



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

Diseño de una red back up con infraestructura de fibra en la parroquia de Machachi para clientes corporativos

AUTOR

Iza Yáñez, Segundo Geovanny

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR

Ing. Eduardo Alejandro Tusa Jumbo, PhD.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Alicia Andrade Vera, Mgtr.
COORDINADORA DEL PROGRAMA**

**Ing. Eduardo Alejandro Tusa Jumbo, Ph.D.
TUTOR**

**Ing. Luis Amaya Fariño, Mgtr.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Ing. Daniel Jaramillo Chamba, Mgtr.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Abg. María Rivera González, MSc.
SECRETARIO GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Segundo Geovanny Iza Yáñez, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Telecomunicaciones.

TUTOR

Ing. Eduardo Alejandro Tusa Jumbo, PhD

Santa Elena, 15 de octubre de 2024



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Segundo Geovanny Iza Yánez

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Diseño de una red back up con infraestructura de fibra en la parroquia de Machachi para clientes corporativos, previo a la obtención del título en Magíster en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 15 de octubre de 2024

EL AUTOR

Segundo Geovanny Iza Yánez



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (Diseño de una red back up con infraestructura de fibra en la parroquia de Machachi para clientes corporativos.), presentado por el estudiante, Segundo Geovanny Iza Yáñez fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 3%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Trabajo_Titulacion_Geovanny_Iza
a

3%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Trabajo_Titulacion_Geovanny_Iza.docx	Depositante: EDUARDO ALEJANDRO TUSA JUMBO	Número de palabras: 9395
ID del documento: 672dbd794a21163799ecbf87db048ca0280bdc0	Fecha de depósito: 15/10/2024	Número de caracteres: 61.556
Tamaño del documento original: 9,8 MB	Tipo de carga: interface	
Autores: []	fecha de fin de análisis: 15/10/2024	

Ubicación de las similitudes en el documento:

TUTOR

Ing. Eduardo Alejandro Tusa Jumbo, PhD



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Segundo Geovanny Iza Yáñez

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi trabajo de examen de carácter complejo con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de examen de carácter complejo dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, 15 de octubre de 2024

EL AUTOR

Segundo Geovanny Iza Yáñez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y la Virgen de Guadalupe por brindarme la sabiduría, la salud y vida para poder continuar con mi crecimiento profesional.

Agradezco a la Universidad Península de Santa Elena por darme la oportunidad de continuar mis estudios de maestría dentro de tan prestigiosa institución.

A todos los docentes, mi total gratitud y admiración, por compartir sus conocimientos, vivencias profesionales y experiencias a lo largo de esta travesía académica.

Finalmente agradezco a mis padres, hermanos, sobrinos y mi familia por brindarme todo su apoyo con palabras de aliento y constante preocupación durante este gran proceso de estudios.

A todos ustedes, mi sincero agradecimiento.

Segundo Geovanny, Iza Yáñez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Segundo Iza y María Yánez por brindarme su total apoyo y constante animo con palabras de aliento para seguir, así también a mis hermanos Juan Carlos, Lourdes, Luis, Norma.

Sobre todo, a mi pequeña Sofía Valentina Iza Herrera mi amoshita, mi sobrina hermosa que es el motor y motivo para seguir adelante en todos los objetivos que me proponga.

A mis padres les dedico este triunfo ya que es por ellos que es donde me encuentro hoy, construyendo mi futuro profesional y personal.

Segundo Geovanny, Iza Yánez

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO.....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
AUTORIZACIÓN.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento de la investigación.....	2
1.2. Formulación del problema de investigación.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivos General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Telecomunicaciones.....	5
2.1.1 Tipos de telecomunicaciones.....	6
2.1.2 Telecomunicaciones inalámbricas.....	6
2.2 Redes de sensores IoT.....	7
2.3 Fibra óptica.....	7
2.4 Redes Back up o Redes de Respaldo.....	8
2.5 Software QGIS.....	9
2.6 Características el Software QGIS.....	10
2.7 Ventajas y Desventajas de QGIS.....	12
3. DESARROLLO.....	14
3.1 Características de la red.....	14
3.2 Red de transporte.....	16
3.3 Medio de transmisión.....	16

3.4 Instalación.....	16
3.5 Ruta.....	16
3.6 Red externa.....	18
3.7 Recurso Humano.....	19
3.8 Presupuesto.....	22
3.9 Gestión de Plan de calidad.....	24
3.10 Cronograma.....	25
3.11 Diseño.....	26
3.12 Configuración Geográfica en QGIS.....	30
3.13 Uso de capas y simbología.....	30
3.14 Simbología específica.....	31
3.15 Análisis de Resultados.....	37
3.16 Análisis Económico.....	39
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
4.1. Conclusiones.....	41
4.2. Recomendaciones.....	42
REFERENCIAS.....	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Grupo de Trabajo 1.....	20
Tabla 2 Grupo de Trabajo 2.....	21
Tabla 3 Grupo de Trabajo 3.....	22
Tabla 4 Presupuesto	23
Tabla 5 Cronograma.....	25
Tabla 6 Cálculo de pérdidas en el enlace de fibra óptica (14 km):.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de telecomunicaciones	6
Figura 2	Distribución de Fibra Óptica en Cajas de Conexión y Empalmes	14
Figura 3	Mapa georreferencial de la ciudad de Machachi	15
Figura 4	Ruta Aloag- Machachi.....	17
Figura 5	Mapa geográfico de la ruta 1	17
Figura 6	Red externa	18
Figura 7	Infraestructura de red y la implementación de una red back up de Aloag-Machachi.....	26
Figura 8	Diseño en QGIS de una red back up de Aloag-Machachi.....	27
Figura 9	Capas del diseño QGIS.....	28
Figura 10	Zonas UTM , zona 17S (EPSG:32717)	30
Figura 11	Ventana para añadir una nueva capa vectorial.....	31
Figura 12	Ventana de propiedades de la capa	32
Figura 13	Ventana de simbología pozos	33
Figura 14	Simbología para la capa Mangas.....	34
Figura 15	OpenStreetMap	35
Figura 16	herramienta para dibujar la ruta en el mapa.....	36

RESUMEN

Las telecomunicaciones son parte fundamental del desarrollo en el país viéndose envueltas en muchas áreas y aplicaciones brindando un servicio a la sociedad mediante el envío y recepción de información a diferente escala. Sin embargo, es necesario garantizar la conectividad de los enlaces, evitar la existencia de latencia y tener un buen ancho de banda con el fin de mantener una comunicación eficaz para lo cual se diseñará una red back up con infraestructura de fibra óptica enfocado en clientes corporativos para la parroquia de Machachi garantizando la eficacia, redundancia y fidelidad de la red.

La red back up debe ser capaz de garantizar el uso de datos en cualquier ocasión y escenario con el fin de mejorar el acceso a la información para lo cual se requiere definir los requisitos de respaldo e infraestructura según las características técnicas tomando en cuenta los medios de transmisión y transporte de datos.

Palabras clave: Red Back up, GPON, Telecomunicaciones.

ABSTRACT

Telecommunications are a fundamental part of development in the country being involved in many areas and applications providing a service to society by sending and receiving information on different scales. However, it is necessary to ensure the connectivity of the links, avoid the existence of latency and have a good bandwidth in order to maintain effective communication for which we will design a back up network with fiber optic infrastructure focused on corporate clients for the parish of Machachi ensuring efficiency, redundancy and fidelity of the network.

The back up network must be able to guarantee the use of data in any occasion and scenario in order to improve the access to the information for which it is required to define the backup and infrastructure requirements according to the technical characteristics taking into account the means of transmission and data transport.

Keywords: Network Back up, GPON, Telecommunications.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto presentado a continuación se enfoca en el diseño de una red back up con infraestructura de fibra óptica para clientes corporativos en la parroquia de Machachi ya que la información debe estar presente en todo momento considerando los escenarios desfavorables que pueden hallarse en el medio. El diseño de una red back up surge por las incidencias que recurrentes que existen en el lugar ocasionando una serie de molestias para los usuarios de la red en especial los corporativos. La planificación permitirá realizar cada una de las tareas en el tiempo previsto teniendo como base un presupuesto estimado en el diseño de la red.

Existen tecnologías que permiten el intercambio de datos esto depende de la capacidad de transmisión entre otras variables, la fibra óptica hoy por hoy es una de las más confiables pues al ser conectada por un medio físico no es susceptible a interferencias electromagnéticas, y la señal se mantiene a largas distancias a comparación de tecnologías como el radio enlace. (Campoverde Ramírez & Jumbo Carrión, 2023)

Es necesario identificar los datos que van a ser parte de las copias de seguridad dependiendo del tipo de información. Posteriormente, se debe considerar factores como la velocidad, escalabilidad y confiabilidad de la red con el fin de recuperar los datos sin ningún tipo de interrupción. Además, se requiere realizar procesos automáticos para garantizar el correcto flujo de información en cualquier escenario adverso (Ágata, 2019). Se debe evaluar cuales son los requisitos de respaldo que necesitan los usuarios o clientes corporativos, así como las copias y retención de los datos que deban ser incluidos (Wang, 2018).

Se realiza un análisis de riesgos para identificar cualquier tipo de amenaza que puedan incidir en el funcionamiento y disponibilidad de los datos ya sea por ataques cibernéticos, errores de hardware entre otros (Chang, 2019).

Se tiene en consideración las soluciones que pueden generar un respaldo a los datos, para lo cual; generalmente se realiza una combinación entre la nube y unidades de almacenamiento, se identifica la infraestructura, la topología de la red, protocolos de comunicación entre otras. Se establece la relación entre el proyecto con las diversas investigaciones que rodean el tema mediante el método inductivo con el fin de tener una base científica para el desarrollo de la red (Ming, 2019).

1.1. Planteamiento de la investigación

Actualmente, las telecomunicaciones son parte de la vida cotidiana, pues están presentes en muchos sistemas tecnológicos facilitando la interacción con el mundo exterior en el envío y recepción de datos. La demanda de los servicios ha aumentado exponencialmente siendo internet una necesidad de información y comunicación global (Ágata, 2019).

La fibra óptica tiene muchas ventajas ya que es el medio de transmisión más confiable con un gran ancho de banda y prioriza los enlaces. Sin embargo, toda tecnología está sujeta a imprevistos como caídas de servidores, apagones repentinos entre otros. El diseño de la red por este medio permite crear una estructura que facilita la redundancia en caso de fallo. En este sentido, la topología será en forma de anillo con fibra aérea de 12 hilos y una estructura ADSS permitiendo gestionar de mejor manera el ancho de banda para los usuarios (Montenegro Fierro & Pazmiño Iza, 2021).

