. Además, se incluye un estudio de cableado estructurado con normativas vigente y la elección de equipos en base a las necesidades tecnológicas del plantel educativo.

Finalmente, se realiza la simulación de la red para comprobar su funcionalidad y el respectivo análisis de costos para definir la viabilidad de la propuesta en caso de que se busque la implementación a futuro.

ABSTRACT

The main purpose of the present technical project is to design the campus network for Unidad Educativa del Milenio “Simon Plata Torres”, with resilient characteristics, which will be inclined to solve the inconveniences presented in the current network infrastructure using a hierarchical business model, for the management and strengthening of the network which guarantees an adequate functioning for the enjoyment of its educational community.

When setting up and analyzing the base line of the current network, the lack of planning is observed and this does not ensure adequate development within the Institute’s technological structure, in addition to not having wireless internet access points to cover up institutional demand.

The design carried out proposes the complete installation of the logical network as well as physical, taking advantage of certain resources which, they have the campus, it is sought that the network works in IPv4 and IPv6 allowing scalability in future projects, as well as redundancy and security. It also includes a study of structured wiring with current regulations and the choice of equipment based on the technological needs of the educational establishment.

Finally, the simulation of the network is carried out to verify its functionality and the respective cost analysis to define the viability of the proposal in case future implementation is sought.

INTRODUCCIÓN

El proyecto técnico planteado nace a partir de las necesidades tecnológicas presentadas en la red de campus actual de la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres, el mismo tiene como objetivo aplicar un modelo jerárquico empresarial para garantizar la resiliencia de la red de la Institución.

El diseño del proyecto está desarrollado por capítulos en donde se tratan los diferentes temas para culminar con el adecuado rendimiento de la red:

Capítulo 1: Se explica la problemática a resolver dentro de la institución y se define los objetivos generales y específicos.

Capítulo 2: Fundamentos teóricos que dan veracidad a los objetivos.

Capítulo 3: Se presenta información del estado actual de la red por medio del estudio de la línea base de la infraestructura tecnológica de la Institución para el respectivo análisis de la red y poder conocer los requerimientos necesarios para diseñar la nueva red LAN y WLAN con características resilientes que satisfaga las necesidades de la comunidad educativa.

Capítulo 4: Siguiendo la metodología Top Down Network acompañada del ciclo de vida PPDIIO se diseña la red con un modelo jerárquico empresarial y normativas vigentes de cableado estructurado para garantizar la disponibilidad, escalabilidad, redundancia, seguridad y la tolerancia a fallos.

Capítulo 5: Se realiza la simulación de la red en software para comprobar la funcionalidad de la red y garantizar la viabilidad y factibilidad para una posible implementación a futuro. Adicionalmente, para terminar, se realiza un análisis de costos del diseño propuesto.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema

La Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres es una institución emblemática de la ciudad de Esmeraldas, siendo inaugurada el 5 de agosto del 2014. Desde ese entonces ha cambiado la realidad de los estudiantes de la comunidad, principalmente porque estos se encontraban asistiendo a establecimientos educativos precarios, otorgándoles así una nueva oportunidad para el desarrollo de sus aprendizajes por medio de su infraestructura vanguardista y aportando al desarrollo de los sectores populares aledaños, debido a que la Institución siempre esta presta a abrir sus puertas para el uso de sus instalaciones. Actualmente, la Institución, debido a la falta de mantenimiento, daños y hurtos suscitados en sus predios a causa del cierre del establecimiento durante los meses más agobiantes de la crisis sanitaria del COVID-19, posee una infraestructura de red eficiente que no cubre las necesidades tecnológicas para el adecuado desempeño de la Institución.

El retorno progresivo a las aulas escolares pone en aprietos a la Unidad Educativa ya que la parte funcional de su red no posee manejos de seguridad, disponibilidad, escalabilidad, además de no presentar una clasificación en la red, de igual forma no cuenta con puntos de acceso inalámbricos óptimos para la conexión a internet, esto acarrea en no poder satisfacer las demandas requeridas por su comunidad educativa, poniendo a un juicio futuro la excelencia académica del plantel, además de no poder brindar las condiciones de un buen vivir a los sectores de la comunidad esmeraldeña.

1.2 Justificación

El presente proyecto se inclinará a solventar los inconvenientes presentados en la infraestructura de la red de la Unidad Educativa mencionada, tales como son la falta de organización y jerarquía en sus procesos, la alta latencia que existe en la actualidad, la falta de escalabilidad y disponibilidad, la deficiente identificación de políticas para el funcionamiento adecuado de las redes LAN y WLAN con tolerancia a fallos y seguridad.

Como se menciona anteriormente de la deficiencia de la actual red de campus, se procederá a diseñar una red utilizando un modelo jerárquico empresarial con características resilientes el cual garantice un adecuado funcionamiento de la red, con el fin de contribuir a la

Institución y a su comunidad educativa, además garantizar que la red de la Institución pueda adecuarse a alguna necesidad en el futuro, incluso con exigencias distintas a la línea base en la arquitectura inicial de la Institución, además la red estará vinculado a un diseño de sistema de cableado estructurado con normativas actuales, el cual permitirá otorgar organización a la red de campus.

1.3 Delimitación geográfica del plantel educativo.

El plantel educativo Simón Plata Torres, es una institución emblemática de la ciudad de Esmeraldas, se ubica el Km 7^{1/2}, vía Atacames, en el barrio La Primavera, Sur de la Ciudad; esta Institución busca brindar calidad educativa a sus estudiantes, la mayoría de sus matriculados pertenecen a sectores populares del sur de Esmeraldas. En la figura 3.1 se observa la ubicación exacta.

Figura 1. 1 Localización del Plantel Educativo.



Ubicación geográfica: latitud 0° 53' 54.7620'' N+ longitud 79° 42' 46.7172'' W-. Elaborado por: González Andy

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar la red de campus para la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres basada en un modelo jerárquico empresarial con características resilientes para un adecuado desempeño de la red en la Institución.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir la línea base de la red de la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres por medio del estudio de la red actual para el reconocimiento de las necesidades tecnológicas de la Institución.

- Diseñar la red de campus para la Unidad Educativa mencionada con un modelo de arquitectura jerárquica empresarial y el sistema de cableado estructurado con normativas actuales para que garantice la resiliencia de la red.
- Simular la red de campus de la Institución mediante software para la comprobación de su funcionalidad.
- Analizar los costos del diseño de la red de campus para la determinación de la factibilidad de la propuesta.

1.5 Metodología

El método analítico se usará para una correcta definición de la línea base en el plantel educativa, orientándose en el estado de la red con el propósito de identificar las necesidades a suplir, proponiendo objetivos en base a estos requerimientos para dar mejoras al Plantel Educativo.

El método deductivo permitirá adoptar una metodología jerárquica empresarial con características resilientes para redes, que seguirá un plan de diseño ordenado, ya que, es preciso seguir una metodología que conceda finalizar el trabajo a tiempo y el resultado final sea documentado a detalle; permitiendo que una futura implementación y los mantenimientos programados sean funcionales en la Institución.

El método experimental ayudará a seleccionar el software pertinente para realizar las simulaciones del diseño de la red de campus propuesta. Además, de documentar el desarrollo de cada fase para este proyecto.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Reseña

En función a los objetivos planteados en este capítulo se explica términos y fundamentos conceptuales que aportan en la realización del presente proyecto.

2.2 Ciclo de vida PPDIIO

El ciclo de vida PPDIIO define 6 etapas (Preparar, planificar, diseñar, implementar, operar y optimizar) que permiten identificar las limitaciones técnicas y organizacionales de una entidad, así como de la misma forma plantear e identificar las posibles soluciones.

2.3 Metodología Top-Down Network

La técnica Top-Down Network permite el bosquejo de la red en base a la modularización y segmentación, es decir empezando de los requerimientos de las capas superiores del modelo OSI hasta las operaciones en las capas inferiores en base a una jerarquía e integrándose entre sí.

2.4 Línea base

Permite identificar los indicadores para el punto de partida de un proyecto; el desarrollo y la estimación de los resultados se debe comparar con los indicadores iniciales para medir las metas que se lograron con la ejecución de un proyecto. (Generalitat Valenciana, 2017)

2.5 Modelo OSI

El modelo OSI se constituye de 7 niveles de proceso, mediante este proceso los datos se empaquetan y se transmiten por medios físicos desde una estación emisora hacia una receptora. (Hernández et al., 2017)

2.6 Site Survey

Esta encuesta técnica permite diseñar y planificar desde cero redes inalámbricas, identificando la mejor ubicación para instalar los puntos de acceso y cubrir correctamente todo el perímetro garantizando el funcionamiento adecuado de la red inalámbrica. (Acrylic Wifi, 2019)

2.7 Diseño de redes

2.7.1 Modelo jerárquico empresarial

En tecnología de redes de computadores, el modelamiento jerárquico es la división de una red en niveles independientes. Esto ayuda a los diseñadores de redes a seleccionar las características de red, el hardware y el software adecuados para realizar funciones específicas en cada capa de red. El modelo de niveles se aplica a los diseños de LAN y WAN. (Gómez Doyleth & Yagual Castillo, 2018)

Un diseño característico de una red jerárquica está conformado por las siguientes capas:

- Acceso: facilita el acceso a la red para las áreas de trabajo y los usuarios.
- Distribución: vigila la seguridad entre las capas de acceso y de núcleo.
- Núcleo: agiliza el transporte de información entre los switches de distribución dentro de la red de campus.

2.7.2 Núcleo colapsado

Es un modelo de diseño jerárquico en la que un único elemento se encarga de cumplir las funciones de núcleo y distribución en una red lo cual beneficia en disponibilidad, escalabilidad y aislamiento para fallas además de brindar conectividad a alta velocidad permitiendo reducir costos en la implementación sin afectar a las necesidades de la red. (Caiza Quishpe, 2021)

2.8 Cableado estructurado

Un sistema de cableado es importante tanto para consumidores como proveedores y operarios de red, debido a que debe cumplir con estándares para que una red trabaje a los propósitos requeridos.

- El estándar ANSI / TIA / EIA-568: fue desarrollado para especificar una guía en las prácticas de diseño de telecomunicaciones, presentando los componentes y requerimientos mínimos del cableado. (Arellano Chuquimarca & Iza Salazar, 2020)
- El estándar ANSI / TIA / EIA-569: señala y especifica el diseño y la construcción de espacios donde se alojarán los equipos de telecomunicaciones en el interior del edificio. (Arellano Chuquimarca & Iza Salazar, 2020)

- Cableado Horizontal: su conexión se extiende desde las áreas de trabajo hasta las salas de telecomunicaciones. Se establece que la máxima distancia entre la toma de telecomunicaciones y el panel de conexiones es de 90 metros. (Arellano Chuquimarca & Iza Salazar, 2020)
- Backbone: Se lo denomina como cableado de columna vertebral de la red, permite conectar las instalaciones de ingresos verticales, los cuartos de equipos y circuitos de telecomunicaciones entre pisos. (Arellano Chuquimarca & Iza Salazar, 2020)
- Sala de telecomunicaciones: contiene equipos de red de interconexión del edificio, este cuarto debe conservar al menos un rango de temperatura entre 18 a 24 °C y contar con una altura mínima de 2.4 metros.

2.9 Análisis de costos

2.9.1 Costo – beneficio

Es un instrumento financiero que permite comparar el costo que implica realizar e implementar un proyecto versus los beneficios anhelados que dicho proyecto entrega al ser llevado a cabo.

2.9.2 VAN

El valor actual neto permite interpretar los resultados de la elaboración de un proyecto en términos monetarios, tomando en cuenta que para que el proyecto sea factible debe cumplir la condición de que $VAN > 0$. (Fajardo Vaca, et al., 2019)

2.9.3 TIR

La tasa interna de retorno es la herramienta utilizada en la valoración de proyectos para comprobar la viabilidad o rentabilidad de una inversión. (González, 2019)

CAPÍTULO 3

LINEA BASE UEMSPT

3.1 Usuarios de la UEMSPT

La Unidad Educativa cuenta exactamente con 1155 estudiantes, distribuidos en dos jornadas. En la jornada matutina se oferta, educación inicial, preescolar y educación general básica elemental, y en la jornada vespertina educación general básica superior y bachillerato general unificado.

Durante la emergencia sanitaria el número de estudiantes incrementó y se espera que para el siguiente año lectivo siga en crecimiento. El personal docente y administrativo está conformado por 61 personas, de las cuales 41 son docentes y 20 administrativo, 5 personas son auxiliares de servicio.

En el Anexo 1, se detalla un esbozo de los bloques de administración, talento humano, biblioteca, aulas, laboratorio de tecnología, laboratorio de ciencias, comedor y educación inicial.

3.2 Descripción de la red

Para definir la línea base de la red del plantel educativo, se empleó el modelo de referencia OSI permitiendo identificar las necesidades en cada una de sus capas, con el fin de realizar un diseño resiliente para la red de la Institución.

3.3 Capa física

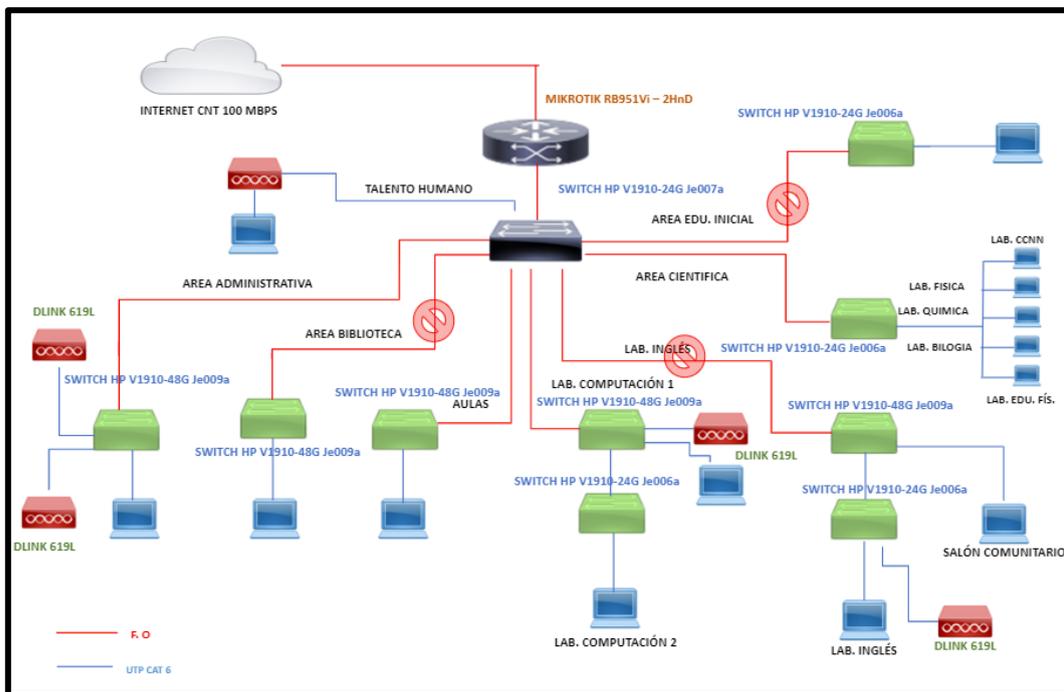
La UEMSPT cuenta con un medio físico alámbrico para la comunicación entre sus áreas, un cableado de fibra óptica para el cableado vertical dentro de la Institución provista por la empresa estatal CNT de tipo monomodo de 6 hilos. Mientras que para el cableado horizontal y las conexiones de cada switch de acceso con las áreas de trabajo se realiza usando cable UTP de categoría 5e.

La institución es proporcionada con un plan de servicio de internet de la CNT, con una velocidad asimétrica que varía entre 30Mbps a 100Mbps, además de un ancho de banda por parte del proveedor de 25 Mbps para el campus y con una topología de red en estrella y cascada.

La infraestructura civil actual del plantel y los hurtos cometidos a la institución no brinda la integridad necesaria que requiere el cableado y esto ha perjudicado la entereza del cable y por ende la conexión en áreas como la de biblioteca, laboratorio de inglés y el bloque de educación inicial.

En figura 3.1 se muestra la topología en estrella y cascada con la que cuenta la red actual de la Unidad Educativa, donde además se observa que las áreas mencionadas anteriormente están desconectadas del router principal.

Figura 3. 1 Red actual UEMSPT



Topología de red en estrella y cascada de la red. Elaborado por: González Andy

3.3.1 Distribución de usuarios UEMSPT

Con la visita técnica realizada en el plantel educativo y con la orientación de la encargada del departamento de Tics, se reunió información de la distribución de terminales en cada área del plantel y el número de usuarios conectados, siendo estos aproximadamente una cantidad de 176 terminales y 53 host en uso.

En el Anexo 2 se detalla la cantidad de terminales en cada área del plantel que están siendo usados en la actualidad.

3.4 Capa de enlace

3.4.1 Distribución de racks

El Plantel mantiene un total de 8 racks de diferentes particularidades, la ubicación y características se la observa en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Distribución de Racks en la UEMSPT

Ubicación y Características Racks UEMSPT					
Ubicación	U.	Dimensiones (m)			Cantidad
		Alto	Ancho	Profundidad	
Principal Centro de Datos	42 u	2.05	0,6	0,6	1
Administrativo	12 u	0,6	0,55	0,5	1
Biblioteca	12 u	0,6	0,55	0,5	1
Aulas	12 u	0,6	0,55	0,5	1
Lab Ciencias	12 u	0,6	0,55	0,5	1
Lab Comp.	25 u	1,20	0,6	0,6	1
Lab Inglés	25 u	1,20	0,6	0,6	1
Ed. Inicial	12 u	0,6	0,55	0,5	1

Racks distribuidos en los bloques de la Institución. Elaborado por: González Andy

3.4.2 Cuarto centro de datos rack principal

El cuarto principal de Telecomunicaciones en la Institución está ubicado en el bloque de Talento Humano y con acceso restringido, dentro del centro de datos principal se cuenta con un rack de piso de 42 u marca Beacoup. En la figura 3.2 se observa los equipos dentro de este rack, donde se muestra un cableado desorganizado y sin etiquetas. En el Anexo 3 se detalla el equipamiento de este cuarto de datos, en el Anexo 4 las características principales del equipamiento y en el Anexo 5 la distribución y equipamiento de los demás racks de la Institución.

Figura 3. 2 Rack del cuarto de Telecomunicaciones UEMSPT



Vista frontal del rack del cuarto principal de datos de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

3.4.3 Distribución de Access Point

En la tabla 3.2 se detalla la distribución de los Access Point. La Institución cuenta con 9 dispositivos para dar conectividad a dispositivos móviles, de los cuales 4 se encuentran activos y 5 inactivos, el Anexo 6 detalla las características principales de los Access Point existentes en el establecimiento.

Tabla 3. 2 Distribución de Access Point dentro de la UEMSPT

N° de AP's en la Institución						
N°	Área	SSID	Cantidad	Estado	Marca	Modelo
1	TALENTO HUM.	TALENTO HUMANO	1	Activo	TP-LINK	TL-WR841ND
2	LAB INGLES	-----	1	Inactivo	TP-LINK	TL-WR841ND
3	LAB TECNOLOGIA	LABORATORIO 1	1	Activo	TP-LINK	TL-WR841ND
4	LAB 2	-----	1	Inactivo	TP-LINK	TL-WR841ND
5	BLOQUE AULAS	-----	2	Inactivo	TP-LINK	TL-WR841ND
6	RECTORADO	LABORATORIO 2	1	Activo	TP-LINK	TL-WR841ND
7	ADMINISTRATIVA	BODEGA	1	Activo	TP-LINK	TL-WR841ND
8	INICIAL	-----	1	Inactivo	TP-LINK	TL-WR841ND
9	LABS CIENCIAS	-----	1	Inactivo	TP-LINK	TL-WR841ND

Distribución de los Access Point activos e inactivos dentro de la Institución. Elaborado por: González Andy.

3.5 Capa de red

En la gestión del tráfico y la transmisión de paquetes en la Unidad Educativa se utiliza un router de la marca MIKROTIK RB951Vi – 2HnD de 5 puertos en total, desde este se despliega cable UTP categoría 5e hacia un switch HP Je009a de 48 puertos y a su vez al área de talento humano y hacia los racks de las otras áreas.

3.5.1 Direccionamiento

Para lograr el acceso a internet se asigna la dirección 192.168.1.x de clase C con 254 host válidos para el área administrativa y la 172.16.0.x de clase B para las áreas educativas. El detalle del direccionamiento IPv4 se lo observa en el Anexo 7.

3.5.2 Enrutamiento

El protocolo de enrutamiento para la institución es IPv4, este podrá adaptarse al crecimiento provisto en el retorno a las clases presenciales, se requiere una versión IPv6. La Institución carece de redes VLAN's.

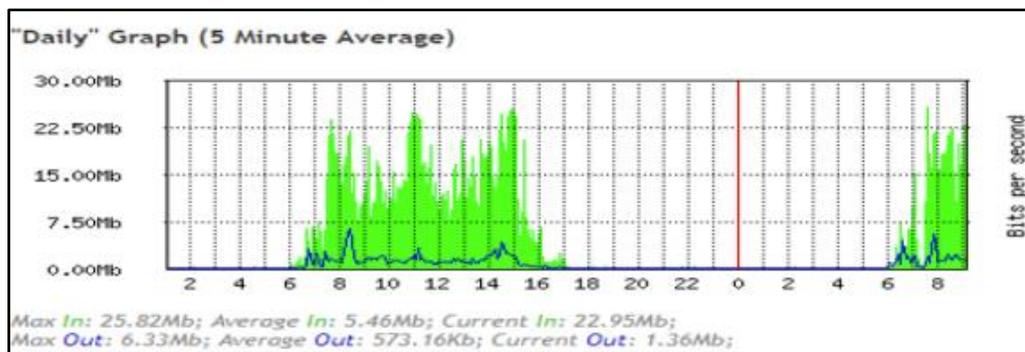
3.6 Análisis de tráfico

3.6.1 Tráfico red LAN

En el análisis tráfico de la red, se realiza un monitoreo en el router Mikrotik de la Institución mediante el software WinBox por 5 días empezando desde el lunes 10 de enero del 2022 hasta el 14 de enero del 2022 en el horario de 8:30 am a 12:30 pm.

El tráfico para la interfaz WAN alcanza un ancho de banda utilizado 25,8 Mbps y 6,3 Mbps como valor máximo a la salida. Observado en la figura 3.3.

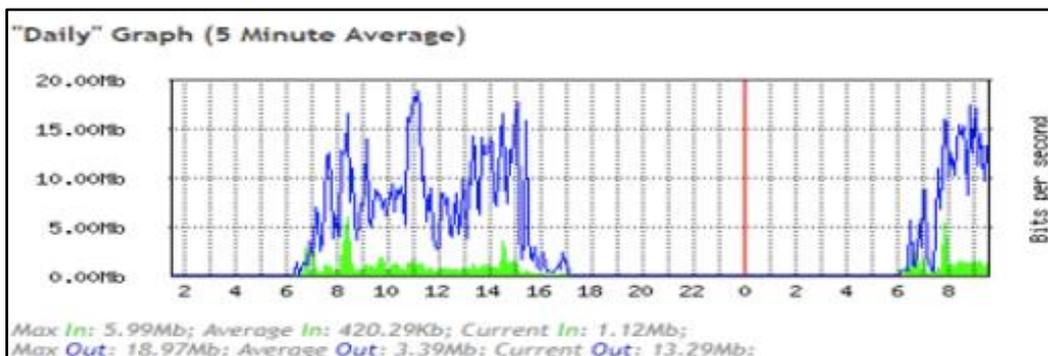
Figura 3. 3 Tráfico de interfaz WAN de la UEMSPT



Tráfico WAN obtenido mediante el software WinBox. Elaborado por: González Andy.

