

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

## **Implementación de una red de telecomunicaciones con fibra óptica en el distrito de Coporaque, Espinar - Cusco**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones.

Elaborado por

Wilfredo Eduardo Yauri Sosa

 [0009-0006-4715-4009](https://orcid.org/0009-0006-4715-4009)

Asesor

M.Sc. Paul Fernando Troncoso Castro

 [0009-0003-9213-5913](https://orcid.org/0009-0003-9213-5913)

LIMA – PERÚ  
2023

---

Citar/How to cite	Yauri Sosa [1]
Referencia/Reference	[1] W. Yauri Sosa, “ <i>Implementación de una red de telecomunicaciones con fibra óptica en el distrito de Coporaque, Espinar - Cusco</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---

---

Citar/How to cite	(Yauri, 2023)
Referencia/Reference	Yauri, W. (2023). <i>Implementación de una red de telecomunicaciones con fibra óptica en el distrito de Coporaque, Espinar - Cusco</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES CON FIBRA  
ÓPTICA EN EL DISTRITO DE COPORAQUE, ESPINAR - CUSCO

## **DEDICATORIA**

Dedicado a:

A mis padres por educarme.

A mi hermano, por ser ejemplo de vida.

A mi querida Universidad.

## RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional desarrolla la implementación de una red de fibra óptica instalada para solucionar el problema de conectividad en las instituciones públicas del distrito de Coporaque, debido a la ausencia de una infraestructura eficiente de telecomunicaciones, el rango de instituciones educativas con acceso a internet es del 23.54% para Cusco y en Coporaque es menor al 12%. El diseño de esta red va a permitir en un futuro mediano integrarla a la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica cuando esta entre en funcionamiento.

Palabras clave: Transmisión de datos, fibra óptica, redes de información, telecomunicaciones, Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.

## **ABSTRACT**

In the present work of professional sufficiency, the implementation of a fiber optic network is developed, installed to solve the connectivity problem in the public institutions of the Coporaque district, this due to the absence of an efficient telecommunications infrastructure, the range of educational institutions with internet access is 23.54% for Cusco and in Coporaque it is less than 12%. The design of our network will allow it to be integrated into the National Fiber Optic Dorsal Network in the future when it comes into operation.

Keywords: Data transmission, fiber optics, information networks, telecommunications, National Fiber Optic Backbone Network.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	xi
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	xv
PRÓLOGO .....	xvii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.2.1 Objetivo General.....	1
1.2.2 Objetivo Específico .....	1
1.3 Evaluación del Problema .....	4
1.4 Antecedentes del Proyecto .....	4
1.5 Alcances del Proyecto .....	4
<b>CAPÍTULO II: ASPECTOS TÉCNICOS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DEL DISTRITO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Ubicación Geográfica del Proyecto.....	5
2.2 Beneficiarios del Proyecto .....	5
<b>CAPÍTULO III: INGENIERÍA Y DISEÑO DE PLANTA EXTERNA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Características del Diseño .....	7
3.2 Cálculos de Transmisión Óptica del Enlace .....	8
3.3 Dimensionamiento del Rango de Atenuación Óptico Permitido del Sistema.....	8
3.4 Cálculo de la Atenuación Óptica de los Componentes Pasivos .....	8
3.5 Cálculo del Margen de Desempeño del Enlace .....	10
3.6 Elección de Fibra Óptica.....	11
3.7 Cálculo de la Cantidad de Fibras Ópticas. ....	11
3.8 Cálculo de la Longitud de Cables de Fibra Óptica. ....	12
3.9 Dimensionamiento de Elementos de Interconexión Óptica. ....	13
3.10 Dimensionamiento de Empalmes de Fibra Óptica. ....	15
3.11 Cálculo de Potencia y Atenuación Máxima de Enlaces de Fibra Óptica.....	15
3.11.1 Consideraciones generales.....	15
3.12 Cálculos Mecánicos de Fibra Óptica.....	19
3.13 Categoría de Cable de Fibra Óptica.....	22

3.14	Planta Externa Fibra Óptica .....	23
3.15	Descripción General de la Red de Fibra Óptica .....	26
3.16	Dimensionamiento de Elementos de Retención y de Suspensión.....	31
3.17	Cálculo de la Cantidad de Amortiguadores de Viento .....	32
3.18	Metrado de Materiales .....	33
3.19	Trabajos Realizados: Tendido de Fibra Óptica .....	35
3.20	Procedimiento de montaje. ....	36
3.20.1	Precauciones en el mantenimiento.....	42
3.21	Factores Externos Naturales .....	43
	<b>CAPITULO IV: EQUIPOS Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>45</b>
4.1	Equipos de Comunicaciones .....	45
4.2	Sistema de Acceso Inalámbrico.....	47
4.3	Infraestructura de Comunicaciones.....	49
4.3.1	Procedimiento de cableado estructurado .....	51
4.3.2	Elementos del Sistema de Cableado Estructurado:.....	52
4.4	Sistema de Protección Perimetral.....	55
4.4.1	Módulo Antivirus .....	55
4.5	Sistema de Intranet.....	56
4.6	Sistema de Telefonía IP.....	57
4.6.1	Central Telefónica IP.....	58
4.6.2	Cantidad de equipos informáticos por Institución .....	59
	<b>CAPÍTULO V: IMPACTO AMBIENTAL Y CAPACITACIÓN .....</b>	<b>61</b>
5.1	Descripción.....	61
5.2	Impacto Ambiental.....	62
5.3	Aspectos Ambientales .....	62
5.4	Determinación de Impactos Ambientales.....	63
5.5	Acciones de Mitigación .....	63
5.6	Capacitación y Sensibilización.....	66
	<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>68</b>
6.1	Financiamiento del Proyecto.....	68
6.2	Descripción del Fondo usado "FONIE" .....	69
	CONCLUSIONES .....	72
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: Atenuación de enlaces de fibra óptica. ....	<b>9</b>
TABLA 3.2: Margen de desempeño del enlace-1310nm. ....	<b>10</b>
TABLA 3.3: Cálculo de atenuación. ....	<b>10</b>
TABLA 3.4: Longitudes de cable de Fibra óptica. ....	<b>12</b>
TABLA 3.5: Abreviaturas de la fórmula de atenuación total. ....	<b>16</b>
TABLA 3.6: Datos estándar de equipos y accesorios de F.O. ....	<b>17</b>
TABLA 3.7: Resultados de sensibilidad de enlaces ....	<b>18</b>
TABLA 3.8: Cálculo de atenuación. ....	<b>19</b>
TABLA 3.9: Características, especificaciones Cable ADSS Span 300. ....	<b>21</b>
TABLA 3.10 Resultados de Cálculos flechas y tensiones por vanos, Hipótesis 2. ....	<b>22</b>
TABLA 3.11: Centros poblados y locales considerados en el proyecto ....	<b>25</b>
TABLA 3.12: Nodos de distribución. ....	<b>27</b>
TABLA 3.13: Nodos de acceso. ....	<b>27</b>
TABLA 3.14: Elementos de retención y suspensión cable ADSS. ....	<b>31</b>
TABLA 3.15: Condiciones climatológicas. ....	<b>44</b>
TABLA 4.1: Distribución de Switchs en instituciones ....	<b>45</b>
TABLA 4.2.: Clasificación del estándar 802.11. ....	<b>49</b>
TABLA 4.3: Puntos de red en instituciones ....	<b>54</b>
TABLA 4.4: Equipo en sede central ....	<b>57</b>
TABLA 4.5: Cantidad de equipos por institución ....	<b>60</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1: Plano de ubicación de localidades a interconectar .....	3
Fig. 2.1: Mapa de Coporaque localidades.....	6
Fig. 3.1: Diagrama físico de gabinete de institución nodo Central-Core. ....	14
Fig. 3.2: Ruta de fibra con los 5 poblados en su ubicación geográfica. ....	24
Fig. 3.3: Diagrama de topología del tendido de la Fibra Óptica.....	30
Fig. 3.4: Tendido de F.O. preformados y amortiguadores. ....	32
Fig. 3.5: Flechado de fibra monomodo tipo ADSS. ....	36
Fig. 3.6: Radio de curvatura mínimo. ....	37
Fig. 3.7: Trabajo e inspección en tendido de fibra óptica. ....	40
Fig. 3.8: Flechado de fibra óptica. ....	43
Fig. 4.1: Acces point instalado dentro de colegio. ....	48
Fig. 4.2: Direccionamiento lógico. ....	50
Fig. 4.3: Sistema de cableado estructurado .....	51
Fig. 4.4: Gabinetes de piso y pared .....	52
Fig. 4.5: Cableado estructurado.....	53
Fig. 4.6: Trabajos de configuración de equipos de comunicación .....	56
Fig. 4.7: Diagrama de telefonía IP hacia la central IP.....	58
Fig. 4.8: Red de telefonía.....	59
Fig. 5.1: Locutorios para telefonía.....	62
Fig. 5.2: Ambiente circundante de institución. ....	64
Fig. 5.3: Alumnos en clases. ....	65
Fig. 5.4: Maestros en charlas de inducción .....	66
Fig. 5.5: Directorio telefónico impreso. ....	67
Fig. 6.1: Poblaciones focalizadas.....	69
Fig. 6.2: Sectores cubiertos FONIE.....	70
Fig. 6.3: Ficha SNIP del proyecto FONIE.....	71

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**AMORTIGUADORES DE VIENTO:** Fabricados en PVC de alta elasticidad, utilizados para disminuir las vibraciones que se producen en los cables de fibra óptica instalados en líneas aéreas, como las producidas debida por las fuerzas eólicas. Protegen el cable, herrajes y alargan su vida útil.

**ANTISPAM:** Es una solución de software que permite a los usuarios prevenir o restringir la entrega de spam. Analiza automáticamente todos los correos electrónicos entrantes enviados a un buzón de correo.

**ANTISPYWARE:** Es un software que ayuda a proteger su computadora contra anuncios emergentes, rendimiento lento y amenazas de seguridad causadas por spyware y otro software no deseado. Para estar al día con las últimas formas de spyware, debe mantener actualizado su software anti-spyware.

**ANTIVIRUS:** Los antivirus son programas cuyo objetivo es detectar y eliminar virus informáticos. Con el transcurso del tiempo, los antivirus han evolucionado hacia programas más avanzados que además de buscar y detectar virus informáticos consiguen bloquearlos, desinfectar archivos y prevenir una infección de estos.

**CATENARIA:** Es una curva ideal que representa físicamente la curva generada por una cadena, cuerda o cable sin rigidez flexional, suspendida de sus dos extremos y sometida a un campo gravitatorio uniforme.

**CENTRAL IP:** Las líneas telefónicas IP o líneas de telefonía VoIP son un sistema de comunicación de telefonía fija basada en Internet. Forman parte de la telefonía IP o VoIP (Voice Over IP), que es una tecnología que permite integrar las comunicaciones de datos y voz, conocido esto también como convergencia o redes convergentes.

**CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD- SUMINISTRO 2011:** Consiste en establecer las reglas preventivas que permitan salvaguardar a las personas ( de la concesionaria, o de las contratistas en general, o terceros o ambas) y las instalaciones, durante la construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones tanto de suministro eléctrico como de comunicaciones sus equipos asociados, cuidando de no afectar a las propiedades públicas y privadas, ni el ambiente, ni el Patrimonio Cultural de la Nación., y

**DISPERSIÓN CROMÁTICA ESTÁNDAR:** Consiste en un retardo variable dependiente de la frecuencia introducido durante la propagación a través de la fibra y que produce distorsión no lineal a la salida del fotodetector. Es decir, las componentes frecuenciales que constituyen el espectro de la señal óptica viajan a velocidades diferentes por la fibra y alcanzan el fotodetector en instantes ligeramente distintos.

**EMPALMES POR FUSIÓN:** Consiste en unir las dos fibras fundiendo el material de sus puntas mediante la aplicación de una fuente calorífica, que suele estar compuesta por dos electrodos entre los cuales se produce un arco eléctrico cuando se les aplica una fuente de alta tensión de 4000 a 5000 voltios con corriente controlada. La potencia calorífica del arco eléctrico dependerá de la corriente que en cada momento suministre la fuente de alta tensión.

**FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO:** Es una fibra óptica diseñada para transportar luz solo directamente a través de la fibra, el modo transversal.

**FIREWALL:** En informática, un cortafuegos es la parte de un sistema o una red informática que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Los

cortafuegos. pueden ser implementados en hardware o software, o en una combinación de ambos.

**GIGABIT ETHERNET:** Es una ampliación del estándar Ethernet (concretamente la versión 802.3ab y 802.3z del IEEE) que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo, correspondientes a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento.

**LOOSE TUBE:** Cables ópticos son construidos utilizándose de la tecnología de tubos holgados (Loose Tube), que tiene las fibras ópticas sueltas acondicionadas en el interior de tubos protegidos contra la penetración de la humedad y revestidos por una cubierta de material termoplástico.

**MASKING TAPE:** Es un tipo de cinta adhesiva fabricada generalmente con papel, de fácil desprendimiento y autoadhesiva.

**NODOS:** Es un punto de intersección, conexión o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar.

**PATCH CORDS:** Llamado cable de red se usa en redes de computadoras o sistemas informáticos o electrónicos para conectar un dispositivo electrónico con otros, está compuesto por cobre y cubierto de plástico.

**PATCH PANEL:** Es el elemento encargado de recibir todos los cables del cableado estructurado.

**PIGTAILS MONOMODO SC:** Son latiguillos monofibra con un conector en solo uno de sus extremos

**QUINTILES:** Método de los Quintiles de Ingresos, que divide a la población en cinco grupos más o menos iguales, esto es, cada uno representando alrededor del 20% del total. El primer quintil agrupa a los más pobres es decir los que tienen menos ingresos y el quinto quintil a los de mayor ingreso.

**RAYOS ULTRAVIOLETA (U.V.):** Es la radiación que tiene menor longitud de onda (360 nm), la cual lleva mucha energía e interfiere con los enlaces moleculares. Especialmente las de menos de 300 nm, que pueden alterar las moléculas de ADN, muy importantes para la vida. Estas ondas son absorbidas por la parte alta de la atmósfera, especialmente por la capa de ozono.

