



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

DISEÑO DE LA RED DE ACCESO DEL PROYECTO REGIONAL DE FIBRA ÓPTICA

EN LA REGION ÁNCASH

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Geógrafo

Autor

Tupfia Achancaray, Joel

Asesora

Rivera Murillo, Jhoana Juliana

ORCID: 0009-0007-7185-6534

Jurado

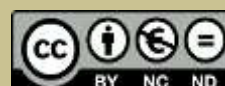
Gómez Escriba, Benigno Paulo

Herrera Díaz, Marco Antonio

Aguirre Cordero, Rogelio

Lima - Perú

2025



JOEL TUPFIA ACHANCARAY_v2.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.panoramaaudiovisual.com Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unfv.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	doi.org Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
6	d.documentop.com Fuente de Internet	<1%
7	bibliotecavirtualoducal.uc.cl Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
9	doku.pub Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

DISEÑO DE LA RED DE ACCESO DEL PROYECTO REGIONAL DE FIBRA ÓPTICA EN LA REGION ÁNCASH

Línea de investigación:

Desarrollo Urbano-Rural, Catastro, Prevención de Riesgos, Hidráulica y Geotecnia

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Tupfía Achancaray, Joel

Asesora:

Rivera Murillo, Jhoana Juliana

ORCID: 0009-0007-7185-6534

Jurado

Gómez Escriba, Benigno Paulo

Herrera Diaz, Marco Antonio

Aguirre Cordero, Rogelio

Lima – Perú

2025

ÍNDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. INTRODUCCION.....	9
1.1 Trayectoria del Autor	9
1.2 Descripción de la Empresa.....	10
1.3 Organigrama de la Empresa	10
1.4 Áreas y funciones desempeñadas.....	11
II. DISEÑO DE LA RED DE ACCESO DEL PROYECTO REGIONAL DE FIBRA OPTICA EN LA REGION ÁNCASH.....	13
2.1 Generalidades	13
2.2 Objetivos	14
2.2.1 <i>Objetivo General</i>	14
2.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	14
2.3 Ubicación	14
2.4 Antecedentes	15
2.5 Marco teórico	16
2.6 Marco Legal	18
2.7 Metodología	19
2.7.1 <i>Etapa de Precampo</i>	20
2.7.2 <i>Etapa de campo</i>	25
2.7.3 <i>Etapa de Gabinete</i>	27

2.8	Resultados	40
2.9	Discusión de Resultados.....	41
III.	APORTES MAS DESTACADOS A LA EMPRESA.....	42
IV.	CONCLUSIONES	43
V.	RECOMENDACIONES.....	44
VI.	REFERENCIAS.....	45

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura organizacional de YOFC Perú S.A.C.....	6
Figura 2. Organigrama de YOFC PERU S.A.C. / PRONATEL IMP Team / OSP & POWER ACCES.....	7
Figura 3. Mapa de las provincias de la región Áncash.....	11
Figura 4. Metodología para el diseño de la red de acceso.....	15
Figura 5. Nodos de acceso en la región Ancash.....	16
Figura 6. Entidades beneficiadas en la región Áncash.....	17
Figura 7. Posible ruta de diseño del nodo A2209_AN_CHICHUCANCHA.....	17
Figura 8. DMS con respecto al nivel del suelo.....	19
Figura 9. DMS con respecto al nivel del suelo.....	19
Figura 10. DMS con respecto a las líneas energizadas.....	19
Figura 11. Toma de coordenadas con navegador GPS.....	21
Figura 12. Poste eléctrico de baja tensión no cumple DMS respecto al suelo.....	22
Figura 13. Visualización de puntos GPX.....	23
Figura 14. Llenado de primera parte de la ficha técnica o cartera de diseño.....	24
Figura 15. Importación de puntos en Global Mapper.....	24
Figura 16. Importación de puntos en Global Mapper.....	25
Figura 17. Llenado de segunda parte de la ficha técnica o cartera de diseño.....	26
Figura 18. Llenado de información específica de las estructuras.....	26

Figura 19. Llenado de información específica del tipo de cable y empalmes.....	27
Figura 20. Llenado de información específica del tipo de reserva y cantidad.....	28
Figura 21. Criterio para cantidad de amortiguadores.....	29
Figura 22. Llenado de información específica tipo de herrajes y crucetas.....	30
Figura 23. Llenado de información específica tipo cantidad de tipo de cable.....	31
Figura 24. Georreferenciación de datos con herramienta “Display XY Data”.....	32
Figura 25. Exportación de data a formato shape.....	32
Figura 26. Exportación de shape utilizando el campo ELEMENTOS DE RED.....	33
Figura 27. Exportación de KML utilizando el ArcTollbox.....	33
Figura 28. Llenado de formato Excel “BOM de materiales”.....	34

Índice de Tablas

Tabla 1. Tipos de Enlaces.....	16
Tabla 2. Materiales para equipos Inhouse	18
Tabla 3. Criterios para levantamiento de estructuras existentes y proyectadas.....	18
Tabla 4. Cantidades de tipos de enlaces.....	20
Tabla 5. Cronograma de levantamiento de información en campo por equipos Inhouse....	20
Tabla 6. Componentes de la ficha técnica o cartera de diseño	23
Tabla 7. Primera parte de componentes de la ficha técnica o cartera de diseño	25
Tabla 8. Cuadro de tipo de herrajes de soporte.....	29
Tabla 9. Tipo de herrajes de sujeción.....	30
Tabla 10. Criterio para instalación de crucetas	30
Tabla 11. Cantidad de enlaces diseñados.....	35
Tabla 12. Cantidad de material propuesto para la red de acceso.....	36

Resumen

Este informe detalla la experiencia profesional del autor, obtenida tras haber alcanzado el grado de Bachiller en Ingeniería Geográfica, siendo parte importante en la ejecución del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash, donde el objetivo principal fue elaborar el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra optica en la región Ancash y para obtener este resultado se trabajó en 3 etapas: **etapa de pre-campo**, donde se preparó una información previa antes de que el personal Inhouse asista a campo, se utilizó páginas externas para generar rutas de apoyo, **etapa de campo**, el personal Inhouse ya en zona recorrió las redes existente de energía eléctrica de la empresa local y recopiló las coordenadas, características y fotos de cada estructura que se necesita para el diseño y por ultimo **etapa de gabinete**, en donde se recolectó y procesó la información obtenida en campo, se trabajó con unas plantillas Excel en donde se plasma la información de cada estructura levantada, se elaboró un KMZ con el diseño del enlace y se cuantificó los materiales y ferreterías a usar en el enlace, todas estas etapas nos permitió obtener los entregables de diseño para la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash.

Palabras claves: fibra óptica, Red de Acceso, diseño del tendido de fibra óptica.

Abstract

This report details the professional experience of the author, obtained after having achieved a Bachelor's degree in Geographical Engineering, being an important part in the execution of the regional fiber optic project in the Ancash region, where the main objective was to develop the design of the access of the regional fiber optic project in the Ancash region and to obtain this result we worked in 3 stages: pre-field stage, where prior information was prepared before the Inhouse staff attended the field, external pages were used to generate support routes, stage of field, the Inhouse personnel already in the area toured the existing electrical energy networks of the local company and collected the coordinates, characteristics and photos of each structure that is needed for the design and finally the cabinet stage, where the information was collected and processed. information obtained in the field, we worked with some Excel templates where the information of each structure erected is reflected, a KMZ was prepared with the design of the link and the materials and hardware to be used in the link were quantified, all These stages allowed us to obtain the design deliverables for the access network of the regional fiber optic project in the Ancash region.

Keywords: fiber optics, Access Network, fiber optic laying design.

I. INTRODUCCION

1.1 Trayectoria del Autor

Joel Tupfía Achancaray, bachiller en Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con 5 años laborando en el sector privado de las telecomunicaciones. Se detalla mediante un resumen la trayectoria profesional del bachiller en diversas instituciones:

Carditel proyectos & ingeniería SAC, durante todo el año 2018 se desempeñó como analista en Sistema de Información Geográfica en redes de telecomunicaciones, procesando la información obtenida en campo para los diseños de FTTH y planta externa, obteniendo los entregables solicitados por los clientes.

Cicsa Perú SAC, durante todo el año 2019 hasta el mes de mayo del 2020, se desempeñó como Analista de Diseños para la implementación de fibra óptica en proyectos de la empresa CLARO y en el año 2021 trabajo en la elaboración de diseños de implementación para el proyecto regional de fibra óptica de la región Ancash y Arequipa.

Yofc Perú SAC, durante todo el año 2022 hasta la actualidad, se desempeña como OSP Engineer y desde el mes de noviembre labora como Coordinador del área de OSP, Coordinando directamente con el personal Inhouse para diseñar e implementar los enlaces de fibra óptica del proyecto regional de la región Ancash.