Para el análisis de la interfaz LAN se observa que alcanza un valor máximo de 5,9 Mbps y a la salida un valor de 18,9 Mbps. Estos valores se dan debido a que en esta semana los estudiantes de 3ero de Bachillerato y los docentes asistieron a la Institución especialmente a los laboratorios de computación y al salón de docentes. Observado en la figura 3.4.

Figura 3. 4 Tráfico de interfaz LAN de la UEMSPT



Tráfico LAN obtenido mediante el software WinBox. Elaborado por: González Andy.

3.7 Capa sesión y presentación

La red de la Institución no cuenta con características que proporcionen seguridad, carece de administración de acceso a la red por medio de configuraciones ACL's.

3.8 Capa aplicación

El plantel educativo no maneja aplicaciones o servicios por medio de servidores.

3.9 Cobertura inalámbrica

El área de cobertura inalámbrica es el sitio específico en donde los dispositivos tecnológicos pueden conectarse a la red con una buena calidad del servicio, una señal óptima se garantiza hasta a una potencia de -65 dBm.

3.9.1 Technical Site Survey

Este estudio técnico permite obtener mapas de calor de la red WLAN proporcionando una información detallada del funcionamiento e infraestructura de la red inalámbrica actual, en el Anexo 8 se muestran características de los Access Point de la Institución obtenidas en el TSS.

3.9.2 Mapas de calor

Como referencia se toman niveles de potencias para intensidad de señal, siendo -30dBm como potencia máxima y -80 dBm como potencia mínima. La tabla 3.3 muestra la intensidad de potencia y sus colores característicos monitoreados por el software Acrylic Wifi HeatMaps.

Tabla 3. 3 Colores característicos de niveles de potencia de señal.

Intensidad de Señal		
Nivel de Potencia		Color
-20dBm a -40dBm	Eficiente	
-40dBm a -70dBm	Media Alta	
-70dBm a -75dBm	Media	
-75dBm a -90dBm	Media Baja	
-90dBm a -100dBm	Sin Servicio	

Niveles de la intensidad de potencia y colores característicos de señal wifi. Elaborado por: González Andy.

Para visualizar el mapa de calor se hace un recorrido por las áreas de la Institución el 14 de enero del 2022, con condiciones ambientales de temperatura alrededor de 29°C y soleado,

debido a la gran dimensión y los desniveles de la Unidad Educativa, se realiza las mediciones por área. En la primera área se involucra al edificio administrativo, sala de profesores e inspección, biblioteca y el área de tecnología.

En la figura 3.5 se observa la intensidad de señal en el área tomada como referencia, en esta área además se observan los cuatro Access Point que están activos en la Institución, tomando en consideración que las zonas de color rojo o aproximados es en donde se percibe una señal adecuada para el trabajo en una red WLAN y el color azul y sus aproximaciones una señal deficiente.

Figura 3. 5 Mapa de calor del área de referencia de la UEMSPT



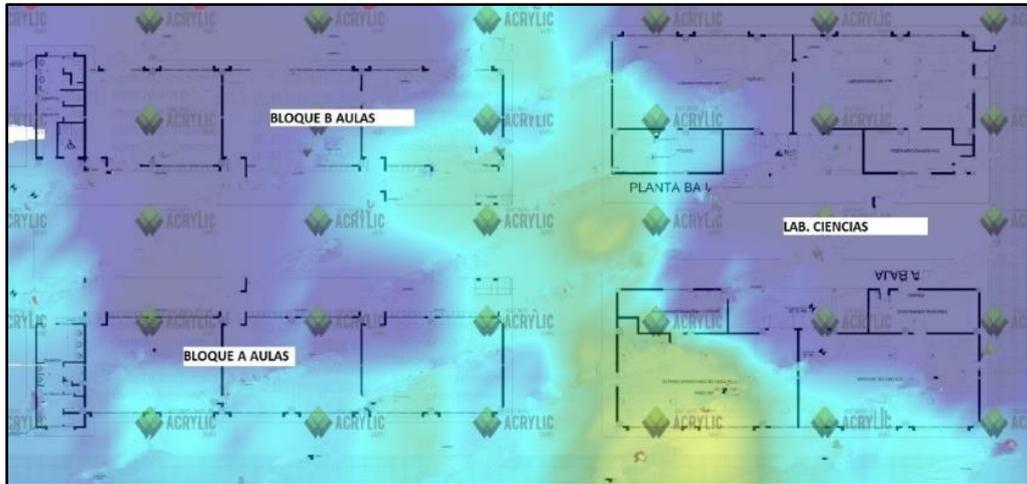
Intensidad de la señal Wifi obtenida en el Site Survey del área de referencia. Elaborado por: González Andy.

En esta primera localidad existen áreas que no cuentan con la cobertura inalámbrica adecuada como son el patio cívico, la biblioteca y parte de los laboratorios de tecnología esto es debido principalmente a que solo trabajan cuatro Access Point en un área de grandes dimensiones.

En la figura 3.6 se detalla la segunda área en donde se realizó la encuesta, esta área comprende los bloques 1 y 2 de aulas y los laboratorios de ciencias naturales, cabe mencionar que esta área se encuentra a una elevación de 6 metros del área tomada como referencia. En esta área se determinó que no se cuenta con la cobertura inalámbrica requerida para los estudiantes, la potencia de intensidad de señal es de -75 dBm, y se debe a que no existen

Access Point dentro del área siendo esta donde pasa su mayor tiempo la comunidad educativa, además de la elevación que se menciona en el párrafo anterior.

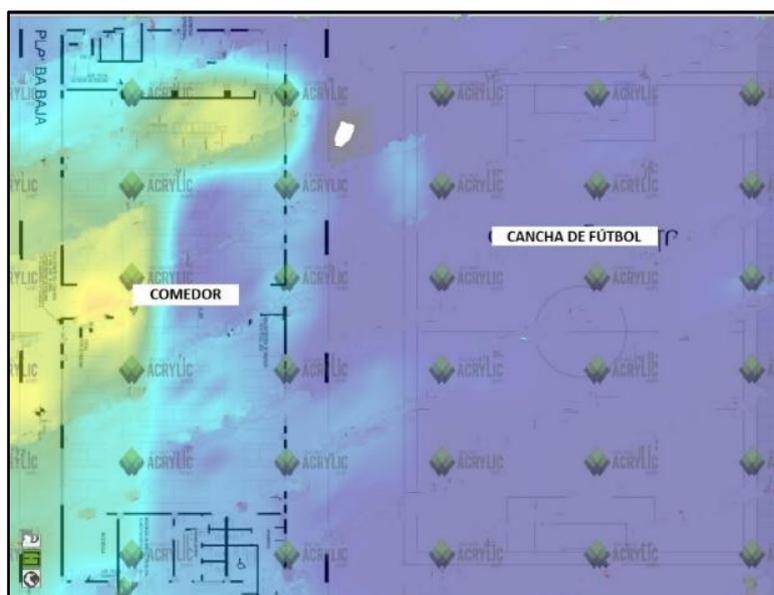
Figura 3. 6 Mapa de calor del área de Aulas y Ciencias de la UEMSPT



Intensidad de la señal Wifi obtenida en el Site Survey del área de bloque de aulas y ciencias. Elaborado por: González Andy.

La tercera área en donde se aplicó la encuesta técnica se observa en la figura 3.7, en esta área también es concurrida por la comunidad educativa de la Institución comprende el comedor y la cancha de fútbol, se encuentra a un desnivel de 6 m del área tomada como referencia, quedando detrás de los laboratorios como se muestra en el croquis.

Figura 3. 7 Mapa de calor del área de Comedor y Cancha Fútbol de la UEMSPT



Intensidad Wifi obtenida de la encuesta en el de comedor y cancha de fútbol. Elaborado por: González Andy.

Dentro de la tercera área se visualiza que existe una carencia de cobertura de la red inalámbrica de la Institución, el Access Point más cercano es el que tiene como SSID Laboratorio 1 y solo logra cubrir una mínima parte a la entrada del comedor, en la cancha de futbol ya no se logra una conexión a la red WLAN.

La última área tomada en consideración es el área donde se encuentra de inicial, esta área es la más alejada de la Institución juntamente con la última cancha y el patio de los infantes, en esta área no existe cobertura inalámbrica los niveles de potencia sobrepasan los -90dBm, esto igual se debe a que no existe Access Point configurados dentro de los bloques de Inicial, siendo la red Laboratorio 1 la red más cercana a estos bloques. La figura 3.8 muestra el color azul característico de que no existe señal inalámbrica.

Figura 3. 8 Mapa de calor del área de Educación Inicial de la UEMSPT



Intensidad Wifi obtenida en el Site Survey del área de educación inicial. Elaborado por: González Andy.

3.9.3 Frecuencias

El análisis se realiza en las mismas áreas donde se realizan la encuesta técnica, detectando en ciertas áreas más 12 redes inalámbricas de las cuales 4 pertenecen a la Unidad Educativa y el resto a hogares cercanos, las redes inalámbricas de la institución trabajan a una frecuencia de 2,4 GHz, y en diferentes canales 1,3,6,9 y 10.

3.10 Requerimientos

Al realizar un análisis al terminar la elaboración de la línea base del presente proyecto y con la finalidad de diseñar una red que cumpla los requerimientos de toda la comunidad dentro del plante educativo; se detallan los requerimientos principales:

- La UEMSPT requiere un nuevo diseño de las redes LAN y WLAN dentro de sus instalaciones, para cubrir los requerimientos de una red resiliente (conectividad, escalabilidad, redundancia y seguridad).
- Incorporar equipos administrables para segmentar la red creando subredes para cada uno de los perfiles académicos y administrativos dentro la Institución.
- Nuevo dimensionamiento y direccionamiento IPv4 e IPv6 dentro de las subredes creadas en la Institución, para dotar de escalabilidad a la red.
- Dimensionamiento adecuado de los Access Point para que exista una adecuada cobertura dentro de los predios de la UEMSPT.
- Seguridad adecuada dentro de las Subredes.
- Reestructuración del cableado para las áreas donde no existe conectividad alámbrica debido a los hurtos utilizando normativa actual.

CAPÍTULO 4

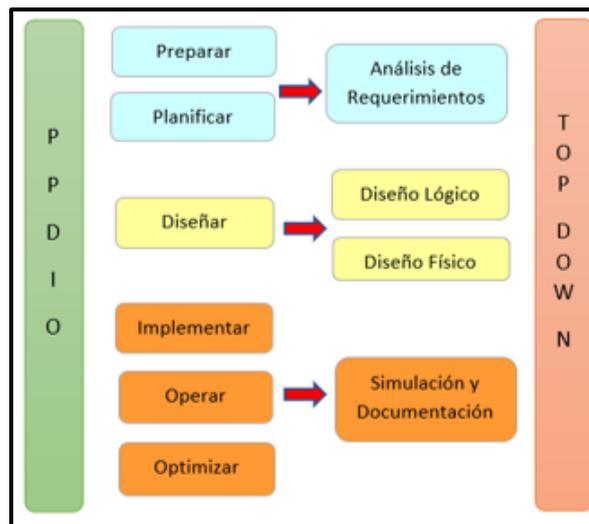
DISEÑO DE LA RED DE CAMPUS UEMSPT

4.1 Metodología

El diseño por plantear consentirá que la red de campus de la institución cuente con características resilientes como incrementar la disponibilidad de la red, la resistencia a fallos, la flexibilidad, la escalabilidad para obtener resultados satisfactorios, propio de una red en una Institución de prestigio. Para esto es primordial seguir una metodología adecuado para el diseño de redes que permita una futura implementación ordenada y funcional.

En el presente proyecto se acogerá el ciclo de vida para redes denominado PPDIOO planteado por CISCO, acompañado de la metodología Top-Down Network Design. El diseño sigue el proceso de la figura 4.1.

Figura 4. 1 Metodología de red.



Relación entre el ciclo de vida PPDIOO y la metodología Top-Down Network Design. Elaborado por:

González Andy

4.2 Análisis de Requerimientos

En este ciclo se analiza la red existente, reconociendo las falencias de la red de la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres, con la definición de la línea base se obtuvo la documentación actual de esta comunidad educativa, como: cantidad de estudiantes y personal, planos del predio, direccionamiento interno, dispositivos de red, cableado para la red y otros elementos de tecnología, además, de enumerar los inconvenientes a solucionar en el diseño de la red para la gestión y posible despliegue de la red. Contando con ideas para

la elección del medio de transmisión, como el uso de fibra óptica para la distribución del cableado vertical y cable UTP para el horizontal.

4.3 Diseño de la red de campus

Conocidos las exigencias de la actual red del plantel, en este ciclo se procede a elaborar un diseño funcional para la red LAN y WLAN tanto lógico como físico. El diseño lógico se realiza para resolver las carencias encontradas como escalabilidad para el crecimiento de la red estableciendo un adecuado direccionamiento IPv4 e IPv6, topología de red y protocolos de enrutamiento acorde a la infraestructura de la Unidad Educativa, disponibilidad de puntos de acceso. El diseño físico permite seleccionar los dispositivos a utilizar de acuerdo con los requerimientos de la red.

4.4 Diseño lógico de la red LAN Y WLAN

El diseño lógico del plantel educativo debido al tamaño de sus predios e infraestructura está basado en el ciclo de vida empresarial de CISCO y la metodología TOP DOWN NETWORK, aplicado a un modelo jerárquico empresarial fusionando la capa de núcleo y la de distribución para permitir la reducción de configuración y abaratar costos, cumpliendo así las políticas de seguridad adecuadas, el reenvío de paquetes, la escalabilidad y redundancia.

4.4.1 Núcleo Colapsado

Para el nivel de núcleo/distribución, se utiliza un dispositivo de capa 3, que cuente con puertos para F.O y tecnología de EtherChannel con el fin de suministrar redundancia a la red, además de que permita contar con interfaces VLAN's, logrando evitar la sobrecarga de tráfico que se genera al tener una sola interfaz para la comunicación.

4.4.2 Capa de acceso

En lo que corresponde al nivel de acceso, se utilizan switch de capa 2 que consiente la conexión de todos los dispositivos finales de la red y a su vez de puntos de acceso para la conexión inalámbrica de dispositivos móviles.

4.4.3 Cantidad de usuarios para la red LAN y WLAN

La cantidad de usuarios para el diseño de la red se determina en base al análisis de crecimiento poblacional que ha tenido la Institución desde su inauguración en el 2014 hasta

los datos del año lectivo correspondiente al 2021, es decir de 7 años, se obtiene una tasa de crecimiento del 5,4%. A partir de la ecuación 4.1 de crecimiento poblacional.

$$P_t = P_o(1 + r)^t \quad \text{Ec. (4.1)}$$

Donde:

P_o = Población inicial = 724 alumnos, docentes y administrativos (2014)

P_t = Población final = 1211 alumnos, docentes y administrativos (2021)

Tiempo en años = $t = 7$ años

r = Porcentaje de crecimiento = x

$$1211 / 838 = (1 + r)^7$$

$$(1 + r) = (1211 / 838)^{1/7}$$

$$r = (1211 / 838)^{1/7} - 1$$

$$r = 0,054$$

$$r = 5,4\%$$

Para conocer la población futura, se toma el mismo rango de tiempo del análisis anterior es decir 7 años, utilizando el porcentaje encontrado de crecimiento del 5,4%.

$$P_t = 1211 (1 + 0,054)^7$$

$$P_t = 1750$$

Se obtiene el valor de proyección para el año 2028, un valor de 1800 usuarios proporcionando un espacio para 50 invitados, este valor permitirá un adecuado dimensionamiento a la red a diseñar.

4.4.4 Diseño red lógica LAN

El diseño lógico de la red LAN del plantel educativo, se dimensiona para brindar conexión a mínimo 279 dispositivos finales dentro de la institución, acorde a la estimación de la población futura y con la infraestructura que cuenta el plantel, en el Anexo 9 se detallan los valores obtenidos para los dispositivos finales.

4.4.5 Dispositivos de capa 2

Teniendo en cuenta que se necesita brindar conexión a mínimo 279 dispositivos finales dentro de la institución, en la tabla 4.5 se observa los de equipos de capa 2 necesarios en las áreas de la institución.

Tabla 4. 1 Equipos SW de capa 2

Áreas	Host Finales	Cantidad de SW
Área administrativa y Talento Humano	41	1 SW 48 P / 1 SW 24P
Área biblioteca y tecnológica	194	4 SW 48P / 1 SW 24P
Área aulas y científica	26	1 SW 48P / 1 SW 24P
Área inicial y comedor	18	2 SW 24 P
Total	279	6 SW 48 P / 5 SW 24 P

Cantidad de equipos SW de capa 2 para cada una de las áreas de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

4.4.6 Diseño red lógica WLAN

La red WLAN cuenta con Access Point por cada área de trabajo como aulas, laboratorios, además en pasillos y espacios primordiales y comunes de la institución, garantizando así el acceso a la red WLAN dentro del plantel.

4.4.7 Dimensionamiento red WLAN

La transformación digital enfocada en América Latina y el Caribe manifiesta que cada consumidor puede usar hasta 3 terminales móviles para poder conectarse a internet, por esta razón el dimensionamiento de la red WLAN del plantel está basado en este criterio garantizando el funcionamiento de la red. (Telecom Advisory Services, LLC, 2017)

La tabla 4.2 muestra los usuarios estimados que se conectarán a la red, además de incluir a 50 invitados que puedan contar con acceso a internet.

Tabla 4. 2 Usuarios red WLAN

Usuarios de la red Inalámbrica	Cantidad de Usuarios	3 dispositivos por usuario
Estudiantes	1680	5040
Docentes	50	150
Administrativos	20	60
Invitados	50	150
Total	1800	5400

Dimensionamiento de usuarios red WLAN de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

4.4.8 Tecnología WLAN

La tecnología en los dispositivos para la red WLAN para el diseño se requiere que trabajen en banda dual es decir en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz, con el propósito de que no haya saturación y el usuario final pueda tener una mejor experiencia, además que sean compatibles con estándares IEEE como el 802.11 a, b, g, n y ac.

4.4.9 Ancho de banda para los usuarios

La Federal Communications Commission (2018) indica una guía de las actividades que los usuarios realizan en internet y la velocidad que se necesita para una navegación adecuada en la tabla 4.3 se observa actividades habituales en una red WLAN en una comunidad educativa. Estimando un uso de ancho de banda de 15 Mbps por usuario.

Tabla 4. 3 Ancho de banda acorde a los servicios.

Actividad	Velocidad [Mbps]
Navegación General y correo	1
Redes Sociales	1
Descarga de archivos	10
Descarga de videos	3
Total	15

Ancho de banda para la red de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

4.4.10 Número de Access Point

Para el cálculo de los Access Point necesarios en el diseño de la red inalámbrica se toma en cuenta el ancho de banda a usar por la comunidad educativa de la institución, calculado con el acceso a páginas web, reuniones por video, y para uso reducido de las redes sociales con un total de 15 Mbps.

$$\text{Número de APs} = \frac{\text{Ancho de banda} * \# \text{Usuarios} * \% \text{Utilización}}{\text{Velocidad de Propagación}} \quad \text{Ec. (4.3).}$$

Los valores dados a las variables de las fórmulas se explican a continuación:

- Usuarios: Se toma como número de usuarios al valor obtenido de la tabla que pertenece al dimensionamiento de usuarios para la red WLAN, este valor esta apegada al crecimiento a futuro de la institución y la métrica de 3 dispositivos por usuario, el valor total es de 5400 usuarios.

- Utilización: Este valor se establece en un 45%, debido a que no todos los usuarios se conectan a la red simultáneamente, debido a las dos jornadas educativas y a que no todos cuentan con dispositivos que permitan la conexión inalámbrica. Además, se respalda en estudios del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en del año 2020 para Tecnologías de la Información y Comunicación, donde se da a conocer que existe un porcentaje del 58,2% de la población de 5 años en adelante que usan teléfonos inteligentes, y el 77,1% de la población utiliza el internet (INEC, 2021).
- Velocidad de Transmisión: Se toma el valor de referencia teórico del estándar IEEE 802.11 ac, que es de 450 Mbps.

$$\text{Número de APs} = \frac{15 \text{ Mbps} * 5400 * 0,45}{450 \text{ Mbps}}$$

$$\text{Número de APs} = 81$$

Se precisa de 81 Access Point y su ubicación será en aulas, laboratorios, pasillos y espacios primordiales y comunes del plantel.

4.4.11 Segmentación de la red LAN y WLAN

La tabla 4.4 muestra la segmentación de la red del plantel educativo, se utiliza 3 tipos de segmentación VLAN (redes de área local virtual) acorde a las funciones de cada usuario de la comunidad educativa, 2 segmentación VLAN para la dirección del cableado y una segmentación más, de 1 VLAN para la administración de equipos.

Tabla 4. 4 Segmentación VLAN UEMSPT.

SEGMENTACIÓN VLAN UEMSPT				
VLAN	SEGMENTACIÓN	LAN	WLAN	HOST TOTAL
VLAN 10	WLAN ALUMNOS		5040	5040
VLAN 20	AREA EDUCATIVA	237		238
VLAN 30	WLAN DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS		210	210
VLAN 40	WLAN INVITADOS		150	150
VLAN 50	AREA ADMINISTRATIVA	41		42
VLAN 90	ADMIN	25		25

Segmentación VLAN para la red del plantel. Elaborado por: González Andy.

4.4.12 Direccionamiento IPv4 de la red LAN y WLAN

En la tabla 4.5 se observa el direccionamiento IPv4 a implementarse en la red del plantel, siendo este privado de clase B, por su uso característico en medianas empresas e instituciones educativas, la cual tiene un rango desde la dirección 172.16.0.0 a la 172.31.255.255.

Tabla 4. 5 Direccionamiento IPV4.

Direccionamiento IPV4							
VLAN	NOMBRE	HOST	DIRECCION DE RED	MASCARA DE RED	PRIMERA IP DISPONIBLE	ULTIMA IP DISPONIBLE	BROADCAST
VLAN 10	WLAN ALUMNOS	5040	172.16.0.0/19	255.255.224.0	172.16.0.1	172.16.31.254	172.16.31.255
VLAN 20	AREA EDUCATIVA	238	172.16.32.0/24	255.255.255.0	172.16.32.1	172.16.32.254	172.16.32.255
VLAN 30	WLAN DOCENTE	210	172.16.33.0/24	255.255.255.0	172.16.33.1	172.16.34.254	172.16.33.255
VLAN 40	WLAN INVITADOS	150	172.16.34.0/24	255.255.255.0	172.16.34.1	172.16.35.254	172.16.34.255
VLAN 50	AREA ADMINIST	41	172.16.35.0/26	255.255.255.192	172.16.35.1	172.16.35.62	172.16.35.63
VLAN 90	ADMIN	25	172.16.35.64/27	255.255.255.224	172.16.35.65	172.16.35.94	172.16.35.95

Direccionamiento IPv4 en las respectivas subredes de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy.

4.4.13 Direccionamiento IPv6

La tabla 4.6 presenta el direccionamiento IPv6 para el plantel, los 48 primeros bits son conocidos como prefijo global y para este proyecto se utiliza 2800:16:07, para el direccionamiento se usa jerárquicamente los 16 bits de la ID de subred para las prestaciones que brinda la institución y los 64 bits de la ID de interfaz son usados para asignar dirección a los equipos del plantel educativo. En los 16 bits del ID de subred, se dejan los primeros 4 bits (/52) para una ampliación de la red definiendo un valor de 0, los siguientes 4 bits (/56) se los dispone para el proyecto en la institución identificándolo con el valor de 1 y los últimos 8 bits para identificar las subredes.