En el Ecuador, existen periodos de tiempo donde los cortes de energía se han hecho visibles en jornadas muy prolongadas. Esto hace necesario la creación de una red back up para el respaldo y correcto envío de información o datos para los clientes corporativos en la parroquia de Machachi.

Los servicios que brindan las telecomunicaciones son: datos, voz, telefonía entre otros; por lo que es necesario priorizar la disponibilidad y calidad de los datos. Esto motiva a tener enlaces de respaldo que proporcionen la seguridad en caso de cortes y caídas del servicio (DE LA TORRE BERMEO , 2023). En este sentido, se plantea realizar un diseño de una red back up con infraestructura de fibra óptica para la parroquia de Machachi, especialmente, para clientes corporativos; siendo esta una red de respaldo capaz de manejar el tráfico de datos de forma eficiente si existiera algún fallo en el sistema o red principal (Zhen, 2018).

1.2. Formulación del problema de investigación

¿Cómo se puede diseñar una red back up con infraestructura de fibra óptica en la parroquia de Machachi enfocada en clientes corporativos a partir de una evaluación detallada del estado actual de la red?

1.3. Objetivos

1.4.1. Objetivos General

Desarrollar el diseño de una red back up con infraestructura de fibra en la parroquia de Machachi para clientes corporativos que persiga el aseguramiento de las operaciones en caso de cualquier contingencia.

1.4.2. Objetivos Específicos

Definir los requisitos de respaldo en concordancia con la infraestructura seleccionada para el respaldo de datos enfocados a clientes corporativos en la parroquia de Machachi

Evaluar la situación presente de las redes de comunicación en Machachi a través de una investigación in situ. Este proceso implica crear diagramas de la infraestructura de red actual y determinar los elementos críticos dentro de la misma.

Desarrollar una red alternativa de apoyo utilizando tecnología de fibra óptica. Esta red tiene como objetivo asegurar que los servicios para clientes empresariales se mantengan operativos en situaciones de emergencia, empleando metodologías y procedimientos adecuados para su implementación.

Elaborar un presupuesto para la implementación de la red back up basada en fibra en la parroquia de Machachi mediante la recolección de información sobre los elementos que presentes en la red.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones han experimentado una transformación continua, generando un impacto profundo en la sociedad al facilitar la transmisión instantánea de datos entre personas y organizaciones a nivel global. Esta capacidad de eliminar las barreras geográficas ha sido fundamental para el avance de diversas aplicaciones tecnológicas como los correos electrónicos, la videoconferencia y las redes sociales, las cuales han hecho que la interacción global sea más accesible y sencilla (Wang, 2019.). En este contexto, el diseño de redes de respaldo, especialmente mediante fibra óptica, juega un rol crucial al garantizar la continuidad de los servicios y la confiabilidad en la transmisión de datos, aspectos esenciales en un mundo cada vez más interconectado.

En el ámbito económico, las telecomunicaciones han revolucionado los negocios al facilitar transacciones financieras instantáneas, el desarrollo de plataformas de trabajo remoto y la creación de modelos de negocio innovadores. Este entorno ha generado nuevas oportunidades y ha permitido la creación de negocios exitosos en diversas industrias, mostrando la importancia de contar con infraestructuras de telecomunicaciones robustas y seguras, como las redes de respaldo basadas en fibra óptica, que aseguren la disponibilidad y la calidad del servicio incluso ante fallos en la red principal (Okabe, 2018).

El acceso a servicios de salud ha sido otro de los grandes avances derivados de las telecomunicaciones, destacándose la telemedicina como una herramienta clave para proveer diagnósticos y atención médica a distancia, especialmente en áreas rurales y remotas con acceso limitado a centros de salud. La integración de tecnología de fibra óptica en los sistemas de comunicación ha revolucionado el sector salud estas redes avanzadas permiten conexiones veloces y confiables, lo que ha elevado notablemente la calidad y productividad de los servicios

médicos. Como resultado, ahora es posible realizar un seguimiento constante de los pacientes y brindar atención esencial a distancia (Madupu, 2020).

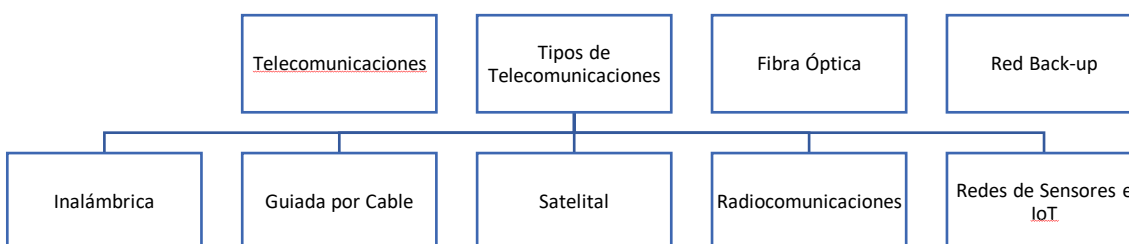
Las comunicaciones a distancia han actuado como catalizador del avance global, uniendo diferentes regiones y fomentando un crecimiento equilibrado en múltiples sectores. A medida que la transición digital se acelera, se vuelve crucial contar con infraestructuras de red robustas y eficientes, incluyendo sistemas secundarios basados en fibra óptica. Estas redes son esenciales para enfrentar las nuevas problemáticas y sacar provecho de las posibilidades que emergen en nuestro entorno cada vez más conectado (Madupu, 2020).

2.1.1 Tipos de telecomunicaciones

La Figura 1 presenta los diferentes tipos de telecomunicaciones que se van a tratar a continuación.

Figura 1

Tipos de telecomunicaciones



Nota. Fuente Creado por Autor

2.1.2 Telecomunicaciones inalámbricas

Es aquella que utiliza señales de radio con el fin de transmitir datos entre teléfonos móviles por medio de torres de comunicación. Por lo general, estas tecnologías ocupan bandas como 2G, 3G, 4G y 5G. Dentro de este apartado, la tecnología Wifi permite conectar de forma

inalámbrica a un periférico o host hasta la nube de forma limitada. Finalmente, la tecnología Bluetooth que es de corto alcance se aplica para teléfonos, computadoras entre otros(Li, 2016).

Además, la fibra óptica juega un papel crucial en la conectividad de las redes móviles. Aunque las señales de radio (como 4G o 5G) son inalámbricas, las estaciones base que las soportan están conectadas entre sí y con el núcleo de la red a través de fibra óptica. Esto permite que los datos se transporten rápidamente y con poca latencia, lo que es especialmente importante para aplicaciones críticas como el Internet de las Cosas (IoT) y las comunicaciones en tiempo real (Martínez, P., & Rodríguez, C., 2019).

2.2 Redes de sensores IoT

El Internet de las Cosas (IoT) permite crear redes sin cables capaces de supervisar, transmitir y recibir información, esta tecnología encuentra aplicaciones tanto en entornos industriales como domésticos, facilitando la interconexión de dispositivos para generar procesos y sistemas automatizados que operan instantáneamente (Cajas Tapia, 2022).

Gracias a la interconexión de dispositivos y el procesamiento en la nube, los sistemas IoT pueden generar datos en tiempo real, lo que permite tomar decisiones automatizadas o mejorar la toma de decisiones manual a través de análisis predictivos. Así, el IoT está transformando la gestión de datos y creando nuevas oportunidades para el desarrollo de sistemas más eficientes y sostenibles (López, R., & Ruiz, M. , 2023).

2.3 Fibra óptica

La tecnología de fibra óptica transmite información mediante señales luminosas a través de hilos de vidrio o plástico su uso está muy extendido debido a sus ventajas significativas en capacidad y rapidez de transmisión, ofreciendo un ancho de banda superior al de los cables de cobre convencionales. Otra ventaja notable es su capacidad para mantener la intensidad de la

señal sobre largas distancias sin requerir amplificadores intermedios. La fibra óptica también es inmune a interferencias electromagnéticas lo que permite trabajar en entornos difíciles y condiciones ambientales adversas (Ruiz, 2020).

La fibra óptica es una tecnología clave en las telecomunicaciones modernas, utilizada para la transmisión de datos a largas distancias con una alta capacidad y velocidad. Esta tecnología utiliza pulsos de luz para transmitir información a través de filamentos de vidrio o plástico, lo que la hace mucho más eficiente que los cables de cobre tradicionales. Las fibras ópticas se han vuelto esenciales en redes de telecomunicaciones, especialmente para proporcionar la infraestructura que soporta tanto las redes fijas como las redes móviles de alta velocidad, incluidas las tecnologías 4G y 5G (Smith, J., & Brown, L., 2023).

La fibra óptica no solo es utilizada en redes troncales, sino también en redes de acceso, conocidas como redes de fibra hasta el hogar (FTTH, por sus siglas en inglés), lo que permite a los usuarios finales disfrutar de una conectividad rápida y estable. Estas redes son vitales para soportar el creciente consumo de contenido multimedia, el uso de aplicaciones en la nube y la conectividad de dispositivos inteligentes en el hogar (García, A., & López, M., 2018).

2.4 Redes Back up o Redes de Respaldo

Las redes backup, también denominadas redes de respaldo son infraestructuras diseñadas para asegurar la disponibilidad y continuidad de los servicios ante posibles interrupciones, tales como fallos eléctricos, atenuaciones o pérdida de datos. Estas redes tienen como objetivo proporcionar un sistema de respaldo que garantice la operatividad de los servicios críticos en tiempo real, minimizando los tiempos de inactividad. Es crucial determinar qué servicios necesitan un funcionamiento continuo y sin interrupciones. Este proceso implica evaluar las especificaciones técnicas esenciales, como la cantidad de datos que pueden

transmitirse simultáneamente, el tiempo de respuesta en la comunicación, y la posibilidad de ampliar el sistema en el futuro (Xi, 2019).

Una implementación común de estas redes es a través de la fibra óptica, debido a su alta capacidad de transmisión y fiabilidad. En muchos casos, se emplea una topología de anillo para garantizar la redundancia, lo que asegura que, en caso de fallo en una parte de la red, los datos puedan ser redirigidos por otro camino, manteniendo así la conectividad punto a punto y minimizando la posibilidad de una interrupción completa del servicio (Xi, 2019).

2.5 Software QGIS

QGIS (Quantum Geographic Information System) es un software de código abierto ampliamente utilizado en la visualización, edición y análisis de información geoespacial. Es una herramienta clave en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo a los usuarios trabajar con diversos tipos de datos espaciales y realizar análisis complejos. Uno de los principales atractivos de QGIS es su capacidad para manejar datos en diferentes formatos, incluidos vectores (puntos, líneas y polígonos) y caracteres (imágenes satelitales y mapas de calor), lo que facilita su integración en proyectos de SIG en múltiples disciplinas (Estevez & Okabe, 2020).