**ROUTER:** Es un dispositivo que permite interconectar computadoras que funcionan en el marco de una red. Su función: se encarga de establecer la ruta que destinará a cada paquete de datos dentro de una red informática.

**SEGUNDA VENTANA:** Longitudes de onda con una atenuación extremadamente reducida 1310 nm.

**SOFTWARE:** Se conoce como software o logicial al soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

**SWITCH:** Un switch o conmutador es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas siguen el estándar conocido como Ethernet (o técnicamente IEEE 802.3).

**TRANSMISIÓN DE MEDIA TENSIÓN:** Es el término que se usa para referirse a instalaciones eléctricas con tensión nominal de entre 1 y 36 kV.

**WIRELESS-FIDELITY (WI-FI):** Es originalmente una abreviación de la marca comercial Wireless Fidelity, que en inglés significa 'fidelidad sin cables o inalámbrica'

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ADSS:	All Dielectric Self Supported, completamente dieléctrico y autoportado.
ANSI:	American National Standards Institute.
CAT 6:	Cable de categoría 6.
CIRA:	Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos.
CSA:	Canadian Standards Association.
CLASE A, P1222-IEEE:	Especificaciones técnicas del tipo de fibra óptica y de cable.
EIA/TIA:	Electronics Industries and Telecommunications Industry Association.
ELSE:	Electro Sur Este S.A.A.
FITEL:	Fondo de inversión en telecomunicaciones.
FONIE:	Fondo para la Inclusión Económica en Zonas Rurales.
GBPS:	Gigabits por segundo.
G652D, UIT-T:	Características de las fibras y cables ópticos monomodo de la UIT.
IEEE:	Institute of Electrical & Electronics Engineers.
IEEE 802.11:	Es una familia de normas inalámbricas creada por el IEEE. 802.11n.
IP:	Internet Protocol.
ISO:	Organización Internacional de Normalización.
LAN:	Red de área local.
MAC:	Media access control address.
M.S.N.M:	Metros sobre el nivel del mar.
NAT:	Network Address Translation.
NORMA ISO 9001:	Norma de sistemas de gestión de la calidad.

- OTDR: Optical Time Domain Reflectometer.
- PIP: Proyecto de Inversión Pública.
- SEÑALIZACIÓN EL H.323: Protocolo diseñado para la configuración, administración y terminación de una sesión de comunicación.
- SIP: Session initiation protocol o protocolo de inicio de sesión.
- TIC: Tecnologías de la información y la comunicación.
- UPS: Sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida.
- UTP: Cable de par trenzado no blindado.
- VPN: Es una tecnología de red que se utiliza para conectar una o más computadoras a una red privada utilizando Internet.
- VRAEM: Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro.
- WEP: Wired Equivalent Privacy.
- WPA: Wi-Fi Protected Access.



## PRÓLOGO

El presente trabajo comprende las actividades para dotar de un sistema de comunicación por fibra óptica al distrito de Coporaque. La instalación de la fibra óptica se ha realizado por los postes de mediana y baja tensión, los materiales utilizados para hacer esto posible han sido los adecuados para el tipo de clima del lugar. El proyecto ha mejorado la conectividad y las comunicaciones de los pobladores principalmente de las instituciones públicas a fin de mejorar su calidad de vida.

En este sentido en la investigación se describe el proceso y los análisis correspondientes al diseño de tendido de fibra óptica, la instalación de equipos de red y conectividad además de dictarse charlas y talleres que han asegurado el buen uso de los equipos.

El desarrollo de este trabajo se divide en 6 capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema.

Capítulo II: Aspectos técnicos de la red de telecomunicaciones del distrito.

Capítulo III: Ingeniería y diseño de planta externa.

Capítulo IV: Equipos y sistemas de comunicaciones.

Capítulo V: Impacto ambiental y capacitación.

Capítulo VI: Análisis económico.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

El distrito de Coporaque, ubicado en el departamento del Cusco al sur de Perú carece de un sistema de telecomunicaciones eficiente, con un acceso menor al 12% a las tecnologías de la información esto repercute negativamente en su integración al mundo de la información y dificulta la mejora de las actividades del poblador como son: educación, economía y salud entre otras.

#### **1.2 Objetivos**

Los objetivos del presente trabajo de suficiencia consisten en los siguientes:

##### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar e Implementar una red de telecomunicaciones con fibra óptica en el distrito de Coporaque, Espinar Cusco, para atender a dos mil beneficiarios en promedio.

##### **1.2.2 Objetivo Específico**

- Diseñar una topología de comunicaciones con fibra óptica usando la infraestructura existente de postes eléctricos con la capacidad para atender a las localidades elegidas con un ancho de banda de 1 Gbps y con capacidad de crecimiento de hasta 3Gbps. Las localidades se muestran en el plano adjunto figura 1.1.

- Equipar a las 24 instituciones elegidas con equipos informáticos apropiados para dar un uso adecuado a la red de comunicación, entre los principales equipos estarían: equipos de cómputo, anexos telefónicos y wifi.
- Capacitar e informar a la población mediante charlas, conferencias o reuniones el alcance del proyecto y el correcto uso de los equipos de comunicaciones instalados.

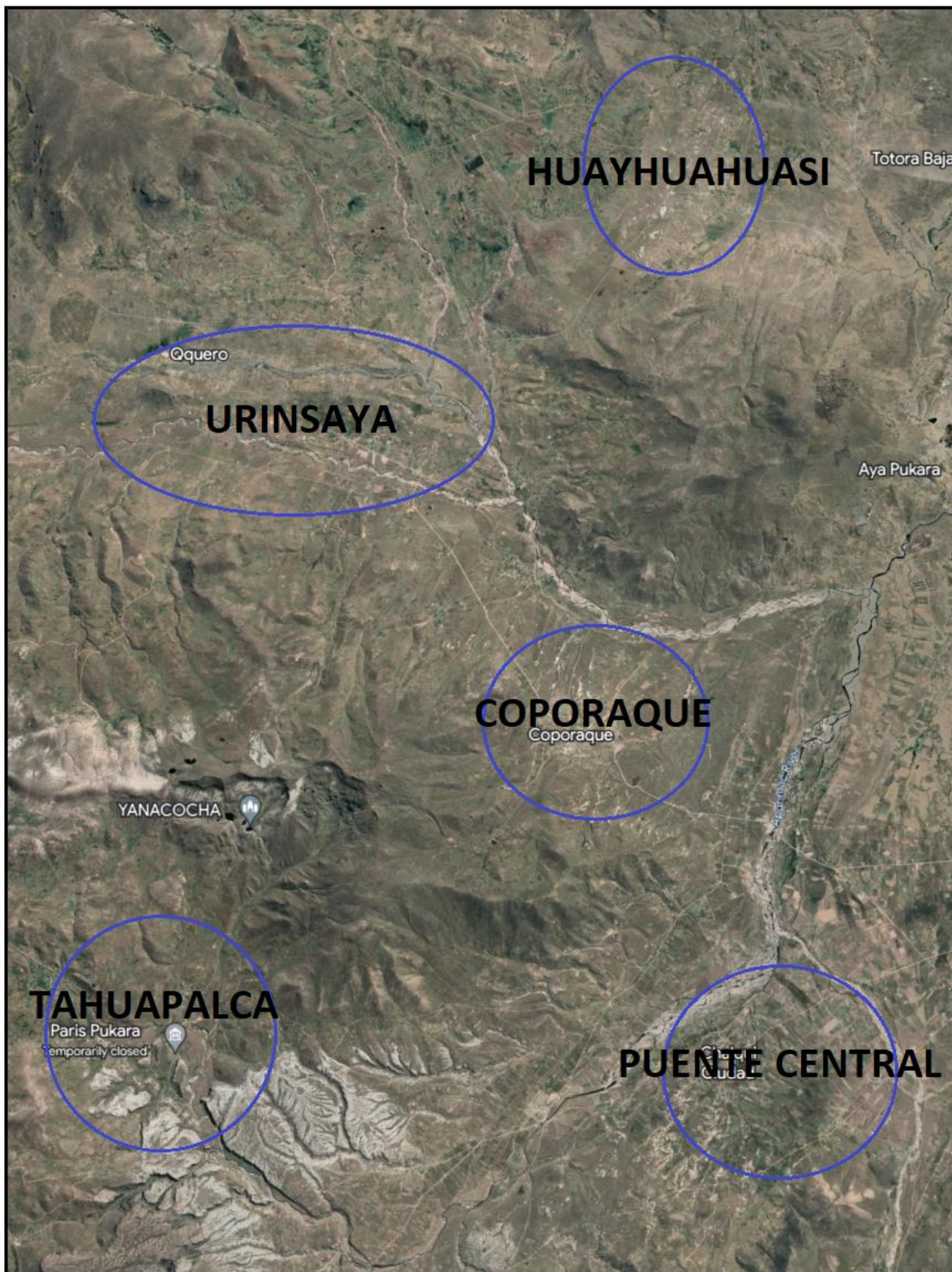


Fig. 1.1: Plano de ubicación de localidades a interconectar

Fuente: [Elaboración propia]

### **1.3 Evaluación del Problema**

El nivel de acceso del servicio de internet en los hogares de Coporaque es deficiente con un acceso menor al 12%, el acceso a telefonía móvil es del 30% gracias a un proyecto anterior de mejora de cobertura inalámbrica de telecomunicaciones, por lo cual señal celular no solo es posible en su zona céntrica sino también en sitios periféricos. El uso de las herramientas tecnológicas y su aprovechamiento en instituciones públicas llega solo al 5%.

### **1.4 Antecedentes del Proyecto**

El 28 de febrero del 2014, Fidel Salas Suni, alcalde del distrito de Coporaque, firma un acuerdo inter-institucional con el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones que ha planteado mejorar las comunicaciones en este distrito perteneciente a la provincia de Espinar, Cusco, denominado "Ampliación y Mejoramiento de la Cobertura de Telefonía Móvil, Telefonía Fija Pública y Telefonía Fija Abonados en 27 localidades del distrito.

La Municipalidad Distrital de Coporaque es la cuarta población beneficiada con un proyecto de telecomunicaciones ejecutado con orientación técnica del FITEL y recursos del FONIE (Fondo para la Inclusión Económica en Zonas Rurales). Con estos proyectos ha comenzado la inserción digital del distrito, así como una gestión de mejora y aprovechamiento de otras tecnologías, esto de mano de los programas financiados por el estado y con las gestiones realizadas por el distrito.

### **1.5 Alcances del Proyecto**

El alcance del proyecto es proporcionar a los cinco principales poblados de Coporaque: Coporaque, Urinsaya, Huayhuahuasi, Puente central y Tahuapalcca, de una red fiable y moderna de telecomunicaciones basado en el transporte de datos mediante fibra óptica, así como enseñarles el correcto uso y utilización de este servicio, el alcance objetivo es de al menos dos mil pobladores entre estos cinco poblados.

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS TÉCNICOS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DEL DISTRITO

#### 2.1 Ubicación Geográfica del Proyecto

El distrito de Coporaque, se encuentra situado en la Provincia de Espinar del Departamento del Cusco, su esfera territorial abarca las altitudes 3900 m.s.n.m a 4800 m.s.n.m, la capital del distrito se ubica a 3950 m.s.n.m.

El Distrito de Coporaque, tiene las siguientes fronteras:

Por el Norte	:	Con el distrito de Chumbivilcas y Canas
Por el Sur	:	Con el distrito de Suckuytambo
Por el Este	:	Con el distrito de Yauri y Pichigua.
Por el Oeste	:	Con la provincia de Caylloma.
Latitud	:	14° 48' 01.2" S
Longitud	:	071° 31' 53.5" O
Altitud	:	3,950 m.s.n.m.

El área de influencia del proyecto abarca los centros poblados de Coporaque, Huayhuahuasi, Puente Central, Tahuapalca y Urinsaya del distrito de Coporaque.

#### 2.2 Beneficiarios del Proyecto

La población directamente beneficiada está constituida por los habitantes de Coporaque, se muestra en la siguiente figura 2.1 concentrando el servicio en la población que asiste a los puestos de salud, instituciones educativas y locales municipales, mayormente en los

Centros poblados de: Urinsaya, Huayhuahuasi, Puente central y Tahuapalcca que son 9,627 habitantes que pertenecen al valle del Coporaque.