Tabla 4. 6 Direccionamiento IPv6.

Direccionamiento IPv6 con sus respectivas VLAN's								
Prefijo Global 48 bits	Crecimiento Futuro	Proyectos UEMSPT	Personal		IPv6 INT	ID	VLAN	NOMBRE
	/52	/56	/60	/64				
2800:16:07	0	1	1	0	::1	/64	VLAN 10	WLAN ALUMNOS
2800:16:07	0	1	2	0	::1	/64	VLAN 20	AREA EDUCATIVA
2800:16:07	0	1	3	0	::1	/64	VLAN 30	WLAN DOCENTE
2800:16:07	0	1	4	0	::1	/64	VLAN 40	WLAN INVITADOS
2800:16:07	0	1	5	0	::1	/64	VLAN 50	AREA ADMINIST
2800:16:07	0	1	6	0	::1	/64	VLAN 90	ADMIN

Direccionamiento IPv6 en las respectivas VLANs de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy.

4.4.14 Topología Lógica IPv4/IPv6 de la red

La conexión de todo el equipamiento para el plantel educativo basada en una red de núcleo colapsado, la topología a usarse en el plantel es de tipo estrella extendida, debido a que se conectará cada nodo de cada departamento con el equipo central. El equipo central es un switch de capa 3 de 24 puertos, y dentro de los nodos se contará con 11 dispositivos respectivamente, de capa 2 que cumplen la función de acceso, en el Anexo 10 se detalla el esquema lógico de la red.

4.5 Selección de Equipos

4.5.1 Cuadrante de Gartner

La figura 4.18 detalla el cuadrante de Gartner para infraestructuras LAN inalámbrica y alámbrica empresarial para el año 2021. En esta investigación y análisis de los estándares de calidad en un marco tecnológico realizado por la empresa Gartner, sobresalen marcas como Juniper Networks, HPE(Aruba), Extreme Networks y Cisco como líderes del mercado en el equipamiento de redes. Así mismo se observa que marcas como Ubiquiti Networks no es parte del cuadrante, ya que no cumple con los criterios tecnológicos necesarios para su ingreso en el año 2021. (Gartner, 2021)

Figura 4. 2 Cuadrante de Gartner año 2021.



Cuadrante de Gartner con marcas de equipos para redes LAN y WLAN. Fuente: (Gartner, 2021)

El top de marcas está posicionado por la flexibilidad que brindan sus equipos a adaptarse a los cambios y la evolución tecnológica dentro del mercado, presentando calidad y cumplimientos técnicos hacia sus clientes.

Para la elección de equipos de capa 3 es decir de núcleo y distribución, equipos de acceso y para los puntos de acceso inalámbricos se tomará como referencia a las marcas proporcionadas en el cuadrante de Gartner, además, de tablas de decisiones en donde se evaluarán las principales características de cada marca para garantizar que la red de la Institución sea resiliente.

4.5.2 Selección de equipos red WLAN

Para la toma de decisión del equipo Access Point a utilizar se elabora con equipos de punto de acceso inalámbrico de 3 fabricantes del cuadrante de Gartner; dos de ellos son equipos de las marcas líderes Aruba y Cisco y el tercero de la marca TP-LINK correspondiente a Nichos de mercados.

Tabla 4. 7 Tabla de decisión equipos Access Point.

Tabla de Decisiones AP					
Equipo	Marca	CISCO	TP-LINK	TP-LINK	HPE ARUBA
	Modelo	WAP 581	EAP245	EAP660 HD	AP 300 (JX937A)
General	Banda de Radio	5	5	5	5
	Wi-Fi standards	5	5	5	5
	Antenas	5	5	5	5
	Interfaz de Red	5	5	5	5
	Ganancia	4	4	5	5
	BSSID	5	5	5	5
	Velocidad	5	4	5	4
	Modo PoE	5	5	5	5
Precio	3	5	5	2	
Total		42	43	45	41

Tabla de decisión basa en las características principales de cada marca de equipos Access Point. Elaborado por: González Andy.

El equipo de acceso inalámbrico a la red TP-Link se escoge en base a los resultados finales de la tabla 4.7, el modelo es el EAP245 para entornos como pasillos, laboratorios y aulas. El modelo EAP660 HD para entornos de alta densidad. Ambos equipos trabajan en las bandas de 2,4 y 5 GHz, soportan el estándar 802.11 ac, poseen interfaz LAN Gigabit Ethernet con PoE, cuentan con tecnología en sus antenas de múltiples entradas y salidas (MU MIMO).

Por otra parte estos equipos permiten el censo automático de canales que les permite seleccionar el canal más propicio para trabajar. Adicionalmente, cabe mencionar que estos equipos pertenecientes a nichos de mercado tienen un bajo coste con relación a Cisco y Aruba y proporcionan características ideales para un adecuado funcionamiento de la red WLAN, cumpliendo con las necesidades para la red a diseñar en el plantel.

4.5.3 Ubicación de los Access Point

Una correcta ubicación e instalación en equipos de acceso inalámbrico a la red permite un funcionamiento óptimo en la señal. Además de la correcta ubicación se debe tomar en cuenta los inconvenientes que afectan a la intensidad de la señal dentro de la Institución como son los obstáculos, como muros de concreto, ventanas, puertas metálicas y puertas de vidrio.

Al detectar en la línea base inconvenientes con la señal inalámbrica en puntos de la institución como aulas, pasillos e incluso en los mismos bloques, en la tabla 4.8 se muestra la distribución de los Access Point elegidos.

En el Anexo 12 se detalla el lugar a ser instalado cada uno de los Access Point garantizando que en todos los puntos exista una cobertura óptima para el acceso a la red inalámbrica.

Tabla 4. 8 Ubicación de Equipos Access Point

AP's UBICADOS EN LA INSTITUCIÓN		
AREAS	EAP 245	EAP 660
ADMINISTRATIVA Y T.H	8	1
BIBLIOTÉCA Y TECNOLÓGICA	5	1
AULAS Y CIENTÍFICA	1	2
COMEDOR E INICIAL	4	3
TOTAL	34	7
	41	

Equipos de acceso inalámbrico por ubicar dentro de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

Se usará un total de 41 equipos de Access Point para mejorar la red WLAN del plantel, dejando en consideración lo calculado en el diseño lógico de la red inalámbrica para futuras expansiones.

4.5.4 Selección de equipos para la red LAN

El equipo de red LAN a usar debe de acoplarse a las necesidades del plantel, soportar las nuevas tecnologías, así como herramientas de administración y gestión para cubrir la seguridad, segmentación y velocidad que la Institución requiera para que su red sea resiliente y a un precio ajustado a la realidad.

4.5.5 Switch de Núcleo Colapsado

Para la selección de los equipos switch de núcleo colapsado se realiza una descripción comparativa con características de equipos de capa 3 de las siguientes marcas: CISCO, HPE ARUBA y Juniper Networks, marcas con características similares. En el Anexo 13 se detalla las características principales de los dispositivos elegidos.

Acorde a las características de las marcas elegidas se realiza la tabla 4.13, dicha tabla de decisiones permite elegir el equipo más adecuado para la Unidad Educativa, para un apropiado resultado se establecen valores de calificación del 1 al 5 para las características principales de cada equipo, siendo 5 un puntaje satisfactorio y 1 nada satisfactorio.

Tabla 4. 9 Tabla de decisión para elección de SWL3

Tabla de Decisión Switch Núcleo Colapsado				
Equipo	Marca	CISCO	ARUBA	JUNIPER
	Modelo	C9200L-24P-4X	2930F-24G (JL255A)	EX2300-24P-4G
General	Vlan	5	5	5
	Método de autenticación	4	5	5
	Memoria RAM	5	4	5
	Memoria Flash	5	5	3
	QoS	5	5	5
Redes	Protocolos de enrutamiento	4	5	3
	Protocolo de gestión remota	4	4	5
Puertos Ethernet	Tipo	5	5	5
	Cantidad	5	5	5
Puertos SFP	Tipo	2	4	4
	Cantidad	5	5	5
Seguridad	ACL'S	5	5	5
	Redundancia	5	5	4
PRECIO		2	3	4
Total		61	65	63

Tabla de decisión basa en las características principales de cada marca de equipos SWL3. Elaborado por:
González Andy.

En base a los resultados y con un valor obtenido de 65/70 el equipo de núcleo contraído a utilizar en la Unidad Educativa es el de marca ARUBA de la línea 2930F específicamente el modelo JL255A, las características de este equipo son necesarias para soportar los requerimientos tecnológicos de la red de la Unidad Educativa, siendo el precio el indicador más representativo en la comparación de equipos.

El dispositivo JL255A 2030F-24G, cumple con la adaptación a nuevas tecnologías de velocidad para fibra óptica, tiene puertos full PoE+, además maneja 24 puertos RJ-45 1000Base-T y 4 puertos dedicados a SFP+ con 10 Gbps. Cumple con segmentación VLAN, gestión y administración para la red, este equipo cuenta VSF stacking, enrutamiento estático, RIP y Acceso OSPF, ACLs y QoS robusto.

4.5.6 Switch de acceso

Para la selección de los equipos de acceso, se realiza una comparación con las características principales de diferentes marcas. Las marcas elegidas para la tabla comparativa son: CISCO, HPE ARUBA y HP. El Anexo 14 muestra a detalle las características de los equipos elegidos.

Los resultados de la tabla 4.13 permiten elegir a equipos de la marca HPE de la línea 2530, específicamente los modelos J9781A y J9872A para el acceso, trabajando con 48 y 24 puertos respectivamente con 2 puertos dedicados para la conexión de fibra óptica.

Tabla 4. 10 Tabla de decisión para elección de SWL2.

Switch capa 2						
Marca	CISCO	CISCO	HP	HP	HPE ARUBA	HPE ARUBA
Modelo	SG 200-50FP	SG 200-26FP	V1910-48G Je009a	V1910-24G Je006a	2530-48 J9781A	2530-24 J9782A
VLAN	5	5	5	5	5	5
Memoria Flash	3	3	5	5	5	5
Normas	5	5	2	2	4	4
Puertos	5	5	5	5	5	5
Cantidad	5	5	5	5	5	5
Algoritmos de Seguridad	5	5	3	3	5	5
ACL	5	5	5	5	5	5
Rendimiento	3	3	5	3	2	1
POE	5	5	5	5	5	5
Precio	3	3	1	1	5	5
Total	44	44	41	40	46	45

Tabla de decisión basa en las características principales de cada marca de equipos SWL2. Elaborado por:
González Andy.

Estos switches son usados por pequeñas y medianas empresas debido a la seguridad y confiabilidad que proporcionan. Esta serie de HPE completamente administrable permite la priorización del tráfico, calidad de servicio, Vlan de datos y voz, ACLs; además de ser compatible con IPv6 y el estándar IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree que facilita alta disponibilidad de enlaces en múltiples VLANs consintiendo múltiples Spanning Tree necesarios para la resiliencia de la red.

4.5.7 Transceptor

El dispositivo HPE X121 1G SFP LC SX Transceiver admite ampliar la distancia y mantener el flujo de información dentro de la fibra óptica. En la tabla 4.11 se muestran las características del transceptor elegido.

Tabla 4. 11 Características del Transceiver.

HPE X121 1G SFP LC SX	
MARCA	HPE
MODELO	J4859C
TIPO DE CONECTOR	LC
DISTANCIA	550 M
TIPO	1000 Base-Sx
Velocidad	1 Gbps

Características del Transceiver a utilizar en la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

4.6 Diseño físico de la red

4.6.1 Diseño de cableado estructurado

El estándar TIA/EIA 568 especifica el tipo de cableados y distancias para una gestión flexible, asequible y escalable, recomendaciones que proporcionan un adecuado funcionamiento en la red Institucional. El diseño cableado estructurado es realizado en conjunto a las características de la infraestructura de la Unidad Educativa y un aprovechamiento a los recursos con la que esta cuenta para el desarrollo integral de la red lógica propuesta, para garantizar un tiempo de vida de hasta 25 años.

4.6.2 Cableado vertical o backbone F.O

En el backbone, cableado vertical o cableado de la columna vertebral de una red es primordial utilizar como medio de transmisión la fibra óptica por sus cualidades como la inmunidad a la radiofrecuencia, resistencia a la corrosión, sus altas velocidades de transmisión y sus dimensiones y pesos reducidos.

El estándar TIA/EIA 568-C.3 especifica los mecanismos de cableado para F.O, permitiendo elegir para este diseño la fibra de tipo monomodo ya que permite la transmisión de datos a largas distancias y un ancho de banda mayor con una menor atenuación, permitiendo adaptarse a las necesidades del plantel.

Dentro de la F.O monomodo se encuentran dos tipos, OS1 y OS2. La F.O OS1 cumple con los estándares ITU-TG.652A/B/C/D permitiendo su uso en una distancia máxima de hasta 10 Km y la OS2 con el ITU-TG652.C/D con una distancia máxima de hasta 200 km. Las características principales de estos dos tipos de fibra monomodo se detallan en el Anexo 15.

La elección del tipo de F.O monomodo se la realiza en base a los resultados de la tabla 4.12 como en las elecciones anteriores se da una ponderación del 1 al 5 a cada una de sus características; siendo elegida el tipo OS1 para la conexión del backbone en el diseño.

Tabla 4. 12 Tabla de decisión F.O monomodo

F.O MONOMODO		
Características	OS1	OS2
Estándar	5	5
Uso Interior	5	2
Atenuación	3	5
Distancia	3	5
Uso dentro U. E. M	5	3
Total	21	20

Elección del tipo de fibra monomodo para el backbone de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

Los enlaces dentro del backbone de la institución, no superan los 10 km de distancia por lo cual no se usará repetidores en el trayecto lo que hace que no se necesite de grandes capacidades para el transporte de información. La fibra G.652 para interiores es una de las más utilizadas en instalaciones de cableado estructurado a nivel mundial y cuenta con cuatro subcategorías ya mencionadas en párrafos anteriores: G.652.A, G.652.B, G.652.C, G.652.D, estas cuatro subcategorías cuentan con un tamaño de núcleo similar que va de 8 a 10 micrómetros. (FS, 2021). En el Anexo 16 se describen las características de las subcategorías del estándar G.652 para elegir entre estas la recomendación que más se adapte a satisfacer el diseño propuesto.

Al realizar el análisis de las diferentes subcategorías, las mejores son las G.652.C y la D, presentando mejores características frente a la G.652.A y B, estas dos fibras, además son de tipo ZWP lo que permite la operación de espectro completo por la eliminación del pico de agua, evitando la atenuación por iones de hidroxilo.

La recomendación G.652.D presenta un valor bajo de dispersión por modo de polarización en comparación con la G.652.C, disminuyendo mucho más las interferencias, soportando mayores velocidades y con la ventaja que se la puede usar tanto para interiores como exteriores. Por lo descrito se utilizará el estándar G.652.D debido a su factibilidad en adaptarse al diseño de la red del plantel. Por lo mencionado y descrito anteriormente la fibra óptica elegida para el cableado del backbone de la red es la de tipo monomodo OS1 con recomendación G.652.D.

4.6.3 Cableado horizontal

La elección del medio de transmisión para el cableado horizontal está basada en un análisis de las características técnicas de diferentes categorías que están en uso en el mercado en la actualidad, las categorías elegidas fueron la 5e, categoría con la que cuenta actualmente el cableado de la Institución Educativa, 6 y 6A. Las especificaciones de las categorías se detallan en el Anexo 17. La tabla 4.13 permite escoger la categoría 6A obteniendo un resultado de 48/55, la categoría 6A muestra ventajas importantes frente a las otras categorías mencionadas, sus especificaciones técnicas le permiten obtener una puntuación superior.

Tabla 4. 13 Elección del cable UTP

CABLE UTP			
Características	5e	6	6A
FRECUENCIA	2	4	5
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	3	3	5
VELOCIDAD DE DESCARGA	2	2	5
ATENUACIÓN	3	4	5
DISTANCIA	5	5	5
NEXT (min a 100 MHz)	4	3	5
PS-NEXT (min a 100 MHz)	5	4	4
EL-FEXT (min a 100 MHz)	3	3	5
PS-AELFEXT (min a 100 MHz)	4	4	3
PERDIDA DE RETORNO (min a 100 MHz)	2	2	4
PRECIO (Nexxt)	5	4	2
TOTAL	37	38	48

Elección del cable UTP para el cableado horizontal de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

Para la conexión de equipos dentro de la red en una misma planta se elige el cable UTP de categoría 6A S/FTP debido a su apantallamiento general del cable además de en el par trenzado, cumpliendo con el estándar EIA/TIA 568. El medio de transmisión elegido permite trabajar en un entorno Ethernet con velocidades de hasta 10Gbp y cubrir una distancia máxima de 100 metros protegido de las interferencias y ruido electromagnético, garantizando la funcionalidad de la red en la conexión de los equipos finales hacia los patch panel y a su vez a los SW de accesos ubicados en los racks de cada área del plantel.

4.6.4 Cuarto principal de telecomunicaciones

La sala principal de Telecomunicaciones es el área utilizada para albergar exclusivamente los equipos de telecomunicaciones y las terminaciones del cableado estructurado. Este cuarto principal debe de estar diseñado con acorde a la normativa TIA/EIA 569.

En la Unidad Educativa Simón Plata Torres existe un espacio físico de 3*3,4m con una superficie total 10,2 m² designado para el cuarto de telecomunicaciones principal, este espacio se encuentra alado del área Administrativa exactamente alado del bloque de Talento Humano.

A pesar de contar con este espacio es primordial realizar arreglos en su infraestructura para que en el diseño de la red propuesta no existan problemas a futuros, se propone los siguientes arreglos en base a lo observado y especificado en la línea base:

- Cambio del piso elevado ya que existen planchas que están corroídas.
- Mantenimiento al sistema contra incendios, contar con extintores dentro del cuarto.
- Cambio de las ventanas del cuarto debido a que están rotas.
- Arreglar los seguros de la puerta, ya que se abre fácilmente.
- Mantenimiento al sistema de aire acondicionada para conservar una temperatura entre 18 y 24 grados, ya que en la actualidad la temperatura alcanza hasta 26 grados centígrados.
- Cambiar el sistema de iluminación, existen lámparas fundidas.

4.6.5 Sistema de puesta a tierra

Los equipos de telecomunicaciones del diseño propuesto de la red de campus del plantel educativo del Milenio se conectan a un sistema de puesta a tierra basado en las normas establecida del estándar ANSI/EIA/TIA 607. El cable conductor para usar es de calibre 6 AWG cubierto con material aislante y en lo ideal de color verde, este cable se conecta a una barra de cobre de 2" x ¼" y los equipos deben ser conectados a esta barra de puesta a tierra.

4.6.6 Área de trabajo

Para la Institución las áreas de trabajo se distribuyen de esta forma: Administración, Biblioteca, Laboratorios Tecnologías, Bloque Aulas, Laboratorios Científicos, Comedor y Educación Inicial, dentro estas áreas se disponen de equipos finales como computadoras, parlantes, biométricos y cámaras de video que deben estar conectados a la red.

Dentro del diseño de la red de Institución en cada área de trabajo se distribuye puntos de datos en la pared a una altura aproximada de 45 cm desde el nivel del suelo, como lo indica la normativa TIA/EIA-568; además en cada aula del bloque de aulas contará con Puntos de Acceso a la red inalámbrica.

4.6.7 Bandejas perforadas

Para el diseño se toma en consideración bandejas perforadas con 20 cm de anchura, 10 cm de altura y 3 metros de largo de un material de acero galvanizado, estas se encuentran a 40 cm del techo verdadero de los pasillos de la institución y ocultas por el techo falso que está suspendido a 1 m del techo, además se usa bandejas de tipo T y accesorios de cambio de dirección de 45 grados, desde están bandejas perforadas se instalarán tuberías hacia el área de trabajo. La cantidad necesaria es de 623,79 metros de este tipo de bandejas para realizar el respectivo tendido de los medios físicos de transmisión a usar, el detalle se lo muestra en el Anexo 18.

4.6.8 Tubería Conduit para cableado horizontal

En el recorrido del cableado horizontal, el estándar EIA/TIA 568 recomienda usar tuberías de ¾" tipo Conduit, conectada a partir de las bandejas perforadas hacia los puntos de datos en el área de trabajo.

Con ayuda del software AutoCAD se detalla la longitud de tubería requerida dentro de la Institución tanto rígida como flexible debido a las vigas y columnas con grados de curvatura que existen dentro de su infraestructura para garantizar que el cableado no presente daños a su integridad, estos valores de mediciones detallados para cada punto de datos se los presenta en el Anexo 19.

La tabla 4.14 muestra en resumen la cantidad en metros de tubería Conduit que necesita cada Bloque de la UEMSPT, siendo un total 837,75 m. El dimensionamiento de la tubería esta analizado para que sea empotrado en la pared y garantizando que el cableado horizontal no exceda los 90 metros desde el rack hasta el área de trabajo. El recorrido de la tubería presenta cajetines de registro al ingreso a cada área de trabajo e igualmente a la llegada de cada punto de datos, consumando que no existan más de dos desviaciones de 90 grados sin existir un cajetín de exploración; además es requerido que el cableado y los medios de protección tengan una conexión puesta a tierra para la protección interferencias eléctricas, cumpliendo el estándar ANSI/EIA/TIA-569B de construcción comercial en telecomunicaciones.

Tabla 4. 14 Total de recorrido de tubería Conduit.

TOTAL DE TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
BLOQUES	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
ADMINISTRACIÓN	141,45	23	21
TALENTO HUMANO	85,88	9	6
BIBLIOTECA	94,37	13	14
LAB. TECNOLOGÍA	171,48	12	8
AULAS	175,9	12	0
LAB. CIENCIAS	66,09	5	5
EDUCACIÓN INICIAL	65,58	4	0
COMEDOR	37	5	5
TOTAL	837,75	83	59

Tubería Conduit requerida para el cableado horizontal. Elaborado por: González Andy

4.6.9 Bandejas metálicas con tapa para laboratorios de tecnología

Las bandejas metálicas con tapa se usan para distribuir el cableado horizontal en los laboratorios de: Lab. Computación 1, Lab. Computación 2, Lab. Inglés, Lab. Matemática; distribuyendo bandejas metálicas para pared desde el rack de cada bloque de laboratorio y bandejas metálicas de piso para que llegue el cableado a los diferentes puntos de datos, sugiriendo que el cableado eléctrico como cables de alimentación de cada computadora pase por esta misma bandeja para tener ordenado el área de trabajo en los laboratorios. La tabla

4.15 define la cantidad requerida de estas bandejas, obteniendo un valor de 180,72 metros en total; los valores detallados para cada laboratorio se encuentran en el Anexo 20.