El software también proporciona potentes herramientas para el análisis espacial, permitiendo cálculos de distancia, superposición de capas, interpolación y análisis de redes. Estas funciones permiten a los usuarios extraer información valiosa de los datos geoespaciales, lo cual es crucial en campos como la planificación urbana y la gestión de recursos naturales. QGIS es compatible con varios formatos de datos geoespaciales como shapefiles, GeoTIFF y KML, además de soportar la conexión con bases de datos espaciales como PostGIS, lo que amplía aún más su funcionalidad (López, R., & Ruiz, M. , 2023).

2.6 Características el Software QGIS

QGIS es una poderosa herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica) que permite visualizar, gestionar, editar y analizar datos geoespaciales. Sus principales características incluyen:

- Visualización de Datos

QGIS soporta una amplia variedad de formatos de datos, tanto vectoriales como ráster, sin necesidad de conversión. Se puede trabajar con datos vectoriales como Shapefiles, MapInfo y GML, así como con formatos ráster como GeoTIFF y JPEG, integrando datos de diferentes proyecciones (Sutton, Dassau, & Sutton, 2020). Además, QGIS permite acceder a datos espaciales en línea a través de servicios web OGC como WMS, WFS y WCS, facilitando la integración con otros sistemas (Sherman, 2017).

- Herramientas de Navegación y Composición de Mapas

QGIS ofrece una interfaz gráfica amigable que facilita la exploración interactiva de datos y la creación de mapas. Entre sus herramientas se encuentran el Navegador QGIS, el Map Composer para la creación de mapas complejos, y diversas opciones para la etiquetación y simbología de datos espaciales, además de elementos como barras de escala, flechas de norte y etiquetas de copyright para mapas (Lodha & Nayak, 2019).

- Edición y Gestión de Datos

El software permite la creación y edición de capas vectoriales, así como la integración con datos de OpenStreetMap. QGIS cuenta con herramientas avanzadas de digitalización y edición para formatos reconocidos como Shapefiles y capas GRASS, permitiendo a los usuarios gestionar bases de datos espaciales y realizar análisis de datos mediante SQL (Sutton, Dassau, & Sutton, 2020).

- Análisis de Datos Espaciales

QGIS ofrece múltiples herramientas de análisis, desde operaciones de geoprocesamiento y análisis vectorial hasta el uso de más de 400 módulos de GRASS GIS. También se puede integrar con GDAL y SAGA, lo que proporciona un marco potente para el análisis geoespacial y la automatización de tareas a través del plugin de procesamiento (Sherman, 2017).

- Publicación de Mapas en la Web

QGIS puede actuar como un cliente o servidor WMS, WFS, y otros servicios OGC, facilitando la publicación de mapas en Internet. También es compatible con servidores como UMN MapServer y GeoServer para compartir datos y proyectos de manera eficiente (Lodha & Nayak, 2019).

- Extensión mediante Complementos

QGIS tiene una arquitectura de complementos extensible, permitiendo a los usuarios agregar funcionalidad personalizada. Ofrece complementos de núcleo como GDALTools, GPS Tools y Georeferencer, además de una creciente colección de complementos de Python que amplían sus capacidades, incluyendo análisis de redes, interpolación y análisis topológico (Sutton, Dassau, & Sutton, 2020).

- Scripting y Personalización con Python

El software cuenta con una consola integrada de Python, que permite a los usuarios interactuar con el entorno QGIS mediante scripts. Los desarrolladores pueden crear complementos y automatizar tareas, accediendo a funciones avanzadas mediante la API de PyQGIS (Sherman, 2017).

2.7 Ventajas y Desventajas de QGIS

Ventajas

- Disponibilidad: Los mapas y datos están accesibles las 24 horas del día, los 365 días del año, sin la necesidad de mantener un servidor web propio ni gestionar bases de datos.
- Costes reducidos: No es necesario invertir en software o infraestructura costosa. Se paga por el uso necesario, lo que reduce los gastos en instalaciones, licencias y mantenimiento.
- Acceso eficiente: Los datos pueden consultarse desde cualquier parte del mundo y desde cualquier dispositivo en tiempo real, lo que facilita el análisis y la visualización.
- Interoperabilidad: Es posible importar y exportar capas en múltiples formatos, facilitando la migración de datos entre plataformas sin depender de formatos propietarios.
- Amigabilidad: Las interfaces de usuario son intuitivas y no requieren conocimientos de programación para crear mapas, aunque existe la posibilidad de personalización mediante código en algunos casos.
- Colaboración: Facilita el trabajo colaborativo, permitiendo a varios usuarios compartir y editar datos en tiempo real, lo que mejora la toma de decisiones y los tiempos de respuesta.
- Nuevas oportunidades: Las plataformas GIS en la nube abren la puerta a nuevos modelos de negocio basados en geolocalización, venta de datos y servicios en línea.

Desventajas

- Coste: Aunque existen versiones gratuitas, los servicios profesionales requieren la contratación de planes de pago, especialmente cuando se manejan grandes volúmenes de datos o capas.
- Dependencia de la conexión a Internet: Es necesario tener una conexión rápida y estable. Sin ella, no se podrá acceder a los mapas y datos almacenados en la nube.
- Funcionalidad limitada: La personalización y control de las aplicaciones dependen de la API que ofrecen los servicios, lo que puede restringir algunas funcionalidades avanzadas o específicas.
- Almacenamiento limitado: El espacio de almacenamiento gratuito suele ser limitado, y almacenar grandes volúmenes de datos GIS puede resultar costoso.
- Seguridad y control: Al utilizar servidores de terceros, se pierde cierto control sobre los datos, lo que puede generar preocupaciones sobre la confidencialidad y seguridad de la información almacenada (Morales, 2014).

3. DESARROLLO

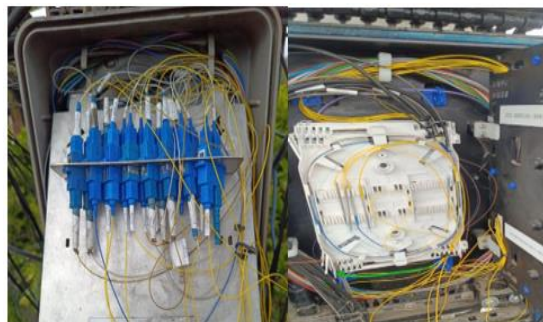
En esta etapa se analiza la situación presente y se detallan los aspectos técnicos de la infraestructura de red, esto incluye una descripción del tipo de medio utilizado para la transmisión de datos, así como los detalles de su implementación física.

3.1 Características de la red

La Figura 2 muestra una caja de distribución de fibra óptica con dos componentes principales: a la izquierda, los conectores SC/UPC de color azul, utilizados para la conexión de los hilos de fibra óptica, y a la derecha, un organizador de empalmes donde se evidencia el deterioro del cableado. La infraestructura de la ruta existente, que ya cuenta con más de 8 años desde su instalación, ha comenzado a mostrar signos de desgaste, especialmente en las cajas de distribución, lo que expone a los hilos de fibra a posibles cortes. Aunque la conexión primaria basada en fibra óptica ofrece alta velocidad y capacidad de transmisión de datos, el estado envejecido de la red y su exposición a factores externos, como fallos eléctricos o daños físicos, aumenta el riesgo de interrupciones. Además, el crecimiento demográfico y la mayor demanda de servicios de red podrían sobrecargar la capacidad actual. En este contexto, para los clientes corporativos se recomienda implementar una conexión secundaria o de respaldo que garantice la continuidad del servicio en caso de fallos en el enlace primario.

Figura 2

Distribución de Fibra Óptica en Cajas de Conexión y Empalmes



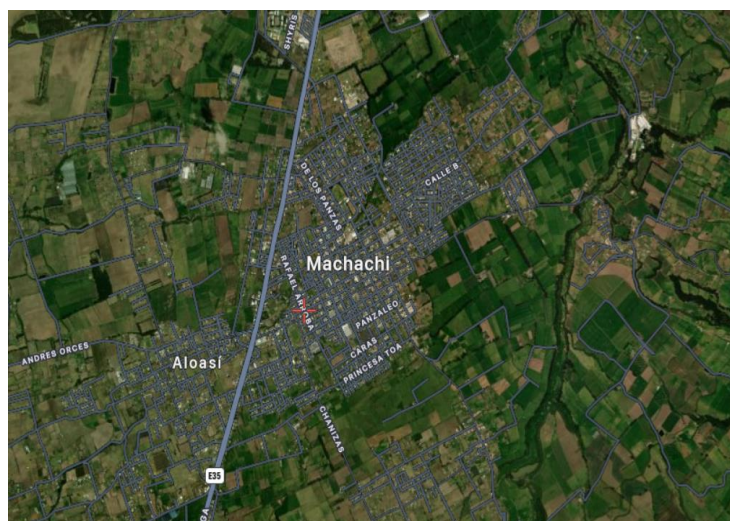
Nota. Fuente Creado por Autor

El diseño a realizarse debe estar basado en las posibles incidencias que pueden afectar el enlace troncal principal para poder mitigar cualquier daño o interrupción que ocasione molestias a los usuarios teniendo en consideración factores de riesgo y condiciones físicas para una atención inmediata.

Machachi también conocida como la cabecera cantonal de Mejía, es una urbe poblada de la provincia de Pichincha -0.501860, -78.563089 como se indica en la figura 3. La Población del cantón Machachi según el censo 2022 es 24.188 habitantes, su temperatura promedio: 14°C, mediante el uso de Google Maps, se muestra la ubicación indicada junto con las coordenadas de su central de telecomunicaciones.

Figura 3

Mapa georreferencial de la ciudad de Machachi



Nota. Figura tomada de Google Maps, 2024.

Al construir una red de respaldo, se implementa un sistema de redundancia en el que los datos pueden seguir dos rutas distintas, lo que permite configurar una topología en forma de anillo. Este diseño tiene como objetivo minimizar los fallos y proteger los enlaces, de manera que si ocurre algún percance en una de las rutas, la ruta secundaria pueda activarse de inmediato, garantizando así la continuidad del servicio y la operatividad de la red.

3.2 Red de transporte

Para el diseño de la red, se implementará un sistema de transporte basado en la Jerarquía Digital Síncrona (SDH, por sus siglas en Inglés), esta tecnología ofrecerá una infraestructura más versátil, permitiendo una gestión más eficiente del ancho de banda disponible. Esto optimizará el uso de los recursos de red y garantizará que los usuarios disfruten de un servicio más receptivo y adaptable a sus necesidades.