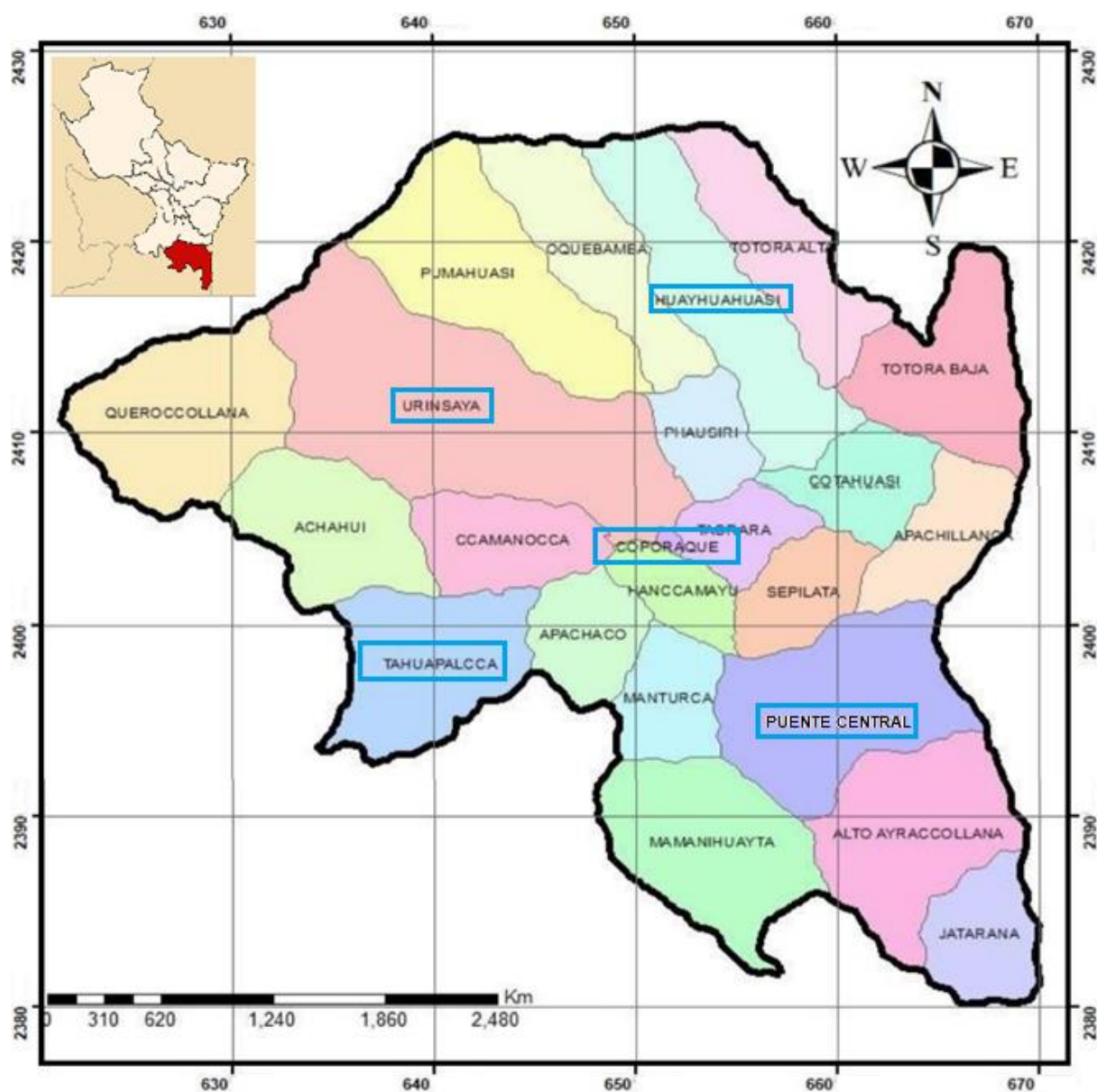


Fig. 2.1: Mapa de Coporaque localidades

Fuente: [Elaboración Propia]



## **CAPÍTULO III**

### **INGENIERÍA Y DISEÑO DE PLANTA EXTERNA**

En el presente capítulo se presenta la parte técnica del tendido de fibra óptica y todo el diseño realizado para el distrito de Coporaque.

#### **3.1 Características del Diseño**

Para la implementación de la red cableada de fibra, se ha considerado los siguientes dictámenes de diseño:

- Tecnología de transmisión: Se ha considerado una tecnología de transmisión GIGABIT ETHERNET con velocidades de transmisión binarias de 1000Mbps.
- Longitud de onda de trabajo y método de transmisión:

La transmisión es bidireccional. Se han utilizado 2 hilos de fibra óptica por cada sistema, trabajando con una longitud de onda de 1310nm.

- Alcance físico:

Para la distribución, el máximo alcance entre el nodo central y los nodos de distribución son de 26Km, para la red de acceso, la distancia máxima por los nodos de distribución y sus respectivos nodos de acceso es de 20Km.



- Topología física.

La Topología Física de la red de distribución de fibra óptica corresponde a una topología en estrella. La configuración de la red de acceso corresponde a un diagrama en árbol.

La topología general del proyecto se muestra en la figura 3.2.

### **3.2 Cálculos de Transmisión Óptica del Enlace**

Para un correcto diseño de la red de fibra óptica, se ha tenido que garantizar que la potencia óptica llegue a los elementos que la conforman sea mayor a la atenuación total causada por la distancia y los elementos pasivos de fibra, aparte de dejar un margen de perdidas por degradación de fibra. Para estos cálculos se ha basado en estándares de la IEEE como el 802.3z y la tecnología Gigabit Ethernet 1000base LX.

### **3.3 Dimensionamiento del Rango de Atenuación Óptico Permitido del Sistema**

Para el cálculo se ha tomado en consideración las características del transmisor y receptor óptico, para las interfaces ópticas Gigabit Ethernet (1000BASE-LX) a una velocidad binaria nominal de 1 Gbps, conforme al estándar 802.3z de la IEEE.

Además, se ha considerado un margen de seguridad de 2dB para cubrir futuras reparaciones en los enlaces de fibra óptica.

### **3.4 Cálculo de la Atenuación Óptica de los Componentes Pasivos**

Para el dimensionamiento de Atenuación de fibra, se ha tomado en cuenta los subsecuentes componentes pasivos:

- Fibra Óptica.
- Conectores y Adaptadores Ópticos.
- Empalmes de Fibra Óptica.

El cálculo para la atenuación de la fibra óptica fue realizado con las especificaciones técnicas del fabricante “ZTT Cables”, marca aprobada y utilizada en este proyecto.

El sistema de comunicaciones ópticas opera en una longitud de onda de 1310 n.m. En esta región la fibra óptica monomodo tiene un coeficiente de atenuación ( $\alpha$ ) máximo de 0.35 dB/Km; conforme a las especificaciones técnicas proporcionadas por ZTT.

Para cada extremo del enlace se ha considera un par de conectores y adaptadores La atenuación promedio máxima especificada para cada conjunto es de 0.5dB, conforme a las especificaciones para los ODF proporcionadas por el estándar de la UIT.

Si se tienen 2 empalmes con pigtail en cada extremo será en total una atenuación de 0.1dB.

El cálculo de la atenuación óptica total por cada enlace se detalla en la tabla 3.1. Tramo más largo 26 km. Con 6 empalmes en esos 26 km:

**TABLA 3.1: Atenuación de enlaces de fibra óptica.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

<b>Descripción</b>	<b>1310nm</b>
L: Longitud Física (Km)	26.000
L: Longitud Óptica (Km)	26.260
Fac. Helicoidal =2%	
Coeficiente de Atenuación de Fibra Óptica ( $\alpha$ , dB/Km)	0.35
Atenuación de Fibra Óptica = $\alpha L$ (dB)	9.191
Atenuación de Conectores = 2x0.5dB	1.0
Atenuación de Empalme = N° Empalmex0.1 (dB)	6x0.1 = 0.6
Atenuación Total (dB)	10.791

### 3.5 Cálculo del Margen de Desempeño del Enlace

Parte del trabajo fue saber si la potencia final de la fibra era lo suficientemente buena para utilizarse o sería necesario usar amplificadores o atenuadores ópticos. Los cálculos se han basado en calcular que la potencia transmitida adecuada sea mayor a la potencia óptica pérdida. Ver tabla 3.2.

**TABLA 3.2: Margen de desempeño del enlace-1310nm.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

Enlace	a) Atenuación Máx. Permisible del Sistema (dB)	b) Atenuación Mín. Permisible del Sistema (dB)	c) Atenuación de Componentes Pasivos (dB)	d) Margen de Desempeño (dB) (a-c)	e) Observación
A – B	6	0	3.859	2.141	No requiere atenuador

De este último resultado se observa que el enlace presenta un margen de desempeño de 2.141dB para la longitud de onda 1310nm, longitud de operación del enlace.

De la tabla 3.3, el rango de atenuación de este enlace está de 0 a 6 decibelios.

**TABLA 3.3: Cálculo de atenuación.**

**Fuente: [Elaboración Propia]**

a. Potencia Suministrada Máxima (Transmisor Óptico)	- 3 dBm
b. Potencia Suministrada Mínima (Transmisor Óptico)	- 11 dBm
c. Sensitividad Mínima (Receptor Óptico)	-19dBm
d. Sobrecarga Mínima	- 3 dBm
e. Máxima Penalización de Potencia	0dB
f. Margen de seguridad para reparaciones	2dB
g. Atenuación Máxima Permisible del Sistema (b-c-e-f)	6 dB
h. Atenuación Mínima Permisible del Sistema (a-d)	0 dB

### 3.6 Elección de Fibra Óptica

Tomando en consideración 2 características, los cuales son la distancia máxima para conectar de 26 km y la velocidad de transmisión de 1 Gbps y previendo los 10 Gbps a futuro; la fibra óptica utilizada ha sido del tipo Monomodo de Dispersión Estándar con pico de agua cero, optimizada para la región de longitud de Onda de 1310 nm. (Segunda Ventana), donde presenta su mínima dispersión cromática y por lo tanto su mayor ancho de banda, conforme a la recomendación G652D de la UIT-T.

### 3.7 Cálculo de la Cantidad de Fibras Ópticas.

Para calcular la cantidad de hilos de fibra óptica se ha tenido en cuenta las necesidades actuales y futuras, además de los hilos de reserva por incidentes de corte.

Para la red de distribución, se ha tomado en cuenta comunicaciones bidireccionales, ósea una fibra para transmitir y otra para recibir se ha tenido lo siguiente:

- Aplicaciones principales (Telefonía y Datos): 02 Fibras.
- Aplicaciones futuras: 02 Fibras
- Reserva para averías: 02 Fibras

TOTAL: 06 Fibras (por cada nodo de distribución)

Para la red de acceso, se ha tomado en cuenta comunicaciones bidireccionales, ósea una fibra para transmitir y otra para recibir se ha tenido lo siguiente:

- Aplicaciones iniciales (Telefonía y Datos): 02 Fibras.
- Aplicaciones futuras: 02 Fibras.
- Reserva para Mantenimiento: 02 Fibras

TOTAL: 06 Fibras (por cada nodo de acceso)

Es recomendable que el cable de fibra óptica del nodo de acceso tengo como mínimo 6 hilos de fibra.

### 3.8 Cálculo de la Longitud de Cables de Fibra Óptica.

Se estimó la longitud total del tendido de fibra estimando la distancia de la ruta, la distancia para acceder a los locales y las reservas correspondiente como catenaria y pendientes, aparte de los empalmes terminaciones y la longitud adicional para acciones de mantenimiento.

Las reservas necesarias para catenaria y pendientes han sido las siguientes 2 por ciento de la ruta total, sumado a 25 metros por cada uno de los extremos a empalmar más 30 metros para reservas de futuras instalaciones. La reserva de mantenimiento ha sido de 50 metros por cada 1000 metros de fibra.

Los cálculos efectuados se muestran en la tabla 3.4

**TABLA 3.4: Longitudes de cable de Fibra óptica.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

# de Fibras/Cable (Km)	Red Distribución (Km)	Red Acceso (Km)	Total (Km)
4	0	35.57	35.57
8	0	17.43	17.43
12	25.1	0.6	25.7
24	17.26	1.3	18.56
Total	42.36	54.9	97.26

Se ha tomado en cuenta una contingencia del 5%, la longitud total de cable de fibra óptica ADSS requerida es de 102.3 Km, distribuyéndose como se indica a continuación:

- Cable de 4 Fibras Ópticas ADSS: 37.5 Km.
- Cable de 8 Fibras Ópticas ADSS: 18.3 Km.
- Cable de 12 Fibras Ópticas ADSS: 27 Km.
- Cable de 24 Fibras Ópticas ADSS: 19.5 Km.

Los cables de fibras ópticas fueron suministrados en carretes de 3000 metros.

### 3.9 Dimensionamiento de Elementos de Interconexión Óptica.

Dentro de los gabinetes de comunicaciones de 19 pulgadas se han instalado la fusión de los cables terminales de distribución con pigtails monomodo SC de metro y medio.

La conexión entre equipos de distribución (equipos terminales) han sido realizadas por intermedio de patch cord monomodo duplex SC LC de 3 metros de longitud.

Se han considerado los siguientes componentes:

- ◆ Capacidad mínima instalada: 12,24 o 36 adaptadores SC monomodo (según se requirió en el diseño).
- ◆ Capacidad mínima para empalmes: 12, 24 o 36 empalmes por fusión (según se requirió en el diseño).
- ◆ 12, 24 o 36 pigtails monomodo SC, de 1.5 metros de longitud (según se requirió en el diseño). 02 patch cord monomodo duplex SC-LC de 3m.
- ◆ 12, 24 o 36 tubos de protección termocontraible para los empalmes por fusión (según se ha requerido en el diseño).

En el siguiente gráfico 3.1 se muestran los principales equipos que se interconectarán con los patch cord:

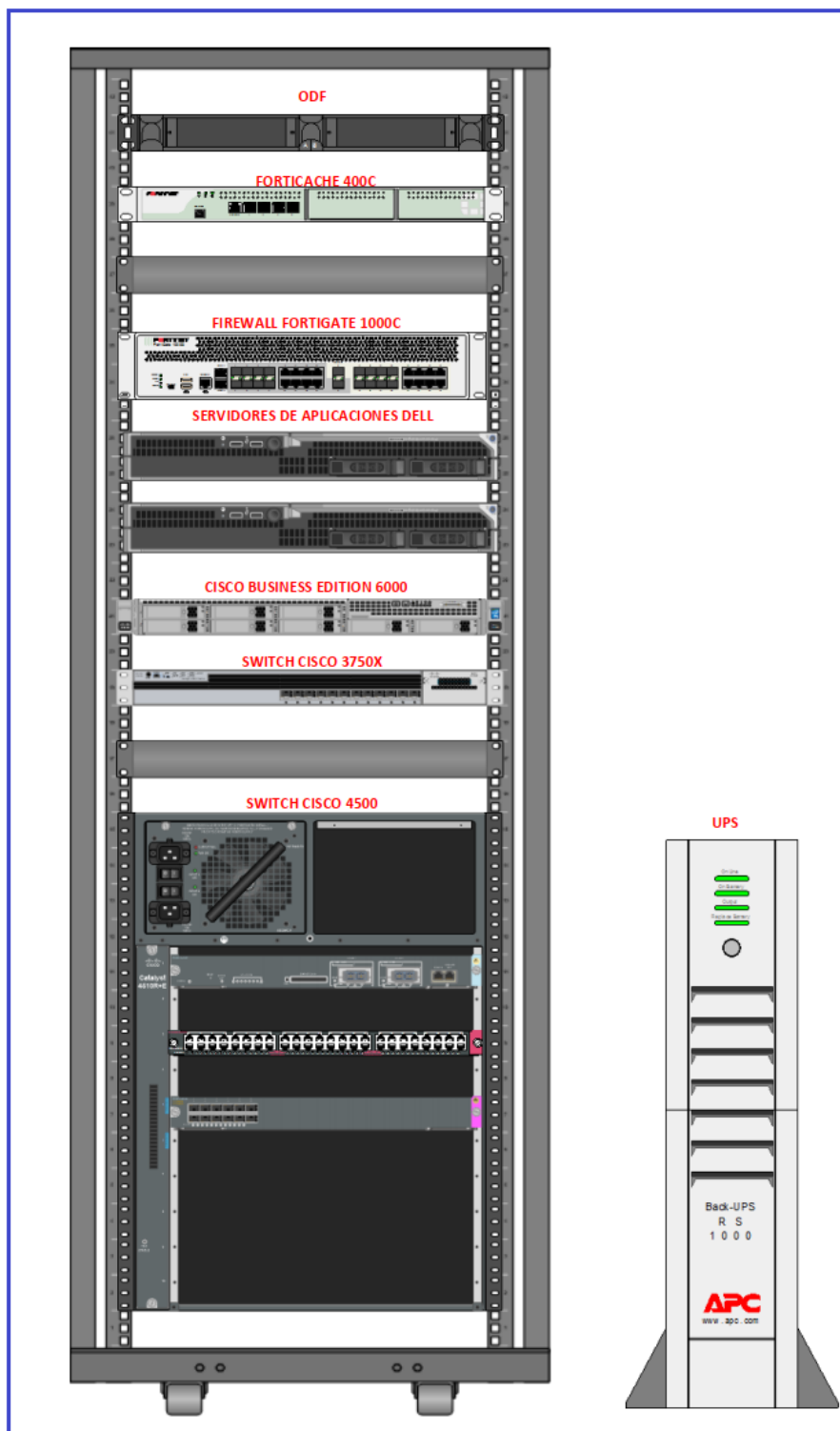


Fig. 3.1: Diagrama físico de gabinete de institución nodo Central-Core.