Tabla 4. 15 Recorrido de Bandeja Metálicas con Tapa

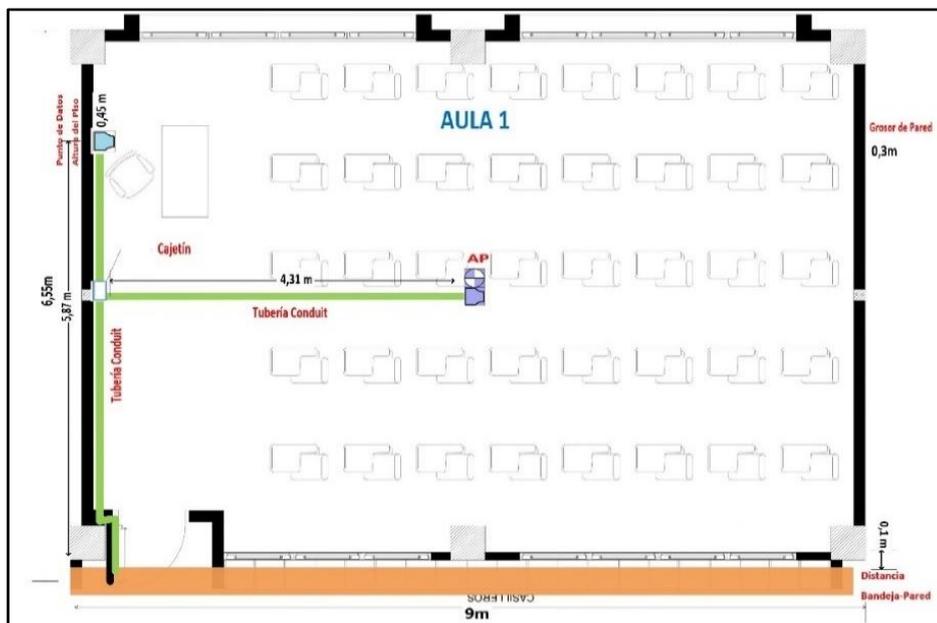
TOTAL RECORRIDO BANDEJAS METÁLICAS CON TAPAS			
LABORATORIO	BANDEJA DE PARED LONGITUD (m)	BANDEJA DE PISO LONGITUD (m)	CURVATURA
LAB. 1 COMPUTACIÓN	14,43	30,75	2
LAB. 2 COMPUTACIÓN	14,43	30,75	2
LAB. INGLÉS	14,43	30,75	2
LAB. MATEMÁTICA	14,43	30,75	2
TOTAL	57,72	123 m	8

Recorrido de bandeja metálica para los laboratorios de la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

4.6.10 Cálculo de recorrido de distancias de cableado horizontal

La figura 4.3 muestra las medias del aula A1, el aula se toma como ejemplo para mostrar el recorrido y la extensión que se necesita de cableado horizontal en las áreas de: Administración, Talento Humano, Biblioteca, Aulas, Lab. Ciencias, Comedor y Educación Inicial, desde el rack hacia el área de trabajo. Dentro del Aula A1 se muestra la extensión del cable que se requiere hacia el punto de datos en el área de trabajo, especificando el camino a seguir por el cable S/FTP categoría 6A, además de cotas y grosor de pared.

Figura 4. 3 Recorrido de cableado para el aula A1



Cálculo de recorrido de cableado para la conexión del Access Point y el punto de datos en el Aula A1.

Elaborado por: González Andy

La tabla 4.16 muestra la cantidad en metros necesarios para el recorrido de cable de categoría 6A desde el rack hacia el Access Point y el punto de datos del área de trabajo dentro del aula A1, el trayecto del cable posee constantes, como son la separación entre paredes y el grosor de estas, la bajada de tubería con un valor de cero debido a que los pasillos dentro de los bloques de la Institución están a una misma altura, y no es la excepción en el área de las Aulas.

Tabla 4. 16 Recorrido de cableado horizontal Aula A1

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL AULAS											
AREA EDIFICIO AULAS	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Categoría 6A		TOTAL	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¼" Longitud (m)
					Rack	0,3					
Aula 1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	9,36	5,87	29,31
Aula 1 AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,61	4,31	26,39

Recorrido de cableado horizontal Aula A1. Elaborado por: González Andy

De igual forma para el área de los laboratorios de tecnología se toma como ejemplo el laboratorio 1 de computación, específicamente los puntos de datos PR2 y PR3, la extensión del cableado en esta área cuenta con otra distribución al usarse bandejas con tapas para pared y piso. En la figura 4.4 se observa el recorrido del cableado horizontal desde el rack del cuarto de equipos hasta cada uno de los puntos del laboratorio 1 de computación.

Figura 4. 4 Recorrido Laboratorio de Computación 1



Cálculo de recorrido de cableado para la conexión en el Lab. Comp. 1. Elaborado por: González Andy

La tabla 4.17 detalla la cantidad de metros de cable de categoría 6A requerida desde el cuarto de equipos hacia el punto de datos dentro del lab1. El cuarto de equipos dentro de los laboratorios de tecnología mide 2 metros de ancho encontrándose el rack en el centro de este por lo cual se ha definido un valor constante de 0,7 metros para la llegada del rack hacia la pared, esta condición se cumple para los otros laboratorios de tecnología. De igual forma se recomienda dejar una reserva de cable UTP de 0,3 metros para futuras manipulaciones.

Tabla 4. 17 Recorrido de cableado horizontal Lab. 1 Computación.

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LABORATORIO COMPUTACION 1									
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)	ALTURA	BAJADA RACK	Constantes			Long. Bandeja Tapa Metálica	Total
					Reserva		Salida		
					Rack	0,3	Espacio Pared-Rack		
	LAB1. COMP. PR2	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB1. COMP. PR3		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17

Recorrido de cableado horizontal Aula A1. Elaborado por: González Andy

La tabla 4.18 muestra los elementos necesarios para el recorrido del cableado en la Institución. En el Anexo 21 se observa a detalle para los bloques de administración, talento humano, biblioteca, aulas, laboratorios ciencias, comedor y educación inicial; para el recorrido de los laboratorios de tecnología se lo puede observar en el Anexo 22. Adicionalmente, los accesorios del cableado se detallan en el Anexo 23.

Tabla 4. 18 Accesorios para el tendido del cableado horizontal

TOTAL DE CABLEADO HORIZONTAL RECORRIDO S/FTP CATEGORÍA 6A						
AREAS	LONGITUD (m)	ACCESORIOS			AP	
		FACEPLATE SIMPLE	FACEPLATE DOBLE	RJ-45		
ADMINISTRACIÓN	614,37	9	9	66	6	
TALENTO HUMANO	325,95	2	6	34	3	
BIBLIOTECA	798,13	4	9	48	2	
LAB. TECNOLOGÍA	2764,88	4	84	352	4	
AULAS	1184,41	16	-	58	13	
LAB. CIENCIAS	317,18	-	5	30	5	
EDUCACIÓN INICIAL	383,06	6	-	22	5	
COMEDOR	533,39	-	6	28	2	
TOTAL	6921,37	41	119	638	40	
ROLLO 305 m		22,69 ≈ 23 rollos				

Accesorios y cable UTP necesario para el recorrido del cableado horizontal. Elaborado por: González Andy

4.6.11 Cálculo de recorrido de distancias de cableado vertical

La F.O monomodo G.652D de 12 hilos es el medio de transmisión elegido para el diseñar el cableado del backbone en la Unidad Educativa del Milenio Simón Plata Torres, permitiendo conectar el cuarto principal de datos con el de equipos y los racks de pared que se encuentran en los predios. La extensión y recorrido de la fibra está presente en cada bloque de la Institución necesitando un total de 694,47 m de F.O incluyendo las medidas desde el cuarto principal de telecomunicaciones hacia las salas de equipos o rack de pared, dejando una reserva de fibra óptica que facilite el mantenimiento de la red además de garantizar la escalabilidad y redundancia en futuros proyectos de expansiones de la red, este valor se lo detalla en el Anexo 24.

4.7 Ubicación de equipos y recorrido de cableado

El equipo SW-L3 se lo ubicará en el cuarto principal de Telecomunicaciones de la Institución, y los SW-L2 se ubicarán en los racks existentes de la Institución conforme al número de puertos que estos manejan para cumplir las necesidades de cada área. Adicionalmente al realizar un nuevo dimensionamiento los equipos dispondrán de puertos libres para futuras conexiones.

En la tabla 4.19 se detalla la distribución de los SW-L2 en la infraestructura de la Unidad Educativa y en el Anexo 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 se observa la distribución de los equipos y recorrido de bandejas, tuberías y cables en los bloques de la Institución.

Tabla 4. 19 Distribución del equipo SWL2

Area	Salas	SW 24	SW 48	ID.
TALENTO HUMANO	Inspección General	1		Sw1
ADMINISTRACIÓN	DECE		1	Sw2
TECNOLOGÍA	Lab1 Computación		2	Sw3/Sw4
	Lab Inglés		2	Sw5/sw6
BIBLIOTECA	Biblioteca	1		Sw7
AULAS	AULA2 BLOQUE2		1	Sw8
	Lab. Química	1		Sw9
Comedor	Comedor	1		Sw10
INICIAL	AULA1 INIC	1		Sw11
Total		5	6	11

Distribución y etiqueta de los diferentes SWL2 a distribuir en la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

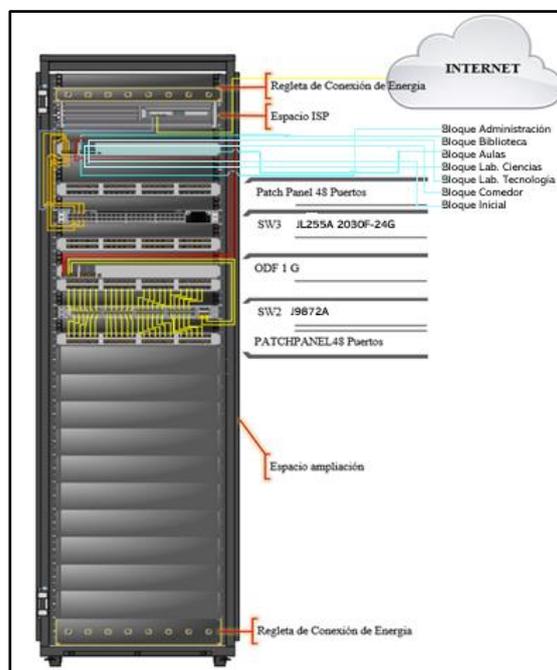
4.8 Distribución del equipamiento activo

En el rack del cuarto principal de telecomunicaciones del plantel se coloca el switch de núcleo colapsado de la marca ARUBA 2930F modelo JL255A, este switch prestará el servicio de distribución y núcleo y conectará por medio de la fibra óptica G-652 D en el cableado vertical de la institución, permitiendo conectar con los switches de capas 2 dentro de cada bloque.

Además, en este rack se ubica uno de los switches de capa 2 de la marca ARUBA HPE de la línea 2530, específicamente el modelo J9872A de 24 puertos, que conectará por medio de cable S/FTP de categoría 6A al bloque de Talento Humano y permitirá la conexión a la red.

En la figura 4.5 se observa el rack principal de la Unidad Educativa de 42 U donde se coloca en la parte inferior una regleta para proporcionar energía eléctrica, un ODF para distribuir el medio de transmisión, los switches de capa 2 y capa 3 y patch panel para la organización del cableado dentro del rack. Adicionalmente, en el rack se deja espacios libres para una ampliación futura que requiera la Institución.

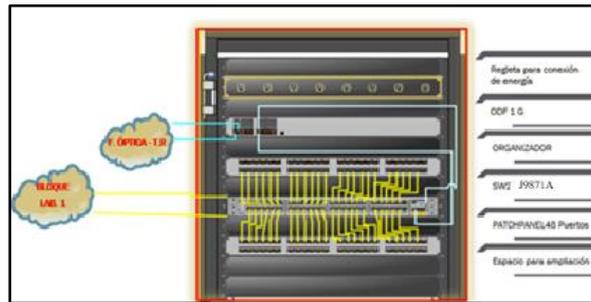
Figura 4. 5 Rack Principal de la UEMSPT



Distribución del equipamiento en el rack del cuarto de telecomunicaciones. Elaborado por: González Andy

En la Figura 4.6 se observa la ubicación de los equipos en un rack de 24 U, este contiene una regleta para proporcionar energía eléctrica, igual forma un ODF, Patch Panel para organizar el cableado dentro del rack, SW2 de la marca ARUBA HPE de la línea 2530, específicamente el modelo J9871A de 48 puertos. Adicionalmente, se toma en consideración un espacio libre que servirá para futuras ampliaciones dentro de la Institución.

Figura 4. 6 Equipamiento en Rack de 24 U

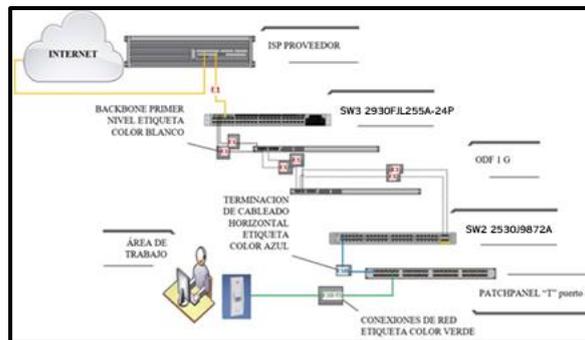


Distribución del equipamiento dentro de un rack de 24 U. Elaborado por: González Andy

4.9 Etiquetado

La norma ANSI/TIA-606-B establece pautas para la tipificación y etiquetado de los elementos dentro de la infraestructura de la red diseñada, permitiendo documentar los medios y equipos que permiten la conexión dentro de la red para su fácil administración y mantenimientos que la red requiera. En la figura 4.7 se observa el ejemplo de cómo del etiquetado desde el equipo de núcleo hasta el equipo final de un área de trabajo.

Figura 4. 7 Etiquetado dentro de la Red



Etiquetado desde el equipo de núcleo hasta el host final. Elaborado por: González Andy

CAPÍTULO 5

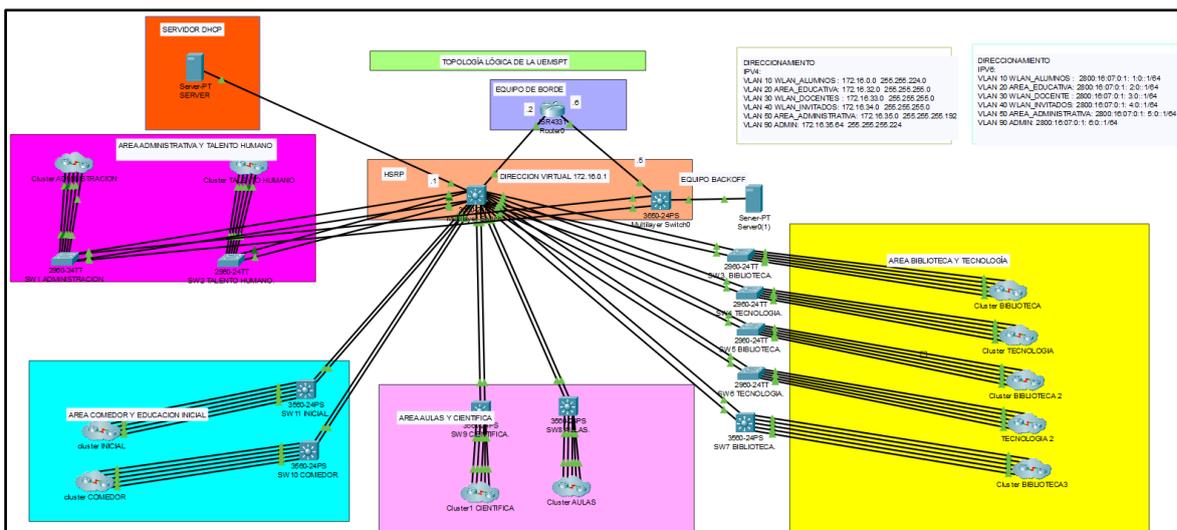
SIMULACIÓN DE LA RED DE CAMPUS Y ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 Simulación de la red de campus en el software Packet Tracer

La figura 5.1 muestra la topología del diseño realizado en el software Packet Tracer versión 8.1.1. Esto nos permite tener una representación de cómo se comportan los equipos dentro de la red y su estado de conexión.

La topología de la red está diseñada con un SW L3 como equipo de núcleo y distribución, será el equipo principal el cual permitirá la conexión y comunicación entre los 11 SW L2 que se encuentran dentro de la Institución, también cuenta con un equipo Back Off para asegurar la disponibilidad de la red.

Figura 5. 1 Topología de la red diseñada en Packet Tracer.



Topología de la Red de Campus U.E.M.S.P.T en el software Packet Tracer. Elaborado por: González Andy

5.2 Configuración del equipamiento de la red

5.2.1 Configuración básica y administración remota

La configuración básica de cada equipo es el comienzo para la simulación de la red, cuenta con acceso por nombre de usuario y contraseñas de seguridad en enable y para mayor seguridad las contraseñas de acceso a cada modo son encriptadas, así como la configuración de un banner para avisos de accesos.

Se configura SSH para la administración de forma remota manejada en la capa 7 del modelo OSI, esta cuenta con un privilegio de 15.

En la figura 5.2 se muestra la configuración básica realizada en los equipos SW de capa 3 y capa 2.

Figura 5. 2 Configuración básica y SSH en los equipos

```
-----CONFIGURACION EN ROUTER PRINCIPAL-----  
CONTRASEÑAS MODO EXEC USUARIO y SSH  
  
configure terminal  
hostname SC3_PRINCIPAL  
no ip domain-lookup  
line console 0  
password UEMSP2022T  
login  
enable secret UEMSP2022T  
service password-encryption  
exit  
configure terminal  
ip domain-name milenio.com  
crypto key generate rsa  
banner motd . SOLO PERSONAL AUTORIZADO .  
1024  
ip ssh version 2  
line vty 0 15  
login local
```

Comandos para configuración básica y SSH en los SW de capa 3 y capa 2. Elaborado por: González Andy

5.2.2 Configuración VTP

El protocolo VTP (Vlan Trunking Protocol) consiente la propagación de VLANs dentro de un mismo dominio, el SW de capa 3 se establece como server y este propagará las VLANs a los SW de capa 2 que se encuentran como clientes, evitando actualizar la información manualmente uno a uno.

En la figura 5.3 se detalla la configuración del protocolo VTP tanto en modo servidor como en modo cliente.

Figura 5. 3 Configuración de VTP

VTP SERVIDOR	VTP CLIENTE
<pre>vtp mode server vtp domain milenio.com vtp password UEMSP2022T vtp version 2</pre>	<pre>vtp mode client vtp domain milenio.com vtp password UEMSP2022T vtp version 2</pre>

Configuración del protocolo VTP en modo servidor y cliente. Elaborado por: González Andy

5.2.3 Configuración para las VLANs con su respectivo nombre

Una vez configurado el protocolo VTP en el SW de capa 3 como server, se crean las VLANs respectivas con nombres para el servicio que prestan y creándose automáticamente en los switches clientes, como se observa en la figura 5.4.

Figura 5. 4 Configuración VLANs

```
vlan 30
name W_DOCENTES
exit
vlan 40
name W_INVITADOS
exit
vlan 50
name A_ADMINISTRACION
exit
vlan 90
name ADMIN
exit
vlan 100
name SERVIDORES
exit
```

Ejemplo de la configuración de VLANs con su respectivo nombre en el SW de núcleo. Elaborado por:
González Andy

5.2.4 Configuración de subredes para cada VLANs

Cada una de las VLANs creadas se configura con direcciones IP en IPv4 e IPv6, dejando la primera dirección válida como la puerta de enlace de cada subred, como se detalla en la figura 5.5.

Figura 5. 5 Asignación de direcciones IP en las VLANs

```
ASIGNACION DE DIRECCIONES A LAS VLAN

interface vlan 10
ip address 172.16.0.2 255.255.254.0
ip helper-address 192.168.100.100
no shutdown
exit

interface vlan 20
ip address 172.16.32.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.100.100
no shutdown
exit

interface vlan 30
ip address 172.16.33.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.100.100
no shutdown
exit

interface vlan 40
ip address 172.16.34.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.100.100
no shutdown
exit

interface vlan 50
ip address 172.16.35.1 255.255.255.192
ip helper-address 192.168.100.100
no shutdown
exit

interface vlan 90
ip address 172.16.35.65 255.255.255.224
no shutdown
exit

int vlan 100
ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
no shut

ipv6 unicast-routing
interface vlan 10
ipv6 address 2000:16:07:0110::1/64
ipv6 address FE80::0110:1 link-local
no shutdown

interface vlan 20
ipv6 address 2000:16:07:0120::1/64
ipv6 address FE80::0120:1 link-local
no shutdown

interface vlan 30
ipv6 address 2000:16:07:0130::1/64
ipv6 address FE80::0130:1 link-local
no shutdown

interface vlan 40
ipv6 address 2000:16:07:0140::1/64
ipv6 address FE80::0140:1 link-local
no shutdown

interface vlan 50
ipv6 address 2000:16:07:0150::1/64
ipv6 address FE80::0150:1 link-local
no shutdown

show ipv6 interface brief
```

Configuración de direccionamiento IPv4 e IPv6 en las VLANs. Elaborado por: González Andy

5.2.5 Configuración DHCPv4 Y DHCPv6

La configuración del DHCP permite que cada uno de los hosts de los diferentes bloques del plantel obtenga una dirección de forma dinámica tanto para IPv4 e IPV6, excluyendo las direcciones de Gateway en las subredes para evitar los duplicados de IP. La configuración de DHCPv6 se muestra en la figura 5.6.

Figura 5. 6 Configuración de DHCPv6

```
DHCP
!Servicio DHCPv6 -> sin estado
ipv6 dhcp pool DHCPVLAN10
dns-server 2800:16:07:0170::5
domain-name milenio.com
exit

interface vlan 10
ipv6 dhcp server DHCPVLAN10
ipv6 nd other-config-flag
exit

ipv6 dhcp pool DHCPVLAN20
dns-server 2800:16:07:0170::5
domain-name milenio.com
exit

interface vlan 20
ipv6 dhcp server DHCPVLAN20
ipv6 nd other-config-flag
exit

ipv6 dhcp pool DHCPVLAN30
dns-server 2800:16:07:0170::5
domain-name milenio.com
exit
```

Configuración de DHCPv6 en Packet Tracer. Elaborado por: González Andy.

5.2.6 Configuración de protocolo de enrutamiento

Como protocolo de enrutamiento dentro de la red se configura OSPF permitiendo que los dispositivos que los dispositivos en cada VLANs se comuniquen entre ellos, aunque estén en diferentes dominios de broadcast para seguridad se restringe la comunicación entre ciertas VLAN por medio de listas de control de acceso. La configuración del protocolo de enrutamiento se la observa en la figura 5.7.

Figura 5. 7 Configuración de OSPF

```
CONFIGURACION DE OSPF
router ospf 1
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
exit
```

Configuración de OSPF en el switch de núcleo. Elaborado por: González Andy.

5.2.7 Configuración de Ethernet Channel

La configuración de Ethernet Channel permite garantizar la disponibilidad de la red mitigando el fallo que pueda existir en el medio de transmisión por medios de caminos entre el SW de capa 3 y los SW de capa 2, para esto se agrupan lógicamente varios puertos físicos balanceando la carga del medio en un solo troncal al integrar las dos velocidades de transmisión; los enlaces troncales tienen la característica de Ethernet Channel con el protocolo LACP. Esta configuración se observa en la figura 5.8 tanto para el SW de capa 3 y el de capa 2.

Figura 5. 8 Configuración de Ethernet Channel

```
ETHERNET CHANNEL CON LACP
interface range g1/0/1 - 2
channel-group 1 mode active
no shutdown
exit
interface Po1
!switchport trunk encapsulation dot1
switchport mode trunk
exit

interface range g0/1 - 2
channel-group 1 mode passive
no shutdown
exit
interface Po1
switchport mode trunk
exit
```

Configuración de Ethernet Channel con LACP en modo activo y pasivo. Elaborado por: González Andy

5.2.8 Configuración Port Security

Esta configuración es una política de seguridad en la capa 2 del modelo OSI, permite limitar las direcciones MAC, ya que el switch aprende un limitado número de direcciones.

Para el diseño de la red del plantel permite que aprenda una dirección MAC para establecer conexión con el puerto que siempre usa, caso contrario el puerto se deshabilitará, aportando a la seguridad del personal que lo requiera. La configuración de Port Security se observa en la figura 5.9.