3.3 Medio de transmisión

El enlace de respaldo se implementará utilizando fibra óptica, la cual será desplegada mediante un cable aéreo de 144 hilos con una estructura ADSS (All-Dielectric Self-Supporting), de tipo monomodo OS2, siguiendo la recomendación ITU-T G.652 D. Esta fibra cuenta con un núcleo de vidrio de entre 8 y 10 micras de diámetro, y se utilizará para cubrir la red secundaria, garantizando así un alto rendimiento y fiabilidad en las comunicaciones.

3.4 Instalación

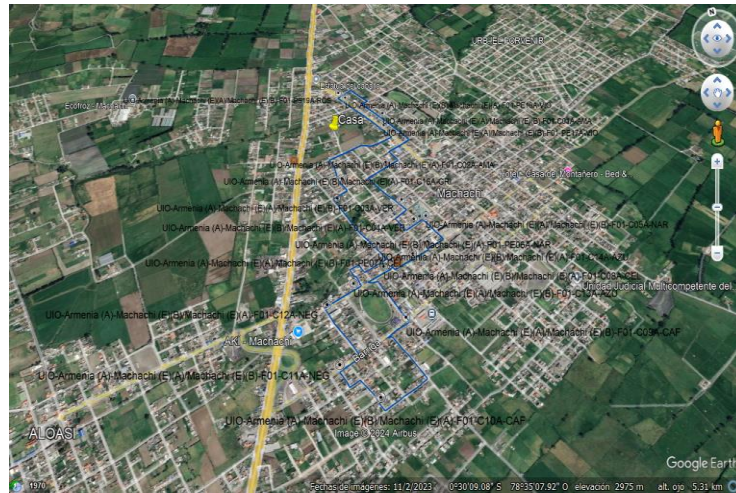
La red se instalará con dos centrales y un repetidor, iniciando con el tendido aéreo utilizando tanto los postes eléctricos ya existentes como los que se proyecten en la zona. La fibra óptica llegará hasta el repetidor, donde ya hay una conexión de fibra óptica instalada, y en este punto se llevará a cabo un parcheo en los ODFs (marcos de distribución óptica), asegurando la continuidad y calidad de la señal en la red.

3.5 Ruta

Se establece la ruta realizada por la red original tomando en cuenta sus enlaces troncales denominada Ruta 1: Machachi (A)/Machachi (B) con las características de la Figura 4, que conecta estratégicamente los puntos clave en la región, optimizando el tráfico de datos.

Figura 4

Ruta Aloag- Machachi.

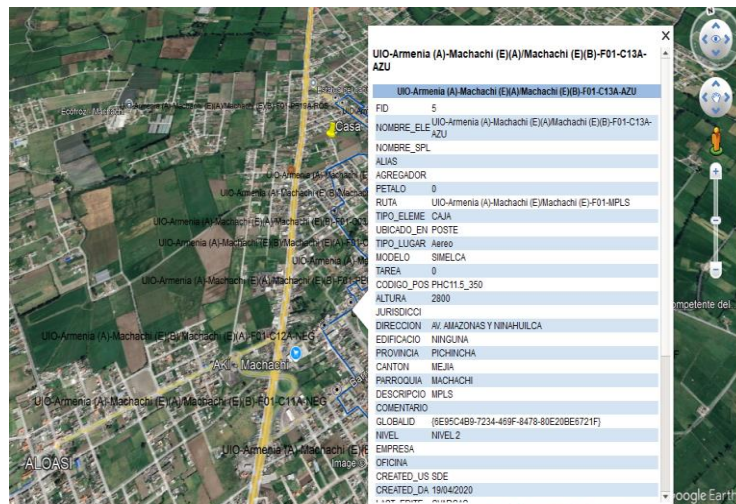


Nota. Fuente Creado por Autor

En la Figura 5 se muestran las diferentes cajas presentes en la Ruta 1, detallando sus características, distancias y la ubicación de cada poste establecido. Esta información permite identificar los elementos necesarios para habilitar los hilos de fibra óptica, siguiendo la distribución indicada. Además, se especifica que la instalación de la fibra óptica es de tipo aérea de nivel 2, como se ilustra en la figura.

Figura 5

Mapa geográfico de la ruta 1



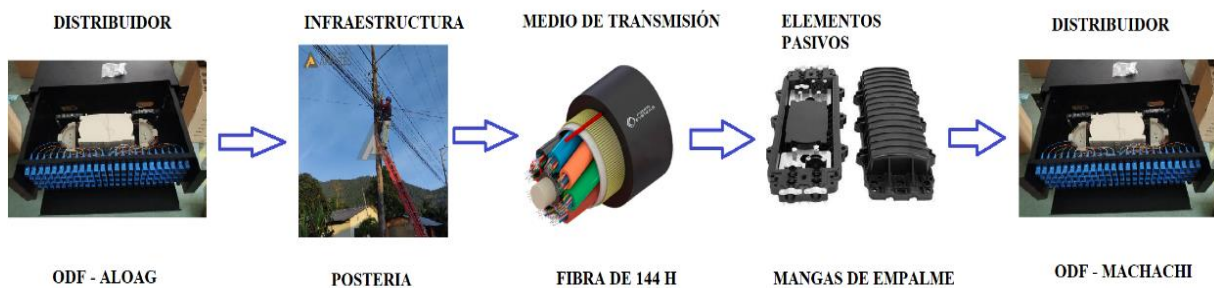
Nota. Fuente obtenida de Google Earth.

3.6 Red externa

El diseño de la red externa seguirá los parámetros de Diseño y Construcción de CNT EP. Por ello, se ha establecido el siguiente diagrama de planta externa para este proyecto, el cual se detalla en la Figura 6.

Figura 6

Red externa



Nota. Fuente Creado por Autor

El Distribuidor de Fibra Óptica (ODF) facilita la conexión de los hilos de fibra óptica del cable instalado a las interfaces de los equipos de transmisión. Se prevé la instalación de dos ODFs por enlace. Según el tipo de fibra óptica, se deberán instalar ODFs con pigtails de fibra tipo G.652D o G.655C. En este proyecto particular, se emplearán pigtails tipo SC/PC siguiendo la recomendación ITU G.652D.

Todas las fibras del enlace deben ser empalmadas por fusión con los pigtails, dejándolas listas para su funcionamiento. El espacio en las bandejas debe ser suficiente para acomodar las reservas de buffers, fibras y empalmes, asegurando que se respete el radio mínimo de curvatura de la fibra. Para la fibra óptica monomodo, este radio es de aproximadamente 20 mm.

3.7 Recurso Humano

En este proyecto se plantea dividir en 3 grupos de trabajo principales con el objetivo de organizar de mejor manera el diseño de este, los cuales son:

- Gestor de Proyectos
- Ingeniería en Telecomunicaciones
- Diseñador de CAD

El gestor de proyectos tiene la responsabilidad de definir el alcance y los objetivos del proyecto, asegurándose de que todas las actividades estén alineadas con las metas establecidas. Además, es su tarea asignar las funciones y responsabilidades específicas a los miembros del equipo, promoviendo la eficiencia en el trabajo colaborativo. A lo largo del desarrollo del proyecto, también debe realizar un seguimiento continuo del progreso, identificando posibles desviaciones y tomando las medidas necesarias para asegurar el cumplimiento de los plazos y resultados esperados. Los detalles de estas funciones se presentan en la Tabla 1.

- Gestor de Proyectos
- Definir el alcance y los objetivos del proyecto
- Asignar tareas y responsabilidades a los miembros del equipo
- Hacer seguimiento del progreso del proyecto

Tabla 1*Grupo de Trabajo 1*

# de Grupo de Trabajo	Grupo de Trabajo 1
Título	Gestor de Proyectos
Objetivo	Coordinación y presentación del proyecto.
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• Planificación del proyecto• Coordinación del equipo• Monitoreo y control
Entregables	<ul style="list-style-type: none">• Ante proyecto.• Proyecto.

Nota. Fuente Creada por el autor

En el campo de la ingeniería en telecomunicaciones, es fundamental seleccionar el tipo de fibra óptica y los equipos adecuados para garantizar la eficiencia y la calidad de las comunicaciones. Además, el ingeniero debe realizar simulaciones de rendimiento del enlace para prever y optimizar el comportamiento del sistema en condiciones reales. Finalmente, es esencial preparar una documentación detallada del diseño, que sirva como guía técnica para la implementación y el mantenimiento del sistema. Las funciones clave de este proceso se resumen en la Tabla 2.

- Ingeniería
 - Seleccionar el tipo de fibra y equipos adecuados
 - Realizar simulaciones de rendimiento del enlace
 - Preparar documentación detallada del diseño

Tabla 2*Grupo de Trabajo 2*

# de Grupo de Trabajo	Grupo de Trabajo 2
Título	Ingeniero en Telecomunicaciones
Objetivo	Diseñar y calcular los elementos sobre telecomunicaciones
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• Diseño del enlace• Análisis y simulación• Especificaciones técnicas
Entregables	<ul style="list-style-type: none">• Diseño del proyecto• Cálculos

Nota. Fuente Creada por el autor

El diseñador CAD tiene la responsabilidad de desarrollar diagramas detallados que muestren la ruta de la fibra óptica, asegurando una planificación precisa del tendido. Además, debe generar modelos tridimensionales de estructuras complejas, lo que facilita la visualización y comprensión del entorno en el que se instalará el sistema. También es esencial que produzca dibujos técnicos detallados que sirvan como base para la construcción e instalación. Las principales funciones de esta labor se presentan en la Tabla 3.

- Diseñador CAD
 - Desarrollar diagramas detallados de la ruta de fibra óptica
 - Generar modelos tridimensionales de estructuras complejas
 - Producir dibujos técnicos detallados

Tabla 3*Grupo de Trabajo 3*

# de Grupo de Trabajo	Grupo de Trabajo 3
Título	Diseñador de CAD
Objetivo	Diseñar y mapear el diseño
Descripción	<ul style="list-style-type: none">• Creación de planos y esquemas• Modelado en CAD• Documentación técnica
Entregables	<ul style="list-style-type: none">• Mapas y Localización• Diseño CAD.

Nota. Fuente Creada por el autor

Es fundamental destacar que el proyecto se enfocará en el diseño y los cálculos correspondientes. Por ello, las tareas de los distintos grupos de trabajo serán realizadas por una sola persona.

3.8 Presupuesto

El costo total estimado del proyecto se encuentra entre \$22,450 y \$90,000, dependiendo de las características del diseño, los equipos seleccionados y la infraestructura necesaria. Esta inversión incluye tanto los materiales y equipos como la mano de obra garantizando una red de respaldo robusta y confiable para los clientes corporativos.