1.2 Descripción de la Empresa

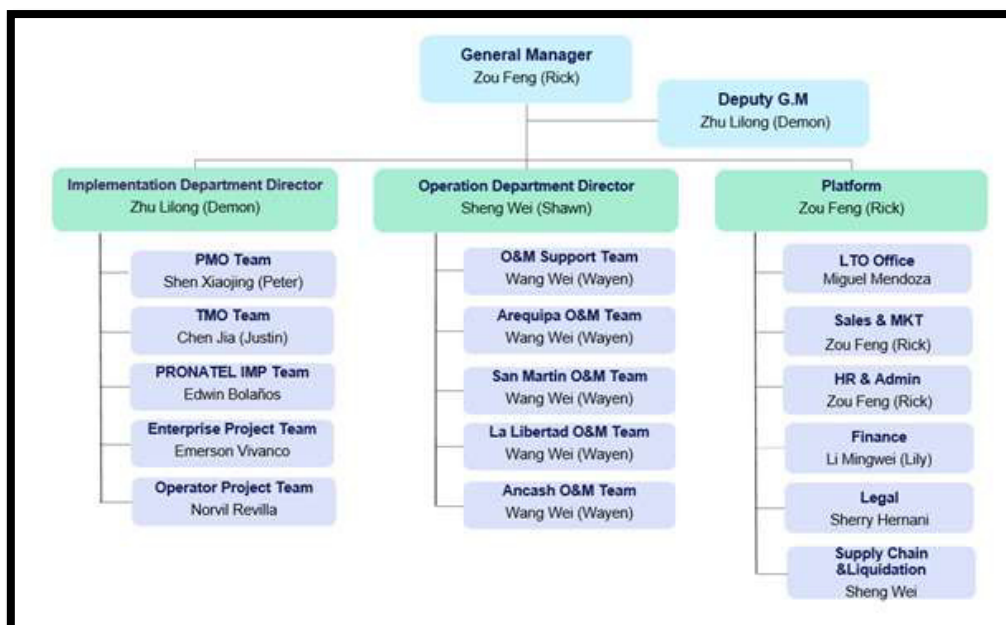
YOFC Perú SAC (Yangtze Optical Fiber and Cable) es una compañía china líder en el suministro de materiales y servicios para el rubro de telecomunicaciones. Se destaca como el principal proveedor global de cables y fibra óptica, ofreciendo soluciones completas y una amplia gama de productos adaptados a diversas necesidades. Su presencia es destacada en sectores como telecomunicaciones, servicios públicos, transporte, petroquímica y medicina.

En 2018, la empresa firmó un convenio con el gobierno de Perú para diseñar, construir y mantener la red de fibra óptica regional en las regiones de San Martín, La Libertad, Arequipa y Áncash.

1.3 Organigrama de la Empresa

Figura 1

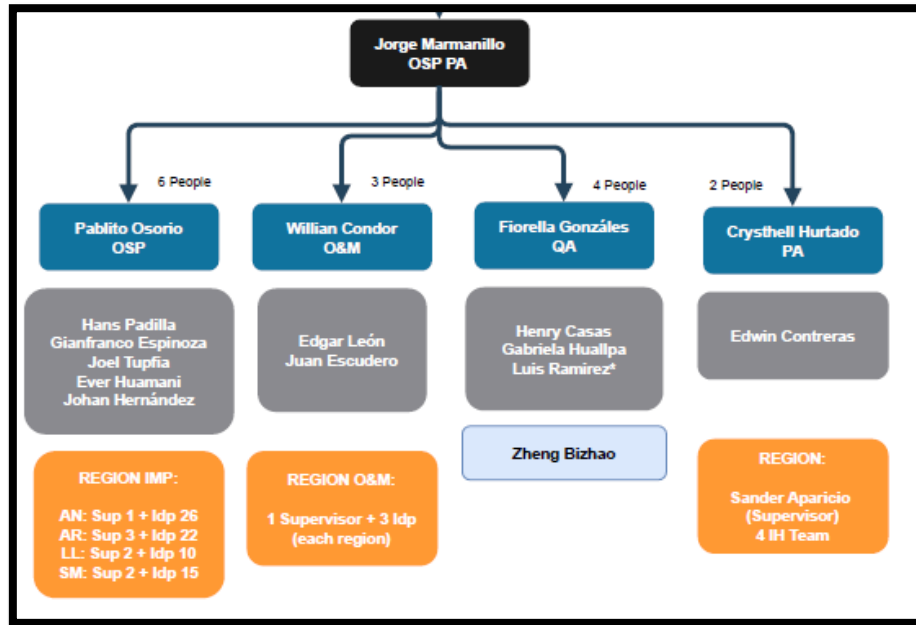
Estructura organizacional de YOFC Perú S.A.C.



Nota. Estructura organizacional de YOFC PERU S.A.C. aprobado por el gerente general.

Figura 2

Organigrama de YOFC PERU S.A.C. / PRONATEL IMP Team / OSP & POWER ACCES



1.4 Áreas y funciones desempeñadas

A continuación, se describen las responsabilidades y tareas realizadas como OSP ENGINEER en el área de OSP IMP de la empresa YOFC PERU S.A.C., teniendo como principal labor el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash y para ello se detalla las funciones desempeñadas:

- Ubicación y representación de los puntos de trabajo (Nodos de acceso y entidades beneficiadas), esta información se solicita al área de búsqueda de nodos (SAQ), que previa aprobación por los gerentes, brinda las coordenadas del nodo de Acceso. Estas coordenadas son representadas en un KMZ y nos permite saber en qué zona de Ancash se trabajará el diseño del enlace.
- Elaboración de prediseños de la ruta del enlace, usando plataformas como la red eléctrica de osinergmin, esto permite saber si en la zona de trabajo existen redes existentes de energía eléctrica que permitirá transportar la fibra óptica y en caso no existiera se debe proyectar una ruta con postes nuevos hasta comunicar ambos puntos.

- Coordinación directa con los equipos Inhouse, el personal de campo visita la zona de trabajo y provista de materiales como GPS, cámaras fotográficas, celulares, drones y fichas técnicas, recopila la información de las estructuras existentes y postes nuevos a instalar.
- Elaboración de diseños de la red de acceso, utilizando la información recolectada en campo se procede a analizar la data y completar la cartera de diseño, que es la representación alfanumérica de cada estructura existente y proyectada de la red y nos permitirá determinar qué tipo de fibra, herrajes de sujeción y soporte, ferreterías complementarias se usará en el diseño del enlace, usando el SIG podemos elaborar un KMZ de diseño del enlace y su respectivo BOM de materiales.

De esta manera obtenemos el diseño para cada enlace que comprende la red de acceso del proyecto regional de fibra optica en la región Ancash.

II. DISEÑO DE LA RED DE ACCESO DEL PROYECTO REGIONAL DE FIBRA OPTICA EN LA REGION ÁNCASH

2.1 Generalidades

En el presente informe, se describe los trabajos realizados por el bachiller en la empresa YOFC PERU SAC, se detallará previamente la problemática de manera general hasta llegar a la solución del problema.

Perú enfrenta varios desafíos relacionados con la cobertura de banda ancha e internet, especialmente en áreas rurales donde el acceso es limitado o de baja calidad. Además, existen dificultades burocráticas al tratar de gestionar la instalación de infraestructuras necesarias para el despliegue de fibra óptica, así como la resistencia de algunos habitantes debido a malentendidos sobre los beneficios de la expansión de estructuras de transmisión de internet y telefonía.

El proyecto de fibra óptica en la región Áncash, impulsado por PRONATEL, teniendo como prioridad el de mejorar la conectividad mediante la implementación de banda ancha. Este proyecto beneficiará a 817 instituciones públicas, incluyendo 520 colegios, 269 centros de salud y 28 comisarías. Además, se instalarán 118 Centros de Acceso Digital (CAD) y se ofrecerá wifi gratuito en 460 plazas. La ejecución del proyecto está a cargo de YOFC PERU SAC, que se encargará de construir una red de transporte y acceso de fibra optica. La fibra se instalará sobre infraestructuras eléctricas existentes y se colocarán nuevos postes en diferentes puntos de los enlaces.

Con el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra optica en la región Ancash, se permitirá desarrollar la implementación de la fibra optica desde el nodo óptico de transporte y acceso hacia las entidades beneficiadas, permitiendo que las demás áreas de la empresa puedan concretar sus actividades, tales como instalación e integración de equipos, energización de nodos, conectividad de enlaces vía microondas.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

- Diseñar la Red de Acceso del Proyecto Regional de fibra óptica en la Región Ancash con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG).

2.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar la metodología más óptima que permita desarrollar el diseño de cada enlace de fibra óptica de la red de acceso.
- Elaborar los entregables de la red de acceso utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Cuantificar la cantidad de materiales para la construcción de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash.
- Validar la viabilidad técnica del diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash.