Fuente: [Elaboración Propia]

### 3.10 Dimensionamiento de Empalmes de Fibra Óptica.

Ha sido importante dimensionar la distancia de la fibra teniendo en consideración las curvas, pendientes y rutas correspondientes, ya que un mal cálculo puede hacer que las fibras se tensen y puedan romperse por la acción de la tracción.

Se ha considerado la ejecución de un total de 45 empalmes distribuidos de la siguiente manera:

- Red de Distribución: 20 empalmes.
- Red de Acceso: 25 empalmes.

Para el trabajo se ha utilizado los empalmes por fusión. En cada caja de empalme que lleva hasta 24 unidades de empalmes, se ha considerado los siguientes componentes para los empalmes:

- Una caja de empalme.
- Dos bandejas de empalmes, cada una con una capacidad para doce empalmes por fusión.
- 24 tubos de protección termocontraible para los empalmes por fusión
- Un conjunto para almacenamiento de cable de fibra óptica de reserva.
- Dos grampas de bajada para fijación en poste.

### 3.11 Cálculo de Potencia y Atenuación Máxima de Enlaces de Fibra Óptica

#### 3.11.1 Consideraciones generales

Para efectuar los cálculos se emplearon las siguiente formulas:

- Atenuación total de enlace óptico:  $AT = n.C + c.J + L.a + M$
- Potencia de recepción:  $P(Rx) = P(Tx) - AT$ ; donde  $P(Rx)$  debe ser menor a la sensibilidad máxima (RX Sens) de los módulos transeiver SFP para ser considerado como un enlace óptimo.



Donde en la siguiente tabla 3.5 se muestra la abreviatura utilizada:

**TABLA 3.5: Abreviaturas de la fórmula de atenuación total.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

AT	Atenuación total
n	Cantidad de conectores
C	Atenuación de un conector óptico (dB)
c	Cantidad de empalmes en sección de cable básica
J	Atenuación de un empalme (dB)
M	Margen del sistema (Curvas del cable, atenuación óptica, etc.) 3 dB
a	atenuación de cable óptico (dB/Km)
L	Longitud total del cable óptico
P (Tx)	Potencia de transmisión (dBm)
P (Rx)	Potencia de recepción (dBm)

Para el ingreso de datos en la tabla se ha considerado los valores reales especificados en los equipos a utilizar en el proyecto, tales como pérdidas (dB) por conectores ópticos, cable óptico, potencia de Tx y Rx sens de transceptor óptico, empalmes y distancias. Las distancias están calculadas a partir del diseño elaborado en el diagrama unifilar y un minucioso estudio presencial de campo realizado previo al presente diseño.

Los valores constantes considerados en el presente trabajo se muestran en la siguiente tabla 3.6:

**TABLA 3.6: Datos estándar de equipos y accesorios de F.O.****Fuente: [Elaboración propia]**

Descripción	Perdidas (dB)
Atenuación de un conector óptico	0.50
Atenuación de un empalme (Fusión)	0.10
Margen del sistema (curvas del cable, atenuación óptica, etc.)	3.00
Atenuación de cable óptico	0.35/Km

Además, se ha considerado usar módulos SFP con las siguientes características:

a) Transceptor óptico SFP 1310 nm con distancia máxima de 30Km

- Potencia de transmisión: -1 ~ -4 dbm
- Sensibilidad de recepción máxima: <-24 dbm

b) Transceptor óptico SFP 1310 nm con distancia máxima de 10Km

- Potencia de transmisión: -3 ~ -9.5 dbm
- Sensibilidad de recepción máxima: <-20 dbm

c) Transceptor óptico SFP 1310 nm con distancia máxima de 2 Km

- Potencia de transmisión: -1 ~ -9 dbm
- Sensibilidad de recepción máxima: <-19 dbm

Desarrollo:

Utilizando los datos y formulas mostradas anteriormente, se ha procedido a calcular la AT y P(Rx) de cada enlace de fibra óptica en la siguiente tabla 3.7 se muestran los resultados:

TABLA 3.7: Resultados de sensibilidad de enlaces

Fuente: [Elaboración propia]

Iden	Enlace	ID	n	C (dB)	c	J (dB)	M (dB)	a (dB/Km)	L (Km)	TA (dB)	P (Tx) dBm	P (Rx) dBm	Rx Sens	PASS
1	Enlace a SW/C	SW/ND-01	2.00	0.50	4.00	0.10	3.00	0.35	19.98	11.39	-4.00	-15.39	P(Rx)<-24 dbm	Ok
2	Enlace a SW/C	SW/ND-02	2.00	0.50	7.00	0.10	3.00	0.35	26.25	13.89	-4.00	-17.89	P(Rx)<-24 dbm	Ok
3	Enlace a SW/C	SW/ND-03	2.00	0.50	5.00	0.10	3.00	0.35	16.28	10.20	-4.00	-14.20	P(Rx)<-24 dbm	Ok
4	Enlace a SW/C	SW/NA-07	2.00	0.50	4.00	0.10	3.00	0.35	1.22	4.83	-9.00	-13.83	P(Rx)<-19 dbm	Ok
5	Enlace a SW/C	SW/NA-11	2.00	0.50	4.00	0.10	3.00	0.35	1.05	4.77	-9.00	-13.77	P(Rx)<-19 dbm	Ok
6	Enlace a SW/C	SW/NA-13	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	0.50	4.48	-9.00	-13.48	P(Rx)<-19 dbm	Ok
7	Enlace a SW/C	SW/NA-20	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.03	4.21	-9.00	-13.21	P(Rx)<-19 dbm	Ok
8	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-01	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	1.12	4.69	-9.00	-13.69	P(Rx)<-19 dbm	Ok
9	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-03	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	1.27	4.74	-9.00	-13.74	P(Rx)<-19 dbm	Ok
10	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-06	2.00	0.50	4.00	0.10	3.00	0.35	10.09	7.93	-4.00	-11.93	P(Rx)<-24 dbm	Ok
11	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-14	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	1.36	4.77	-9.00	-13.77	P(Rx)<-19 dbm	Ok
12	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-21	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	7.84	7.05	-9.50	-16.55	P(Rx)<-20 dbm	Ok
13	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-22	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.17	4.26	-9.00	-13.26	P(Rx)<-19 dbm	Ok
14	Enlace a SW/ND-01	SW/NA-23	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.36	4.33	-9.00	-13.33	P(Rx)<-19 dbm	Ok
15	Enlace a SW/ND-02	SW/NA-04	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.09	4.23	-9.00	-13.23	P(Rx)<-19 dbm	Ok
16	Enlace a SW/ND-02	SW/NA-08	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	1.34	4.77	-9.00	-13.77	P(Rx)<-19 dbm	Ok
17	Enlace a SW/ND-02	SW/NA-10	2.00	0.50	4.00	0.10	3.00	0.35	11.88	8.56	-4.00	-12.56	P(Rx)<-24 dbm	Ok
18	Enlace a SW/ND-02	SW/NA-16	2.00	0.50	5.00	0.10	3.00	0.35	11.98	8.69	-4.00	-12.69	P(Rx)<-24 dbm	Ok
19	Enlace a SW/ND-02	SW/NA-24	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.05	4.22	-9.00	-13.22	P(Rx)<-19 dbm	Ok
20	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-02	2.00	0.50	3.00	0.10	3.00	0.35	0.36	4.43	-9.00	-13.43	P(Rx)<-19 dbm	Ok
21	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-05	2.00	0.50	5.00	0.10	3.00	0.35	16.06	10.12	-4.00	-14.12	P(Rx)<-24 dbm	Ok
22	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-09	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.18	4.26	-9.00	-13.26	P(Rx)<-19 dbm	Ok
23	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-15	2.00	0.50	6.00	0.10	3.00	0.35	16.10	10.24	-4.00	-14.24	P(Rx)<-24 dbm	Ok
24	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-17	2.00	0.50	2.00	0.10	3.00	0.35	0.04	4.21	-9.00	-13.21	P(Rx)<-19 dbm	Ok
25	Enlace a SW/ND-03	SW/NA-18	2.00	0.50	5.00	0.10	3.00	0.35	4.78	6.17	-9.50	-15.67	P(Rx)<-20 dbm	Ok
26	Enlace a SW/NA-18	SW/NA-12	2.00	0.50	8.00	0.10	3.00	0.35	26.54	14.09	-4.00	-18.09	P(Rx)<-24 dbm	Ok
27	Enlace a SW/NA-18	SW/NA-19	2.00	0.50	7.00	0.10	3.00	0.35	26.32	13.91	-4.00	-17.91	P(Rx)<-24 dbm	Ok

Los 27 enlaces de fibra óptica son considerados como “Óptimos”, debido a que los valores de P(Rx) obtenidos en cada escenario mostrado en la tabla anterior son menores a la sensibilidad de recepción máxima (Rx sens) de los transceptores ópticos usados.

De la tabla 3.8, el rango de atenuación de este enlace está de 0 a 6 decibelios.

**TABLA 3.8: Cálculo de atenuación.****Fuente: [Elaboración propia]**

a. Potencia Suministrada Máxima (Transmisor Óptico)	- 3 dBm
b. Potencia Suministrada Mínima (Transmisor Óptico)	- 11 dBm
c. Sensitividad Mínima (Receptor Óptico)	-19dBm
d. Sobrecarga Mínima	- 3 dBm
e. Máxima Penalización de Potencia	0dB
f. Margen de seguridad para reparaciones	2dB
g. Atenuación Máxima Permisible del Sistema (b-c-e-f)	6 dB
h. Atenuación Mínima Permisible del Sistema (a-d)	0 dB

### 3.12 Cálculos Mecánicos de Fibra Óptica.

Es importante determinar los esfuerzos (tensiones) y flechas en los cables de fibra óptica mediante cálculos mecánicos que tienen la finalidad de determinar en las diversas condiciones de operación. Para el cálculo mecánico se ha considerado las características y parámetros que se describen en la tabla 3.9. Estas características y parámetros corresponden al cable ADSS Span 300 metros de la marca ZTT, que ha sido entregado por En el Distribución. La flecha de instalación del cable fue la misma flecha de los conductores, la flecha se ha encontrado entre 1 y 1.5% de la longitud del vano.

- **Determinación de Hipótesis de Estado para Cálculos Mecánicos**

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos de los cables de fibra óptica se han definido sobre la base de las características climatológicas:

- Velocidad del Viento.
- Temperatura.
- Hielo.

Conforme con las condiciones ambientales, el cual corresponde a un área de Nivel 1 (3000 m.s.n.m a 4000 m.s.n.m) y una zona de carga tipo B (Regular), conforme a la zonificación del territorio del Perú y según el CNS 2011, a continuación, se definen las hipótesis de estado considerados para el cálculo:

- **Hipótesis N° 1:** Condiciones de Instalación Inicial (EDS: Tensión de cada día).
  - Temperatura Media (°C) = 20
  - Velocidad de Viento (Km/hr) = 0
  - Flecha (%) = 2
  - Tensión = 50% de la carga de rotura.
  
- **Hipótesis N° 2:** Condición de Máxima Velocidad de Viento
  - Espesor de hielo (mm) = 0
  - Velocidad de Viento (Km/hr) = 94
  - Temperatura (°C) = 10
  - Tensión = <50% de la carga de rotura.
  