Tabla 4*Presupuesto*

Categoría	Descripción	Costo Unitario (USD)	cantidad	Costo (USD)	Total
Fibra Óptica	Cable de fibra óptica monomodo (por metro)	\$1.00 - \$4.00	16,000 metros	\$16,000- \$60,000	
Conectores	Conectores SC/LC	\$5 - \$10	160 unidades	\$800 - \$1,600	
Empalmes Fusionados	Empalmes de fibra óptica	\$15 - \$30	80 empalmes	\$1,200 - \$2,400	
Cajas y bandejas de empalme	Cajas y bandejas para protección	\$50 - \$100	80 unidades	\$4,000 - \$8,000	
Canalización Subterránea/Aérea	Instalación de ductos o postes (por metro)	\$5 - \$20	2,000 metros	\$10,000 \$40,000	-
OLT (Optical Line Terminal)	Equipo para distribución de señal óptica	\$1,500 - \$5,000	1 unidad	\$1,500 - \$5,000	
Switches Ópticos	Switches administrables de red	\$300 - \$1,000	5 unidades	\$1,500 - \$5,000	
Routers	Routers para gestión de tráfico	\$500 - \$2,000	1 unidad	\$500 - \$2,000	
Transceptores SFP/SFP+	Módulos para conexión de fibra	\$50 - \$150	81 unidades	\$4,050 \$12,150	-
Fusión y Terminaciones	Mano de obra para fusión y terminaciones	\$10 - \$20 por empalme	50 empalmes	\$500 - \$1,000	

Nota. Fuente Creada por el autor

3.9 Gestión de Plan de calidad

La gestión de un plan de calidad es esencial para asegurar que todos los aspectos técnicos y operativos cumplan con los estándares requeridos. Este proceso implica no solo verificar el rendimiento de la red, sino también establecer responsables claros y asegurar que las tareas específicas sean ejecutadas adecuadamente. A continuación, se detallan los puntos clave a tener en cuenta en la gestión del plan de calidad:

- Asegurar que la red de respaldo cumpla con los requisitos de rendimiento (latencia, ancho de banda, conmutación rápida) y siga los estándares técnicos y de seguridad necesarios para clientes corporativos.
- Definir claramente quién supervisa la calidad (gerente de proyecto, ingeniero de calidad) y quién ejecuta las tareas específicas (técnicos e instaladores).
- Establecer los estándares técnicos (rendimiento de la red, seguridad de los datos) y las expectativas mínimas de calidad para la fibra óptica, equipos y seguridad.
- Evaluar conectividad, rendimiento y seguridad.
- Utilizar herramientas de monitoreo de red y prueba de fibra (iPerf, OTDR) y realizar auditorías internas para garantizar la calidad en todas las fases.

3.10 Cronograma

Tabla 5

Cronograma

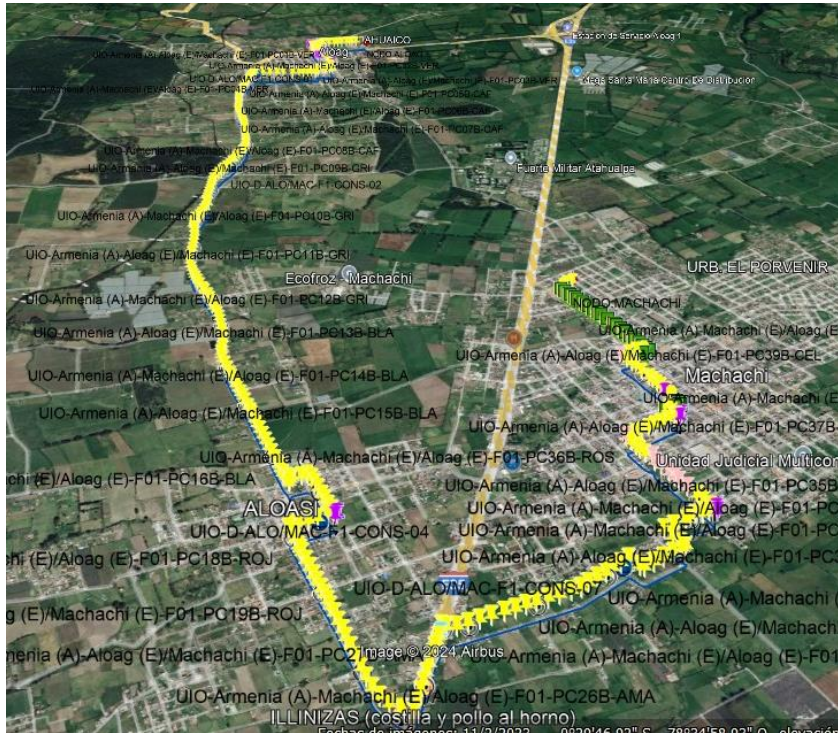
	Duración Semanas	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Planificación del Proyecto	2	X	X										
- Definición de requisitos	1	X											
- Análisis del sitio	1	X											
2. Adquisición de Materiales y Equipos	2		X	X									
3. Instalación de Infraestructura	5			X	X	X	X	X					
- Instalación de canalizaciones	2			X	X								
- Tendido de fibra óptica	2				X	X							
- Empalmes y terminaciones	1					X							
4. Instalación y Configuración de Equipos	3						X	X	X				
- Instalación de OLT, switches y routers	1						X						
- Configuración de equipos	1							X					
5. Pruebas y Validación	2								X	X			
- Pruebas de conectividad	1										X		
- Pruebas de rendimiento (ancho de banda)	2											X	X

Nota. Fuente Creada por el autor

3.11 Diseño

Figura 7

Infraestructura de red y la implementación de una red back up de Aloag-Machachi

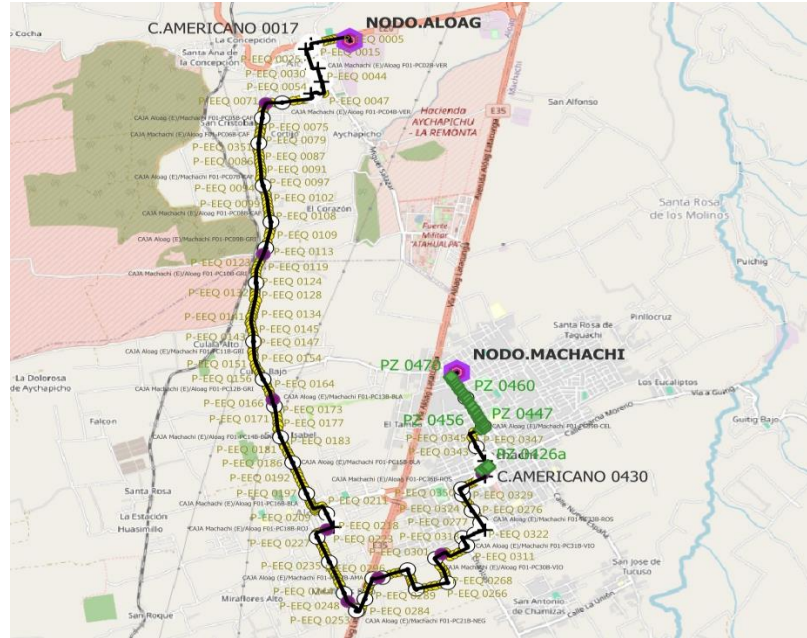


Nota. Fuente Creado por Autor

La Figura 7 presenta la ruta entre la parroquia de Aloag y Machachi, incluyendo a los clientes corporativos y la futura implementación de mangas. El bosquejo de la ruta de respaldo de fibra óptica (BK) mostrado en la imagen utiliza mangas de derivación (MD) para distribuir los hilos de fibra hacia varias cajas (CAJAS), desde las cuales se conectarán los clientes corporativos. El trazado se ha planificado para reducir el riesgo de accidentes de tránsito que puedan dañar la fibra, garantizando la continuidad del servicio.

Figura 8

Diseño en QGIS de una red back up de Aloag-Machachi



Nota. Fuente Creado por Autor

En la figura 8 se encuentra el diseño en QGIS que destaca una ruta entre dos nodos principales, denominados Nodo Aloag y Nodo Machachi. La ruta está marcada por una línea que conecta varios puntos de paso o elementos de la red. Se pueden ver etiquetas que indican nombres de ubicaciones o puntos de conexión a lo largo del trayecto, que están marcados como "PZ" o "C. Americano", seguidos de números específicos, estos puntos representan postes, empalmes o zonas de control dentro de la infraestructura de telecomunicaciones.

Los colores y líneas que se observan también ayudan a distinguir los diferentes segmentos y características del trazado, mientras que los puntos morados parecen resaltar los nodos principales.

La Figura 9 muestra las leyendas de capas de un proyecto en QGIS. Cada capa tiene un símbolo asociado que indica diferentes elementos o características geospaciales representadas en el mapa. A continuación, se describen las capas activadas en el proyecto:

Figura 9

Capas del diseño QGIS



Nota. Fuente Creado por Autor

PZ-MUN (marcado con un diamante verde): Posiblemente representa pozos.

NODOSQ (círculo morado): Indica los nodos principales de la red, probablemente puntos clave de telecomunicaciones o interconexión.

MANGASQ [8]: Esta capa puede estar relacionada con mangas de cables o ductos subterráneos para la instalación de fibra óptica o cables de telecomunicaciones.

AMERICANOQ (cruz): Representa el Cruce Americano, vinculada a una vía o estructura específica en la ruta.

CAJASQ: Puede indicar la ubicación de cajas de empalme o distribución de la red.

PANCLAJEQ (círculo gris): represente postes de anclaje de la infraestructura de telecomunicaciones.

POSTESEEQQ (círculo amarillo): Indica la ubicación de postes de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

CAPASRUTAQ (línea negra): Señala la ruta de la infraestructura de telecomunicaciones en el proyecto.

Finalmente, en la tabla 6 calculamos la potencia total disponible en el tramo más largo, partiendo de una potencia inicial de 5 dB desde el OLT. Dado que la pérdida total es de 13.8 dB, la potencia restante sería negativa: $5 \text{ dB} - 13.8 \text{ dB} = -8.8 \text{ dB}$. Este valor indica que la potencia de señal resultante en este enlace sería insuficiente, lo que podría requerir amplificadores o ajustes en el diseño para garantizar una conexión estable.