2.3 Ubicación

La región Ancash, localizado al norte de la región Lima, tiene una extensión de 35 915 km², lo que representa el 2,9% del territorio peruano. Esta región abarca geomorfología como la Cordillera de los Andes y una parte de la zona de desiertos de la costa del Perú. Lindera al oeste con el océano Pacífico, al norte con la Libertad, al este con Huánuco y al sur con Lima. Ancash está dividido en 20 provincias y 166 distritos, siendo Huaraz su capital.

Figura 3

Mapa de las provincias de la región Áncash



2.4 Antecedentes

De acuerdo con Rivera (2023) en su tesis titulada “Uso de SIG para la factibilidad de diseño de red de fibra óptica en el enlace: Ananea-Rinconada”, tuvo como propósito principal, lograr la creación de la ruta de diseño de una red de fibra óptica trabajado con el GIS. Utilizó un método de trabajo de 3 etapas, El proceso comenzó con una fase de precampo, que consistió en la creación de un mapa detallado del área de trabajo utilizando herramientas SIG. Luego, se pasó a la fase de campo, durante la cual se realizó la recolección de datos in situ, permitiendo obtener información verídica y a detalle de las estructuras que facilitarían la instalación de la fibra óptica. Y, por último, en la fase de gabinete, se utilizó el GIS para procesar y analizar los datos geoespaciales, lo que resultó en el diseño de una red viable. Este diseño incluyó la identificación de las estructuras necesarias, un cálculo estimado de la fibra óptica a instalar y la preparación de los entregables correspondientes para el cliente. En conclusión, la aplicación de los SIG en el diseño de fibra óptica tuvo un impacto positivo en la viabilidad del proyecto.

Campos (2023) en su tesis titulada “el Sistema de Información Geográfica como herramienta en el proceso de despliegue de fibra optica en la región Junín” tuvo como objetivo informar la importancia del uso del SIG al momento diseñar redes de transporte para poder instalar fibra óptica en la región Junín, explicando su metodología para obtener los entregables que le permitieron instalar la fibra óptica en los enlaces asignados de la red dorsal del proyecto regional de fibra optica en la región Junín.

2.5 Marco teórico

En el proyecto de diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash con el uso de sistemas de información geográfica (SIG), se necesita conocer los conceptos de ciertos términos que se detallaran a continuación:

- Banda Ancha, es un sistema de telecomunicaciones de alta velocidad que facilita el acceso a internet y a otros servicios relacionados, ofreciendo velocidades mucho mayores que las de los servicios tradicionales de discado. La velocidad de la banda ancha puede variar según la tecnología utilizada y el servicio contratado. Existen diferentes tipos de conexiones de banda ancha, tales como: cable, DSL, fibra óptica, satelital y Wi-Fi. (Federal Communications Comisión FCC/consumer guides)
- Fibra Óptica, es un medio y una tecnología que permite la transmisión de información mediante un pulso de luz a través de una fibra. Este sistema, que actúa como una guía de ondas, puede transportar una cantidad de información mucho mayor que los cables de cobre, es menos susceptible a interferencias electromagnéticas y resulta ser más ligera.
- Proyecto Regional de Fibra Óptica, consiste en la implementación de redes de transporte de banda ancha basadas en fibra óptica, con una extensión superior a los 30,000 kilómetros, que abarcan varios distritos, comenzando desde los nodos ópticos instalados por la RDNFO en las capitales de provincia. Además, el proyecto abarca la

creación de una red de acceso por microondas, cuyo objetivo principal es proporcionar cobertura del servicio de la banda ancha y acceso a internet en las localidades beneficiadas.

- Red de Transporte, se encarga de trasladar información de un punto a otro, ya sea de manera bidireccional o unidireccional. Se puede comparar con una carretera que conecta diferentes puntos de un país. Esta red facilita la transferencia de diversos tipos de información, como la señalización y los datos relacionados con el servicio y mantenimiento de la red.
- Red de Acceso, hace mención a todo el despliegue del servicio que conectara al usuario final o abonado con un proveedor, este servicio es local ya que abarca un área de cobertura. Esta red se divide en: la red de distribución/agregación, que gestiona el flujo de información entre diferentes puntos, y la red de última milla, que conecta directamente al cliente con el proveedor.
- Nodo de Transporte, es un sistema de comunicación que facilita el flujo de datos entre un punto a otro punto de una red. Estos nodos son esenciales para que existe redes de telecomunicaciones, ya que permiten el intercambio eficiente de información a través de la infraestructura de la red.
- Nodo de Acceso, son dispositivos que facilitan la integración de servicios de telefonía y banda ancha en un único aparato. Algunos ejemplos de nodos de acceso incluyen centrales telefónicas, concentradores de acceso, DSLAMs, nodos PON, switches, routers y gateways de acceso. Estos dispositivos permiten la conexión del cliente a los servicios de telecomunicaciones.
- Sistemas de Información Geográfico (SIG), son herramientas disponibles que gestionan y analizan datos georreferenciados de diversos indoles. Se enfocan en el procesamiento de la información realizando operaciones programadas. tambien se centran en la

gestión, análisis y modelamiento de información referenciada. Los SIG son herramientas versátiles que abordan una amplia variedad de problemas, como la gestión catastral, la prevención de riesgos y desastres y el análisis de escenarios.

2.6 Marco Legal

El estado peruano presento una serie de leyes para promover la inversión de proyectos de banda ancha en todo el territorio peruano, se detalla las principales leyes:

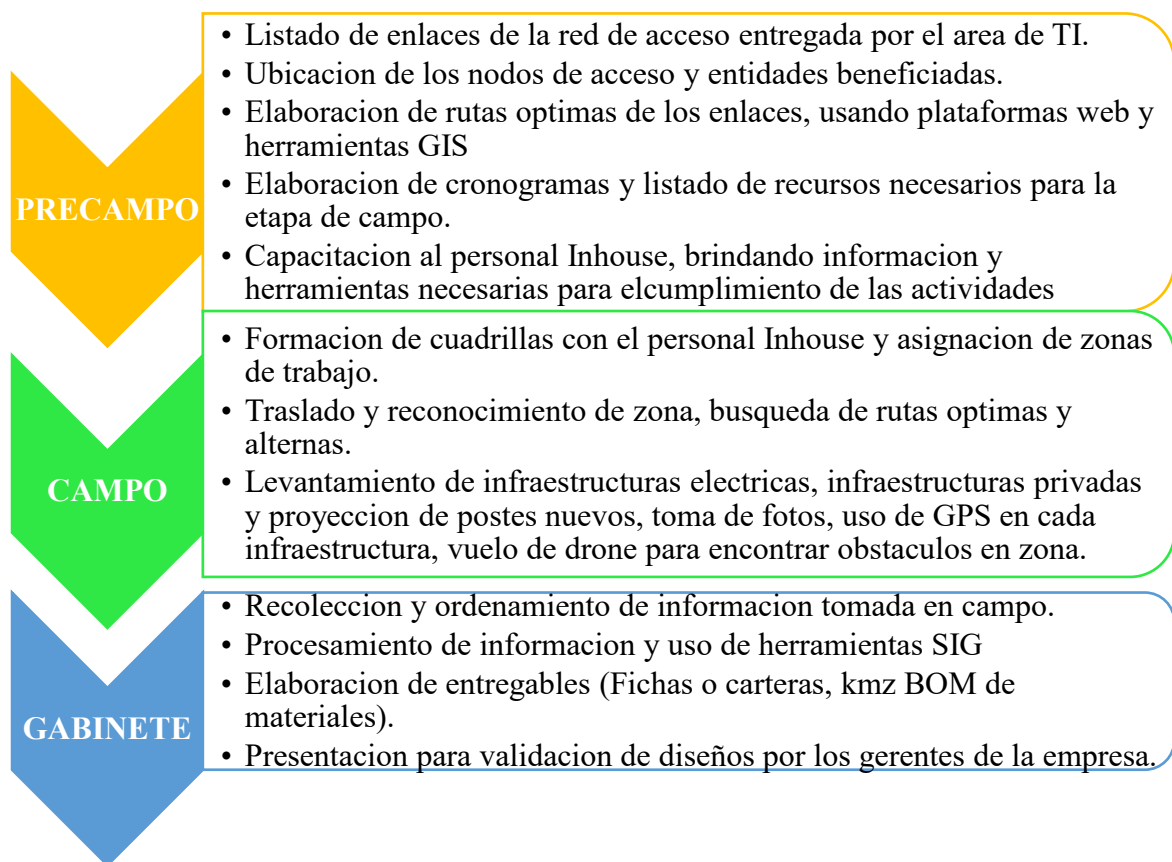
- Ley 29904, titulada como "Ley de promoción de la banda ancha y construcción de la red dorsal nacional de fibra óptica", debido a la falta de apoyo de gobiernos en donde no se preocuparon en mejorar el servicio de banda ancha o internet en todo el país, se crea esta ley que permite y abre las puertas a empresas extranjeras para invertir y ejecutar proyectos para la mejora de la cobertura de banda ancha o Internet en zonas donde escasamente existía dicha señal digital, y también repotenciando las zonas que ya tenían una señal disponible todo esto para traer progreso y desarrollo al país.
- Ley 29902, conocida como la "Ley para el Fortalecimiento de la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones", muchos proyectos han sido retrasados y paralizados debido a los procesos burocráticos de las entidades gobernadoras, esta ley promueve la facilidad para instalar estructuras que permitan aumentar la distribución de banda ancha o internet en todo el país. cumpliendo con todos los requerimientos que se exige, sin generar algún impacto en el medio ambiente y sin generar conflictos sociales.