Figura 5. 9 Configuración de Port Security.

```
interface range fastEthernet 0/1-13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security maximum 1
switchport port-security mac-address sticky
switchport port-security violation shutdown
```

Configuración de Port Security en la red. Elaborado por González Andy.

5.2.9 Configuración de ACLs

La configuración de ACLs sirve como medida de seguridad para gestionar el tráfico en la capa 3 y 4 del modelo OSI, al crear listas de acceso se niega el ingreso de usuarios a otros servicios de las subredes, a forma de ejemplo los alumnos no tienen permiso para acceder a la red de los profesores y administrativos.

En la figura 5.10 se detalla los pasos para la configuración de las ACLs en IPv4 como en IPv6.

Figura 5. 10 Configuración de ACLs.

```
enable
configure terminal
niegue el trafico de origen de la vlan 10 a la vlan 30

ALUMNOS
access-list 101 deny ip 172.16.0.0 0.0.31.255 172.16.33.0 0.0.0.255
access-list 101 deny ip 172.16.0.0 0.0.31.255 172.16.35.0 0.0.0.63
access-list 101 deny ip 172.16.0.0 0.0.31.255 172.16.35.64 0.0.0.31
access-list 101 permit ip any any

interface vlan 10
ip access-group 101 in

-----
INVTADOS
access-list 102 deny ip 172.16.34.0 0.0.0.255 172.16.33.0 0.0.0.255
access-list 102 deny ip 172.16.34.0 0.0.0.255 172.16.35.0 0.0.0.63
access-list 102 deny ip 172.16.34.0 0.0.0.255 172.16.35.64 0.0.0.31
access-list 102 permit ip any any

interface vlan 40
ip access-group 102 in

-----
ipv6 access-list BLOQUEO10-IPV6
deny ip 2800:16:07:0110::0/64 2800:16:07:0130::0/64
deny ip 2800:16:07:0110::0/64 2800:16:07:0150::0/64
deny ip 2800:16:07:0110::0/64 2800:16:07:0160::0/64
permit ip any any

interface vlan 10
ip access-group BLOQUEO10-IPV6 in

-----
ipv6 access-list BLOQUEO40-IPV6
deny ip 2800:16:07:0140::0/64 2800:16:07:0130::0/64
deny ip 2800:16:07:0140::0/64 2800:16:07:0150::0/64
deny ip 2800:16:07:0140::0/64 2800:16:07:0160::0/64
permit ip any any

interface vlan 40
ip access-group BLOQUEO40-IPV6 in
```

Configuración de ACLs en IPv4 e IPv6. Elaborado por: González Andy.

5.2.10 Configuración HSRP

La configuración de Host Standby Router Protocol (HSRP), permite la redundancia de la red y la tolerancia a fallos otorgando una gran disponibilidad de la red, ya que al usar este protocolo se crea una agrupación de enrutadores quedando uno como maestro, en el caso de nuestra red es el SW de capa 3 y siendo el otro un respaldo siempre a la espera de que se ocasione un fallo para intervenir. Este protocolo actúa en la capa 3 del modelo OSI.

En la figura 5.11 se observa un ejemplo de la configuración del protocolo HSRP para la VLAN10.

Figura 5. 11 Configuración HSRP.

```
interface vlan 10
standby 10 ip 172.16.0.1
standby 10 priority 120
```

Configuración de HSRP en la VLAN 10. Elaborado por: González Andy.

5.2.11 Configuración VLAN nativa

Para incrementar la seguridad de la red es necesario cambiar la Vlan nativa que se establece por defecto, debido a que principalmente los ataques de Vlan siempre están orientados a dirigirse hacia la Vlan 1 para acceder al switch o a otras Vlan.

Figura 5. 12 Configuración Vlan nativa

```
interface port-channel 1
switchport trunk native vlan 110

interface port-channel 2
switchport trunk native vlan 110

interface port-channel 3
switchport trunk native vlan 110

interface port-channel 4
switchport trunk native vlan 110

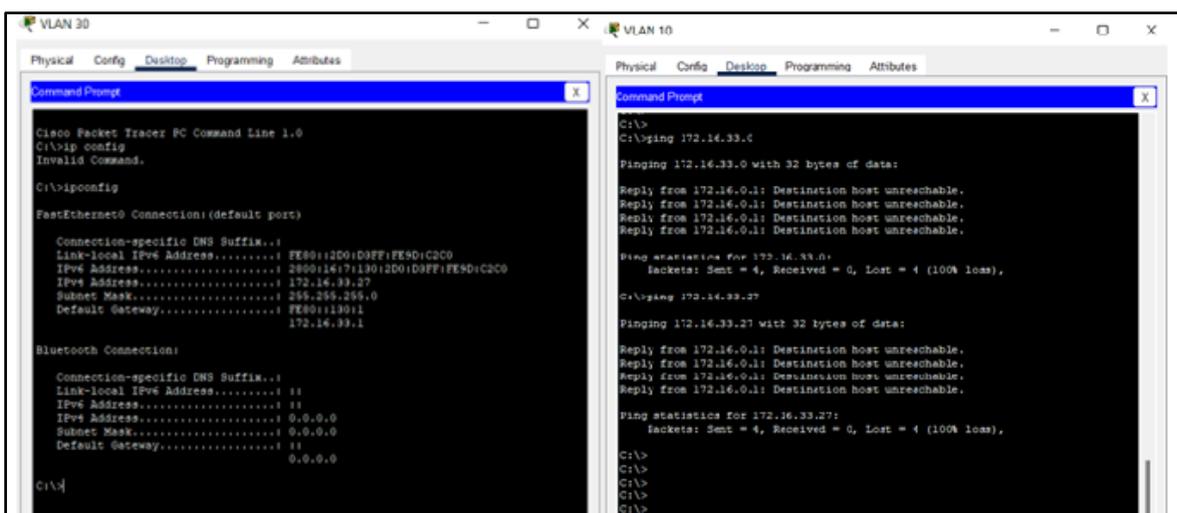
configure terminal
vlan 110
name NATIVA
exit
```

Cambio de número de la Vlan nativa por seguridad en la red. Elaborado por: González Andy.

5.2.12 Pruebas de comunicación

Una vez realizada la configuración en los equipos se realizan pruebas de comunicación y cumplimiento de los requerimientos, en la figura 5.13 se observa como deniega la comunicación entre las computadoras de la Vlan 10 a la Vlan 30, esto está establecido por ACLs debido a que la Vlan 10 está configurada para estudiantes y por motivos de seguridad los estudiantes no pueden acceder a la Vlan 30 establecida para docentes. En el Anexo 34 se muestran pruebas de conexión entre otros segmentos y validación del HSRP y DHCP.

Figura 5. 13 Prueba de comunicación entre VLANs.



Comunicación denegada entre la Vlan 10 de estudiantes y la Vlan 30 de docentes. Elaborado por: González Andy

5.3 Análisis de costos

El análisis de costos es realizado para determinar la fiabilidad de la propuesta del presente proyecto técnico, su análisis se lo realizará mediante, el valor neto (VAN), la tasa interna de rentabilidad (TIR) y el periodo de recuperación. La implementación del proyecto contaría como inversión pública, debido a que el colegio es de índole Fiscal.

5.3.1 Costos del equipamiento

Acorde al análisis realizado en las tablas de decisiones para determinar el equipo y las características más adecuadas para el despliegue de la nueva red y hecha la elección del equipamiento a utilizar en el capítulo 4, es necesaria una inversión de \$ 52,942.41 para una futura implementación.

En la tabla 5.1 se detalla la cantidad de dispositivos que se requiere, su precio unitario y el total de la inversión para la nueva red del plantel educativo. En el Anexo 35 se encuentra la lista a detalle de los precios.

Tabla 5. 1 Costo del equipamiento activo y pasivo.

LISTAS DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS A IMPLEMENTAR EN LA RED UEMSPT			
Equipamiento	Cantidad	P. Unitario (USD)	Total (USD)
Switch capa 3	1	\$4599	\$4599
AP 245	34	\$120	\$4080
AP 660	7	\$260	\$1820
Switch capa 2 48p	6	\$1270	\$7620
Switch capa 2 24 p	5	\$779	\$3895
Material cableado estructurado	1	\$30.928,42	\$30.928,42
Total			\$ 52,942.41

Costo del equipamiento para el despliegue de la red en la UEMSPT. Elaborado por: González Andy

5.3.2 Costos de implementación

El estipendio de los servicios profesional de un ingeniero especializado en telecomunicaciones involucra el estudio y despliegue de la red, configuración de equipos, pruebas de conectividad y capacitación para gestionar la red.

El coste referencial en la implementación de la red contando con un equipo de un ingeniero y 6 técnicos especializados se lo estipula en la tabla 5.2.

Tabla 5. 2 Costo referencial de implementación.

Tareas	Personal	Cantidad de Horas	P. Unitario (c/h)	TOTAL (USD)
Diseño y configuración de equipos LAN y WLAN	1	180	\$33.00	\$5940.00
Pruebas de conectividad		40	\$33.00	\$1320.00
Técnicos e implementación	5	576	\$10.00	\$5760.00
Capacitación		30	\$10.00	\$300.00
Total	6	826		\$13,320.00

Costo referencial de implementación de la red por profesionales de redes. Elaborado por: González Andy

5.3.3 Costo total del proyecto

Para obtener una referencia del costo total del proyecto se incluye los costos de la adquisición de los equipos, los materiales para el tendido del cableado estructurado y el de implementación a cargo de mano de obra calificada en despliegue de redes, cabe mencionar que los costos pueden variar a futuro.

La tabla 5.3 muestra el detalle del cálculo del costo total del proyecto en mención, obteniendo un valor total de \$66,262.41 incluido el IVA.

Tabla 5. 3. Costo total referencial del proyecto

COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED UEMSPT	
Costo de adquisición de equipos y cableado estructurado	\$ 52,942.41
Costo de implementación	\$13,320.00
TOTAL	\$66,262.41

Inversión necesaria para la realización del proyecto. Elaborado por: González Andy

5.3.4 Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto permite interpretar los resultados de la elaboración de un proyecto en términos monetarios. (Fajardo Vaca, et al., 2019) Tomando en cuenta que para que el proyecto sea factible el valor de VAN debe de ser mayor a cero.

La ecuación para el cálculo del VAN se muestra a continuación:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t} \quad \text{Ec. (5.1)}$$

En donde:

I_o : inversión inicial

Ft : flujos de cajas en cada periodo de tiempo

k : tasa de descuento

n : números de periodos de tiempo

La institución al ser de índole fiscal se analiza el flujo de ingresos y egresos con los siguientes parámetros:

- Ingresos aproximados: Se obtiene a partir de las inversiones sociales que realiza Petroecuador en la ciudad de Esmeraldas, estas inversiones se toman en consideración debido a que Petroecuador con su Refinería Esmeraldas ya ha realizado adecuaciones en la Institución, para el año 2018 realizó una inversión de \$18'206.246,22 para saneamiento ambiental, alcantarillado, educación, salud y vialidad en la ciudad de Esmeraldas, especialmente en los barrios del sur. (EP Petroecuador , 2018)

Además, los ingresos se justifican en relación con el Buen Vivir de la población del sur de la ciudad de Esmeraldas, ya que este proyecto aportará a mejorar la calidad educativa de la Institución. En base a los parámetros mencionados se coloca en consideración un valor de \$7200.

- Egresos aproximados: Se considera el mantenimiento del plantel como pintura, limpieza de áreas verdes, recolección de basura y otros servicios, con un valor de \$1200.

La tabla 5.4 muestra el valor del flujo de caja anual en la institución, basándose en los parámetros de inversión social que se detalló en el párrafo anterior.

Tabla 5. 4 Flujo de caja anual

FLUJO DE CAJA ANUAL UEMSPT	
DESCRIPCIÓN	TOTAL
INGRESOS APROXIMADOS	\$7200,00
EGRESOS APROXIMADOS	\$1200,00
FLUJO DE CAJA MENSUAL APROXIMADO	\$6000
FLUJO DE CAJA ANUAL APROXIMADO	\$72000

Flujo de caja anual de la Institución. Elaborado por: González Andy

El descuento de la tasa de interés es de 8,20% para el mes de julio, esta información es proporcionada por el Banco Central del Ecuador en lo referido a inversión pública. (Banco Central del Ecuador, 2022)

$$VAN = -66262.41 + \frac{72000.00}{1 + 0.0820}$$

$$VAN = 281.03$$

Siendo el valor del VAN mayor a cero denota que es factible realizar este proyecto.

5.3.5 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es una medida utilizada en la valoración de proyectos para comprobar la viabilidad o rentabilidad de una inversión basado en un porcentaje de beneficio o perdidas. (González, 2019)

La ecuación se obtiene a partir de igualar la ecuación del VAN a cero y despejando la tasa interna de rentabilidad, siendo la ecuación:

$$TIR = \frac{Fn - I_o}{I_o} \quad \text{Ec. (5.2)}$$

$$TIR = \frac{72000 - 66262.41}{66262.41}$$

$$TIR = 0.0865$$

$$TIR = 8,65\%$$

Al resultar un valor positivo la inversión puede garantizar ganancias en el plantel educativo.

5.3.6 Periodo de recuperación de capital (PRC)

Es el tiempo en que se recuperará la inversión para la implementación de la red en el plantel.

La ecuación para obtener el PRC es la dada a continuación:

$$PRC = \frac{I_o}{F_m} \quad \text{Ec. (5.3)}$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial

F_m : Flujo de caja mensual

$$PRC = \frac{I_0}{F_m}$$

$$PRC = \frac{66262.41}{6000}$$

$$PRC = 11$$

Lo invertido en la Unidad Educativa se recuperará en 11 meses.

CONCLUSIONES

El levantamiento y análisis de la línea base en la Unidad Educativa permitió definir las necesidades de la actual red, mostrando que no es una red segura, ni escalable con equipos obsoletos, e inconvenientes en la integridad del cableado vertical por hurtos suscitados en los predios, además, presentando amplias zonas que no cuentan con cobertura inalámbrica debido a que poseen solo cuatro Access Point para toda la institución; permitiendo justificar la necesidad de diseñar una red con características resilientes.

El diseño de la red LAN se basó en un modelo jerárquico de núcleo colapsado y la metodología TOP DOWN NETWORK acompañado del ciclo de vida PPDIOO, permitiendo garantizar la escalabilidad en IPv4 e IPv6, la redundancia y tolerancia a fallos al usar Ethernet Channel, la disponibilidad de la red al tener equipos de respaldo y usar el protocolo HSRP, de la misma forma en la parte física con la elección de equipos que soportan las necesidades de la red y la reserva de fibra óptica para la prevención en caso de daños.

El diseño de la red WLAN está fundamentada por el análisis previo de encuestas técnicas de mapas de calor, conociendo las áreas en donde se necesita tener cobertura inalámbrica para el uso de la comunidad educativa.

La simulación realizada demuestra que el diseño de la red funcionará adecuadamente por sus características resilientes, se cimienta en una configuración para escenarios donde se soporte alta demanda o afectaciones en la integridad de la infraestructura tecnológica.

El análisis económico para la implementación del proyecto está basado en políticas del buen vivir, ya que al ser una Institución Fiscal con una comunidad de sectores populares de los barrios del sur de la ciudad de Esmeraldas se busca una inversión pública y social para combatir la brecha digital existente; el proyecto es fiable y viable y con un estimado de recuperación de 11 meses.

RECOMENDACIONES

Mejorar las condiciones del cuarto principal de telecomunicaciones para asegurar el funcionamiento adecuado del equipamiento del rack principal.

Sería factible tomar en consideración el estudio e implementación de un sistema de seguridad de perímetro para controlar el tráfico entrante y saliente e identificar posibles ataques que trasgredan contra la integridad de la red e información de la Institución.

Se recomienda aplicar estrategias de QoS para dar prioridad a información que sea importante por los administrativos del plantel.

Se sugiere implementar un sistema de puesta a tierra que proteja los equipos electrónicos así mismo un sistema de suministro eléctrico para evitar daños por las variaciones de tensión de la red pública en una inversión de esta índole.

Capacitar continuamente al encargado de las TIC dentro de la Unidad Educativa, para que pueda brindar soporte a la red cuando se lo requiera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acrylic Wifi. (2019). *Acrylic Wi-Fi Heatmaps – Site Survey WiFi*. Obtenido de <https://www.acrylicwifi.com/programas-software-herramientas-wifi/analisis-cobertura-wifi-acrylic-heatmaps-mapas-de-cobertura/#:~:text=ver%20m%C3%A1s-,Site%20Survey,la%20calidad%20de%20la%20se%C3%B1al>.
- Arellano Chuquimarca, D. G., & Iza Salazar, D. P. (2020). *Diseño de la red de campus para la Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco La Tola (tesis de grado)*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18230/1/UPS%20-%20ST004403.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Tasa de interés*. Recuperado el 12 de julio de 2022, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- Caiza Quishpe, S. P. (2021). *Diseño de la red LAN y WLAN para la Unidad Educativa Particular Santa Ana usando un modelo jerárquico de CISCO (tesis de grado)*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20390/1/UPS%20-%20TTS377.pdf>
- EP Petroecuador . (2018). *Noticias Petroecuador*. Obtenido de EP Petroecuador ha invertido USD 170 millones en la provincia de Esmeraldas en proyectos de inversión social: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=7460>
- Fajardo Vaca, L. M., Girón Guerrero, M. F., Vásquez Fajardo, C. E., Fajardo Vaca, L. A., Zuñiga Santillán, X. L., Solís Granda, L. E., & Pérez Salazar, L. A. (2019). Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno como parámetros de evaluación de las inversiones. *Investigación Operacional*, 40(4), 469-474. Obtenido de Revista Investigación Operacional: <http://www.invoperacional.uh.cu/index.php/InvOp/article/viewFile/693/653>
- Federal Communications Commission. (febrero de 2018). *Guía de Velocidades de Banda Ancha* . Recuperado el mayo de 2022, de <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>
- FS. (julio de 2021). *¿Es la fibra monomodo G.652 tu mejor opción?* Obtenido de FS Community: <https://community.fs.com/es/blog/is-g652-single-mode-fiber-your-right-choice.html>
- Gartner. (Noviembre de 2021). *Magic Quadrant for Enterprise Wired and Wireless LAN Infrastructure 2021*. Obtenido de Gartner: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-28601EDF&ct=211118&st=sb>
- Generalitat Valenciana. (2017). *Guía para la elaboración de los estudios de línea base de los proyectos subvencionados por la Generalitat 2017*. Obtenido de Dirección

General de Cooperación y Solidaridad:
<https://cooperaciovalenciana.gva.es/documents/164015995/164468323/Gu%C3%A9n+de+los+estudios+de+L%C3%ADnea+de+Base+de+proyectos+subvencionados+por+la+Generalitat+2017/df11e7bb-049c-487f-8b09-57094c7bbf8b#:~:text=%C3%A9ste%20se%20in>

Gómez Doylerth, L. A., & Yagual Castillo, L. O. (2018). *Análisis y propuesta de un diseño óptimo para las mejoras de las redes LAN y WLAN de la Unidad Educativa Dr. Leonidas Ortega Moreira por medio de CISCO SAFE (tesis de grado)*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26718/1/B-CINT-PTG-N.244G%c3%b3mez%20Doylerth%20Luigi%20Adriel.Yagual%20Castillo%20Luis%20Oswaldo.pdf>

González, I. (2019). *¿Qué es y como calcular la TIR (Tasa Interna de Retorno)?* Obtenido de Universidad Internacional de la Rioja: <https://www.unir.net/empresa/revista/como-calcular-tir-tasa-interna-retorno/>

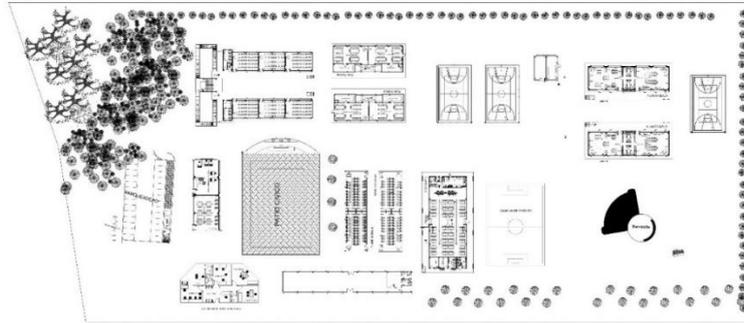
INEC. (abril de 2021). *Tecnologías de la Información y Comunicación, 2020*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Principales_resultados_Multiproposito_TIC.pdf

Sánchez Arreaga, L. L. (2021). *Análisis de incidencias de la RED LAN, del GAD Municipal del cantón Montalvo (tesis de grado)*. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9490/E-UTB-FAFISIST-000203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Telecom Advisory Services, LLC. (2017). *Hacia la Transformación Digital de América Latina y El Caribe: El Observatorio CAF del Ecosistema Digital*. Obtenido de SCIOTECA AN OPEN KNOWLEDGE SITE: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1059/Observatorio%20CAF%20del%20ecosistema%20digital.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: Distribución de los bloques de la UEMSPT



Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 2: Información de los usuarios y terminales de la UEMSPT

Información Usuarios			
Área	Salas	Host	Terminales
ADMINISTRATIVA Y TALENTO HUMANO	Información	1	1
	Secretaría	2	2
	DC	2	4
	Bodega	1	1
	Colecturía	1	1
	Aula Psicología	2	2
	Archivos	1	1
	Enfermería	1	1
	Rectorado	1	2
	Vicerrectorado	3	4
	Inspección General	2	4
	Sala de profesores	6	16
	Inspección Curso	2	4
BIBLIOTECA	Biblioteca	0	0
TECNOLÓGICA	Lab 1 Computación	8	28
	Lab 2 Computación	8	28
	Lab Inglés	9	28
	Salón Comunal	0	8
CIENTIFICA	Lab Biología	0	4
	Lab Química	0	4
	Lab CCNN	0	0
	Lab Física	0	4
	Coordinación	1	2
	Ed. Física	1	1
AULAS	1er Planta Bloque 1	0	3
	2da Planta Bloque 1	0	3
	1er Planta Bloque 2	0	3
	2da Planta Bloque 2	0	3
COMEDOR	Comedor	0	10
EDUCACIÓN INICIAL	Inicial 1	1	1
	Inicial 2	0	1
	Inicial 3	0	1
	Inicial 4	0	1
TOTAL		53	176

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 3: Equipamiento del cuarto principal de telecomunicaciones de la UEMSPT

EQUIPAMIENTO DEL RACK DEL CENTRO DE DATOS					
Item	Descripción	Cantidad	Marca	Modelo	Puertos
1	WDM Fast Ethernet Media Converter	1	TP-LINK	MC111CS	2
2	RouterBoard	1	MikroTik	RB951Vi – 2HnD	5
3	Router	1	TP-LINK	TL-WR841ND	4
4	PoE Injector	1	D-Link	PE03-EIA	2
5	Switch PoE	1	HP	HP V1910-24G Je007a	24
6	Convertidor de fibra	7	TRENDNET	TFC-1000MSC C.1.0R	2
7	UPS 30 KVA	1	TRIPP-LITE	SU30K3/3	
8	Rack de piso 42 u	1	BEACOUPE	I12,30-N	
9	Regleta	3			
10	Patch Panel	1	Nexxt Solution	Nexxt Solution	24

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 4: Características del equipamiento del cuarto principal de telecomunicaciones de la UEMSPT

EQUIPAMIENTO DEL RACK DEL CENTRO DE DATOS			
Item	Descripción	Marca	CARACTERISTICAS
1	WDM Fast Ethernet Media Converter	TP-LINK MC111CS	Adopta la tecnología WDM, transmite y recibe datos en una sola fibra. Estándares: IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x Puertos: 1 100M SC/UPC port 1 100M RJ45 port (Auto MDI/MDIX) Longitud de Onda: 1550nm Tx/1310nm Tx
2	RouterBoard	MikroTik RB951Vi – 2HnD	AP SOHO, cuenta con 5 puertos ethernet y un punto de acceso inalámbrico 802.11b/g/n, una memoria RAM de 128 MB y un CPU de 600 MHz.
3	Switch PoE	HP HP V1910-24G Je007a	Switch de 24 Puertos con PoE+, capacidad de switcheo de 56 Gbps, encargado en la distribución de puntos de red a T.H y a los diferentes switches de la Institución.
4	Convertidor de fibra	TRENDNET TFC-1000MSC C.1.0R	Es de tipo SC y permite una distancia de hasta 550 m con un Puerto Gigabit 1000Base-T.