Tabla 6

Cálculo de pérdidas en el enlace de fibra óptica (14 km):

Concepto	Cantidad	Valor por unidad	Cálculo
Pérdida de atenuación de la fibra óptica	por Longitud del enlace: 14 km	Atenuación típica: 0.4 dB/km	Pérdida por atenuación = $0.4 \text{ dB/km} \times 14 \text{ km} = 5.6 \text{ dB}$
Pérdida empalmes	por Número de empalmes: 8	Pérdida promedio por empalme: 0.2 dB	Pérdida total por empalmes = $0.2 \text{ dB} \times 8 = 1.6 \text{ dB}$
Pérdida conectores	por Número de conectores: 16 (incluyendo ambos extremos y adicionales a lo largo del trayecto)	Pérdida promedio por conector: 0.3 dB	Pérdida total por conectores = $0.3 \text{ dB} \times 16 = 4.8 \text{ dB}$
Margen seguridad	de		3 dB
Pérdida estimada:	total		Pérdida total = $5.6 \text{ dB (atenuación)} + 1.6 \text{ dB (empalmes)} + 4.8 \text{ dB (conectores)} + 3 \text{ dB (margen)} = 15 \text{ dB}$

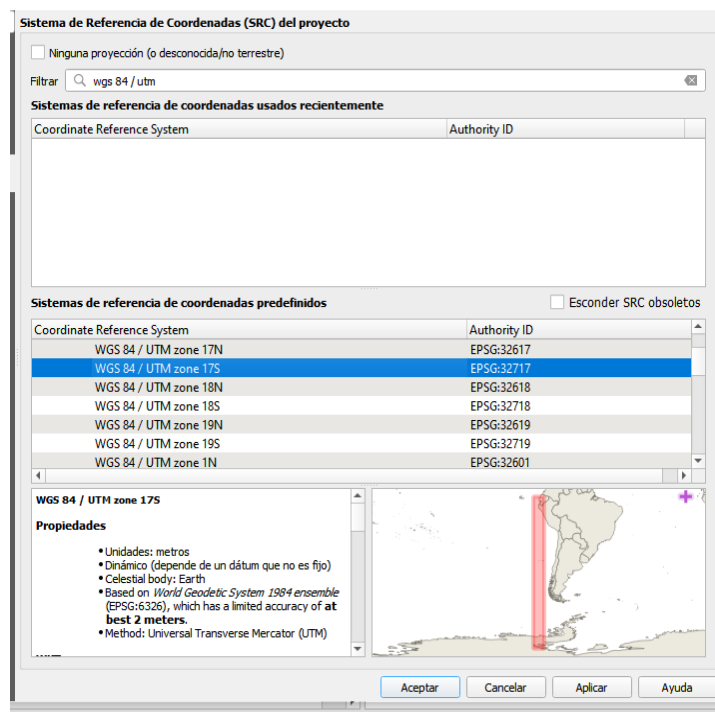
Nota. Fuente Creado por Autor

3.12 Configuración Geográfica en QGIS

La georreferenciación de torres, cables o infraestructura de fibra óptica, es crucial elegir el SRC correcto. Dependiendo de la ubicación geográfica del proyecto, se selecciona la zona UTM que corresponda a la región donde se sitúa la red de telecomunicaciones. En Sudamérica se muestra un mapa, para utilizar una de las zonas UTM, zona 17S (EPSG:32717), que sitúa al Ecuador como se muestra en la figura 10.

Figura 10

Zonas UTM , zona 17S (EPSG:32717)



Nota. Fuente Creado por Autor

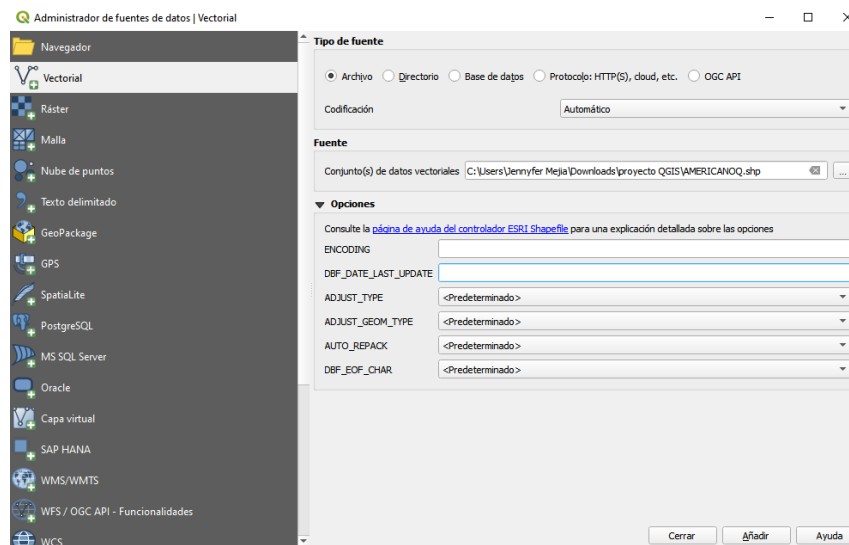
3.13 Uso de capas y simbología

Configura capas con diferentes tipos de simbología para representar los distintos elementos de la red, como nodos, cables, estaciones base, o zonas de cobertura. Utiliza simbología avanzada y etiquetas para facilitar la lectura y análisis del mapa.

La Figura 11 muestra la ventana de "Nueva capa GeoPackage" en QGIS. Esta ventana te permite crear una nueva capa de datos en formato GeoPackage, que es un contenedor ideal para almacenar múltiples tipos de datos geoespaciales (puntos, líneas, polígonos) en un solo archivo.

Figura 11

Ventana para añadir una nueva capa vectorial



Nota. Fuente Creado por Autor

En la ventana que aparece "... (el botón de exploración) junto al campo "Fuente" para buscar el archivo vectorial que deseas añadir. Se selecciona los archivos en formatos como Shapefile (.shp), GeoJSON (.geojson), KML (.kml), GPKG (.gpkg), entre otros.

3.14 Simbología específica

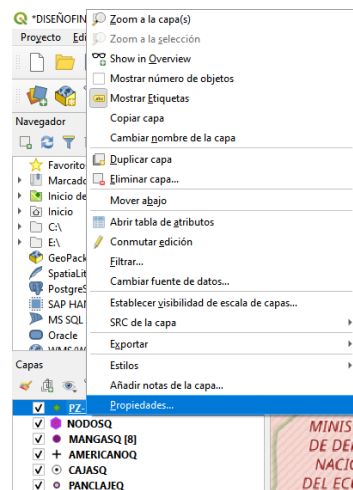
Utiliza símbolos personalizados para representar diferentes tipos de infraestructura, como torres de telecomunicaciones, rutas de fibra óptica, armarios de distribución, etc. Puedes personalizar los colores, grosores y estilos de línea para diferenciar tipos de cables o áreas de cobertura.

Simbología para pozos

Para aplicar simbología a una capa en QGIS, comienza seleccionando la capa deseada en la "Vista de capas". Haz clic derecho sobre ella y elige "Propiedades..." como se muestra en la Figura 12 para abrir la ventana de propiedades de la capa. Dentro de esta ventana, dirígete a la pestaña "Simbología" para acceder a las diversas opciones de simbolización disponibles.

Figura 12

Ventana de propiedades de la capa



Nota. Fuente Creado por Autor

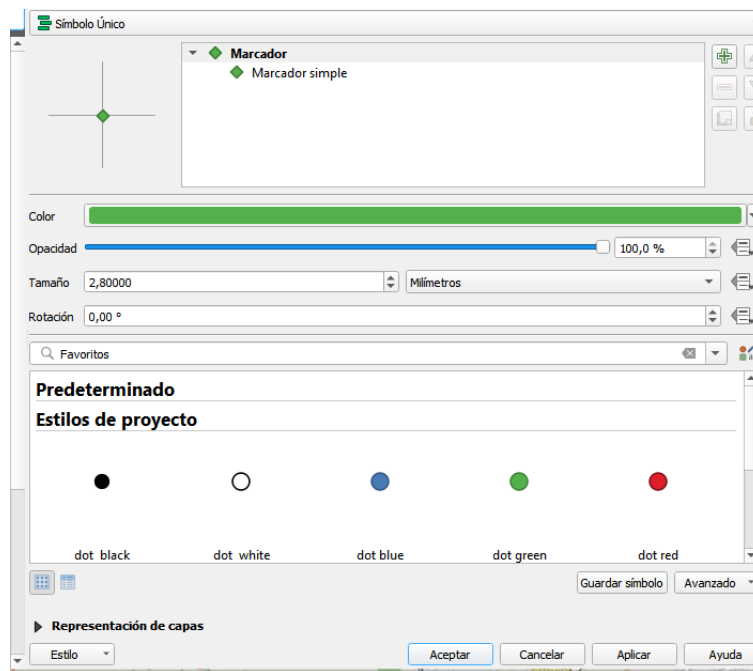
En el menú desplegable, puedes seleccionar el tipo de simbología más adecuado según el tipo de datos de tu capa. Las opciones incluyen simbología simple, graduada, categórica, así como simbología específica para líneas y polígonos. Dependiendo de la opción seleccionada, podrás configurar los símbolos correspondientes, como elegir colores, estilos de línea o relleno, y definir parámetros específicos para representar datos numéricos o categóricos.

Para personalizar aún más los símbolos, clic en el símbolo que aparece en la parte superior de la ventana de simbología, lo que abrirá el cuadro de diálogo "Selector de

símbolo". Allí, podrás modificar el color, el tamaño y otros aspectos del símbolo. Además, si deseas añadir etiquetas a los elementos de la capa, puedes hacerlo en la pestaña "Etiquetas" de la ventana de propiedades

Figura 13

Ventana de simbología pozos



Nota. Fuente Creado por Autor

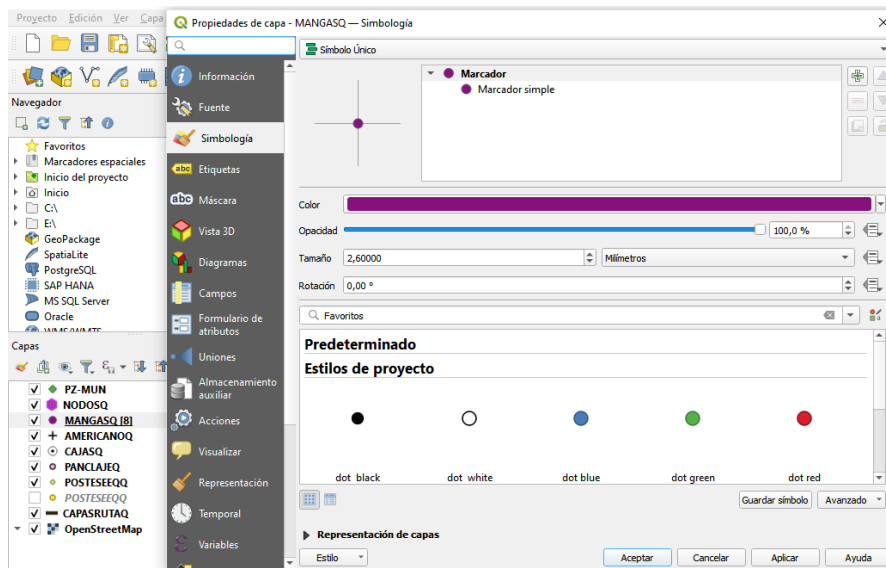
En la Figura 13 muestra la ventana de propiedades de una capa en QGIS, específicamente en la sección de simbología. En el panel principal de la ventana de propiedades de la capa MANGASQ, se muestra la configuración de simbología bajo la opción `Símbolo Único`. Esta configuración permite personalizar el símbolo que representa los elementos de la capa en el mapa. En la parte superior de esta sección, se muestra un marcador simple de color púrpura, que es el símbolo actualmente seleccionado.