- Cálculo de Esfuerzos y flechas de los Cables de Fibra Óptica ADSS

El cálculo de esfuerzos y flechas de los cables de fibra óptica se efectuó utilizando la fórmula de cambio de estado, cuya expresión matemática es:

$$(T_2)^3 - \left[ T_1 - \frac{L^2 E w_1^2}{24 S^2 T_1^2} - \alpha E (t_2 - t_1) \right] (T_2)^2 = \frac{L^2 E w_2^2}{24 S^2}$$

Donde:

- $T_1$ : Esfuerzo Horizontal en el cable para la condición "i" (Kgf/mm<sup>2</sup>)
- L: Vano de cálculo (m)
- E: Módulo de Elasticidad (Kgf/mm<sup>2</sup>)
- $\alpha$ : Coeficiente de Expansión Térmica Lineal ( °C<sup>-1</sup>)
- S: Sección Transversal del cable (mm<sup>2</sup>)

- $w_i$ : Carga en el cable en la condición  $i$  (Kgf)
- $t_i$ : Temperatura en la condición  $i$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

Los resultados de los cálculos mecánicos, tomando en cuenta las hipótesis planteadas, en nuestro caso se escoge solo una, la más desfavorable la Hipótesis N°2 ya que si cumple el caso más desfavorable ha cumplido el otro también. Las distancias máximas (vanos) especificadas para el cable de fibra óptica ADSS spam 300, se muestran en las tablas 3.9 y 3.10:

**TABLA 3.9: Características, especificaciones Cable ADSS Span 300.**

Fuente: [Elaboración propia]

<u>CABLE ADSS SPAN-300</u>						
Fabricante	ZTT	N° Parte	PE-24G.652D-ADSS-300			
<u>ESPECIFICACIONES DE CABLE</u>						
Parámetro	Unidad	Valor				
1. Peso (w)	Kg/m	0.135				
2. Diámetro (D)	Mm	12.6				
3. Sección Transversal (S)	mm <sup>2</sup>	124.690104				
4. Módulo de Elasticidad (E )	Kg/mm2	673.2				
5. Coeficiente de Expansión Térmica Lineal ( $\alpha$ )	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	0.000007				
6. Carga de Ruptura	Kgf	1509.6				
7. Carga de Servicio Permanente (EDS, 34%)	Kgf	513.264				
8. Carga Permisible Máxima (50%)	Kgf	754.8				
<u>CONDICIONES DE INSTALACIÓN INICIAL</u>			<u>CONDICIONES DE INSTALACION FINAL</u>			
	Parámetro	Unidad	Valor	13. Espesor de Hielo	mm	0
9. Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	20		14. Velocidad de Viento	Km/hr	94
10. Flecha	%	1.5		15. Presión de Viento	Kg/m2	42.629282
11. Desnivel	%	0		16. Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	10
12. Pendiente	grados	0		17. Factor de Seguridad	Kg/m	0

**TABLA 3.10 Resultados de Cálculos flechas y tensiones por vanos, Hipótesis 2.**

Fuente: [Elaboración propia]

<u>CONDICIÓN DE INSTALACIÓN INICIAL</u>			<u>CONDICIÓN DE INSTALACIÓN FINAL</u>			
Temperatura = 10 °C, con carga de viento.						
Vano (m)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha Vertical (m)	Flecha Vertical (%)	Flecha Horizontal (m)	Tensión (Kg)
50	0.75	56.25	0.295	0.590	1.174	142.977
100	1.50	112.50	0.687	0.687	2.732	245.755
150	2.25	168.75	1.127	0.751	4.482	337.025
200	3.00	225.00	1.600	0.800	6.365	421.956
250	3.75	281.25	2.098	0.839	8.347	502.709
300	4.50	337.50	2.617	0.872	10.411	580.442
350	5.25	393.75	3.152	0.901	12.540	655.865
400	6.00	450.00	3.701	0.925	14.727	729.450

- Se concluye que, ningún valor de tensión calculado superó la carga máxima permisible (ítem 8 de la tabla 3.9) de 754.8 Kg, el máximo valor obtenido fue el del vano de 400 m. con un valor de 502.709 Kg, por lo cual se prosiguió con el diseño propuesto.

### 3.13 Categoría de Cable de Fibra Óptica

El tipo de fibra elegido para el proyecto fue el tipo ADSS cuyas siglas significan: All Dielectric Self Supporting. Estos cables son ideales para tenderse compartiendo los postes de las líneas eléctricas de media y baja tensión como en el caso en estudio, la estructura del ADSS es de tubos holgados con doble cubierta de polietileno reforzado con hilos de aramida y relleno con compuestos de impermeabilización. La resistencia a la tensión eléctrica según pruebas llega hasta 12KV .

Las características físicas de los cables ADSS lo hacen ideal para nuestras necesidades, su resistencia mecánica lo hace factible para instalarse con distancia (vanos) de hasta 1000

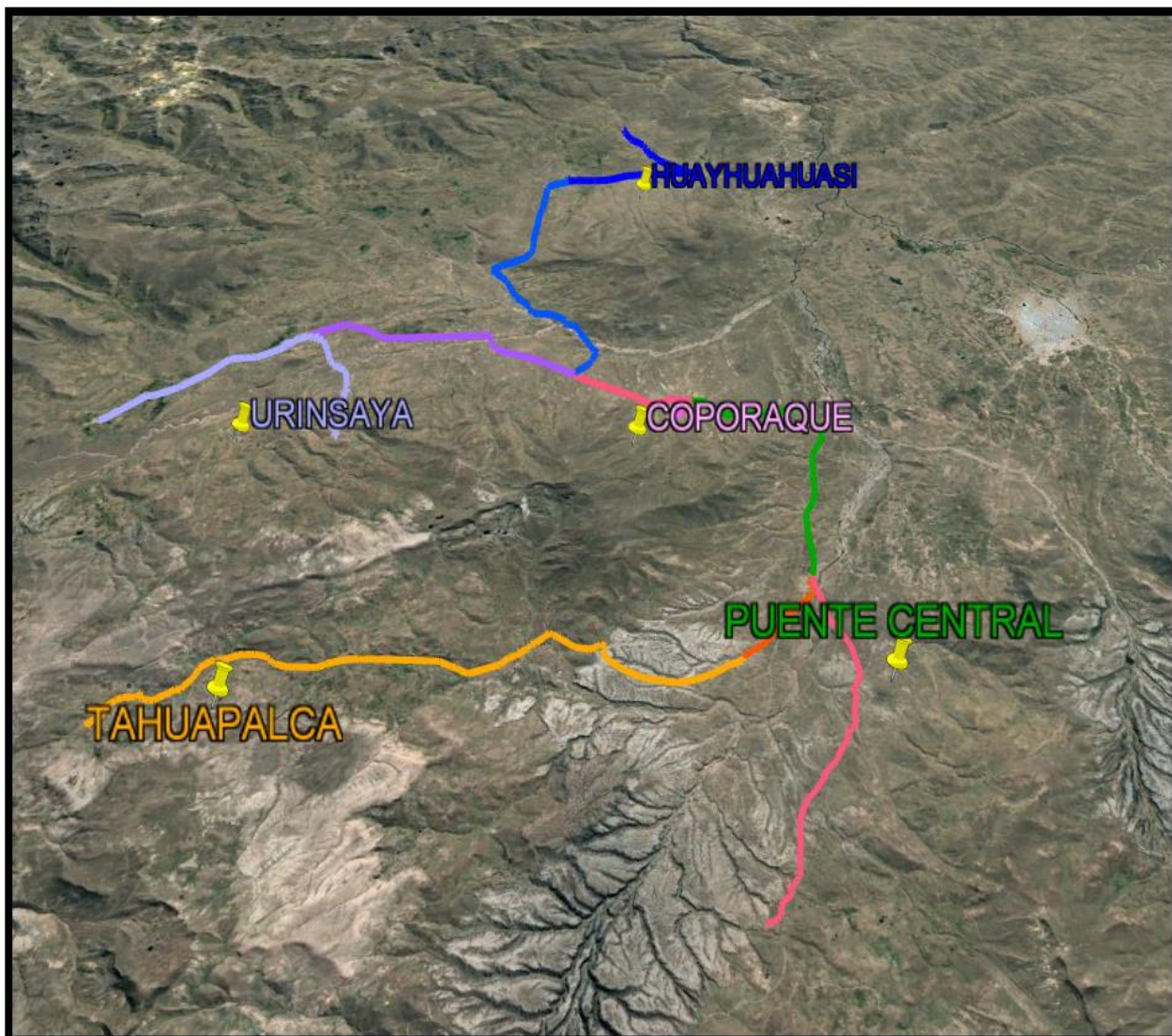
metros que se pueden adosar a torres o postes, debido a que es autoportado no necesita un cable mensajero adicional. Aparte es fácil de instalarse por ser liviano y flexible.

Por sus características dieléctricas del cable ADDS lo hace inmune a la inducción electromagnética de los cables eléctricos, así que no se necesita adicionar aislantes o una puesta a tierra. Su inmunidad eléctrica también ayuda a evitar cortocircuitos, descargas atmosféricas y posibles malas manipulaciones del personal de instalación.

### **3.14 Planta Externa Fibra Óptica**

El tendido de fibra óptica instalado proporciona acceso a los servicios de telecomunicaciones (Telefonía, Datos, Internet y Video) a 5 locales municipales (incluyendo la Municipalidad Distrital de Coporaque), 16 instituciones educativas y 3 puestos de salud en cinco centros poblados del Distrito de Coporaque-Provincia de Espinar-Departamento de Cuzco. En la figura 3.2 se muestra la ruta de fibra que interconecta los 5 poblados del proyecto.





**Fig. 3.2:** Ruta de fibra con los 5 poblados en su ubicación geográfica.

**Fuente:** [Elaboración Propia]

La ejecución de este proyecto ha permitido integrar a las entidades señaladas en la tabla 3.11, a la actual sociedad de la información y del conocimiento, poniendo a su disposición las tecnologías de información y de comunicaciones, que les ha permitido mejorar y hacer más eficiente los servicios municipales, salud, educación y seguridad que brindan las mismas.

Para la implementación de la red de fibra óptica se ha utilizado la infraestructura eléctrica (media tensión, baja tensión y alumbrado público) de propiedad de la empresa

ELECTROSUR-ESTE SAA. (ELSE), en ese sentido al usar infraestructura existente el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), no fue necesario.

**TABLA 3.11: Centros poblados y locales considerados en el proyecto**

**Fuente: [Elaboración propia]**

Ítem	Local	Centro Poblado	Mapa
01	Municipalidad Distrital	Coporaque	20
02	Secundaria Horacio Zevallos Games		7
03	Primaria Horacio Zevallos Games		11
04	Puesto de Salud		
05	Secundaria Querocollana	Urinsaya	6
06	Primaria Urinsaya		3
07	Secundaria Tupac Amaru		1
08	Local Comunal		
09	Puesto de Salud		
10	Primaria Bajo Achahui		14
11	Primaria Ccamanocca		21
12	Secundaria/Primaria Integrado	Huayhuahuasi	4

---

	Asillopata		
13	Local Comunal		16
14	Puesto de Salud		
15	Secundaria		10
	Bartolome de las casas		
16	Primaria		8
	Huayhuahuasi		
17	Primaria	Puente	15
	Mamanihuayta	Central	
18	Secundaria		5
	Mamanihuayta		
19	Secundaria/Primaria		18
	Integrado Tarucuyo		
20	Local Comunal		17
21	Primaria		9
	Machupuenta		
22	Secundaria		2
	José Maria Arguedas		
23	Local Comunal	Tahuapalca	19
24	Secundaria / Primaria		12
	Añarana		

---

### 3.15 Descripción General de la Red de Fibra Óptica

La red de fibra óptica instalada corresponde a una arquitectura jerarquizada con un (1) Nodo Central, cuatro (04) Nodos de Distribución y 19 (Diecinueve) Nodos de Acceso. En consecuencia, la red del trabajo constara de:

- Red de distribución y red de acceso.

La red de distribución proporciona los medios físicos para la interconexión entre el Nodo Central y los Nodos de Distribución.

La red de acceso proporciona los medios físicos para la interconexión entre los nodos de acceso con sus respectivos nodos de distribución. Por intermedio de los nodos de acceso las entidades consideradas en el proyecto cuentan con acceso a los servicios de telecomunicaciones brindados.

El nodo central se ha ubicado en la Municipalidad Distrital de Coporaque. Los nodos de distribución se ubicaron en las localidades que se muestran en la tabla 3.12:

**TABLA 3.12: Nodos de distribución.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

N°	Denominación	Localidad
1	A1	Huayhuahuasi Municipio
2	A2	Urinsaya Municipio
3	B1	Puente Central Municipalidad
4	B2	Tahuapalca Secundaria 56217 Añarana

Los nodos de acceso (19) considerados en el proyecto son los que se muestran en la tabla 3.13.

**TABLA 3.13: Nodos de acceso.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

N°	Denominación	Localidad
1	07	Coporaque Secundaria - Horacio Zevallos
2	11	Coporaque Primaria - Horacio Zevallos
3	13	Puesto Salud Coporaque

---

4	06	Secundaria Queroccollana
5	03	Primaria Urinsaya
6	01	Secundaria Urinsaya Tupac Amaru
7	22	Urinsaya Municipio
8	23	Urinsaya Puesto de Salud
9	14	Primaria Bajo Achahui
10	16	Huayhuahuasi Municipio
11	24	Huayhuahuasi Puesto de Salud
12	4	Huayhuahuasi Secundaria Bartolome de las casas
13	8	Huayhuahuasi Primaria
14	9	Puente Central Mamanihuayta Primaria
15	5	Secundaria - Mamanihuayta
16	18	Secundaria/Primaria Integrado Tarucuyo
17	9	Primaria Machupunte
18	02	Puente Central Secundaria José Maria Arguedas
19	19	Tahuapalca Municipio

---

El nodo central y los nodos de distribución se enlazaron entre sí a través de la red de distribución y conformando una topología física tipo estrella. Los nodos de acceso se enlazaron con sus respectivos nodos de distribución a través de la red de acceso óptico y conformando una topología física tipo árbol/estrella.

Los enlaces están constituidos por cables de fibras ópticas monomodo de dispersión cromática estándar y con pico de agua cero (G652D, UIT-T). Para la implementación de la red de fibra óptica se ha considerado el uso compartido de la infraestructura eléctrica (Postes) existente, correspondientes a las Líneas de Transmisión de Media Tensión (22.9 KV) y de baja tensión y de alumbrado público, de propiedad de la empresa ELSE.