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 5: Características de los diferentes racks de la Institución.

RACKS DENTRO DE LA INSTITUCIÓN		
Rack Área Administrativa		En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área administrativa. Este rack es de 12u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je009a de 48 puertos de los cuales 33 están conectados y 15 desconectados, permite el acceso a la red y conectividad a los usuarios de Rectorado, Vicerrectorado, Secretaría, DCE, Archivos y Bodega, con cableado UTP categoría 5e. Usa un convertidor de fibra óptica modelo TFC-1000MSC C.1.0R.

Rack Área Biblioteca		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de biblioteca. Este rack es de 12u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je009a de 48 puertos de los cuales 15 están conectados y 33 desconectados, en este rack solo están los puntos de conexión, no presta acceso y conectividad a usuarios debido al hurto sufrido en la institución, no existen máquinas en esta área, incluso los cables conectados al switch se encuentran cortados en su otro extremo.</p>
Rack Área Aulas		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de aulas. Este rack es de 12u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je009a de 48 puertos de los cuales 13 están conectados y 35 desconectados, permite acceso a la red y conectividad al bloque de aulas, no existe etiquetado. Además de un convertidor de fibra óptica TFC-1000MSC C.1.0R.</p>
Rack Lab. Ciencias		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de laboratorio de ciencias. Este rack es de 12u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je006a de 24 puertos de los cuales 16 están conectados y 8 desconectados. Además de un convertidor de fibra óptica TFC-1000MSC C.1.0R.</p>
Rack Lab. Inglés		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de laboratorio de inglés. Este rack es de 25u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je009a de 48 puertos, cabe mencionar que el laboratorio de inglés no existe máquinas en la actualidad por el hurto cometido en la Institución.</p>
Rack Lab Computación		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de laboratorio de computación. Este rack es de 25u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je009a de 48 puertos de los cuales están conectados sus 48 puertos y a su vez conectado a un switch HP Je006a de 24 puertos que se encuentran conectados en su totalidad.</p>

Rack Educación Inicial		<p>En la figura se muestra el rack que se encuentra en el área de educación inicial. Este rack es de 12u marca BEAULINE y está equipado con un switch HP Je006a de 24 puertos de los cuales 5 están conectados y 19 desconectados, en la actualidad debido al daño de la fibra este rack esta sin conectividad al centro de datos principal.</p>
------------------------	---	--

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 6: Características de equipos Access Point

ACCES POINT	
Características	TP-LINK TL-WR841ND
Ambiente	Interior
Frecuencia	2,4 GHz
Velocidad	Hasta 300 Mbps
Puertos	4 puertos Ethernet 10/100 Mbps

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 7: Direccionamiento IPv4

DIRECCIONAMIENTO IP		
	Área Administrativa	Área Clases Est.
Dirección IP	192.168.1.xx	172.16.0.xx
Máscara	255.255.255.0	255.255.240
Gateway	192.168.1.1	172.16.0.1
DNS	200.63.212.1	186.71.64.59
	200.25.144.1	186.71.67.65

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 8: Características de los Access Point obtenidas en el software Acrylic Wifi HeatMaps

SSID	BSSID	CANAL	FREC.	RSSI MED	RSSI MAX	RSSI MIN	SEGURIDAD
Bodega	90:9A:4A:CB:C4:E8	10	2457	-73	-44	-83	WPA2
Laboratorio 2	98:DA:C4:9E:6C:78	9	2452	-75	-47	-83	WPA2
Talento Humano	10:FE:ED:2B:A5:2E	7	2442	-75	-39	-83	WPA2
Laboratorio 1	00:2A:2A:60:46:0A	11	2462	-67	-37	-83	WPA2

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 9: Dispositivos finales para el diseño LAN

AREA ADMINISTRATIVA Y TALENTO HUMANO		
Área	Salas	Host
ADMINISTRACIÓN	Recepción	1
	Secretaría General	2
	DECE	2
	Bodega y Archivos	3
	Aula Psicología	5
	Rectorado	3
	Vicerrectorado	3
TALENTO HUMANO	Sala de Reuniones	5
	Inspección General	2
Puntos de Datos	Sala de profesores	12
	Pasillo PB Rect.	1
	Pasillo PA Rect.	1
Total		41

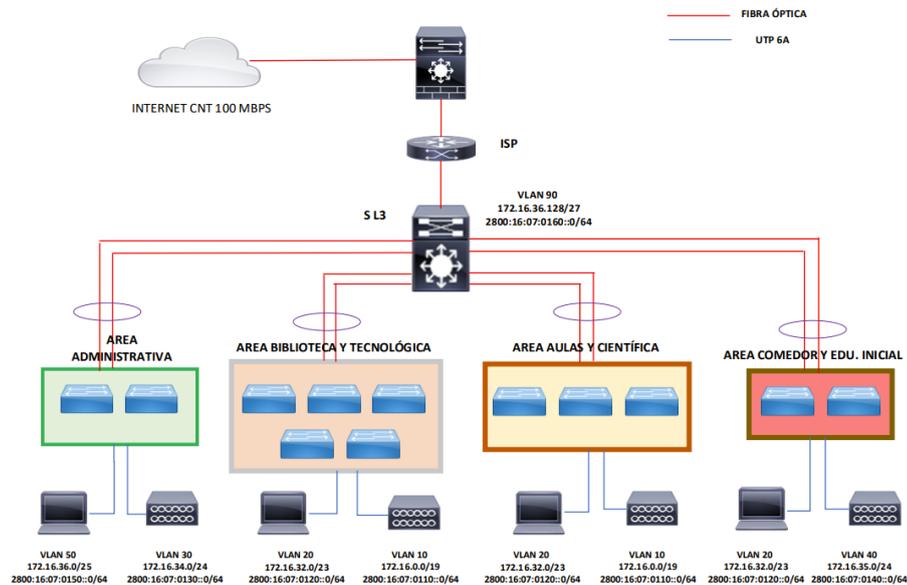
AREA BIBLIOTECA Y TECNOLÓGICA		
Área	Salas	Host
LABORATORIOS TECNOLOGÍA	Lab1 Computación	43
	Lab2 Computación	43
	Lab. Inglés	43
	Lab. Matemáticas	43
BIBLIOTÉCA	Biblioteca	20
Puntos de Datos	Pasillo Biblioteca	2
Total		194

AREA AULAS Y CIENTÍFICA		
Área	Salas	Host
AULAS BLOQUE 1	Aula 1	1
	Aula 2	1
	Aula 3	1
	Aula 4	1
	Aula 5	1
	Aula 6	1
AULAS BLOQUE 2	Aula 7	1
	Aula 8	1
	Aula 9	1
	Aula 10	1
	Aula 11	1
	Aula 12	1
CIENTÍFICA	Lab Biología	2
	Lab Química	2
	Lab CCNN	2
	Lab Física	2
	Ed. Física	2
Puntos de Datos	Pasillo P. Baja B1	2
	Pasillo P. Baja B2	2
Total		26

AREA INICIAL Y COMEDOR		
Área	Salas	Host
EDUCACIÓN INICIAL	INICIAL A	1
	INICIAL B	1
	INICIAL C	1
	INICIAL D	1
COMEDOR	Comedor	10
Puntos de Datos	Pasillo Comedor-Cancha	2
	Pasillo Inicial	2
Total		18

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 10: Topología lógica de la red con modelo de núcleo colapsado



Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 11: Características de equipos Access Point elegidos para el análisis en tabla de decisiones.

Tabla de Características Access Point					
Equipo	Marca	CISCO	TP-LINK	TP-LINK	HPE ARUBA
	Modelo	WAP 581	EAP245	EAP660 HD	AP 300 (JX937A)
General	Banda de Radio	2,4 GHz/5GHz	2,4 GHz/5GHz	2,4 GHz/5GHz	2,4 GHz/5GHz
	Velocidad	2,4GHz: 600 Mbps 5GHz: 1Gbps	2,4GHz: 450 Mbps 5GHz: 1.3 Gbps	2,4GHz: 1.2 Gbps 5GHz: 2.4 Gbps	2,4GHz: 400 Mbps 5GHz: 1.3 Gbps
	Wi-Fi standards	802.11 a-b-ac-g-n	802.11 a-b-ac-g-n	802.11 a-b-ac-g-n	802.11 a-b-ac-g-n
	Antenas	4 PIFA	3 Omni	4 Internal Omni	3 Omni
	Ganancia	2,4GHz-3,61 dBi 5GHz-6,23 dBi	2,4GHz-3*4 dBi 5GHz-3*4 dBi	2,4GHz-4*4 dBi 5GHz-4*5 dBi	2,4GHz-4,1 dBi 5GHz-6,4 dBi
	BSSID	16	16	16	16
	Clientes	240	180	500+	256
	Modo PoE	Si	Si	Si	Si
	Ambiente	Interior	Interior	Interior	Interior
	Precio	\$460	\$120	\$260	\$680

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 12: Ubicación de los Access Point dentro de la Institución

AREA ADMINISTRATIVA Y TALENTO HUMANO			
Área	Salas	EAP 245	EAP 660
ADMINISTRACIÓN	Secretaría General	1	
	DECE	1	
	Rectorado	1	
	Vicerrectorado	1	
	Sala Reuniones	1	
	Pasillo PB	1	
TALENTO HUMANO	Inspección General	1	
	Sala de profesores	1	
	Pasillo Insp. Gen.		1
Total		8	1

AREA BIBLIOTECA Y TECNOLÓGICA			
Área	Salas	EAP 245	EAP 660
LABORATORIOS TECNOLOGÍA	Lab1 Computación	1	
	Lab2 Computación	1	
	Lab. Inglés	1	
	Salón Comunal	1	
BIBLIOTÉCA	Biblioteca		1
	Pasillo Biblioteca	1	
Total		5	1

AREA AULAS Y CIENTÍFICA			
Área	Salas	EAP 245	EAP 660
AULAS BLOQUE 1	Aula 1	1	
	Aula 2	1	
	Aula 3	1	
	Aula 4	1	
	Aula 5	1	
	Aula 6	1	
AULAS BLOQUE 2	Aula 7	1	
	Aula 8	1	
	Aula 9	1	
	Aula 10	1	
	Aula 11	1	
	Aula 12	1	
	Pasillo trasero-Patio común		
CIENTÍFICA	Lab Biología	1	
	Lab Química	1	
	Lab CCNN	1	
	Lab Física	1	
	Ed. Física	1	
	Pasillo Canchas		1
Total		17	2

AREA INICIAL Y COMEDOR			
Área	Salas	EAP 245	EAP 660
EDUCACIÓN INICIAL	INICIAL A	1	
	INICIAL B	1	
	INICIAL C	1	
	INICIAL D	1	
	Pasillo Inicial		1
COMEDOR	Comedor		1
	Pasillo Comedor		1
Total		4	3

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 13: Características de las marcas de Switch de Capa 3.

Switch Núcleo Colapsado				
Equipo	Marca	CISCO	HPE ARUBA	JUNIPER
	Modelo	C9200L-24P-4X	2930F-24G (JL255A)	EX2300-24P-4G
General	Vlan	Si	Si	Si
	Método de autenticación	RADIUS, SSH, Kerberos	RADIUS, PAP, CHAP, TACACS, TACACS+	RADIUS, TACACS+, Secure Shell v.2 (SSH2)
	Memoria RAM	2 Gb	1 Gb	2 Gb
	Memoria Flash	4 Gb	4Gb	2 Gb
	Rendimiento	128 Gbps	128 Gbps	128 Gbps
	QoS	Si	Si	Si
Dimensiones	Peso	4,35 kg	3,9 kg	4,49 kg
	Altura	44 mm	43,9 mm	44,5 mm
	Ancho	445 mm	442,5 mm	441 mm
	Profundidad	288 mm	304 mm	309 mm
Redes	Protocolos de enrutamiento	EIGRP for IPv6 , PIM-SSM , Enrutamiento basado en reglas (PBR) , RIPng , OSPF , RIP-1 , RIP-2 , EIGRP , VRRP , PIM-SM , MSTP	OSPF, RIP, RIP-1, RIP-2, BGP, IGMPv2, IGMP, OSPFv2, static IP routing, IGMPv3, OSPFv3, static IPv4 routing, static IPv6 routing, RIPng, MLD, CIDR	RIP-1, RIP-2, OSPFv3, static Ipv4 routing, static Ipv6 routing, RIPng, CIDR
	Puertos Ethernet	Tipo Cantidad	1000Base-T RJ-45 24	1000Base-T RJ-45 24
Puertos SFP+	Tipo	1Gbit SFP+	10Gbit SFP+	10Gbit SFP+
	Cantidad	4	4	4
Seguridad	ACLS	Si	Si	Si
Otros	TFTP	Si	Si	Si
	SNMP	Si	Si	Si
	IGMP	Si	Si	Si
PRECIO		\$5,665.75	\$4,599.00	\$3,180.00

Elaborado: González Aguayo Andy Fuente (<https://www.tonitrus.com/es/redes/hp/switch/hpe-aruba-2930-switch/10123470-003-hpe-jl255a-aruba-2930f-24g-poe-4sfp-switch-13/>)

Anexo 14: Características de las marcas de Switch de Capa 2.

Switch de Acceso							
Equipo	Marca	CISCO	CISCO	HP	HP	HPE ARUBA	HPE ARUBA
	Modelo	SG 200-50FP	SG 200-26FP	V1910-48G Je009a	V1910-24G Je006a	2530-48 J9781A	2530-24 J9782A
General	Vlan	Si (256)	Si 256	Si 0094	Si 4094	Si	Si
	Memoria Flash	16 Mb	16 Mb	128 Mb	128 Mb	128 MB	128 Mb
	Voltaje Nominal	CA 120/230 V	CA 120/230 V	100-240 VAC	100-240 VAC	100 – 127/200 – 240 VAC	100 – 127/200 – 240 VAC
	Frecuencia	50/60 Hz					
Dimensiones	Altura	44 mm	44 mm	43 mm	43 mm	44.5 mm	44.5 mm
	Anchura	440 mm	440 mm	442 mm	442 mm	442 mm	442 mm
	Profundidad	350 mm	257 mm	261 mm	160 mm	246 mm	246 mm
	Peso	6,04 kg	3,82 kg	3,08 kg	3,08 kg	2,86 kg	2,59 kg
Puertos Ethernet	Tipo	SFP +	Ethernet	RJ 45		RJ-45	RJ-45
	Cantidad	48	24	48	24	48	24
Puertos SFP+	Tipo	SFP Gigabit 10/100/1000					
	Cantidad	2	2	4	4	2	2
Seguridad	ACLS	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Otras	Rendimiento	56 Gbps	56 Gbps	104 Gbps	56 Gbps	17,6 Gbps	12,8 Gbps
	PoE	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	IGMP	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PRECIO		\$1960	\$997	Descontinuad o	Descontinuado	\$1270	\$779

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 15: Características de la Fibra óptima monomodo

F.O MONOMODO		
Características	OS1	OS2
Estándar	G.652 ^a /B/C/D	G652.C/D
Uso	Interior	Exterior
Atenuación	1,0 dB/km	0,4 dB/km
Distancia	10 km	200 km
Tipo de Cable	Protección Interna Ajustada	Tubo suelto

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 16: Características de la subcategoría del estándar G.652

FIBRA MONOMODO G.652				
	G.652.A	G.652.B	G.652.C	G.652.D
RANGO DE LONGITUD DE ONDA	1310 nm-1550 nm	1310 nm-1625 nm	1310 nm-1625 nm	1310 nm-1625 nm
ATENUACIÓN POR OH 1383nm	SI	SI	NO (ZWP)	NO (ZWP)
COEFICIENTE DE ATENUACIÓN. (dB/KM)	1310nm: 0,4 1383nm: 1.0 1550nm: 0,23	1310nm: 0,4 1383nm: 1.0 1550nm: 0,23 1625nm: 0,24	1310nm: 0,4 1383nm: 0,35 1550nm: 0,21 1625nm: 0,23	1310nm: 0,4 1383nm: 0,35 1550nm: 0,21 1625nm: 0,23
PMD (PS/ \sqrt{km})	0,5	0,2	0,5	0,1

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 17: Características de Cable UTP Cat. 5e 6 y 6A

CABLE UTP			
Características	5e	6	6A
FRECUENCIA	100 MHz	250 MHz	500 MHz
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	1 Gbps	1 Gbps	10 Gbps
VELOCIDAD DE DESCARGA	150,5 Mb/s	150,5 Mb/s	1,25 Gb/s
ATENUACIÓN	22 dB	19,8 dB	18,1 dB
DISTANCIA	100 m	100 m	100 m
CONECTORES	RJ-45	RJ-45	RJ-45
NEXT (min a 100 MHz)	35,3 dB	44,3 dB	27,9 dB
PS-NEXT (min a 100 MHz)	32,3 dB	42,3 dB	42,3 dB
EL-FEXT (min a 100 MHz)	23,8 dB	27,8 dB	9,3 dB
PS-AELFEXT (min a 100 MHz)	20,01 dB	20,01 dB	23 dB
PERDIDA DE RETORNO (min a 100 MHz)	20,01 dB	20,01 dB	8 dB
PRECIO (N _{next})	\$180	\$220	\$276

Elaborado: González Aguayo Andy Fuente(<https://www.telecable.com/blog/diferencias-entre-categorias-de-cables-de-par-trenzados/563>)

Anexo 18: Recorrido necesario de bandejas perforadas en la UEMSPT

TOTAL DE RECORRIDO DE BANDEJAS PERFORADAS				
BLOQUES	PASILLOS	BANDEJA PERFORADA		
		Longitud (m)	Cantidad de accesorios	
			Tipo T	Tipo 45°
ADMINISTRACIÓN	Pasillo PB	22,36	1	0
	Pasillo PA	24,62	0	3
T. HUMANO	Pasillo T.H	17,18	0	0
BIBLIOTECA	Pasillo Biblioteca	59,84	0	2
LAB. TECNOLOGÍA	Pasillo Lab. Comp.	36,23	1	0
	Pasillo Lab. Ing-Mat.	36,23	1	0
AULAS	Pasillo B1 PB	62,63	2	1
	Pasillo B1 PA	62,63	2	1
	Pasillo B2 PB	62,63	2	1
	Pasillo B2 PA	62,63	2	1
LAB. CIENCIAS	Pasillo CCNN	30,27	0	1
	Pasillo QQBB	25,41	0	1
	Pasillo Edu. Fis.	2,86	1	0
INICIAL	Pasillo Inicial 1	23,36	0	0
	Pasillo Inicial 2	23,36	0	0
COMEDOR	Pasillo Comedor	67,56	0	2
TOTAL		621,79	12	14

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 19: Longitud de tubería Conduit en el cableado horizontal de la UEMSPT

TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA EDIFICIO ADMINISTRACIÓN	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Recepción	6,65	1	1
Biométrico	8,73	1	2
Secretaría General	6,65	2	1
Secretaría General AP	1,90	0	0
DECE	8,35	2	2
DECE AP	1,90	0	0
Bodega y Archivos PR1	4,40	1	1
Bodega y Archivos PR2	6,65	2	1
Aula Psicología PR1	8,46	2	1
Aula Psicología PR2	10,65	2	2
Rectorado PR1	7,26	2	2
Rectorado PR2	6,65	1	1
Rectorado AP	1,90	0	0
Vicerrectorado PR1	6,65	2	1
Vicerrectorado AP	1,90	0	0
Sala de Reuniones PR1	8,46	2	1
Sala de Reuniones PR2	10,65	2	2
Sala de Reuniones PR3	14,60	1	3
Sala de Reuniones AP	4,36	0	0
Pasillo PB AP	4,96	0	0
Pasillo PB Edif. Adm.	4,86	0	0
Pasillo PA Edif. Adm.	4,86	0	0
TOTAL	141,45	23	21
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE TALENTO HUMANO	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Inspección General PR1	4,90	1	1
Inspección General PR2	9,64	1	1
Inspección General AP	3,10	0	0
Pasillo Inspección AP	0,70	0	0
Sala de profesores PR1-2	12,36	1	1
Sala de profesores P3-4	14,86	2	2
Sala de profesores PR5-6	17,36	2	1
Sala de profesores PR7-8	19,86	2	1
Sala de profesores AP	3,10	0	0
Total	85,88	9	6
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE BIBLIOTECA	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Biblioteca PR1-2	4,91	1	1
Biblioteca PR3-4	4,91	1	1
Biblioteca PR5-6	4,91	1	1
Biblioteca PR7-8	4,91	1	1
Biblioteca PR9-10	12,46	2	2
Biblioteca PR11-12	14,31	2	2
Biblioteca PR13-14	16,16	2	2

Biblioteca PR15-16	18,01	2	2
Biblioteca PR17-18	4,91	1	2
Biblioteca PR19-20	4,91	1	2
Biblioteca int. AP	3,31	0	0
Pasillo Biblioteca AP	0,70	0	0
Pasillo Biblioteca	4,86	0	0
Total	98,37	14	16
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE LAB. TECNOLOGÍA	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
LAB. Computación 1	39,51	3	2
LAB. Computación 1 AP	3,36	0	0
LAB. Computación 2	39,51	3	2
LAB. Computación 2 AP	3,36	0	0
LAB. Inglés	39,51	3	2
LAB. Inglés AP	3,36	0	0
LAB. Matemática	39,51	3	2
LAB. Matemática AP	3,36	0	0
Total	171,48	12	8
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE LAB. CIENCIAS	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Lab Biología	11,95	1	1
Lab Biología AP	2,63	0	0
Lab Química	11,95	1	1
Lab Química AP	2,63	0	0
Lab CCNN	11,95	1	1
Lab CCNN AP	2,63	0	0
Lab Física	11,95	1	1
Lab Física AP	2,63	0	0
Educación Física	7,07	1	1
Pas. Edu. Fis- Cancha AP	0,70	0	0
Total	66,09	5	5
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA EDIFICIO AULAS	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Aula 1	10,48	1	0
Aula 1 AP	3,31	0	0
Aula 2	10,48	1	0
Aula 2 AP	3,31	0	0
Aula 3	10,48	1	0
Aula 3 AP	3,31	0	0
Aula 4	10,48	1	0
Aula 4 AP	3,31	0	0
Aula 5	10,48	1	0
Aula 5 AP	3,31	0	0
Aula 6	10,48	1	0
Aula 6 AP	3,31	0	0
Aula 7	10,48	1	0
Aula 7 AP	3,31	0	0
Aula 8	10,48	1	0