Se pueden ajustar varios parámetros del símbolo, incluyendo el color, la opacidad, el tamaño y la rotación. En este caso, el color seleccionado es púrpura, con una opacidad del

100%. El tamaño del marcador está configurado a 2.60000 milímetros y la rotación está establecida en 0.0 grados. Además, hay una sección con estilos de proyecto predeterminados que ofrece opciones de símbolos predefinidos como `dot black`, `dot white`, `dot blue`, `dot green` y `dot red`.

Figura 14

Simbología para la capa Mangas

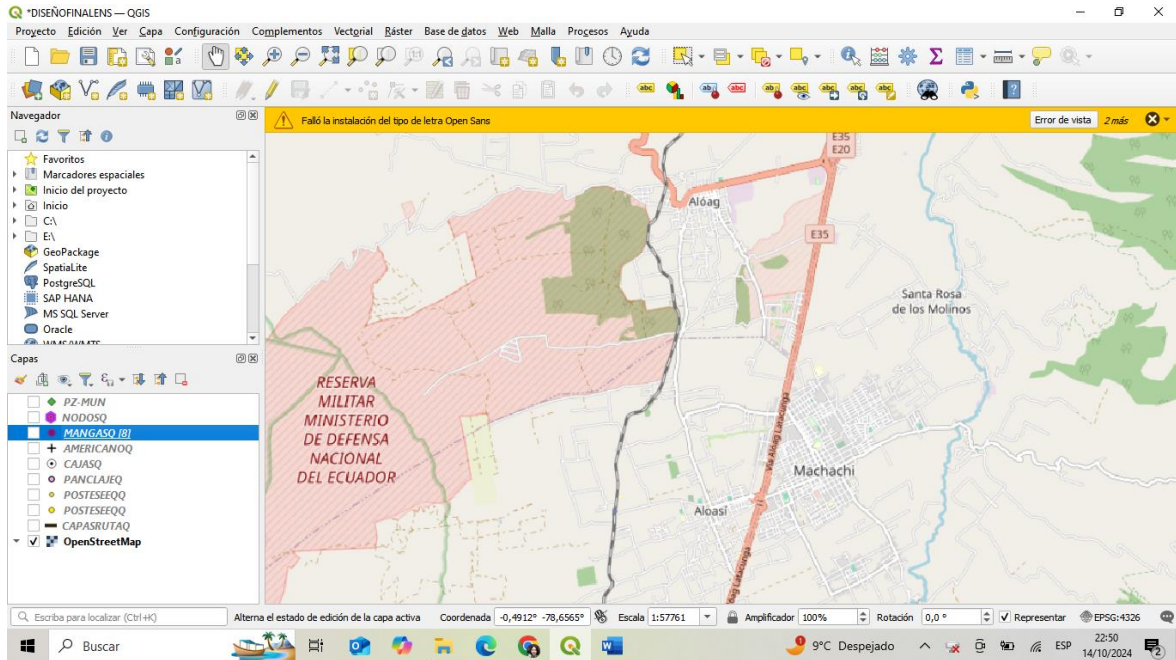


Nota. Fuente Creado por Autor

Para agregar OpenStreetMap en QGIS en el panel de navegador, se busca `XYZ Tiles` o crea una nueva conexión XYZ si no está disponible. Para crear una conexión nueva, haz clic derecho en el panel de navegador, selecciona `Nueva Conexión XYZ`, ingresa un nombre como "OpenStreetMap", y utiliza la URL `https://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png`. Haz clic en `Aceptar`, y luego arrastra y suelta la nueva conexión de OpenStreetMap en la ventana de capas para agregarla a tu proyecto. Esto te permitirá visualizar OpenStreetMap en tu mapa.

Figura 15

OpenStreetMap



Nota. Fuente Creado por Autor

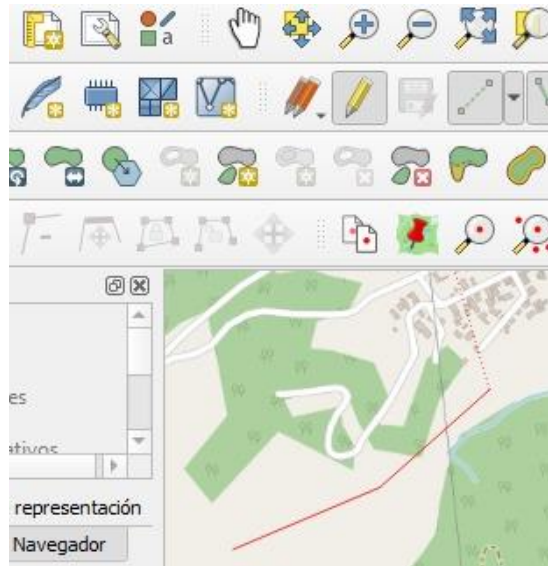
Para dibujar una ruta en QGIS, primero se necesita una capa vectorial de líneas y activar el modo de edición. Para hacerlo, se hace clic en el ícono de lápiz en la barra de herramientas de digitalización como muestra la Figura 16, que permite editar la capa seleccionada. Con el modo de edición activado, selecciona la herramienta de `Dibujar líneas`, que está representada por un ícono con una línea. Esta herramienta te permite dibujar segmentos de línea en el mapa.

Para dibujar la ruta, se realiza un clic en el mapa donde quiera empezar la línea. Luego, continúa haciendo clic para añadir vértices y dar forma a tu ruta. Cada clic añade un nuevo vértice. Para finalizar la línea, haz doble clic en el último punto donde quieres que termine la ruta. Una vez dibujada la ruta, es importante guardar los cambios. La barra de herramientas de digitalización incluye iconos para mover elementos, dibujar puntos, líneas

y polígonos, entre otras funciones, que facilitan la creación y edición de datos espaciales en tu proyecto.

Figura 16

herramienta para dibujar la ruta en el mapa



Nota. Fuente Creado por Autor

La figura 16 muestra la interfaz de un software de Sistema de Información Geográfica (SIG) QGIS. Se observan varias barras de herramientas con íconos que representan diferentes funciones y herramientas de edición geoespacial. Entre las herramientas visibles se encuentran opciones para seleccionar elementos, hacer zoom, dibujar líneas, polígonos, y otras formas, además de iconos para trabajar con capas y la representación de los datos.

En la ventana se muestra un mapa, representación cartográfica de una zona geográfica con detalles como caminos y áreas verdes. Hay una línea roja que representa la ruta. Las capas permiten visualizar datos geográficos en distintos niveles, como carreteras, ríos, o construcciones.

En resumen para utilizar QGIS con capas, primero necesitas añadirlas al proyecto. Dirígete al menú Capa y selecciona Añadir capa para cargar diferentes tipos de capas, como

vectoriales (que incluyen puntos, líneas o polígonos) o capas raster (como imágenes satelitales o mapas de calor). Se puede cargar capas desde varios formatos, como archivos .shp, .geojson, o desde bases de datos y servicios web como WMS/WMTS.

Una vez añadidas, puedes gestionar las capas desde el panel de capas, que se encuentra generalmente a la izquierda de la interfaz. Desde ahí, puedes encender o apagar la visibilidad de cada capa mediante casillas de verificación. Es importante considerar el orden de las capas, ya que este define cómo se superponen en el mapa. (Sutton, Dassau, & Sutton, 2020)

Para personalizar el aspecto visual de las capas, haz clic derecho sobre la capa y selecciona Propiedades. Desde ahí, puedes cambiar su simbología, eligiendo colores, estilos de líneas o patrones de relleno. También puedes aplicar estilos más avanzados, como representar los datos de acuerdo con atributos específicos, lo cual es útil para clasificar elementos en función de ciertos valores o características. (López, R., & Ruiz, M. , 2023)

Si necesitas modificar las capas vectoriales, activa la opción de edición (Alternar edición), lo que te permitirá agregar, mover o eliminar puntos, líneas o polígonos. Una vez que termines de editar, puedes desactivar la edición para guardar los cambios. No olvides guardar tu proyecto en un archivo .qgz para no perder la configuración de las capas y sus estilos. Además, puedes exportar capas individuales o el mapa completo en diferentes formatos, como imagen o PDF, según tus necesidades (López, R., & Ruiz, M. , 2023).

3.15 Análisis de Resultados

El diseño de una red de respaldo con infraestructura de fibra óptica en la parroquia de Machachi promete mejorar significativamente la continuidad operativa de los servicios de telecomunicaciones para clientes corporativos. Esta red permitirá reducir los tiempos de inactividad ante fallas, asegurando una disponibilidad constante. Este aspecto es clave para

empresas cuya productividad y satisfacción dependen en gran medida de la fiabilidad de sus sistemas de comunicación, generando confianza y fortaleciendo las relaciones comerciales con el proveedor de servicios.

Desde un punto de vista económico, tanto los clientes como el proveedor se verán beneficiados. Las empresas reducirán pérdidas asociadas a interrupciones en sus actividades, mientras que el proveedor de telecomunicaciones incrementará la retención de clientes y ampliará su base de mercado gracias a la mayor calidad y fiabilidad del servicio. Esto refuerza el valor estratégico de implementar esta infraestructura como una inversión a largo plazo.

La sostenibilidad técnica del proyecto está garantizada por el uso de fibra óptica, una tecnología que soporta altas demandas de datos y es resistente a interferencias externas. Esto no solo asegura una operatividad estable en el presente, sino que también prepara a la red para manejar el crecimiento tecnológico y poblacional de la región. Sin embargo, desafíos como el mantenimiento continuo de la infraestructura y la necesidad de amplificadores ópticos en enlaces largos deberán ser atendidos para evitar posibles interrupciones o degradaciones del servicio.