Se ha considerado una distancia total aproximada de 107 Km. de tendido aéreo. El acceso de los cables de fibra óptica, a los nodos de comunicaciones, se han efectuado en forma aérea utilizando postes existentes de propiedad de ELSE tal como se observa en la figura 3.3 siguiente:

# DIAGRAMA DE FIBRA - COPORAQUE

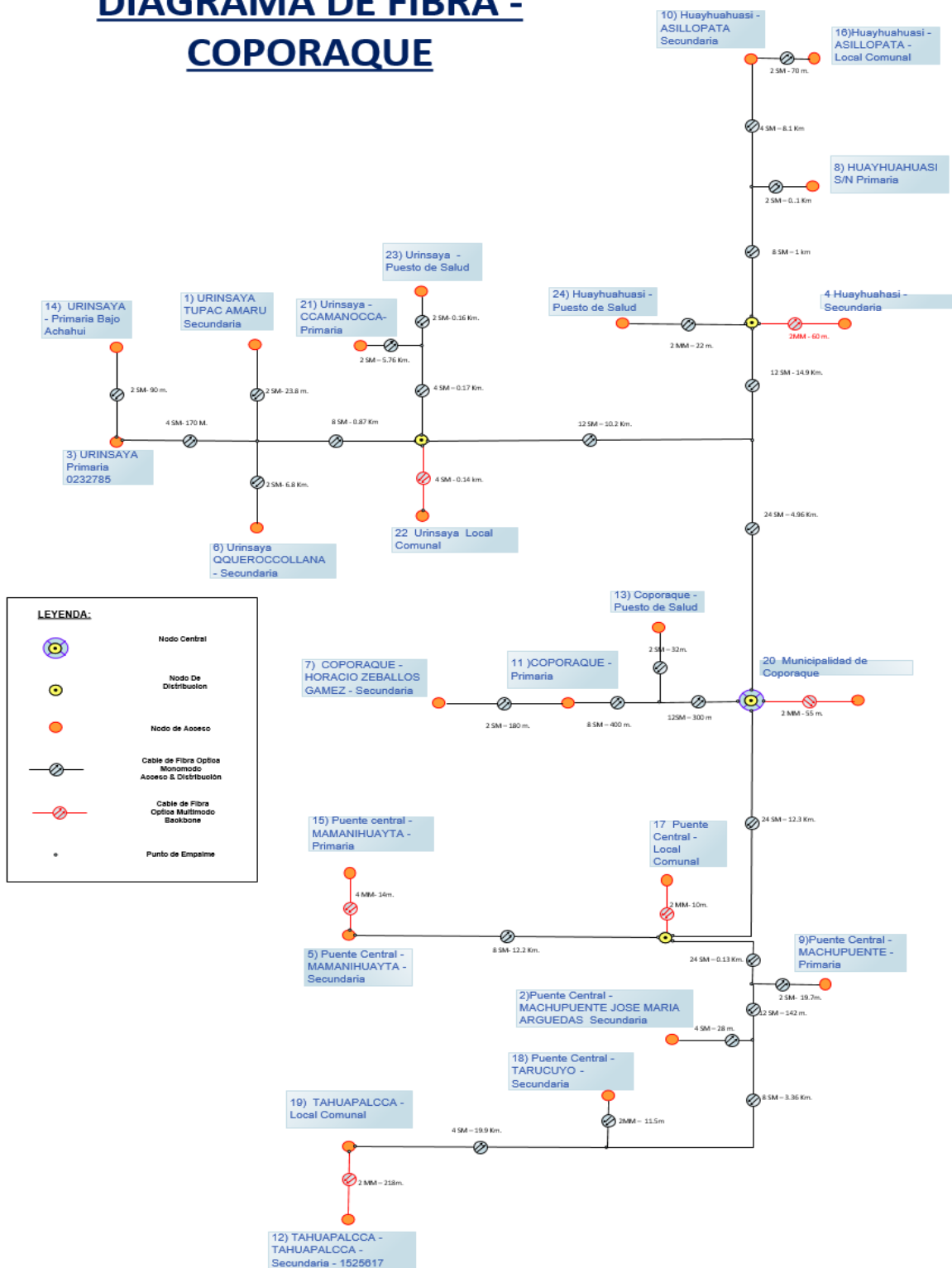


Fig. 3.3: Diagrama de topología del tendido de la Fibra Óptica

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.16 Dimensionamiento de Elementos de Retención y de Suspensión.

Para el cable ADSS se ha considerado el uso de dos grupos de retención para cada uno de los postes intermedios donde hay una variación de la dirección o de pendiente mayor de 15° y un conjunto de retención en los postes de inicio y final de tramo. Para pendientes suaves o menores de 15 grados se ha utilizado un conjunto de suspensión por cada poste. Para el dimensionamiento de los elementos de retención y de suspensión se ha considerado que el 80% de las estructuras ha requerido de retención y el 20% ha requerido de suspensión.

Por lo tanto, los elementos requeridos para la implementación de la red de fibra óptica, resultaron en los valores indicados en la siguiente tabla 3.14:

**TABLA 3.14: Elementos de retención y suspensión cable ADSS.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

Red	Tipo de Infraestructura		Tipo y Cantidad de Estructuras			Conjunto Retención	Conjunto Suspensión
	Baja Tensión	Media Tensión	Total	Retención	Suspensión		
	Distribución	51	311	362	290	72	580
Acceso	112	219	331	265	66	530	66
<b>Total</b>	<b>163</b>	<b>530</b>	<b>693</b>	<b>555</b>	<b>138</b>	<b>1110</b>	<b>138</b>

Tomando en cuenta una contingencia del 5%, la cantidad total de conjuntos de retención requeridos ha sido de 1150 y la cantidad total de conjuntos de suspensión de 150.



### 3.17 Cálculo de la Cantidad de Amortiguadores de Viento

Ha sido importante reducir las vibraciones de los cables de fibra, para eso se ha utilizado amortiguadores de viento de forma helicoidal que ha envuelto al cable de fibra, tal como se presenta en la figura 3.4.

Se ha usado dos (02) amortiguadores de viento por cada uno de los postes en vanos promedios hasta de 200 metros. En vanos promedios mayores de 200 metros y hasta 400 metros se han utilizado cuatro (04) amortiguadores de viento por cada poste. Por lo tanto, para la implementación de la red de fibra óptica ha requerido un total de 1390 amortiguadores de viento, distribuidos de la siguiente manera:

- Red de Distribución: 725 amortiguadores.
- Red de Acceso: 665 amortiguadores.



**Fig. 3.4: Tendido de F.O. preformados y amortiguadores.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

### 3.18 Metrado de Materiales

Para la implementación del proyecto se ha considerado el suministro de los Cables de Fibra Óptica y se detallan los accesorios y materiales, el soporte, terminaciones, empalmes e identificación de fibra óptica, tal como se muestra:

todos los materiales y accesorios necesarios para la instalación, soporte, protección mecánica, terminaciones, empalmes e identificación del cable de fibra óptica; tal como se detalla a continuación:

- a. 47 kilómetros de Cable 6 fibras ópticas monomodo de dispersión cromática estándar (G652D, UIT-T), Tipo ADSS. Vano máximo: 90 m.
- b. 60 kilómetros de Cable 12 fibras ópticas monomodo de dispersión cromática estándar (G652D, UIT-T), Tipo ADSS. Vano máximo: 300 m.
- c. 22 kilómetros de Cable 24 fibras ópticas monomodo de dispersión cromática estándar (G652D, UIT-T), Tipo ADSS. Vano máximo: 300 m.
- d. 24 gabinetes de Comunicaciones para instalación en piso de 45UR, 19".
- e. 19 unidades de distribución de fibra óptica para instalación en rack.
  - Amplitud total: 12 Adaptadores SC, monomodo
  - Amplitud total: 12 empalmes por fusión
- f. 02 unidades de distribución de fibra óptica para instalación en rack.
  - Amplitud total: 24 Adaptadores SC, monomodo
  - Amplitud total: 24 empalmes por fusión
- g. 03 unidades de distribución de fibra óptica para instalación en rack.
  - Amplitud total: 36 Adaptadores SC, monomodo
  - Amplitud total: 36 empalmes por fusión
- h. 250 Pigtaills de fibra óptica Monomodo SC/PC, de 1.5 metros de longitud.
- i. 58 Patch Cord de fibra óptica Monomodo Duplex SC-LC, de 3 metros de longitud.

- j. 640 tubos de protección termocotraible para empalmes por fusión.
- k. 45 cajas de empalme de cable de fibra óptica para instalación en postes y torres, con una capacidad mínima para veinticuatro (24) empalmes por fusión. Incluye bandejas de empalmes para 24 empalmes por fusión.
- l. 100 conjuntos para almacenamiento de reserva de cable de fibra óptica en poste.
- m. 90 grampas de Bajada para cable de fibra óptica. Vano máximo: 300 m.
- n. 425 conjunto de retención simple para cable de 6 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 90 m, para instalación en poste.
- o. 505 conjunto de retención simple para cable de 12 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300 m, para instalación en poste.
- p. 220 conjunto de retención simple para cable de 24 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300 m, para instalación en poste.
- q. 50 conjunto de suspensión para cable de 6 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 90 m, para instalación en poste.
- r. 70 conjunto de suspensión para cable de 12 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300 m, para instalación en poste.
- s. 30 conjunto de suspensión para cable de 24 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300 m, para instalación en poste.
- t. 490 amortiguador de Viento para cable de 6 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 90m.
- u. 650 amortiguador de Viento para cable de 12 fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300m.
- v. 250 amortiguador de Viento para cable 24 de fibras ópticas, tipo ADSS. Vano máximo: 300m.

### 3.19 Trabajos Realizados: Tendido de Fibra Óptica

Para la implementación del proyecto se ha considerado la ejecución de los siguientes trabajos, se ha instalado en forma aérea cable de fibra óptica monomodo tipo ADSS entre los nodos de comunicaciones, como se muestra en la figura 3.5, y se detalla a continuación:

- a. Se ha montado e instalado gabinetes de Comunicaciones de 19".
- b. Se ha instalado unidades de distribución de fibra óptica en Gabinete de Comunicaciones.
- c. Se ha instalado terminaciones de extremos del cable de fibra óptica en las unidades de distribución, a través de empalmes con pigtail, en ambos extremos de cada enlace.
- d. Se ha ejecutado empalmes de cable de fibra óptica, por el método de fusión.
- e. Se ha instalado las cajas de empalme de cables de fibra óptica en postes.
- f. Se ha identificado el cable de fibra óptica instalado en cada una de los postes.
- g. Se ha identificado el cable y fibras ópticas en las unidades de distribución.
- h. Se ha medido y probado los cables de fibra óptica.
- i. Se ha ejecutado obras complementarias para completar nuestras instalaciones.
- j. Se ha puesto en funcionamiento el sistema de comunicaciones por fibra óptica.
- k. Ha sido importante documentar los avances planos, así como historial de mediciones ópticas.



**Fig. 3.5: Flechado de fibra monomodo tipo ADSS.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

### **3.20 Procedimiento de montaje.**

Para la puesta en funcionamiento de la red se ha considerado la instalación aérea de los cables de fibra óptica, compartiendo los postes existentes de las líneas de energía propiedad de ELSE.

El cable ADSS dieléctrico, ha permitido cubrir extensos vanos y fueron instalados en crucetas de los postes eléctricos, a distancia separada de los conductores eléctricos, guardando las distancias mínimas seguridad, el tendido se realizó sin interrumpir el servicio eléctrico.

Ha existido tramos donde necesariamente se han tenido que instalar postes exclusivamente para nuestra fibra, estos postes han acercado la fibra a las instituciones beneficiadas.

Una característica del ADSS es su alta tolerancia mecánica de entre 3300 Newton a 8250 Newton.

Las empresas que abastecen de fibra óptica han sido consultadas con el fin de prever posibles retrasos respecto a los materiales y tener técnicamente garantías.

Con el fin de descubrir si alguna fibra ha estado cortada se ha procedido a verificarlos antes de la instalación.

Debido a que las curvaturas del cable de fibra no sobrepasen el radio de curvatura que soporta la fibra se ha tirado a mano el cable de fibra. Figura 3.6.



**Fig. 3.6: Radio de curvatura mínimo.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

Debido a la instalación vertical, el propio cable de fibra ha originado un peso. Para realizar una instalación duradera la carga no ha superado la máxima carga de tensión de fibra permitida. Se ha buscado no exceder la máxima elevación de la fibra, se ha tomado como base los datos del fabricante. Tomando en cuenta el radio de curvatura mínimo, hemos tomado en cuenta que el radio de curvatura del tendido de fibra superior fuera mayor que este.

Conforme al diseño de ingeniería, se ha dejado en rollos de medida de 6m. cables para futuros empalmes y conexiones a gabinetes. Por intermedio de un OTDR se han certificado los enlaces de fibra óptica internos. En el patch panel terminan los cables de F.O. allí permiten que los hilos de fibra sean conectados a los equipos ópticos mediante jumpers. Las fibras individuales con esto se han podido interconectar, probar e intercambiar rápidamente. Se ha asegurado que el etiquetado de los cables de fibra en los patch panel sean fáciles de realizar.

- El patch panel dispone de un adaptador óptico para que el conector que arribe del cable se junte con el conector apropiado del jumper de conexión con el equipo óptico. Suministrando una conexión de pérdidas ópticas bajas, después de varias conexiones.
- Antes de realizar las conexiones de fibra ha sido convenientes verificar la limpieza de cada uno del componente como los adaptadores estén libres de suciedad. Las conexiones han sido aprisionadas manualmente.

Hemos utilizado cable de fibra óptica monomodo de diámetro 9/125um. para el cableado backbone:

- Se ha tenido precaución en el almacenaje a temperaturas adecuadas de humedad y temperatura, fue recomendable comprar la fibra de un solo proveedor para mantenerla uniforme. La reserva de cable ha tenido efectuado en varios puntos. El diseño ha sido consultado con la población los cálculos de ancho de banda y atenuación han tenido que garantizar la comunicación.

- Ha sido importante conocer las siguientes exigencias técnicas:
- Se tuvo que realizar un alzamiento del lugar se ha revisado las rutas entregadas por la empresa eléctrica y complementando con la visita a campo se ha trazado el diseño de fibra, lugares complicados cantidad de postes, herrajes y atenuadores de fibra.
- Se ha obtenido un diseño de enlaces atenuaciones y ancho de banda.

Antes de iniciar trabajos de tendido se ha verificado la fibra con el equipo necesario para detectar posibles roturas de fibra, para largos conductos de cable es necesario usar lubricante de altas prestaciones para reducir la fricción de la fibra. En la figura 3.6 se muestra el procedimiento de adecuación.