Aula 8 AP	3,31	0	0
Aula 9	10,48	1	0
Aula 9 AP	3,31	0	0
Aula 10	10,48	1	0
Aula 10 AP	3,31	0	0
Aula 11	10,48	1	0
Aula 11 AP	3,31	0	0
Aula 12	10,48	1	0
Aula 12 AP	3,31	0	0
Pasillo PT AP	0,70	0	0
Pasillo P. Baja B1	4,86	0	0
Pasillo P. Baja B2	4,86	0	0
Total	175,9	12	0
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE EDUCACIÓN INICIAL	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
INICIAL A	10,48	1	0
INICIAL A AP	3,31	0	0
INICIAL B	10,48	1	0
INICIAL B AP	3,31	0	0
INICIAL C	10,48	1	0
INICIAL C AP	3,31	0	0
INICIAL D	10,48	1	0
INICIAL D AP	3,31	0	0
Pasillo inicial post AP	0,70	0	0
Pasillo Inicial 1	4,86	0	0
Pasillo Inicial 2	4,86	0	0
Total	65,58	4	0
TUBERIA CONDUIT CABLEADO HORIZONTAL			
AREA BLOQUE COMEDOR	Tubería ¾"		
	Longitud (m)	CAJETÍN	TUBERÍA FLEXIBLE
Comedor PR1	4,86	1	1
Comedor PR2	4,86	1	1
Comedor PR3	4,86	1	1
Comedor PR4	4,86	1	1
Comedor PR5	4,86	1	1
Comedor AP	7,14	0	0
Pasillo Comedor- Cancha F. AP	0,70	0	0
Pasillo Comedor-Cancha	4,86	0	0
Total	37	5	5

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 20: Recorrido de bandejas metálicas en la UEMSPT

RECORRIDO BANDEJAS METÁLICAS CON TAPAS			
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	SW ADMINISTRACIÓN	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)
LABORATORIO 1 COMPUTACIÓN	LAB1. COMP. PR1	SW 3 COMP1.	10,25
	LAB1. COMP. PR2	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR3	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR4	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR5	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR6	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR7	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR8	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR9	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR10	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR11	SW 3 COMP1.	10,25
	LAB1. COMP. PR12	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR13	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR14	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR15	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR16	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR17	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR18	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR19	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR20	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR21	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR22	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR23	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR24	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR25	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR26	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR27	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR28	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR29	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR30	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR31	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR32	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR33	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR34	SW 3 COMP1.	10,25
	LAB1. COMP. PR35	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR36	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR37	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR38	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR39	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR40	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR41	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR42	SW 3 COMP1.	
	LAB1. COMP. PR43	SW 3 COMP1.	
Total			30,75

RECORRIDO BANDEJAS METÁLICAS CON TAPAS			
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	SW ADMINISTRACIÓN	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)
LABORATORIO 2 COMPUTACIÓN	LAB2. COMP. PR1	SW 4 COMP1.	10,25
	LAB2. COMP. PR2	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR3	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR4	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR5	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR6	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR7	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR8	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR9	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR10	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR11	SW 4 COMP1.	10,25
	LAB2. COMP. PR12	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR13	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR14	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR15	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR16	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR17	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR18	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR19	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR20	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR21	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR22	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR23	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR24	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR25	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR26	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR27	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR28	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR29	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR30	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR31	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR32	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR33	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR34	SW 4 COMP1.	10,25
	LAB2. COMP. PR35	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR36	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR37	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR38	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR39	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR40	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR41	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR42	SW 4 COMP1.	
	LAB2. COMP. PR43	SW 4 COMP1.	
Total			30,75

RECORRIDO BANDEJAS METÁLICAS CON TAPAS			
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	SW ADMINISTRACIÓN	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)
LABORATORIO INGLÉS	LAB INGLÉS. PR1	SW 5 INGLES.	10,25
	LAB INGLÉS. PR2	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR3	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR4	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR5	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR6	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR7	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR8	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR9	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR10	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR11	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR12	SW 5 INGLES.	10,25
	LAB INGLÉS. PR13	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR14	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR15	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR16	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR17	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR18	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR19	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR20	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR21	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR22	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR23	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR24	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR25	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR26	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR27	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR28	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR29	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR30	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR31	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR32	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR33	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR34	SW 5 INGLES.	10,25
	LAB INGLÉS. PR35	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR36	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR37	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR38	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR39	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR40	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR41	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR42	SW 5 INGLES.	
	LAB INGLÉS. PR43	SW 5 INGLES.	
Total			30,75

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 21: Recorrido de cableado Horizontal en Administración, Aulas, Biblioteca, Inicial, Comedor, Científica.

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL ADMINISTRACIÓN											
AREA EDIFICIO ADMIN.	ALTURA	BAJAD A TUBER IA	Constantes					Cable 6A		TOTAL (m)	
			Grosor de Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long · Band eja		Tubería ¾" Longitud (m)
					Rack	0,3					
Recepción	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	1,06	6,65	17,12
Biométrico	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	1,06	8,73	19,2
Secretaría General	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	7,12	6,65	23,18
Secretaría General Access Point	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	3,71	1,90	15,02
DECE	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	6,82	8,35	24,58
DECE Access Point	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	3,36	1,90	14,67
Bodega- Archivos PR1	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	0,73	4,40	14,54
Bodega- Archivos PR2	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	0,73	6,65	16,79
Aula Psicología PR1	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	23,62	8,46	41,49
Aula Psicología PR2	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	23,62	10,65	43,68
Rectorado PR1	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	14,36	7,26	31,03
Rectorado PR2	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	14,36	6,65	30,42
Rectorado Access P.	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	11,21	1,90	22,52
Vicerrectora do PR1-2	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	28,72	6,65	44,78
Vicerrectora do AP	4,56	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	11,21	1,90	22,52
S. de Reuniones PR1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	19,53	8,46	37,46
S. de Reuniones PR2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	19,53	10,65	39,65
S. de Reuniones PR3	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	19,53	14,60	43,6
Sala de Reuniones AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	22,47	4,36	36,3
Pasillo PB AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	4,21	4,96	18,64
Pasillo PB Edif. Adm.	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	24,31	4,86	38,64
Pasillo PA Edif. Adm.	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	4,21	4,86	18,54
TOTAL	100,74	0	6,6	2,2	66	6,6	15,4	9,9	265,4 8	141,45	614,37

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL TALENTO HUMANO											
AREA BLOQUE TALENTO HUMANO	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Cable 6A		TOTAL (m)	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¼” Longitud (m)
					Rack	0,3					
Insp. General PR1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	4,33	4,90	18,7
Insp. General PR2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	8,38	9,64	27,49
Insp. General Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	4,33	3,10	16,9
Pasillo Insp. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	8,45	0,70	18,62
Sala de prof. PR1-2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	22,72	12,36	44,55
Sala de prof. PR3-4	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	26,82	14,86	51,15
Sala de prof. PR5-6	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	30,82	17,36	57,65
Sala de prof. PR7-8	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	34,82	19,86	64,15
Sala de prof. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	14,17	3,10	26,74
Total	41,58	0	2,7	0,9	27	2,7	6,3	4,05	154,84	85,88	325,95
RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL BIBLIOTECA											
AREA BLOQUE BIBLIOTECA	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Cable 6A		TOTAL (m)	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¼” Longitud (m)
					Rack	0,3					
Biblioteca PR1-2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	3,42	4,91	17,8
Biblioteca PR3-4	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	37,66	4,91	52,04
Biblioteca PR5-6	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	41,26	4,91	55,64
Biblioteca PR7-8	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	44,76	4,91	59,14
Biblioteca PR9-10	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	48,26	12,46	70,19
Biblioteca PR11-12	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	64,76	14,31	88,54
Biblioteca PR13-15	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	67,26	16,16	92,89
Biblioteca PR15-16	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	69,76	18,01	97,24
Biblioteca PR17-18	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	72,26	4,91	86,64
Biblioteca PR19-20	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	74,76	4,91	89,14
Biblioteca int. AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,61	3,31	26,39
Pas. Biblioteca AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	25,87	0,70	36,04
Pasillo Biblioteca	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	12,11	4,86	26,44
Total	60,06	0	3,6	1,2	36	3,6	8,4	5,4	575,75	98,37	798,13
RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LAB. CIENCIAS											
AREA BLOQUE LAB. CIENCIAS	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Cable 6A		TOTAL (m)	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¼” Longitud (m)
					Rack	0,3					
Lab Biología	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	12,73	11,95	34,15
Lab Bio. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	5,93	2,63	18,03
Lab Química	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,61	11,95	35,03
Lab QQ. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	18,37	2,63	30,47
Lab CCNN	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	19,23	11,95	40,65
Lab CCNN Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,11	2,63	25,21

Lab Física	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	32,09	11,95	53,51
Lab Fis. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	25,98	2,63	38,08
Educación Física	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	7,41	7,07	23,95
Pas. Edu. Fis- Cancha Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	8,13	0,70	18,3
Total	46,2	0	3	1	30	3	7	4,5	156,59	66,09	317,38
RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL AULAS											
AREA EDIFICIO AULAS	ALTURA	BAJADA TUBERIA A	Constantes					Categoría 6A			TOTAL
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja	Tubería ¾" Longitud (m)	
					Rack	0,3					
Aula 1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	9,36	5,87	29,31
A1 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,61	4,31	26,39
Aula 2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	0,25	10,48	20,2
A2 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	4,47	3,31	17,25
Aula 3	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	5,12	10,48	25,07
A3 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	9,41	3,31	22,19
Aula 4	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	32,13	10,48	52,08
A4 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	36,23	3,31	49,01
Aula 5	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	23,42	10,48	43,37
A5 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	27,53	3,31	40,31
Aula 6	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	14,71	10,48	34,66
A6 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	18,82	3,31	31,6
Aula 7	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	43,23	10,48	63,18
A7 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	47,12	3,31	59,9
Aula 8	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	35,11	10,48	55,06
A8 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	39,32	3,31	52,1
Aula 9	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	27,65	10,48	47,6
A9 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	31,73	3,31	44,51
Aula 10	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	38,63	10,48	58,58
A10 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	33,51	3,31	46,29
Aula 11	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	46,81	10,48	66,76
A11 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	42,17	3,31	54,95
Aula 12	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	54,83	10,48	74,78
A12 Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	50,39	3,31	63,17
Pasillo PT AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	39,16	0,70	49,33
Pasillo P. Baja B1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	0,55	4,86	14,88
Pasillo P. Baja B2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	27,53	4,86	41,86
Total	124,74	0	8,1	2,7	81	8,1	18,9	12,15	752,82	175,9	1184,41

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL INICIAL											
AREA BLOQUE EDUCACIÓN INICIAL	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Categoría 6A		TOTAL	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¾" Longitud (m)
					Rack	0,3					
INICIAL A	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	10,83	10,48	30,78
INICIAL A AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	5,41	3,31	18,19
INICIAL B	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,69	10,48	33,64
INICIAL B AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	8,47	3,31	21,25
INICIAL C	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	19,82	10,48	39,77
INICIAL C AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	24,97	3,31	37,75
INICIAL D	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	41,88	10,48	61,83
INICIAL D AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	36,27	3,31	49,05
Pas. Inic. post AP	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	26,43	0,70	36,6
Pasillo Inicial 1	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	0,56	4,86	14,89
Pasillo Inicial 2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	24,97	4,86	39,3
Total	50,82	0	3,3	1,1	33	3,3	7,7	4,95	213,31	65,58	383,06
RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL COMEDOR											
AREA BLOQUE COMEDOR	ALTURA	BAJADA TUBERIA	Constantes					Categoría 6A		TOTAL (m)	
			Grosor Pared	Bandeja Pared	Reserva		Salida	Altura Punto de Red	Long. Bandeja		Tubería ¾" Longitud (m)
					Rack	0,3					
Comedor PR1-2	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	46,62	4,86	60,95
Comedor PR3-4	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	49,62	4,86	63,95
Comedor PR5-6	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	52,62	4,86	66,95
Comedor PR7-8	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	82,02	4,86	96,35
Comedor PR9-10	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	85,02	4,86	99,35
Comedor Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	13,31	7,14	29,92
Pasillo Comedor-Cancha F. Access Point	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	41,75	0,70	51,92
Pasillo Comedor-Cancha	4,62	0	0,3	0,1	3	0,3	0,7	0,45	49,67	4,86	64
Total	36,96	0	2,4	0,8	24	2,4	5,6	3,6	420,63	37	533,39

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 22: Recorrido de cableado Horizontal en los laboratorios de tecnología.

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LABORATORIO COMPUTACIÓN 1									
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)	ALTURA	BAJADA RACK	Constantes			Long. Bandeja Tapa Metálica	Total
					Reserva		Salida		
					Rack	0,3	Espacio Pared-Rack		
LABORATORIO 1 COMPUTACIÓN	LAB1. COMP. PR1	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,66	21,58
	LAB1. COMP. PR2		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB1. COMP. PR3		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB1. COMP. PR4		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB1. COMP. PR5		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB1. COMP. PR6		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB1. COMP. PR7		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB1. COMP. PR8		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB1. COMP. PR9		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB1. COMP. PR10		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB1. COMP. PR11		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB1. COMP. PR12	11,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB1. COMP. PR13		4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB1. COMP. PR14		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB1. COMP. PR15		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB1. COMP. PR16		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB1. COMP. PR17		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB1. COMP. PR18		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB1. COMP. PR19		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB1. COMP. PR20		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB1. COMP. PR21		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB1. COMP. PR22		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB1. COMP. PR23		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB1. COMP. PR24		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB1. COMP. PR25		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB1. COMP. PR26		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB1. COMP. PR27		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB1. COMP. PR28		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB1. COMP. PR29		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB1. COMP. PR30		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB1. COMP. PR31		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB1. COMP. PR32		4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67
	LAB1. COMP. PR33	4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67	
	LAB1. COMP. PR34	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB1. COMP. PR35		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB1. COMP. PR36		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB1. COMP. PR37		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB1. COMP. PR38		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB1. COMP. PR39		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB1. COMP. PR40		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB1. COMP. PR41		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB1. COMP. PR42	4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77	
Total		31,75	198,66	55,9	129	12,9	30,1	264,66	691,22

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN 2									
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)	ALTURA	BAJADA RACK	Constantes			Long. Bandeja Tapa Metálica	Total
					Reserva		Salida		
					Rack	0,3	Espacio Pared- Rack		
LABORATORIO 2 COMPUTACIÓN	LAB2. COMP. PR1	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,66	21,58
	LAB2. COMP. PR2		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB2. COMP. PR3		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB2. COMP. PR4		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB2. COMP. PR5		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB2. COMP. PR6		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB2. COMP. PR7		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB2. COMP. PR8		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB2. COMP. PR9		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB2. COMP. PR10		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB2. COMP. PR11		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB2. COMP. PR12	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB2. COMP. PR13		4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB2. COMP. PR14		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB2. COMP. PR15		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB2. COMP. PR16		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB2. COMP. PR17		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB2. COMP. PR18		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB2. COMP. PR19		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB2. COMP. PR20		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB2. COMP. PR21		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB2. COMP. PR22		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB2. COMP. PR23		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB2. COMP. PR24	4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87	
	LAB2. COMP. PR25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87	
	LAB2. COMP. PR26	4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82	
	LAB2. COMP. PR27	4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82	
	LAB2. COMP. PR28	4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77	
	LAB2. COMP. PR29	4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77	
	LAB2. COMP. PR30	4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72	
	LAB2. COMP. PR31	4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72	
	LAB2. COMP. PR32	4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67	
	LAB2. COMP. PR33	4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67	
	LAB2. COMP. PR34	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB2. COMP. PR35		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB2. COMP. PR36		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB2. COMP. PR37		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB2. COMP. PR38		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB2. COMP. PR39		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB2. COMP. PR40		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB2. COMP. PR41		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB2. COMP. PR42		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB2. COMP. PR43		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
Total		30,75	198,66	55,9	129	12,9	30,1	264,66	691,22

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LABORATORIO DE INGLÉS									
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)	ALTURA	BAJADA RACK	Constantes			Long. Bandeja Tapa Metálica	Total
					Reserva		Salida		
					Rack	0,3	Espacio Pared-Rack		
LABORATORIO INGLÉS	LAB. INGLÉS PR1	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,66	21,58
	LAB. INGLÉS PR2		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. INGLÉS PR3		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. INGLÉS PR4		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. INGLÉS PR5		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. INGLÉS PR6		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. INGLÉS PR7		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. INGLÉS PR8		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. INGLÉS PR9		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. INGLÉS PR10		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. INGLÉS PR11		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. INGLÉS PR12	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB. INGLÉS PR13		4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB. INGLÉS PR14		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB. INGLÉS PR15		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB. INGLÉS PR16		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB. INGLÉS PR17		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB. INGLÉS PR18		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB. INGLÉS PR19		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB. INGLÉS PR20		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB. INGLÉS PR21		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB. INGLÉS PR22		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB. INGLÉS PR23		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB. INGLÉS PR24		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB. INGLÉS PR25		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB. INGLÉS PR26		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB. INGLÉS PR27		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB. INGLÉS PR28		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB. INGLÉS PR29		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB. INGLÉS PR30		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB. INGLÉS PR31		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB. INGLÉS PR32	4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67	
	LAB. INGLÉS PR33	4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67	
	LAB. INGLÉS PR34	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. INGLÉS PR35		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. INGLÉS PR36		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. INGLÉS PR37		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. INGLÉS PR38		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. INGLÉS PR39		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. INGLÉS PR40		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. INGLÉS PR41		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. INGLÉS PR42		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. INGLÉS PR43		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
Total		30,75	198,66	55,9	129	12,9	30,1	264,66	691,22

RECORRIDO CABLEADO HORIZONTAL LABORATORIO DE MATEMÁTICA									
LABORATORIO	PUNTO DE DATOS	LONGITUD BANDEJA DE PISO (m)	ALTURA	BAJADA RACK	Constantes			Long. Bandeja Tapa Metálica	Total
					Reserva		Salida		
					Rack	0,3	Espacio Pared-Rack		
LABORATORIO MATEMÁTICA	LAB. MAT PR1	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,66	21,58
	LAB. MAT PR2		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. MAT PR3		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. MAT PR4		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. MAT PR5		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. MAT PR6		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. MAT PR7		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. MAT PR8		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. MAT PR9		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. MAT PR10		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. MAT PR11		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. MAT PR12	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB. MAT PR13		4,62	1,3	3	0,3	0,7	11,25	21,17
	LAB. MAT PR14		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB. MAT PR15		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,20	20,12
	LAB. MAT PR16		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB. MAT PR17		4,62	1,3	3	0,3	0,7	9,15	19,07
	LAB. MAT PR18		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB. MAT PR19		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,10	18,02
	LAB. MAT PR20		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB. MAT PR21		4,62	1,3	3	0,3	0,7	7,05	16,97
	LAB. MAT PR22		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB. MAT PR23		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,00	15,92
	LAB. MAT PR24		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB. MAT PR25		4,62	1,3	3	0,3	0,7	4,95	14,87
	LAB. MAT PR26		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB. MAT PR27		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,90	13,82
	LAB. MAT PR28		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB. MAT PR29		4,62	1,3	3	0,3	0,7	2,85	12,77
	LAB. MAT PR30		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB. MAT PR31		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,80	11,72
	LAB. MAT PR32		4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67
	LAB. MAT PR33		4,62	1,3	3	0,3	0,7	0,75	10,67
	LAB. MAT PR34	10,25	4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. MAT PR35		4,62	1,3	3	0,3	0,7	10,25	20,17
	LAB. MAT PR36		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. MAT PR37		4,62	1,3	3	0,3	0,7	8,15	18,07
	LAB. MAT PR38		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. MAT PR39		4,62	1,3	3	0,3	0,7	6,05	15,97
	LAB. MAT PR40		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. MAT PR41		4,62	1,3	3	0,3	0,7	3,95	13,87
	LAB. MAT PR42		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
	LAB. MAT PR43		4,62	1,3	3	0,3	0,7	1,85	11,77
Total		30,75	198,66	55,9	129	12,9	30,1	264,66	691,22

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 23: Accesorios para el tendido del cableado horizontal.

AREA ADMINISTRATIVA Y TALENTO HUMANO						
Área	Salas	Host	FACEPLATE		RJ45	Access Point
			Simples	Dobles		
ADMINISTRACIÓN	Recepción	1	1		2	
	Biométrico	1	1		2	
	Secretaría General	2		1	4	
	DECE	2		1	4	
	Bodega y Archivos	3	1	1	6	
	Aula Psicología	5	1	2	10	
	Rectorado	3	1	1	6	
	Vicerrectorado	3	1	1	6	
	Sala de Reuniones	5	1	2	10	
	Secretaría General Access P.	-	-	-	2	1
	DECE Access Point	-	-	-	2	1
	Rectorado Access Point	-	-	-	2	1
	Vicerrectorado Access Point	-	-	-	2	1
	Sala Reuniones Access Point	-	-	-	2	1
	Pasillo PB Access Point	-	-	-	2	1
	Pasillo PB Edif. Adm.	1	1		2	
	Pasillo PA Edif. Adm.	1	1		2	
TALENTO HUMANO	Inspección General	2	2		4	
	Sala de profesores	12		6	24	
	Insp. General Access Point	-	-	-	2	1
	Insp. General Pasillo AP.	-	-	-	2	1
	Sala de Prof. Access Point	-	-	-	2	1
Total		41	11	15	100	9

AREA BIBLIOTECA Y TECNOLÓGICA						
Área	Salas	Host	FACEPLATE		RJ45	Access Point
			Simples	Dobles		
LABORATORIOS TECNOLÓGÍA	Lab1 Computación	43	1	21	86	
	Lab2 Computación	43	1	21	86	
	Lab. Inglés	43	1	21	86	
	Lab. Matemática	43	1	21	86	
	Lab1 Comp. Access Point	-	-	-	2	1
	Lab2 Comp. Access Point	-	-	-	2	1
	Lab. Inglés Access Point	-	-	-	2	1
	Lab. Mat. Access Point	-	-	-	2	1
BIBLIOTÉCA	Biblioteca	20	2	9	40	
	Pasillo Biblioteca	2	2		4	
	Biblioteca Access Point	-	-	-	2	1
	Pasillo Bibl. Access Point	-	-	-	2	1
Total		194	8	93	400	6

AREA AULAS Y CIENTÍFICA						
Área	Salas	Host	FACEPLATE		RJ45	Access Point
			Simples	Dobles		
AULAS BLOQUE 1	Aula 1	1	1		2	
	Aula 2	1	1		2	
	Aula 3	1	1		2	
	Aula 4	1	1		2	
	Aula 5	1	1		2	
	Aula 6	1	1		2	

	Aula 1 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 2 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 3 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 4 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 5 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 6 Access Point	-	-	-	2	1
	Pasillo P. Baja B1	2	2		4	
	Pasillo PT AP	-	-	-	2	1
AULAS BLOQUE 2	Aula 7	1	1		2	
	Aula 8	1	1		2	
	Aula 9	1	1		2	
	Aula 10	1	1		2	
	Aula 11	1	1		2	
	Aula 12	1	1		2	
	Aula 7 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 8 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 9 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 10 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 11 Access Point	-	-	-	2	1
	Aula 12 Access Point	-	-	-	2	1
Pasillo P. Baja B2	2	2		4		
CIENTÍFICA	Lab Biología	2		1	4	
	Lab Química	2		1	4	
	Lab CCNN	2		1	4	
	Lab Física	2		1	4	
	Lab Biología Access Point	-	-	-	2	1
	Lab Química Access Point	-	-	-	2	1
	Lab CCNN Access Point	-	-	-	2	1
	Lab Física Access Point	-	-	-	2	1
	Ed. Física	2	2		4	
	Pas. Edu. Fis- Cancha AP	-	-	-	2	1
Total	26	14	4	88	18	