A nivel comunitario y tecnológico, el proyecto tiene el potencial de transformar a Machachi en un referente regional en telecomunicaciones. Una infraestructura de este tipo podría atraer inversiones tecnológicas adicionales, promover la adopción de soluciones digitales entre las empresas locales y estimular la economía de la región. Asimismo, al reducir la vulnerabilidad a interrupciones de servicio, Machachi se posicionará como una zona más atractiva para la instalación de nuevas empresas y proyectos.

En conclusión, este proyecto representa un avance significativo para la conectividad y el desarrollo económico de Machachi. Para asegurar su éxito, será esencial garantizar un mantenimiento proactivo de la infraestructura, capacitar continuamente al personal

encargado de su operación y realizar evaluaciones periódicas para adaptarse a las necesidades futuras. Así, la red de respaldo no solo cumplirá su propósito inmediato, sino que también contribuirá al crecimiento sostenible de la región.

3.16 Análisis Económico

El análisis económico del proyecto de diseño de una red de respaldo con infraestructura de fibra óptica para la parroquia de Machachi incluye varios aspectos clave relacionados con los costos, la inversión y los beneficios esperados.

Costos del Proyecto

El costo total estimado del proyecto se encuentra entre \$22,450 y \$90,000, dependiendo de las especificaciones técnicas y los materiales seleccionados. Este presupuesto incluye los siguientes rubros principales:

Materiales e infraestructura:

- Cable de fibra óptica monomodo (144 hilos, tipo ADSS): \$16,000 - \$60,000.
- Conectores SC/LC y cajas de empalme: \$4,800 - \$9,600.
- Canalización subterránea/aérea: \$10,000 - \$40,000.

Equipos:

- OLT (Optical Line Terminal): \$1,500 - \$5,000.
- Switches y routers ópticos: \$2,000 - \$7,000.
- Transceptores SFP/SFP+: \$4,050 - \$12,150.

Mano de obra:

- Empalmes y terminaciones: \$500 - \$1,000.

En términos de beneficios económicos, los clientes corporativos obtendrán un servicio más confiable, minimizando las pérdidas asociadas a interrupciones. Esto les permitirá operar de manera más eficiente y garantizar la continuidad de sus procesos críticos.

Por otro lado, el proveedor de servicios se beneficiará al fidelizar a sus clientes actuales, atraer nuevos clientes y mejorar su reputación como líder en telecomunicaciones en la región. Además, al reducir los tiempos de inactividad y optimizar el mantenimiento, se lograrán ahorros operativos significativos a largo plazo.

Desde la perspectiva de rentabilidad, la inversión inicial puede recuperarse a través de la introducción de paquetes premium, diseñados específicamente para clientes corporativos que valoran la continuidad del servicio. Asimismo, el proveedor reducirá costos asociados a penalizaciones por interrupciones y fortalecerá la eficiencia operativa. A largo plazo, la implementación de esta red permitirá soportar incrementos en la demanda de datos, evitando inversiones adicionales sustanciales durante varios años y maximizando el retorno de la inversión.

No obstante, existen riesgos asociados al proyecto, como la fluctuación de los precios de los materiales y equipos, así como la necesidad de alcanzar una base de clientes suficiente para garantizar un retorno adecuado. Por ello, será crucial realizar un seguimiento constante de los costos y asegurar la implementación eficiente de la red.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La instalación de una red de respaldo con infraestructura de fibra óptica en la parroquia de Machachi no solo mejora la eficiencia en la transmisión de datos, sino que también garantiza la continuidad operativa de los clientes corporativos. Esto es esencial en un entorno donde las interrupciones en las comunicaciones pueden afectar considerablemente la productividad y la satisfacción del cliente. Con este sistema de respaldo, se reducen las pérdidas y se asegura la disponibilidad continua de la información.

La evaluación exhaustiva del estado actual de la infraestructura de comunicación ha permitido identificar puntos críticos y áreas que requieren mejoras. Este análisis es esencial para el diseño de una red de respaldo efectiva, ya que proporciona una base sólida sobre la cual se pueden implementar soluciones específicas que aborden las necesidades locales y los desafíos existentes en la parroquia de Machachi.

La planificación detallada del proyecto, que incluye la asignación de tareas, la elaboración de un presupuesto y la definición de plazos, es fundamental para garantizar que el diseño y la implementación de la red se realicen de manera eficiente y dentro de los tiempos establecidos. Una buena planificación no solo optimiza los recursos, sino que también minimiza el riesgo de errores y retrabajos, lo que contribuye a un proceso más fluido y exitoso.

La selección de la fibra óptica como medio de transmisión se fundamenta en su gran capacidad de ancho de banda y su resistencia a las interferencias electromagnéticas. Estas características la convierten en la opción perfecta para cumplir con las crecientes exigencias de calidad y fiabilidad de los clientes corporativos. La fibra óptica garantiza la integridad de la señal a largas distancias, lo que resulta especialmente crucial en un entorno donde la conectividad es vital para las operaciones diarias de las empresas.

4.2. Recomendaciones

Considerando que el cálculo de pérdidas en el enlace más largo deja una potencia negativa (-8.8 dB), es recomendable la instalación de amplificadores ópticos o la mejora en los equipos de transmisión para asegurar que la señal llegue con suficiente fuerza a los puntos más lejanos.

Implementar un sistema de monitoreo continuo de la red que facilite la detección y resolución proactiva de problemas. Este enfoque no solo garantiza la disponibilidad continua del servicio, sino que también permite anticipar posibles fallos antes de que se transformen en inconvenientes más graves. Un sistema de monitoreo eficiente puede mejorar considerablemente la experiencia del cliente y la imagen de la empresa.

Es esencial ofrecer formación continua al personal responsable de la gestión y mantenimiento de la red. Esto garantizará que estén al tanto de las mejores prácticas, las tecnologías emergentes y los protocolos de seguridad en el ámbito de las telecomunicaciones. Un equipo bien capacitado es crucial para el éxito de la red, ya que puede reaccionar de manera efectiva ante cualquier eventualidad y asegurar un servicio de alta calidad.

Realizar evaluaciones periódicas de la infraestructura de comunicación es esencial para identificar nuevas necesidades y oportunidades de mejora. Este proceso de revisión debe adaptarse a los cambios en la demanda de los clientes y a las innovaciones tecnológicas, garantizando así que la red siga siendo relevante y efectiva en el tiempo. Las evaluaciones también pueden ayudar a identificar áreas donde se pueden realizar inversiones estratégicas para mejorar el servicio.

Establecer protocolos de seguridad sólidos para salvaguardar la información y los datos de los clientes corporativos. Esto abarca medidas como la encriptación de datos, la autenticación de usuarios y la realización de auditorías de seguridad de manera regular. Asegurar la integridad y confidencialidad de la información transmitida a través de la red es esencial para mantener la confianza de los clientes y cumplir con las regulaciones de protección de datos.

REFERENCIAS

- DE LA TORRE BERMEO , A. G. (2023). *DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED PARA COMUNICAR CENTRALES DE GENERACIÓN BASADO EN LA DISTANCIA MÁS CORTA*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Lodha, M., & Nayak, M. (2019). *GIS for planning and decision making: A tool for location analysis*. Springer. Springer.
- Agata, A., & Nishimura, K. (2019). *Suboptimal PON Network Designing Algorithm for Minimizing Deployment Cost of Optical Fiber Cables*.
- Cajas Tapia, K. A. (2022). *Redes de sensores inalámbricos para IoT : automatización de redes inalámbricas de sensores*. Quito: EPN, 2022.
- Campoverde Ramírez, C. H., & Jumbo Carrión, J. C. (2023). *Diseño de un enlace backup de fibra óptica, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, cantón Chinchipe, provincia Zamora Chinchipe*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Chang. (2019). Conference proceedings. *2015 International Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM)*, (págs. 11-14). Pisa, Italy.
- Estevez, P. A., & Okabe, Y. (2020). TRAINING THE PIECEWISE LINEAR-HIGH ORDER NEURAL NETWORK THROUGH ERROR BACK PROPAGATION.
- García, A., & López, M. . (2018). *Evolución de las redes FTTH en telecomunicaciones residenciales*. *Journal of Fiber Optics*. IEEE.
- Li, M. (2016). Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. *2016 12th International Conference on Natural Computation* (págs. 13-15). Changsha, China: IEEE.
- López, R., & Ruiz, M. . (2023). *El futuro de las redes IoT en la industria y los hogares inteligentes*. *IEEE IoT Journal*.
- Madupu, R. K., Kothapalli, C., Yarra, V., Harika, S., & Basha, C. Z. (2020). Automatic Human Emotion Recognition System using Facial Expressions with Convolution Neural Network. *Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology*, 1179–1183. doi:<https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297483>
- Martínez, P., & Rodríguez, C. (2019). *La fibra óptica como infraestructura esencial en redes móviles 4G y 5G*. *Telecommunications Review*.

- Montenegro Fierro , W. J., & Pazmiño Iza, Y. E. (2021). *Estudio y diseño de una red en tecnología ADSL2+ para proveer el servicio de datos al sector centro de la ciudad de Machachi*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Morales, A. (2014). *mappinggis*. Obtenido de Ventajas e inconvenientes de utilizar aplicaciones GIS en la nube: <https://mappinggis.com/2016/11/ventajas-inconvenientes-utilizar-aplicaciones-gis-en-la-nube/>
- Rui, L., Xiong, Y., & Qiu, K. X. (2019). *BP Neural Network-Based Web Service Selection Algorithm in the Smart Distribution Grid*.
- Sherman, G. (2017). *The PyQGIS Programmer's Guide: Extending QGIS with Python*. . Locate Press.
- Smith, J., & Brown, L. (2023). *Tecnologías avanzadas en fibra óptica: Aplicaciones y futuro*. *IEEE Communications Journal*.
- Sutton, T., Dassau, O., & Sutton, M. (2020). *QGIS Training Manual: Learn GIS using Free and Open Source Software*. QGIS Project.
- Wang, H.-Q., & Gu, X.-S. (2018). *Steam Turbine Fault Diagnosis Method Based on Rough Set with the Back-propagation Neural Network*.
- Wang, X., Song, Y., Pang, F., Li, Y., Zhang, Q., & Cao, B. (2018). Distinguishing wavelengths of optical beams by OAM Beams Based on an OAM Optical Fiber. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 54. doi:<https://doi.org/10.1109/JQE.2018.2870186>
- Xi, Y., Xu, Z., Du, Z., Xie, Z., Zeng, Y., & Zhan, H. (2019). Source Scheme Design of 220kV Power Grid in Vision Based on Back Propagation Neural Network.
- Zhen. (2018). *International Conference on Electronics Technology (ICET)*. Chengdu, China.