2.7 Metodología

El diseño de la red de acceso de fibra óptica del proyecto regional en la región Áncash se realizó con el personal Inhouse en 3 etapas: Precampo, Campo Y Gabinete

Figura 4

Metodología para el diseño de la red de acceso



2.7.1 *Etapa de Precampo*

La etapa de precampo viene a representar el inicio de la ejecución de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash, siendo un proyecto muy importante para el desarrollo de la región, cerrando brechas en cuanto al acceso a internet.

Se tiene una lista de enlaces que es proporcionada por el área de TI, que previa evaluación, disgrega las entidades beneficiadas a escenarios: Escenario por Microondas y Escenario por Fibra Óptica, siendo la segunda opción el punto de trabajo del área de OSP y objetivo principal del presente trabajo.

Una vez que se obtiene la lista, se verifica los tipos de enlaces que se deben trabajar ya que dependen mucho de las conexiones lógicas que se realizarán (lado A, lado B), el lado A representa la entidad transmisora de señal o internet, y el lado B representa la entidad receptora, se verifica también las coordenadas de los nodos de Acceso con la base del área de SAQ, una vez verificada la ubicación del nodo óptico y las entidades beneficiadas, nos apoyamos con la ayuda del SIG para plasmar esta información en un KMZ, que nos permitirá tener una mejor panorama del trabajo a realizar.

Tabla 1

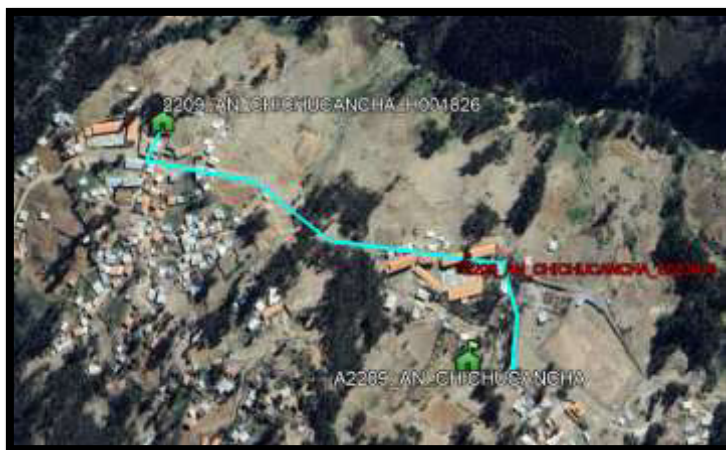
Tipos de Enlaces

NOMBRE DE ENLACE	ABREVIATURA
Transporte a Transporte	TX-TX
Transporte a Acceso	TX-AX
Acceso a Acceso	AX-AX
Acceso a Entidades	AX-E

Mediante el uso de plataformas web como el Mapa Energético de OSINERGMIN se busca posibles rutas en las que se podría utilizar las redes eléctricas existentes para anclar la fibra óptica.

Figura 7

Posible ruta de diseño del nodo A2209_AN_CHICHUCANCHA



Con el prediseño elaborado, coordinamos con el personal Inhouse para proceder con la etapa de levantamiento en campo, se elaboró una lista de materiales necesarios para que el personal Inhouse pueda desarrollar sus actividades.

Tabla 2

Materiales para equipos Inhouse

MATERIALES Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	UNIDADES
Personal Inhouse	8	PERSONAS
Camionetas 4x4	4	UNIDADES
Navegador GPS	8	UNIDADES
Kit de EPP's (botas de seguridad, chalecos, pantalones, cascos)	16	UNIDADES
Cámaras fotográficas	16	UNIDADES
Teléfonos Ópticos	8	UNIDADES
Drones	4	UNIDADES
Pértigas dieléctricas	8	UNIDADES
Fichas Técnicas	400	UNIDADES
Lapiceros	40	UNIDADES

Para poder realizar las actividades de levantamiento en campo se definió criterios que el equipo Inhouse deberá tener en cuenta.

Tabla 3

Criterios para levantamiento de estructuras existentes y proyectadas

ELEMENTOS	TIPO DE RED	ALTURA DE ESTRUCTURA (m)	RESISTENCIA DE ESTRUCTURA (KG/F)	MATERIAL DE ESTRUCTURA	PROPIETARIO
POSTES ELECTRICOS	BAJA TENSION	9	300	CONCRETO/MADERA	HINDRANDINA
	MEDIA TENSION	12/13	300/500	CONCRETO/MADERA	HINDRANDINA
POSTES NUEVOS	RED VIAL	8	300	MADERA	YOFC

Cuando se encuentra una estructura eléctrica de propiedad de la eléctrica zonal se debe tener en cuenta factores muy importante, como la Distancia Mínima de Seguridad (DMS).

Figura 8

DMS con respecto al nivel del suelo

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD A NIVEL DEL SUELO	
Cuando Cable de FO cruzan o sobresalen	Distancia de cable FO con nivel de piso (m)
1. Vías Férreas de ferrocarriles	7.3
2. Carreteras y avenidas sujetas a tráfico de camiones	6.5
3. Caminos y Calles sujetas al tráfico de camiones	5.5
4. Terrenos de cultivos con presencia de vehículos	5.5
5. Áreas peatonales no transitables	4
6. Calles o caminos zona rurales	5.5
7. En ríos, lagos, canales o charcas	5.5

Figura 9*DMS con respecto al nivel del suelo*

Cuando Cable de FO recorren a lo largo de la carretera	Distancia de cable FO con nivel de piso (m)
1. Carreteras y avenidas	5.5
2. Calles y caminos	5
3. Vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	4
4. Calles y caminos en zonas rurales	5
5. Caminos no carrozables en zonas rurales	4.5

Figura 10*DMS con respecto a las líneas energizadas*

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON LÍNEAS ENERGIZADAS	
NIVEL DE TENSION	Distancia vertical cable FO con líneas energizadas (m)
1. Líneas de Baja Tensión BT (750V)	1
2. Líneas de Media Tensión MT (11KV -23KV)	1.8 -1.92
3. Líneas de Alta Tensión AT (60KV)	2.5

En nuestra lista de enlaces que pertenecen al escenario con fibra óptica, tenemos las siguientes cantidades:

Tabla 4*Cantidades de tipos de enlaces*

ABREVIATURA	CANTIDADES
TX-AX	114
AX-AX	9
AX-E	166
TOTAL	289

Se elaboró un cronograma para poder realizar los diseños en campo, considerando 4 equipos Inhouse, se realizó los diseños de campo en el mes de abril del 2023.

Tabla 5*Cronograma de levantamiento de información en campo por equipos Inhouse*

INHOUSE	NUMERO DE DIAS
INHOUSE 1	73
INHOUSE 2	72
INHOUSE 3	72
INHOUSE 4	72

2.7.2 Etapa de campo

Se inicia la etapa de campo, entregando los EPP's necesario para los equipos Inhouse, elementos muy importantes que constituyen la protección del trabajador ante posibles riesgos. Cada equipo Inhouse recibió una zona de trabajo con una determinada cantidad de enlaces a levantar en campo, provisto de herramientas, materiales y una camioneta abastecida con combustible. Cada camioneta transporta al equipo Inhouse hacia la zona asignada.

Se recomendó al equipo Inhouse empezar el levantamiento de información en campo desde el nodo óptico asignado según el enlace, puede ser el nodo de transporte o el nodo de acceso.

Se procede a hacer uso del navegador GPS, que nos permitirá ubicarnos en el lugar de trabajo, se captura las coordenadas del nodo y se guarda en la memoria del navegador, se procede a tomar fotos del nodo para verificar en qué estado de construcción se encuentra y apuntar las características más notorias de la estructura.

Figura 11

Toma de coordenadas con navegador GPS



Se ubica la primera estructura eléctrica cercana y en dirección a la entidad beneficiada o nodo receptor (según tipo de enlace), se toma coordenadas con el GPS, se guarda en la memoria interna del navegador y se procede a tomar fotos necesarias para la etapa de gabinete. Se busca la ruta ya propuesta en la etapa de precampo y se comprueba si es factible realizar la recolección de información, caso contrario se busca una ruta alterna que permita la conexión del enlace asignado.