AREA INICIAL Y COMEDOR						
Área	Salas	Host	FACEPLATE		RJ45	Access Point
			Puntos Simples	Puntos Dobles		
EDUCACIÓN INICIAL	INICIAL A	1	1		2	
	INICIAL B	1	1		2	
	INICIAL C	1	1		2	
	INICIAL D	1	1		2	
	INICIAL A Access Point	-	-		2	1
	INICIAL B Access Point	-	-		2	1
	INICIAL C Access Point	-	-		2	1
	INICIAL D Access Point	-	-		2	1
	Pasillo inicial post Access Point	-	-		2	1
	Pasillo Inicial 1	1	1		2	
Pasillo Inicial 2	1	1		2		
COMEDOR	Comedor	10		5	20	
	Comedor AP	-	-		2	1
	Pasillo Comedor- Cancha F. AP	-	-		2	1
	Pasillo Comedor-Cancha	2		1	4	
Total		18	6	6	50	7

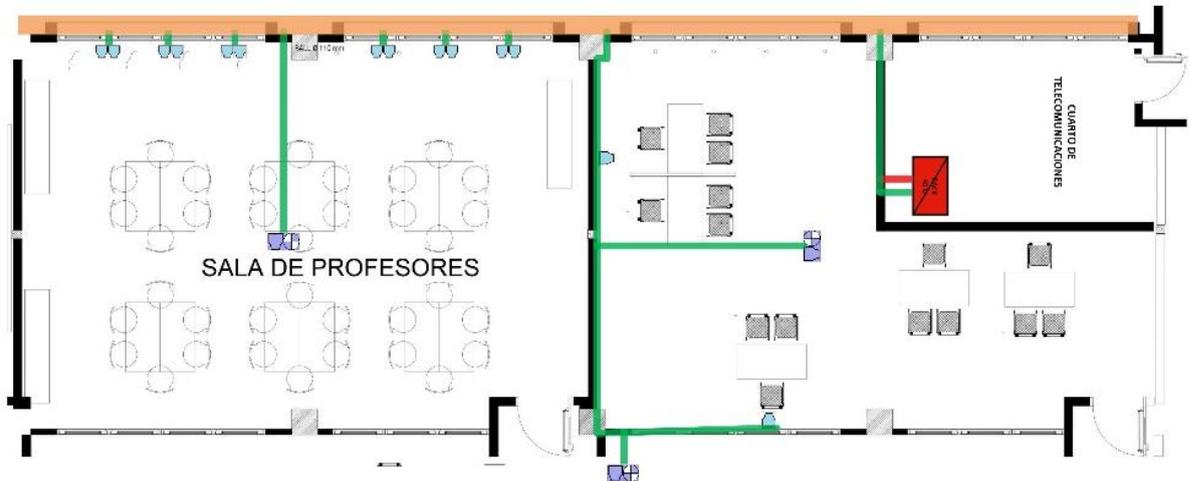
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 24: Recorrido de F.O desde el cuarto de Telecomunicaciones

TOTAL DE F.O RECORRIDA DESDE EL CUARTO DE TELECOMUNICACIONES						
BLOQUE	AREA	LONGITUD	RESERVA FO. (3m)	INGRESO A RACK	ACCESORIOS	
					Transiver	Descripción
T. Humano	Insp. General	3,32	9,32	10,72	2	Sin cambios en su dirección
Admin.	Rack DCE	35,31	41,31	42,71	2	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
Biblioteca	Rack Biblioteca	69,67	75,67	77,07	2	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
Aulas	Rack Aula 2	48,56	54,56	55,96	2	Elevación desde el cuarto de telecomunicaciones
Lab. Tecnología	Lab. Comp.	72,79	78,79	80,19	4	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
	Lab. Inglés	76,82	82,82	84,22	4	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
Lab. Ciencias	Rack Lab. Química	71,33	77,33	78,73	2	Elevación desde el cuarto de telecomunicaciones
Comedor	Rack Comedor	92,93	98,93	100,33	2	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
Inicial	Rack Inicial B	157,14	163,14	164,54	2	Soterramiento desde el cuarto de Telecomunicaciones
TOTAL		627,87	681,87	694,47	22	

Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 25: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque de talento Humano.



Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 26: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Administrativo PA.



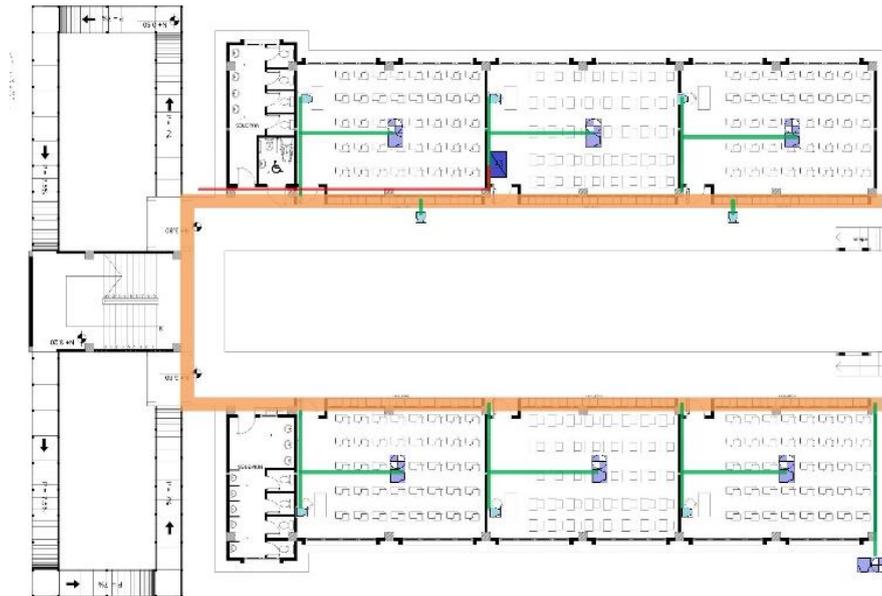
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 27: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Administrativo PB.



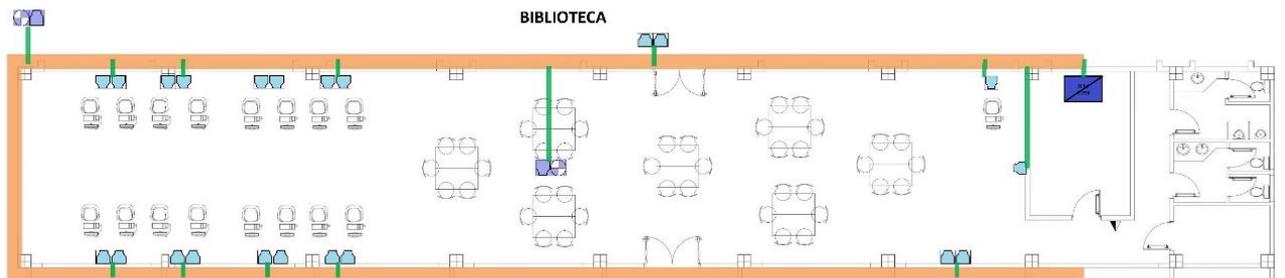
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 28: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque de Aulas PB



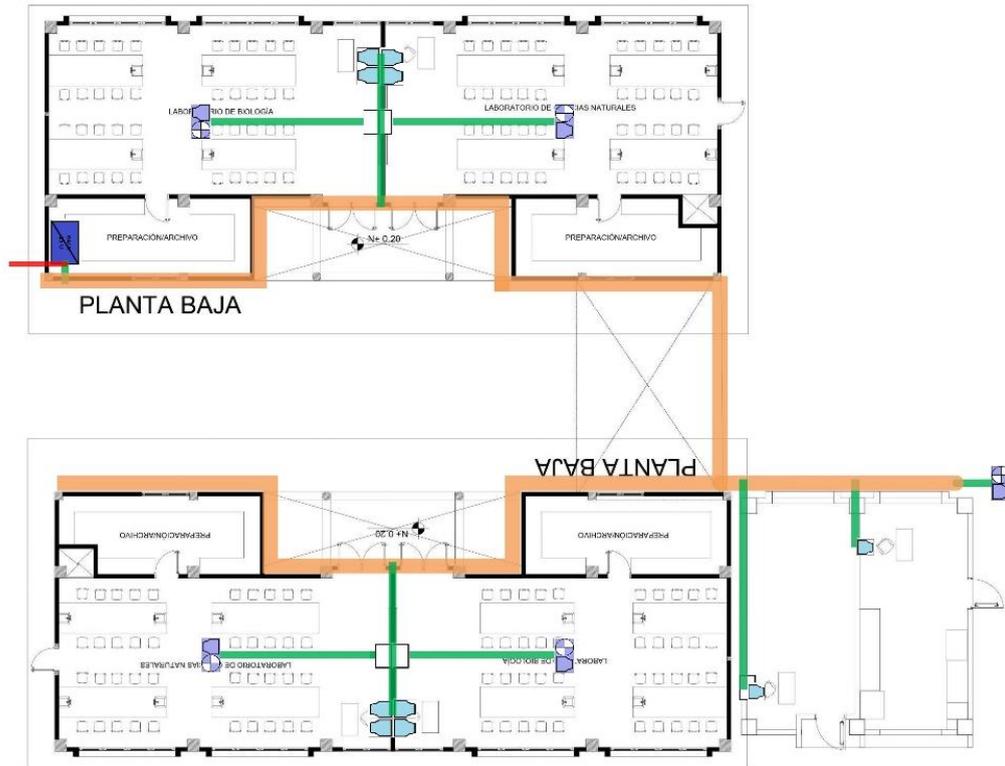
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 29: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Biblioteca.



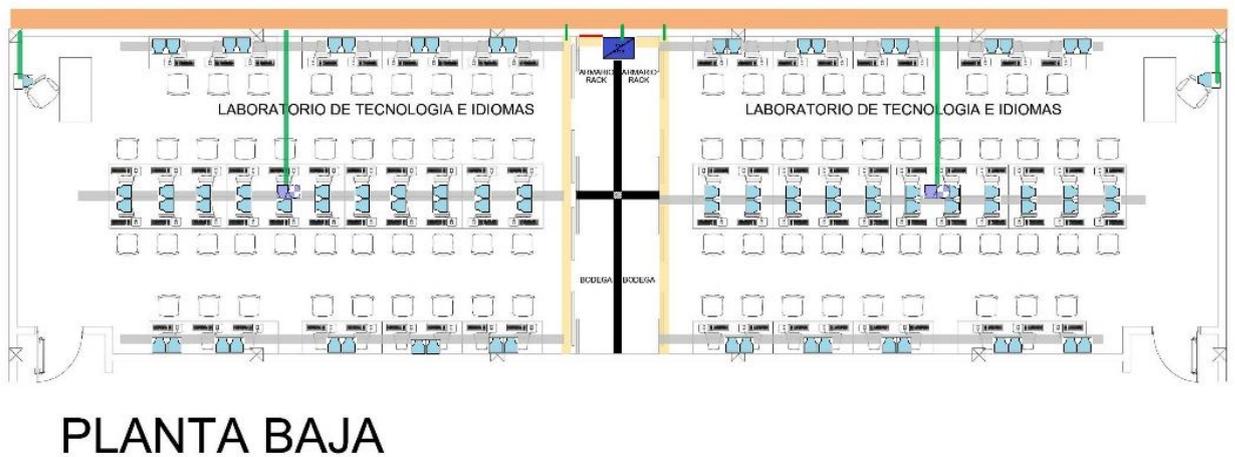
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 30: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Lab. Ciencias.



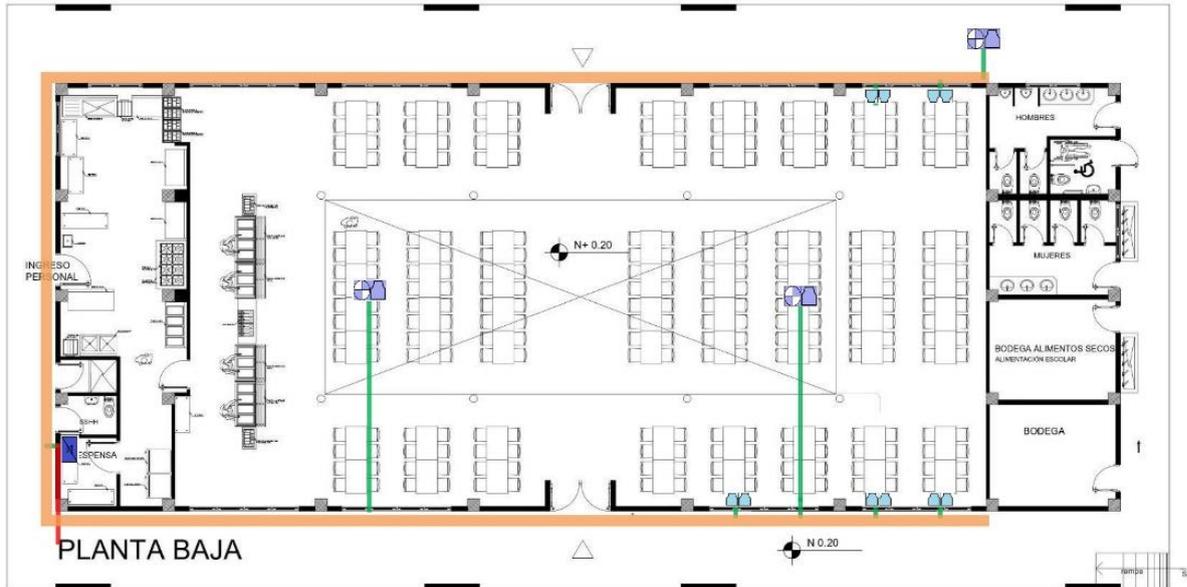
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 31: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Lab. Tecnología 1



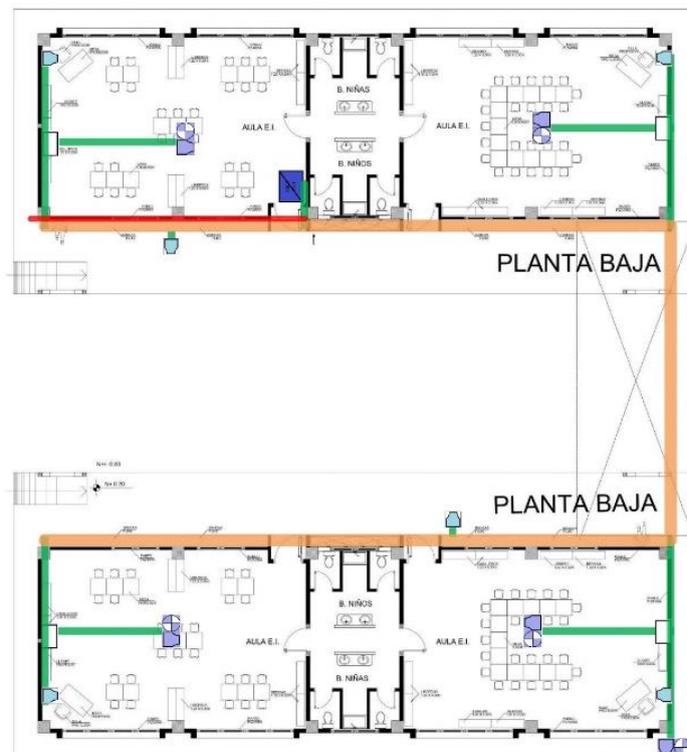
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 32: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Comedor.



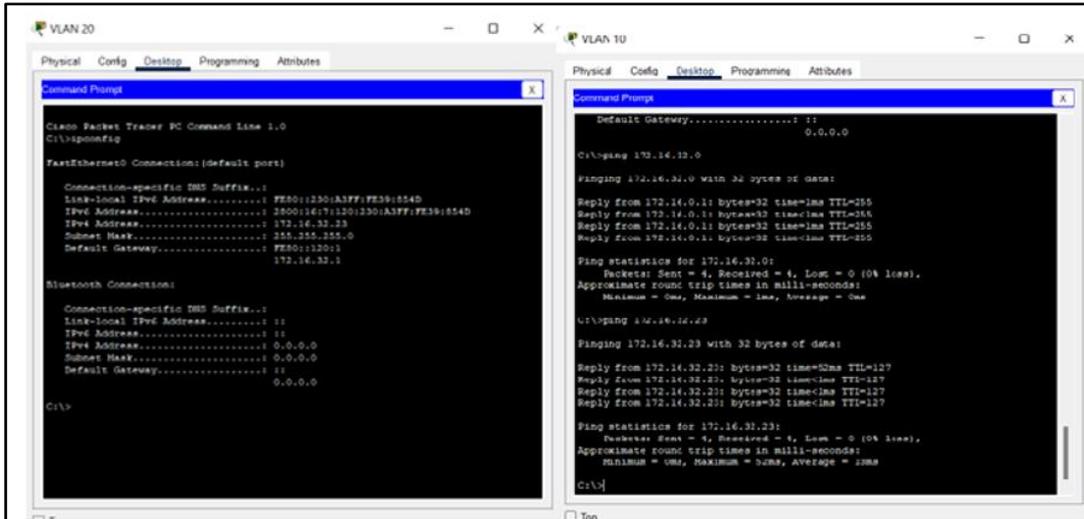
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 33: Despliegue del cableado estructurado y ubicación de rack en el bloque Edu. Inicial



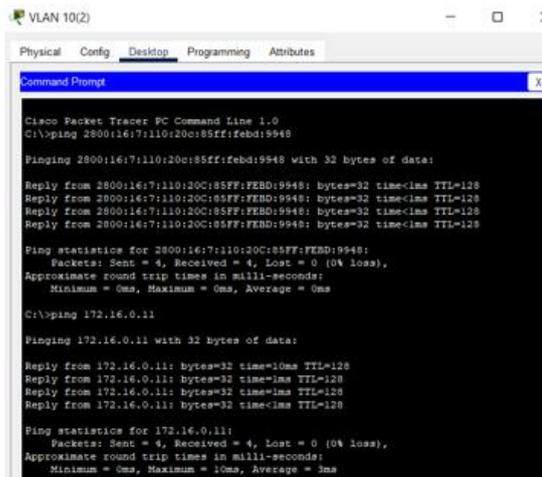
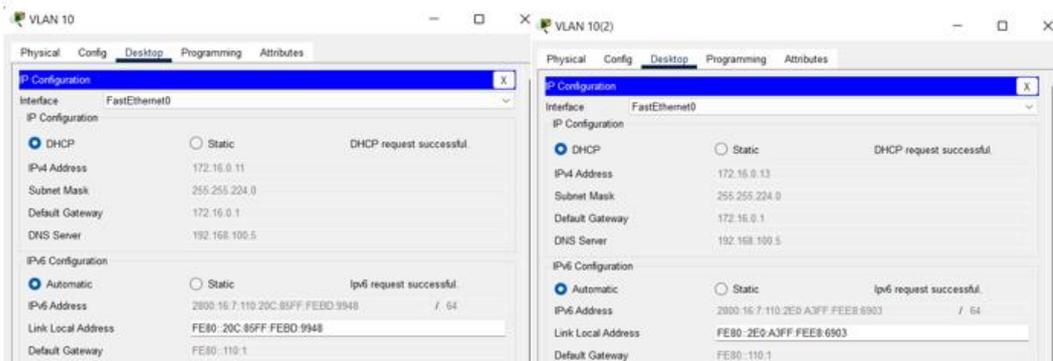
Elaborado: González Aguayo Andy

Anexo 34: Pruebas de Comunicación red diseñada en el software Packet Tracer



En la figura se observa un ping exitoso, la Vlan 20 si permite la comunicación de la Vlan 10, cumpliendo con los permisos establecidos en las ACLs.

Prueba de DHCP IPv4 e IPv6



Asignación de direcciones por DHCP cumpliendo satisfactoriamente y enviando y recibiendo paquetes entre la VLAN 10 de los bloques de Administración y Lab de Tecnología.

Switch de núcleo y distribución (maestro)

```

SC3_PRINCIPAL#show standby brief
                P indicates configured to preempt.
                |
Interface  Grp  Pri P State   Active      Standby      Virtual IP
V110      10   120 Active local    172.16.0.3  172.16.0.1
    
```

Switch de respaldo

```

Switch#show standby brief
                P indicates configured to preempt.
                |
Interface  Grp  Pri P State   Active      Standby      Virtual IP
V110      10   100 Standby 172.16.0.2  local        172.16.0.1
    
```

Protocolo HSRP configurado y funcionando

Elaborado: González Aguayo Andy.

Anexo 35: Listado del equipo activo y pasivo a usar en el despliegue de la red.

LISTADO DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS A IMPLEMENTAR EN LA RED UEMSPT				
EQUIPAMIENTO	Longitud (m)	Cantidad	P. Unitario (USD)	Total (USD)
SWITCH L3 2930F-24G (JL255A)		\$ 1,00	\$ 4.599,00	\$ 4.599,00
AP TP-LINK EAP245		\$ 34,00	\$ 120,00	\$ 4.080,00
AP TP-LINK EAP660 HD		\$ 7,00	\$ 260,00	\$ 1.820,00
SWITCH L2 2530-48 J9781A		\$ 6,00	\$ 1.270,00	\$ 7.620,00
SWITCH L2 2530-24 J9782A		\$ 5,00	\$ 779,00	\$ 3.895,00
TRANSCEIVER HPE X121 1G SFP LC		\$ 22,00	\$ 155,00	\$ 3.410,00
ODF DE 24 PUERTOS		\$ 1,00	\$ 161,99	\$ 161,99
ODF DE 12 PUERTOS		\$ 12,00	\$ 150,00	\$ 1.800,00
PATCH PANEL 48 P CAT 6A 2 UR		\$ 22,00	\$ 35,95	\$ 790,90
PATCH PANEL 24 P CAT 6A 2 UR		\$ 12,00	\$ 35,95	\$ 431,40
ORGANIZADOR HORIZONTAL 2 UR		\$ 28,00	\$ 18,79	\$ 526,12
ORGANIZADOR VERTICAL 2UR		\$ 12,00	\$ 79,99	\$ 959,88
TAPA DE RESERVA 2UR		\$ 24,00	\$ 16,98	\$ 407,52
PATCH CORD CAT 6A S/FTP		\$ 200,00	\$ 12,43	\$ 2.486,00
MULTITOMA 8 CONEXIONES		\$ 15,00	\$ 32,03	\$ 480,45
BOBINA DE FO MONOMODO G652D	694,47	\$ 2,00	\$ 465,17	\$ 930,34
BOBINA DE CABLE CAT 6A S/FTP	6921,37	\$ 23,00	\$ 340,00	\$ 7.820,00
CONECTOR RJ-45 CAT 6A		\$ 638,00	\$ 2,15	\$ 1.371,70
FACEPLATE SIMPLE CAT 6A		\$ 41,00	\$ 2,50	\$ 102,50
FACEPLATE DOBLE CAT 6A		\$ 119,00	\$ 2,50	\$ 297,50
PAQUETE AMARRAS 20CM		\$ 280,00	\$ 3,20	\$ 896,00
BANDEJA METALICA PERFORADA 20X10 CM	621,79	\$ 207,24	\$ 28,00	\$ 5.802,72
DERIVACION EN T BANDEJA PERFORADA		\$ 12,00	\$ 16,00	\$ 192,00
DERIVACION EN 45° BANDEJA PERFORADA		\$ 22,00	\$ 16,00	\$ 352,00
TUBERIA ¾" CONDUIT		\$ 837,75	\$ 0,73	\$ 611,56
TUBERIA ¾" CONDUIT FLEXIBLE		\$ 163,17	\$ 1,80	\$ 293,71
CAJETINES ¾ ACERO GALVANIZADO		\$ 213,00	\$ 0,93	\$ 198,09
BANDEJA METALICA CON TAPA 20X3 CM ESTILO CANALETA PARED	57,72	\$ 19,24	\$ 12,32	\$ 237,04
BANDEJA METALICA CON TAPA 20X5 CM ESTILO CANALETA PISO	123	\$ 41,00	\$ 9,00	\$ 369,00
Total				\$ 52,942.41

Elaborado: González Aguayo Andy.