- Se ha consultado con la Municipalidad las necesidades que ellos perciben para poder desarrollar el diseño de la fibra.
- Se ha levantado información técnica del lugar, para evaluar sus requerimientos, como:
- Las distancias entre las instituciones para poder dimensionar las distancias de fibra.
- Dimensionar las rutas para poder dimensionar la ferretería adecuada.
- Revisar los planos proporcionados por la municipalidad afín de encontrar rutas críticas y poder trazar una adecuada ruta.
- Se ha empezado a cotizar lo concerniente al proyecto, como equipos y herramientas a parte de los materiales.
- Se ha evaluado los permisos necesarios con las instituciones, como lo son el certificado CIRA, certificado que valida no dañar restos arqueológicos. El permiso de certidumbre para poner cables en la vía de certidumbre para colocar postes adicionales y permisos con la misma Municipalidad.
- En la figura 3.7 se muestra el procedimiento del tendido de fibra que se ha realizado.





**Fig. 3.7: Trabajo e inspección en tendido de fibra óptica.**

**Fuente: [Elaboración Propia]**

Los requerimientos técnicos importantes fueron los siguientes:

- Dimensionamiento de la fibra.
- Ruta de paso de la fibra.
- Cantidad de postes a adicionar mayoritariamente para acceder a las instituciones.
- Precauciones de riesgo de vida y accidentes al momento de tender la fibra por los postes eléctricos.

Se ha contrato a personal capacitado en trabajos en altura, así como se les ha impartido charlas y cursos sobre el cuidado con las líneas eléctricas, podemos citar:

- Se ha tenido precaución de no trabajar cuando había presencia de humedad en el ambiente.
- Se ha cuidado mantener la distancia entre cable de tensión y cable óptico para evitar accidentes.
- Para evitar los empalmes se ha buscado tender la longitud más extensa de cable de fibra, el impedimento fue a nivel de ingeniería, para que esta larga distancia soporte, la tensión de tracción, los herrajes de soporte la accesibilidad del lugar, el radio de curvatura mínimo entre otros.

Se define como vuelta de expansión a aquella vuelta adicional para que la fibra tenga holgura al momento de dilatarse o contraerse por acción de la temperatura, hay que tener precaución siempre del radio de curvatura mínimo.

- Debido a que es necesario realizar empalmes de fibra están se han realizado en mufas aérea que se montan en los mismos postes o entre postes, estas mufas están fabricadas para trabajar en exteriores.
- Se verifica la fibra antes y después de instalarla, para asegurarse que no se haya dañado.

- Las etiquetas de los cables de fibra óptica se han situado en el cable al terminar en cada poste, para así identificar el cable, el propietario y el número de teléfono del propietario.
- Ha sido necesario adosar etiquetas al cableado de fibra y también en cada poste para identificar el tipo de fibra y también contactar al teléfono de la empresa propietaria.

#### Mantenimiento correctivo de cables en exteriores

- Nos hemos servido de un OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) para poder determinar la posición del corte en la fibra.

#### **3.20.1 Precauciones en el mantenimiento**

- Debido a que existe instalaciones exteriores es necesario revisar la ferretería de la instalación de fibra, suspensiones, grapas entre otros, también a nivel óptico es necesario realizar un examen de reflectometría para verificar la calidad óptica de la señal.
- Debido a que a parte más manipulable son los terminales de los enlaces de fibra, llámese los conectores entre otros, es importante realizar periódicamente una limpieza con paño delicado mojado en alcohol isopropílico.
- En ocasiones es necesario realizar reparaciones de extensos tramos uno de los trabajos adecuados para estos trabajos es el denominado flechado tal como se muestra en la siguiente figura 3.8:



**Fig. 3.8: Flechado de fibra óptica.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

### **3.21 Factores Externos Naturales**

Temperatura: Debido a las bajas temperaturas en algunos sitios provocó una congelación de los cables en la parte exterior, tener en cuenta que una alta variación de temperatura consigue provocar contracción o expansión y así problemas con fracturas del cable.

Efecto solar por rayos ultravioleta (uv) ocasionaron en algunos sitios, degradación y colapso de los cables.

Condiciones Climatológicas.

Considerando la zona está entre los 3000 y 4000 msnm y sabiendo que existe hielo y cargas de viento, según las normas establecidas por el CNE 2011, se precisa las propiedades mecánicas del cable de fibra óptica, los mismos que se indican en la tabla

3.15:

**TABLA 3.15: Condiciones climatológicas****Fuente: [Elaboración propia]**

CONDICIÓN	VELOCIDAD HORIZONTAL DEL VIENTO (TEMPERATURA)	GROSOR RADIAL DEL HIELO (TEMPERATURA)
Solo viento	80 Km/h (15°C) -104 Km/h (5°C)	...
Hielo	...	6 milímetros 0° C
Hielo y viento	52 km por hora 0° C	3 milímetros 0° C

## CAPITULO IV

### EQUIPOS Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES

En el presente capítulo se analizan los principales equipos y sistemas usados para realizar el proyecto.

#### 4.1 Equipos de Comunicaciones

Equipos de Distribución:

El proyecto está conformado por router y switchs donde los routers han servido para enrutar paquetes entre vlans y los switchs para poder interconectarlos. Los equipos que se han usado para el proyecto son escalables y de última vigencia tecnológica, que trabajan a 10/100/1000Mb, lo cual garantiza la duración tecnológica, en tal sentido se ha realizado un estudio de la cantidad de equipamiento de red distribuido en las instituciones, los cuales están conectados con los switchs, la distribución se muestra en la tabla 4.1:

**TABLA 4.1: Distribución de Switchs en instituciones**

**Fuente: [Elaboración Propia]**

CENTRO POBLADO	INSTITUCIÓN	NIVEL	SWITCH DE 24 PUERTOS 10/100/100 0 MB POE	SWITCH DE 24 PUERTOS 10/100/100 0 MB	SWITCH DE 08 PUERTOS 10/100/100 0 MB	SWITCH DE 24 PUERTOS 10/100/100 0 MB POE STACKIN G	SWITCH DE 24 PUERTOS 10/100/100 0 MB STACKIN G	SWITCH MODULA R CON SUPERVI -SORA
Coporaque	Horacio Zevallos Games	Secundari a	X					
	56182 Horacio Zevallos Gámez	Primaria	X					
	481 Horacio Zevallos Gámes	Inicial			x			

Huayhuahua si	56211 Quisiopampa Totor Baja	Primaria		x			
	880 Asillopata	Inicial				x	
	482 Huayhuahuasi	Inicial				x	
	501301 Taccacca	Primaria		x			
	Cotahuasi	Inicial					x
	56218 Asillopata - Totor Alta	Primaria	X				
	56219 Cotahuasi	Primaria			x		
	56183 Huayhuahuasi	Primaria	X				
	Bartolomé de las Casas	Secundari a	X				
	Asillopata Totor Alta	Secundari a			x		
56426 Iauca	Primaria			x			
Tahuapalca	Tahuapalca - Sucursal de Añarana Municipio	Primaria					x
		Estado	X				
Puente Central	483 Tarucuyo	Inicial					x
	Tarucuyo	CEBA					x
	883 Mamanihuayta	Inicial					x
	56209 Mamanihuayta	Primaria	x				
	723 Machupue nte	Inicial					x
	56606 Chilarana	Primaria			x		
	56216 Hancamayo	Primaria			x		
	501392 Machupue nte	Primaria	x				
	56222 Tarucuyo	Primaria	x				
	56215 Apachaco	Primaria			x		
Coporaque	Mamanihuayta	Secundari a	x				
	56220 Manturca	Primaria			x		
	José Maria Arguedas	Secundari a	x				
	Municipio	Estado	x				x
Puente Central	Puesto de Salud	Estado	x				
	56210 Challqui Municipio	Primaria			x		
Tahuapalca		Estado				x	x
	56217 Tahuapalca - Añarana	Primaria	x				
	881 Tahuapalca - Añarana	Inicial					x
	882 Checani Puccara	Inicial					x
	CEGECOM Tahuapalca	Secundari a			x		
56212 Checani Puccara	Primaria			x			
Huayhuahua si	Puesto de Salud	Estado	x				
	Municipio	Estado				x	x
Urinsaya	56356 Ccamanocca	Primaria	x				
	Querocollana	Inicial					x
	879 Achahui	Inicial					x
	56214 Querocollana	Primaria	x				
	Ccmanocca	Inicial					x

Querocollana	Secundaria		x					
Urinsaya	Inicial				x			
Tupac Amaru	Secundaria	x						
56184	Primaria	x						
56223 bajo Achahui	Primaria	x						
56436 Senalata	Primaria		x					
501253 chullo Bajo	Primaria		x					
Municipio	Estado					x	x	
Puesto de Salud	Estado	x						
TOTAL		21	15	15	3	3	1	

## 4.2 Sistema de Acceso Inalámbrico

### Wireless Fidelity (Wi Fi)

El sistema WIFI también denominado con el estándar IEEE 802.11 ha sido creado para tener un equivalente a la red cableada con direcciones MAC, entre sus principales ventajas tenemos:

- Traslación: la tecnología wifi permite trasladarse de un lugar a otro (siempre y cuando se alcance el radio de radiación) sin perder conectividad. En la siguiente figura 4.1 se muestra su instalación en una de las instituciones:





**Fig. 4.1: Acces point instalado dentro de colegio.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

- Soporte: a diferencia de la tecnología cableada, el wifi permite conectar varios dispositivos sin necesidad de gastar en conexiones físicas cableadas. En la tabla 4.2 se muestra el ancho de banda máximo por tipo de tecnología WIFI.

**TABLA 4.2.: Clasificación del estándar 802.11.**

**Fuente: [Elaboración Propia]**

Tecnología inalámbrica	Frecuencia	Máximo Ancho de Banda
802.11 a	5 Ghz	54 Mbps
802.11 b	2.4 Ghz	11 Mbps
802.11 g	2.4 Ghz	54 Mbps
802.11 n	2.4 Ghz o 5 Ghz a escoger 2.4 Ghz o 5 Ghz a escoger 2.4 Ghz y 5 Ghz sincrónico	450 Mbps

### Seguridad Wi-Fi

La fiabilidad de una red se debe a la disponibilidad, calidad y seguridad que presenta la red, por eso la tecnología Wi-Fi, como otras tecnologías, tiene diferentes problemas como es la saturación del espectro radioeléctrico y la seguridad de la red inalámbrica; para contrarrestar lo segundo se han creado varias formas de proteger la red contra ataques de hackers que quieran obtener la información que se transmite en la red.

Existen diferentes alternativas que garantizan la seguridad de nuestra red, entre los principales que cifran los datos tenemos WEP (Privacidad equivalente a cableada), WPA (Wi-Fi protegido 1) o WPA2 (Wi-Fi protegido 2), que cifran los datos que se transmiten. En el proyecto se ha utilizado el estándar WPA2.

### 4.3 Infraestructura de Comunicaciones

La red interna de cada institución tiene como componentes equipos de comunicación (switch), cableado estructurado (Cat 6A), cableado eléctrico, protección de puesta a tierra,

Esto ha permitido la conectividad total entre todos los equipos adicionales que se consideraron dentro del proyecto, por tal motivo el buen dimensionamiento de estos ha sido esencial para una buena integración entre todos los componentes. El direccionamiento lógico se muestra en la figura 4.2 siguiente:

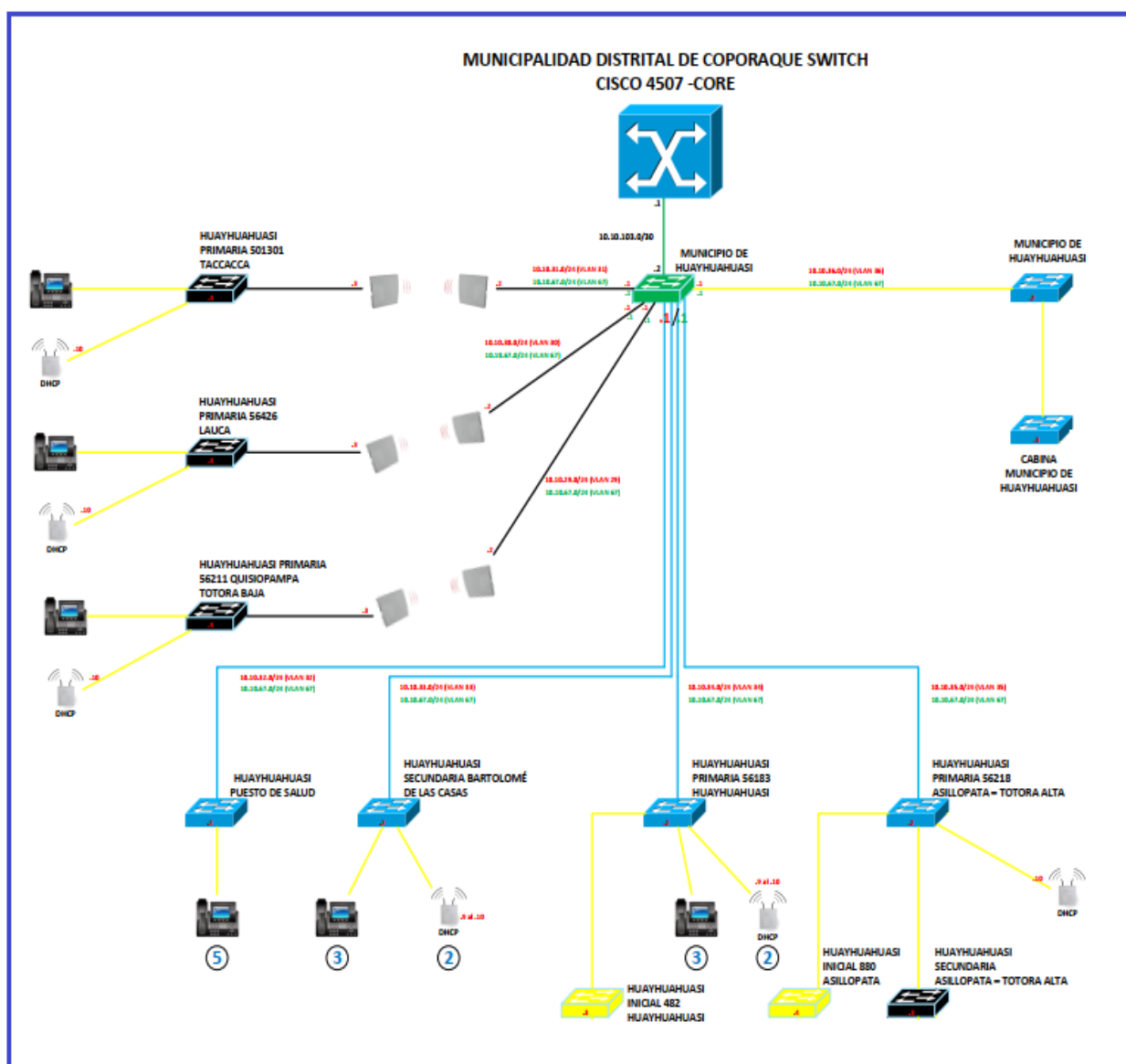


Fig. 4.2: Direccionamiento lógico.