En caso de que la estructura existente no cumpla con los DMS necesario para el tendido de fibra óptica, se considerará la proyección de un poste nuevo que permita cumplir con los DMS de instalación de la fibra óptica.

Figura 12

Poste eléctrico de baja tensión no cumple DMS respecto al suelo



Una vez llegado al destino que puede ser el nodo de acceso o entidad beneficiada, según tipo de enlace asignado y habiendo tomado toda la información necesario para la elaboración del diseño del enlace, se consideraría completo la etapa de campo para el enlace asignado, en caso de tener cobertura se compartirá la información al encargado de la etapa de gabinete y se dará una prevalidación al diseño propuesto, en caso de encontrarse alguna alternativa diferente o algún error en la información levantada, se informara para sus posterior subsanación.

2.7.3 Etapa de Gabinete

La etapa de gabinete nos permite: ordenar, procesar y evaluar la información recolectada en campo

El primer paso para poder procesar la información de campo consiste en descargar los archivos GPX que genera el navegador GPS, este archivo nos permite ser visualizado en el Google Earth de manera más fácil, aquí podemos acomodar los puntos GPX, ya que por el rango de error se desfasa de la coordenada tomada, se corrige el desfase manualmente y se guarda el GPX.

Figura 13*Visualización de puntos GPX*

Se verifica la ficha técnica que ha sido completada en campo, que contiene la información de cada estructura existente y proyectada, dicha información se plasma en nuestra ficha Excel o comúnmente llamado “cartera de diseño”, completamos todos los ítems que tenemos en nuestra ficha técnica, para poder entender fácilmente el llenado de esta ficha técnica, se trabajó en partes para que sea más fácil de entender, completando los campos:

Tabla 6*Componentes de la ficha técnica o cartera de diseño*

TIPO ENLACE	Se utiliza las abreviaturas del tipo de enlace, TX-AX, AX-AX, AX-E
ENLACE	Nombre de enlace trabajado
DEPARTAMENTO	Nombre de departamento en el que estamos trabajando, en este caso Huaraz
PROVINCIA	Nombre de provincia
DISTRITO	Nombre de distrito
ÍTEM	Numero de ítem, que se trabajará para cada estructura
IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA	Código de estructura que se encuentra en el poste, normalmente es visible en la estructura, en caso de no visualizarse se completa S/C
ELEMENTO DE RED	Según la estructura encontrada tenemos Poste Eléctrico o Poste Nuevo, también tenemos el elemento NODO y Entidad

Figura 14

Llenado de componentes de la ficha técnica o cartera de diseño

TIPO ENLACE	ENLACE	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA ND: No definido S/C: Sin código	ELEMENTO DE RED
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	NODO TRANSPORTE	T2029	NODO
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	1	ANC/0028	Poste PRONATEL Existente
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	2	4085809	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	3	4085808	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	4	4085807	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	5	4085806	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	6	4085805	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	7	4026817	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	8	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	9	4114025	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	10	4114028	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	11	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	12	4114041	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	13	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	14	S/C	Cruce Americano
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	14-1	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	15	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	16	S/C	Poste Nuevo
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	17	S/C	Poste Nuevo
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	18	S/C	Poste Nuevo
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	19	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	20	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	21	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	22	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	23	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	24	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	25	S/C	Poste eléctrico
TX - AX	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	Ancash	Huaraz	Ollereros	26	S/C	Poste eléctrico

El archivo GPX que fue guardado con los cambios hechos será trabajado con el programa global Mapper, programa que nos permite visualizar y extraer coordenadas de manera fácil y sencilla, se georreferencia nuestro archivo, cargamos un DEM para obtener las altitudes de los puntos y procedemos exportar las coordenadas en formato CVS.

Figura 15

Importación de puntos en Global Mapper

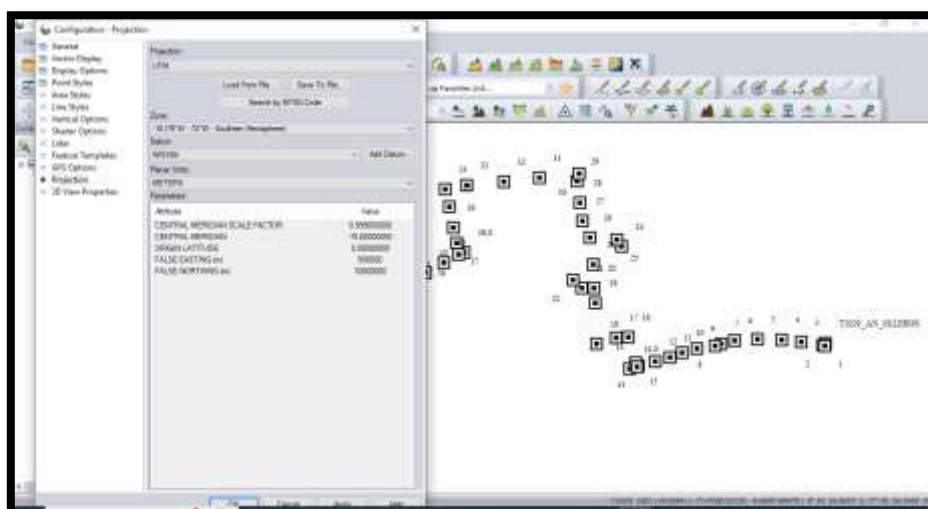
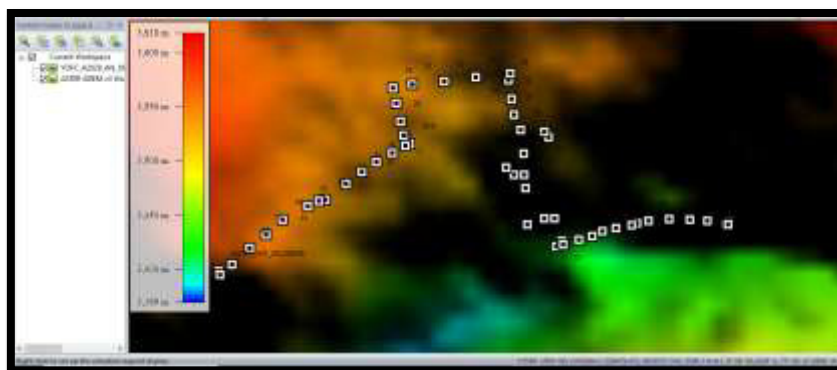


Figura 16

Importación de puntos en Global Mapper



Procedemos a completar las columnas de coordenadas, la columna de VANO ya tiene una fórmula predeterminada “ $=((\$L5-\$L4)^2+(\$M5-\$M4)^2+(\$P5-\$P4)^2)^{0.5}$ ”, con esta fórmula obtenemos la distancia entre poste a poste, la columna FLECHA ya tiene una fórmula predeterminada “ $=SI(\$I4=0;0;(SI(Y(\$I4>0;\$I4\leq 200);\$I4*0.01;SI(Y(\$I4>200;\$I4\leq 300);\$I4*0.0125;SI(Y(\$I4>300;\$I4\leq 600);\$I4*0.02;SI(Y(\$I4>600;\$I4\leq 1000);\$I4*0.03))))))$ ”, con esta fórmula calculamos la distancia vertical de la curva que forma el cable entre poste a poste y la columna LONGITUD DE CABLE que representa la suma de ambas columnas.

Tabla 7

Primera parte de componentes de la ficha técnica o cartera de diseño

VANO	Representa la distancia entre poste y poste
FLECHA	Representa la deformación vertical que presenta el cable según el vano $<200 \text{ m} * 0.01 / <300 \text{ m} * 0.0125 / <600 \text{ m} * 0.02 / <1000 \text{ m} * 0.03$
LONGITUD DE CABLE	longitud real del cable (VANO + FLECHA)
X UTM	Coordenadas UTM
Y UTM	Coordenadas UTM
LATITUD (WGS84)	Coordenadas Decimal
LONGITUD (WGS84)	Coordenadas Decimal
ALTITUD (msnm)	Coordenada vertical desde el nivel del mar

Figura 17

Llenado de segunda parte de la ficha técnica o cartera de diseño

ÍTEM	VANO (m)	FLECHA (m)	LONGITUD DE CABLE (m)	X UTM	Y UTM	LATITUD (VGS84)	LONGITUD (VGS84)	ALTITUD (msnm)
ODO TRANSPORT	0.00	0.00	0.00	229892	8930526	-9.666135	-77.461400	3456
1	3.66	0.04	4	229892	8930520	-9.666183	-77.461396	3455
2	47.86	0.48	48	229889	8930521	-9.666175	-77.461428	3455
3	43.70	0.44	44	229842	8930528	-9.666110	-77.461858	3452
4	51.00	0.51	52	229798	8930532	-9.666070	-77.462254	3450
5	48.81	0.49	49	229747	8930533	-9.666058	-77.462718	3448
6	29.80	0.30	30	229698	8930530	-9.666086	-77.463161	3446
7	14.18	0.14	14	229670	8930523	-9.666149	-77.463424	3444
8	39.03	0.39	39	229656	8930518	-9.666188	-77.463547	3443
9	33.48	0.33	34	229618	8930512	-9.666245	-77.463895	3439
10	28.10	0.28	28	229585	8930504	-9.666312	-77.464193	3439
11	32.94	0.33	33	229560	8930492	-9.666416	-77.464425	3437
12	37.59	0.38	38	229528	8930483	-9.666495	-77.464715	3436
13	3.63	0.04	4	229492	8930472	-9.666591	-77.465043	3435
14	16.43	0.16	17	229489	8930471	-9.666601	-77.465074	3435
14-1	0.00	0.00	0	229473	8930467	-9.666641	-77.465218	3435
15	61.90	0.62	63	229486	8930480	-9.666526	-77.465100	3438
16	28.49	0.28	29	229469	8930535	-9.666024	-77.465250	3460
17	42.72	0.43	43	229442	8930534	-9.666032	-77.465496	3451
18	104.74	1.05	106	229402	8930519	-9.666165	-77.465862	3451
19	35.59	0.36	36	229398	8930609	-9.665354	-77.465894	3505
20	26.21	0.26	26	229395	8930640	-9.665068	-77.465915	3521
21	26.77	0.27	27	229369	8930641	-9.665063	-77.466150	3525
22	55.56	0.56	56	229350	8930659	-9.664900	-77.466327	3529
23	72.50	0.73	73	229393	8930693	-9.664596	-77.465928	3535
24	18.21	0.18	18	229454	8930732	-9.664247	-77.465372	3541
25	57.81	0.58	58	229443	8930746	-9.664117	-77.465472	3542
26	40.50	0.41	41	229386	8930749	-9.664081	-77.465994	3547

Las siguientes columnas se completan de acuerdo a las fichas y las fotos tomadas en campo con información específica de cada estructura encontrada en campo.

Figura 18

Llenado de información específica de las estructuras

ÍTEM	ALTURA DE ESTRUCTURA (m)	RESISTENCIA DE POSTE (Kgf)	TIPO DE ESTRUCTURA	MATERIAL DE ESTRUCTURA	ESTADO DE LA ESTRUCTURA	NIVEL DE TENSIÓN NA: No aplica
ODO TRANSPORT						
1	12	300	Simple	Concreto	Bueno	NA
2	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
3	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
4	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
5	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
6	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
7	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
8	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
9	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
10	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
11	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
12	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
13	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
14	-	-	-	-	-	-
14-1	13	400	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
15	8	200	Simple	Concreto	Bueno	220v
16	8	300	Simple	Concreto	Bueno	-
17	8	300	Simple	Concreto	Bueno	-
18	8	300	Simple	Concreto	Bueno	-
19	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
20	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
21	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
22	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
23	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
24	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
25	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv
26	13	300	Simple	Concreto	Bueno	22.9kv

Por indicación de gerencia se detalló que el tipo de cable a usar en la red de Acceso sería span PE-200/12 hilos, PE-300/12 hilos según el vano de cada poste, estos cables de fibra óptica vienen en carretes o bobinas de 2 km, también tenemos el Cable Drop que nos sirve para poder implementar en el interior de las entidades beneficiadas, cuando el enlace tiene más de 2 km se debe utilizar 2 bobinas de cables y para que haya continuidad entre ellos se debe realizar un empalme (directo o derivación) y para ello se utiliza una caja FAT, que es donde se realiza los empalmes, esta información nos sirve para completar las columnas TIPO DE CABLE (SPAN), TIPO DE EMPALME, CAJAS DE EMPALME.

Figura 19

Llenado de información específica del tipo de cable y empalmes

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA ND: No definido S/C: Sin código	ELEMENTO DE RED	VANO (m)	FLECHA (m)	LONGITUD DE CABLE (m)	TIPO CABLE (SPAN)	CODIGO DE BOBINA	BOBINA (IN)	BOBINA (OUT)	TIPO DE EMPALME	CAJAS DE EMPALME	ID CAJA DE EMPALME
40	S/C	Poste electrico	42.51	0.43	43	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
41	S/C	Poste electrico	47.33	0.47	48	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
42	S/C	Poste electrico	63.93	0.64	65	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
43	S/C	Poste electrico	17.12	0.17	17	PE-200/12H	-	-	-	DIRECTO	FAT	1
44	S/C	Poste Nuevo	30.09	0.30	30	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
45	S/C	Poste Nuevo	69.88	0.70	71	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
46	S/C	Poste Nuevo	53.55	0.54	54	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
47	S/C	Poste Nuevo	52.54	0.53	53	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
48	S/C	Poste Nuevo	59.57	0.60	60	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
49	S/C	Poste Nuevo	37.35	0.37	38	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
50	S/C	Poste Nuevo	6.68	0.07	7	PE-200/12H	-	-	-	-	-	-
ND00 ACCESO	Az023	-	0.00	0.00	0							

Procedemos a llenar las columnas de RESERVA, TIPO DE RESERVA Y LONGITUD DE RESERVA, que nos permiten cuantificar cuanto de cable se dejará en cada reserva a diseñar. Tenemos 3 tipos de reservas:

Reservas de Terminación, se deja en los inicios y finales de cada enlace.

Reservas de Mantenimiento, se usa para reemplazar cable por averías o roturas.

Reservas de Empalme, se usa cuando necesitamos unir 2 tipos de cable y dar continuidad al tendido de fibra óptica.

Figura 20

Llenado de información específica del tipo de reserva y cantidad

ÍTEM	(IN) RESERVA (m)	(OUT) RESERVA (m)	TIPO DE RESERVA	LONGITUD DE RESERVA (m)
27	0	0	-	0
28	0	0	-	0
29	0	0	-	0
30	50	0	Mantenimiento	50
31	0	0	-	0
32	0	0	-	0
33	0	0	-	0
34	0	0	-	0
35	0	0	-	0
36	0	0	-	0
37	0	0	-	0
38	0	0	-	0
38-1	0	0	-	0
39	0	0	-	0
40	0	0	-	0
41	0	0	-	0
42	25	0	-	0
43	0	25	Empalme	50
44	0	0	-	0
45	0	0	-	0

La siguiente parte de nuestra ficha técnica hace mención a la ferretería a usar en cada estructura, estas ferreterías son muy importantes ya que nos permiten anclar la fibra en la estructura propuesta para el diseño, las columnas HERRAJES DE SOPORTE, HERRAJE DE SUJECION, AMORTIGUADORES Y CRUCETAS, serán llenadas en base a los criterios presentado en las siguientes figuras y tablas.

Tabla 8

Cuadro de tipo de herrajes de soporte

TIPOS DE CABLE	TIPO DE HERRAJES				
	VANOS				
	0-100 (metros)	100-200 (metros)	200-300 (metros)	300-600 (metros)	600-1000 (metros)
ADSS-PE-200-12 HILOS	R1	R2			
ADSS-PE-300-12 HILOS	R1	R2	R3		
ADSS-PE-600-48 HILOS	R1	R2	R3	R4	
ADSS-PE-1000-48 HILOS	R1	R2	R3	R4	R5

Figura 21

Criterio para cantidad de amortiguadores

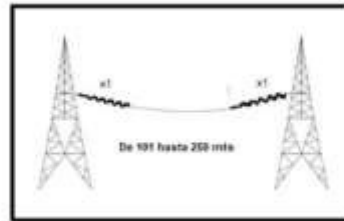


Figura 29. Amortiguador para disminuir Oscilaciones en Cables ópticos desde 101 hasta vanos 250 mts



Figura 30. Amortiguador para disminuir Oscilaciones en Cables ópticos Vanos hasta

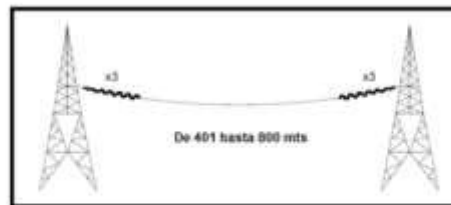


Figura 31. Amortiguador para disminuir Oscilaciones en Cables ópticos Vanos hasta 800 mts

Tabla 9

Tipo de herrajes de sujeción

HERRAJE DE SUJECIÓN	
VANO (m)	TIPO DE HERRAJE
<200	Fleje de Acero
>200	Abrazadera

Tabla 10

Criterio para instalación de crucetas

CRUCETAS	1 por cada RESERVA
-----------------	-----------------------

Figura 22

Llenado de información específica tipo de herrajes y crucetas

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA ID: No definido S/C: Sin código	ELEMENTO DE RED	HERRAJE	HERRAJE SUBICION	CANTIDAD/UNIDADES	CRUCETAS
MODO TRANSPORTE	TODOS	MODOS	-	-	0	-
1	ANC10026	Poste FIBROTEL Existente	R2	Flaje de Acero	0	1
2	4085809	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
3	4085808	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
4	4085807	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
5	4085806	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
6	4085805	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
7	4026817	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
8	S/C	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
9	4114025	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
10	4114028	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
11	S/C	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
12	4114041	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
13	S/C	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
14	S/C	Cruce Americano	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
14-1	S/C	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0
15	S/C	Poste electrico	R2-R2	Flaje de Acero	0	0

Para poder saber qué tipo de cable se debe instalar en un enlace o una sección determinada, se debe trabajar en base a la columna CABLE, sumamos la equivalencia a una bobina o carrete de fibra óptica (2km), se debe considerar las reservas de terminación y empalme; no debemos sobrepasarnos en este cálculo ya que esto podría generar problemas al momento de instalar la fibra óptica en el enlace respectivo. Este formato Excel o cartera debe estar correctamente llenado, ya que a partir de este formato se procederá a trabajar los siguientes entregables y la validación del diseño propuesto.

Figura 23

Llenado de información específica tipo cantidad de tipo de cable

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA ID: No definido S/C: Sin código	ELEMENTO DE RED	CABLE UNID	RE-CONO. AREA 1 (M21 - 1km)	RE-CONO. AREA 2 (M21 - 1km)
MODO TRANSPORTE	TODOS	MODOS	0	0	0
1	ANC10026	Poste FIBROTEL Existente	0	83	0.000
2	4085809	Poste electrico	0	83	0.000
3	4085808	Poste electrico	0	44	0.000
4	4085807	Poste electrico	0	83	0.000
5	4085806	Poste electrico	0	83	0.000
6	4085805	Poste electrico	0	83	0.000
7	4026817	Poste electrico	0	18	0.000
8	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
9	4114025	Poste electrico	0	29	0.000
10	4114028	Poste electrico	0	29	0.000
11	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
12	4114041	Poste electrico	0	83	0.000
13	S/C	Poste electrico	0	4	0.000
14	S/C	Cruce Americano	0	17	0.000
14-1	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
15	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
16	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
17	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
18	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
19	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
20	S/C	Poste electrico	0	28	0.000
21	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
22	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
23	S/C	Poste electrico	0	78	0.000
24	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
25	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
26	S/C	Poste electrico	0	83	0.000
27	S/C	Poste electrico	0	83	0.000

Nuestro formato Excel será exportado al gis para poder georreferenciarlo y generar el respectivo shape de trabajo. Convertimos nuestro formato Excel a formato CSV para que el GIS pueda reconocer el archivo. Usando el ArcCatalog importamos el archivo en formato CSV, en la Tabla de Contenidos procedemos a georreferenciar usando la herramienta “Display XY Data, y los datos de las columnas LONGITUD, LATITUD y ALTITUD del formato CSV y el datum Geographic Coordinate Systems / World / WGS 1984, luego de ello exportamos a formato shape con la herramienta Data / Export Data y guardamos en formato shape.

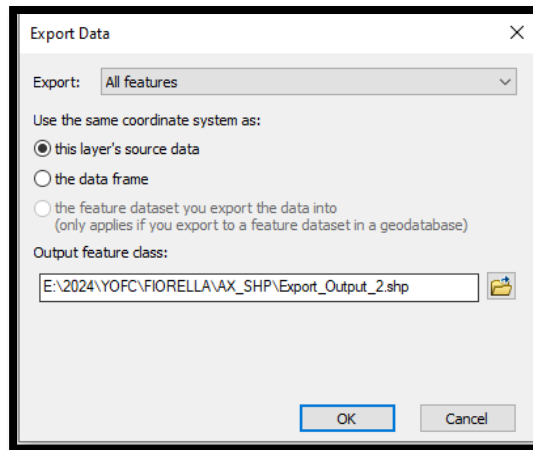
Figura 24

Georreferenciación de datos con herramienta “Display XY Data”



Figura 25

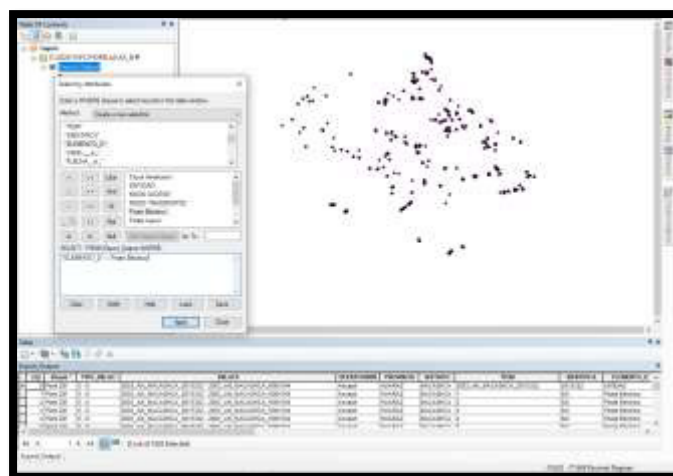
Exportación de data a formato shape



Una vez obtenido los formatos shape de puntos, abrimos nuestra tabla de atributos y procederemos a filtrar con la herramienta “Select by Attributes” utilizando el campo ELEMENTOS DE RED, para así disgregar Postes Eléctricos, Poste Nuevo, NODO TRANSPORTE, NODO ACCESO y ENTIDAD en sus respectivos shape.

Figura 26

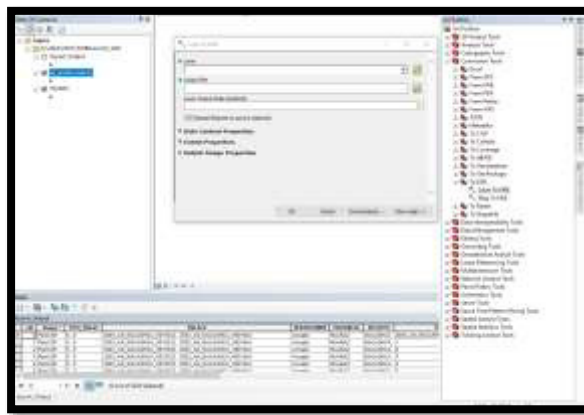
Exportación de shape utilizando el campo ELEMENTOS DE RED



Una vez que obtenemos los shapes de los elementos de red que necesitamos, procederemos a exportarlos en formato KML, usando la herramienta “conversión tools / to Kml / Layer To KML”, cada archivo generado nos permitirá generar el KMZ final como entregable, solamente se ordenará en carpetas.

Figura 27

Exportación de KML utilizando el ArcToolbox



Para poder cuantificar los materiales a utilizar por cada enlace, se trabajará con el formato “BOM de materiales”, que es un resumen de materiales estandarizados. Procederemos a pasar los datos que se completaron en el formato Excel “cartera”.

Figura 28

Llenado de formato Excel “BOM de materiales”

Region		Ancash	Link Code	CA929-1	CA929-2	
NODE NAME		AZ029_AN_OLLEROS	Link Name	T2029_AN_OLLEROS - A2029_AN_OLLEROS	A2029_AN_OLLEROS - 2029_AN_OLLEROS_001929	
TYPE CODE	CODE	DESCRIPTION	Qty	Total		
Cable		AD00-PE-200M-02/BL3 Arco 1 (2x4x4mm)	M	2561	2462	99
Cable		AD00-PE-300M-02/BL3 Arco 1 (2x4x4mm)	M	0	0	0
Cable	05920100042900	G/7/3FCB-486x3 (3x4x4mm)	M	150	0	150
HW	Total Hardware		Qty	129	106	23
HW	1306309200001	Router 200m LAN 05/150/ 10.6-113	Qty	110	100	10
HW		Router 200m LAN 020/150/ 10.6-113	Qty	0	0	0
HW	1306303200000	YDFC Vridge-Aggr Chng Z1-1693A	Qty	2	0	2
HW		Flex Network Link 3070/40	Qty	1	0	1
HW	38124900010484	Cable Hdr, CRUCETA DE RESERVA DE F.O DE 8	Qty	6	4	2
HW	1306303200003	Spiral ribbon dupor (LFB 110 150) 8.30-11.0	Qty	2	2	0
ODN	Total ODN		Qty	4	1	3
ODN	13063030040000	Conector Jost 4Ecor. Domo. Arco GP 409-5608 (1	Qty	0	0	0
ODN	13040280000003	PAT. 12F. QP-18C	Qty	3	1	2
ODN	10000100000000	ATS. QP-2C-18C/RFC	Qty	1	0	1
ODN	10090002020000	Drap Cable Conexión Protección Box, DCPB-4F	Qty	0	0	0
ODN	10012005000001	Panel Conector LC/LC,FC, SMA,2m	Qty	0	0	0
ODN	10025100010002	IS lock 24 core LC/LCFC terminal box for outdoor cabinet, G2R-A-24DLC	Qty	0	0	0
POLES	Total Poles		Qty	0	0	0
POLE	91603112200100	pole 12m 12x12x4	Qty	0	0	0
POLE	95191001100200	pole 12m 12x12	Qty	0	0	0
POLE	91603112200104	pole 2m 12x12x4	Qty	0	0	0
POLE	91603112200101	pole 2m 12x12	Qty	0	0	0
POLE	91603112200105	Poste D 4.0 de 12235x250x200	Qty	0	0	0
POLE	91603112200106	Poste D 4.0 de 12235x250x200	Qty	0	0	0
POLE	95191001040100	Armadura pole 12m - DOCTEL VDFC	Qty	0	0	0
			Qty	0	0	0

Para poder tener una data general de todo el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Ancash, se procederá a unificar las carteras de todos los enlaces trabajados, ya que esto nos permitirá obtener una información consolidada de ítems, cantidad de postes eléctricos, postes nuevos, cantidad herrajes, cantidad de ferretería complementaria, metraje de fibra óptica por spam, esta información será agregada en los anexos.

2.8 Resultados

En el presente informe se realizó el diseño de la red de acceso del Proyecto Regional de fibra óptica en la Región Ancash con el uso de sistemas de información geográfica (SIG), obteniendo los diseños de red de acceso de 289 enlaces trabajados.

Tabla 11

Cantidad de enlaces diseñados

ABREVIATURA	CANTIDADES
TX-AX	114
AX-AX	9
AX-E	166
TOTAL	289

Se Elaboró la metodología más óptima que permita desarrollar los diseños de cada enlace de fibra óptica de la red de acceso, los diseños fueron realizados mediante 3 etapas, **etapa de precampo**, donde se elaboró prediseños de rutas para llevar la fibra óptica, se organizó a las cuadrillas Inhouse para que se trasladen a zona proveído de materiales y herramientas y procedan a realizar los diseño in situ. **Etapas de campo**, la cuadrilla llegó a la zona de trabajo y realizó un reconocimiento de la zona, ubicando los nodos de transporte, nodos de acceso y entidades, para posteriormente empezar a realizar su levantamiento de información de cada estructura por donde se llevará la fibra óptica y **etapas de gabinete**, cada diseño que se levantó en campo fue enviado al supervisor de cuadrilla para que se pueda dar un visto bueno y que la información sea confiable, esta información es enviado al personal de gabinete, quien recibe y ordena la información, para posteriormente empezar a realizar los entregables necesario para la validación del diseño.

Se Elaboró los entregables de la red de acceso utilizando los sistemas de información geográfica (SIG), la información recibida en campo llegó con cierto desfase debido a factores climáticos por lo tanto se acomodó algunos puntos usando el Google Earth, se usó el programa Global Mapper para poder extraer coordenadas UTM y Decimales, para que sean completadas

en el formato excel o cartera, en donde se plasmó toda la información recolectada de cada estructura eléctrica o proyectada. Con la cartera completa se procedió a importar al GIS para poder generar el Shape y kmz respectivo, de igual manera con el formato “BOM de materiales”, en donde se plasma de manera resumida la cantidad de materiales por enlace.

Se unificó todos los formatos Excel o cartera y se pudo cuantificar la cantidad de materiales para la ejecución de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash, se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 12

Cantidad de material propuesto para la red de acceso

cantidad de enlaces	cantidad de postes (unidades)		cantidad de fibra óptica en KM		
	Postes Existentes	Postes Nuevos	spam 200	spam 300	Cable Drop
289	3721	195	163.45	86.7	32.89

Los entregables trabajados de cada enlace fueron expuestos a los gerentes de la empresa y obteniendo su aprobación, determinando su viabilidad técnica del diseño de ruta, esto sirvió para saber que cantidad de materiales se tiene en los almacenes y cuanto se necesita comprar.

2.9 Discusión de Resultados

Los resultados del diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash son diseños elaborados, con información fidedigna y recolectada in situ, en donde se pudo reconocer los diferentes aspectos de la zona, verificando que las entidades beneficiadas si necesitan de esta implementación de banda ancha, ya que muchas entidades no cuentan con una buena infraestructura, ni apoyo y a veces hasta son olvidados. Con este diseño propuesto se procederá a realizar la implementación de la fibra óptica en el menor tiempo posible y brindando el recurso que realmente se necesita en la zona, esto generará que las brechas de la tecnología se puedan acortar y todos tengan las oportunidades que se merecen.

III. APORTES MAS DESTACADOS A LA EMPRESA

El desempeño laboral del bachiller como OSP Engineer en la empresa YOFC Peru SAC, a sido de lo mas satisfactorio, ya que pudo elaborar el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash. Esto permitió que los gerentes de la empresa puedan:

- Conocer las rutas de los diseños de la red de Acceso de todos los nodos y entidades para que posteriormente puedan derivar a otras áreas, tales como el área de Power Acces, TI, IBB's, Microwave y que estos puedan usar rutas similares a las ya propuestas y aprobadas.
- Estimar la cantidad de materiales y herramientas que se necesita en la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash, ya que estos materiales y herramientas son importados desde China y demoran meses en llegar a nuestro país.
- Empezar con la implementación del tendido de fibra optica en los diseños ya aprobados y así reducir el tiempo de ejecución del proyecto.
- Supervisar y capacitar a todas las áreas en diferentes técnicas y tecnologías para poder mejorar las labores a realizar durante la implementación.

IV. CONCLUSIONES

- Habiendo realizado los trabajos respectivos para el desarrollo del proyecto, se llegó a la conclusión lo siguiente:
- Se validó el diseño de la red de acceso del proyecto regional de fibra óptica en la región Áncash, obteniendo la factibilidad técnica por partes de los gerentes.
- La metodología usada en 3 etapas, precampo, campo y gabinete, nos permitió organizar en diferentes aspectos las labores a realizar, ya que se tuvo una cantidad de 289 enlaces y la preparación del personal Inhouse se debe realizar detalladamente para que puedan obtener información de calidad.
- El uso de SIG es muy importante al momento de analizar la información recolectada durante la etapa de campo, ya que nos permite generar información en distintos campos de trabajos y tener proyecciones a otros rubros.
- Se encontró algunas estructuras que no pertenecían a la empresa eléctrica local, siendo de propiedad de las comunidades campesinas, en estos casos se informa en las fichas este detalle, para informar a los gerentes si podemos usar o no, en caso que se apruebe el uso de esos postes, se debe negociar un pago por el uso de esas estructuras.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la compra y uso de teléfonos ópticos de largo alcance ya que a veces hay redes existentes que están lejos de las carreteras y se debe caminar kilómetros para poder acceder a esa red existente y normalmente son zonas sin cobertura móvil, esta recomendación se hizo para futuros proyectos.
- Se recomienda hacer una sensibilización en toda la población de las provincias de Áncash, ya que a veces el personal inhouse tuvo dificultades para acceder a algunas estructuras, ya que se encontraban en propiedades privadas y cercadas.
- Se recomienda la unificación de criterios al momento de realizar la etapa de gabinete, ya que a veces hay persona que tienen mas experiencia que otras y asumen criterios diferentes, por eso se realizó reuniones constantes tomando en cuenta esos detalles.
- Se recomienda que el entregable de formato Excel o cartera debe ser bien llenado y revisado al milímetro, porque a partir de esta información podemos tener la cantidad de materiales a usar en el enlace de trabajo y todos los entregables saldrán bien a partir de este formato.
- Se recomienda el uso de macros predeterminadas para la generación de los KMZ de los diseños de la red de acceso y permitiéndonos reducir los tiempos de trabajo, actualmente se tiene unas macros generadoras en la que podemos este entregable.

VI. REFERENCIAS

Campos, A. (2023). *El sistema de información geográfica como herramienta en el proceso de despliegue de fibra óptica en la región Junín*. [Informe de suficiencia profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7586>

Rivera, M. (2023). *Uso de SIG para la factibilidad de diseño de red de fibra óptica en el enlace: Ananea – La Rinconada*. [Informe de suficiencia profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8336>

Resolución Ministerial N.º 317-2019 MTC/01.03, otorgan a YOFC PERU S.A.C. concesión única para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones en área que comprende todo el territorio nacional. (3 de mayo de 2019) <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1766279-2>

YOFC Perú SAC - Manual de Procedimientos De Instalación De Fibra Optica – PEXT – 2022 / YOFC Perú SAC / quienes somos/ideales. <https://www.linkedin.com/company/yofc-peru/about/>