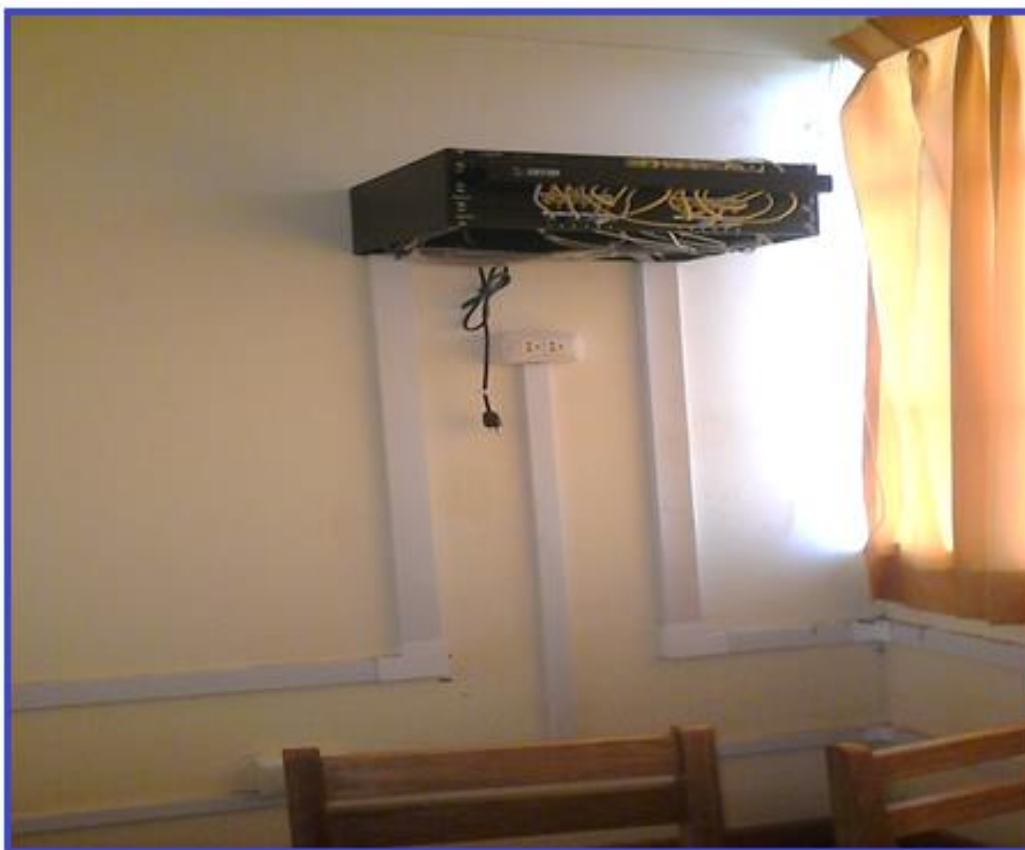
Fuente: [Elaboración propia]

#### 4.3.1 *Procedimiento de cableado estructurado*

La necesidad de un buen sistema de cableado estructurado radica en planificar ordenadamente las conexiones físicas entre los elementos del proyecto, anexos, computadoras equipos de red, etc.

El cableado estructurado al ser materiales de plástico y cobre debe de permanecer correctamente canalizado y empotrado, los terminales deberían acabar en ordenadores de cable además de usar rosetas, patch panels, entre otros.

En la figura 4.3 se visualiza un ordenador de cable de cobre.



**Fig. 4.3: Sistema de cableado estructurado**

**Fuente: [Elaboración propia]**

#### 4.3.2 Elementos del Sistema de Cableado Estructurado:

Cableado de Empalme de Interconexión o Patch Cords, toma de Datos, cableado horizontal o cables de red UTP, patch Cord, cableado de Interconexión con Switch, Router, firewall, etc.

Gabinete: Armarios cuya función es almacenar y proteger los dispositivos de telecomunicaciones, tales como switches, routers, firewall, UPS, patch panel y cableado de red, se visualiza en la siguiente figura 4.4.



**Fig. 4.4: Gabinetes de piso y pared**

**Fuente: [Elaboración propia]**

El cableado estructurado es de categoría 6A que permite soportar 10/100/1000 Mb, el proyecto ha incluido el montaje de 141 puntos de red, los cuales se muestran en la figura 4.5. Los puntos de red que se han instalado cumplen con las normas y estándares internacionales, según el estudio los puntos de red están distribuidos de la siguiente manera: ver tabla 4.3.



**Fig. 4.5: Cableado estructurado**

**Fuente: [Elaboración propia]**

**TABLA 4.3: Puntos de red en instituciones****Fuente: [Elaboración propia]**

Cálculo de cantidad de puntos de red por institución:

1	Centro poblado	Nivel	Institución	Punto de red
2	Urinsaya	Secundaria	Tupac Amaru	4
3	Puente Central	Secundaria	José Maria Arguedas	4
4	Urinsaya	Primaria	56184 Urinsaya	4
5	Huahuahuasi	Secundaria	Bartolome de las Casas	4
6	Puente Central	Secundaria	Mamanihuayta	3
7	Urinsaya	Secundaria	Queroccollana	3
8	Coporaque	Secundaria	Horacio Zevallos Games	3
9	Huayhuahuasi	Primaria	56183 Huayhuahuasi	4
10	Puente Central	Primaria	501392 Machupunte	3
11	Huayhuahuasi	Secundaria	Asillopata Totora Alta	3
12	Coporaque	Primaria	56182 Horacio Zevallos G	3
13	Tahuapalca	Secundaria	CEGECOM Tahuapalca	3
14	Coporaque	Estado	Puesto de Salud	7
15	Urinsaya	Primaria	Bajo Achahui	2
16	Puente Central	Primaria	56209 Mamanihuayta	2
17	Hua huahuasi	Primaria	Asillopata Totora Alta	2
18	Puente Central	Estado	Municipio	10
19	Puente Central	Secundaria	56222 Tarucuyo	3
20	Tahuapalca	Estado	Municipio	8
21	Coporaque	Estado	Municipio	10
22	Urinsaya	Primaria	Ccmanocca	2
23	Urinsaya	Estado	Municipio	9
24	Urinsaya	Estado	Puesto de Salud	6
	Huayhuahuasi	Estado	Puesto de Salud	6
			TOTAL	108

#### **4.4 Sistema de Protección Perimetral**

Equipo de protección perimetral

El equipo de protección perimetral se encarga de la Gestión Unificada de Seguridad y Amenazas. Lo cual permite que la solución para la seguridad de nuestra red es unificada, es decir tiene varias aplicaciones sobre un mismo equipo, de tal manera que tiene los siguientes módulos: antivirus, Antispyware, Antispam, filtrado NAT y VPN.

##### **4.4.1 Módulo Antivirus**

Para proteger a los equipos de red de los virus que podrían circular se ha implementado un software antivirus dentro de un appliance, cabe resaltar que se reduce la probabilidad en gran medida, pero ningún sistema es 100% seguro por lo que las actividades de supervisión de seguridad de red son importantes. Se ha tenido que configurar en cada equipo de comunicación tal como se muestra en la figura 4.6.

Debido a que constantemente aparecen nuevos virus y vulnerabilidades el appliance debe tener permanente conexión a internet lo cual le permita actualizar sus firmas de datos y archivos de búsqueda.





**Fig. 4.6: Trabajos de configuración de equipos de comunicación**

**Fuente: [Elaboración propia]**

#### **4.5 Sistema de Intranet**

##### **SERVIDOR**

La red y las aplicaciones desplegadas necesitan de un servidor, en el cual se guarda la información de una manera segura, en ese sentido se ha implementado en el Centro de datos del municipio un servidor, en el cual se ha instalado los software para los aulas multimedia y también se ha instalado software educativos que los profesores comparten entre ellos, así como almacenar proyectos realizados por ellos para la colaboración entre los mismos, pasando presentaciones de aulas virtuales, ayudando a mejorar el trabajo desde un lado hacia otro. Según tabla 4.4.

En este servidor se ha ejecutado programas como el software de colaboración, para la interacción entre las instituciones, ya sea de forma local o a través del internet, asimismo, el software ha permitido crear las aulas virtuales, blog y demás herramientas orientadas a la educación.

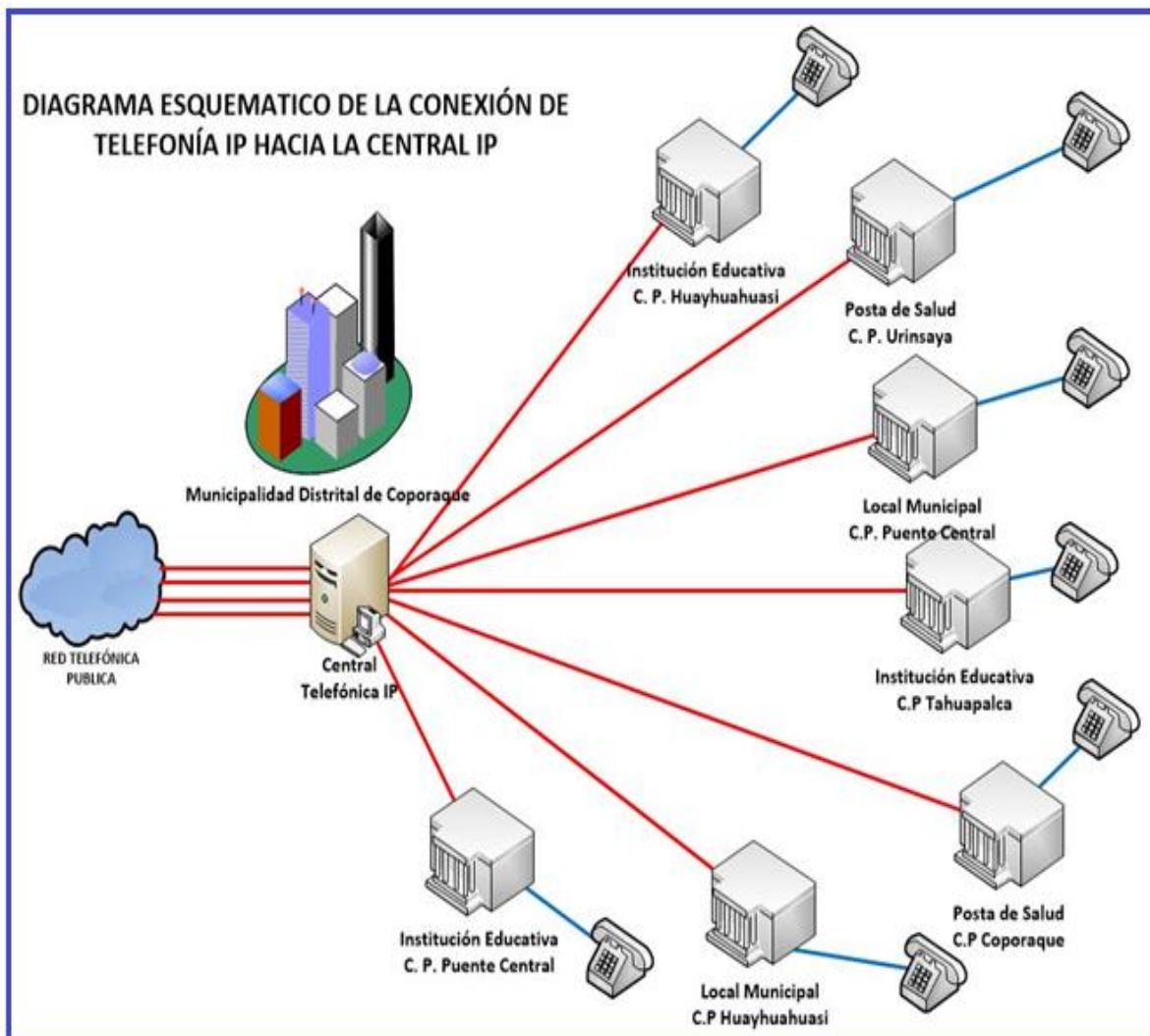
**TABLA 4.4: Equipo en sede central**

**Fuente: [Elaboración propia]**

SEDE	CANTIDAD DE EQUIPOS
Municipalidad Distrital de Coporaque	1
Total	1

#### **4.6 Sistema de Telefonía IP**

Las comunicaciones en los centros poblados de Coporaque carecen de cobertura celular o telefonía fija en un 100%, en tal sentido se ha colocado un teléfono IP en cada institución, para que puedan conectarse entre sí y de la misma manera a través de una Central IP, sale a la Red Telefónica Pública (Operador Telefónico). Este sistema permite tener comunicación ilimitada dentro de la red Privada IP, si es que desean hacer llamadas locales, nacionales o internacionales, se debe acceder a través de la Red Telefónica Pública, la cual se ha conectado a la Central IP y brinda el acceso, para realizar la llamada cuentan con saldo en la línea o utilizan tarjetas prepago tipo Hola Peru, 147, etc. Se muestra el diagrama en la figura 4.7.



**Fig. 4.7: Diagrama de telefonía IP hacia la central IP**

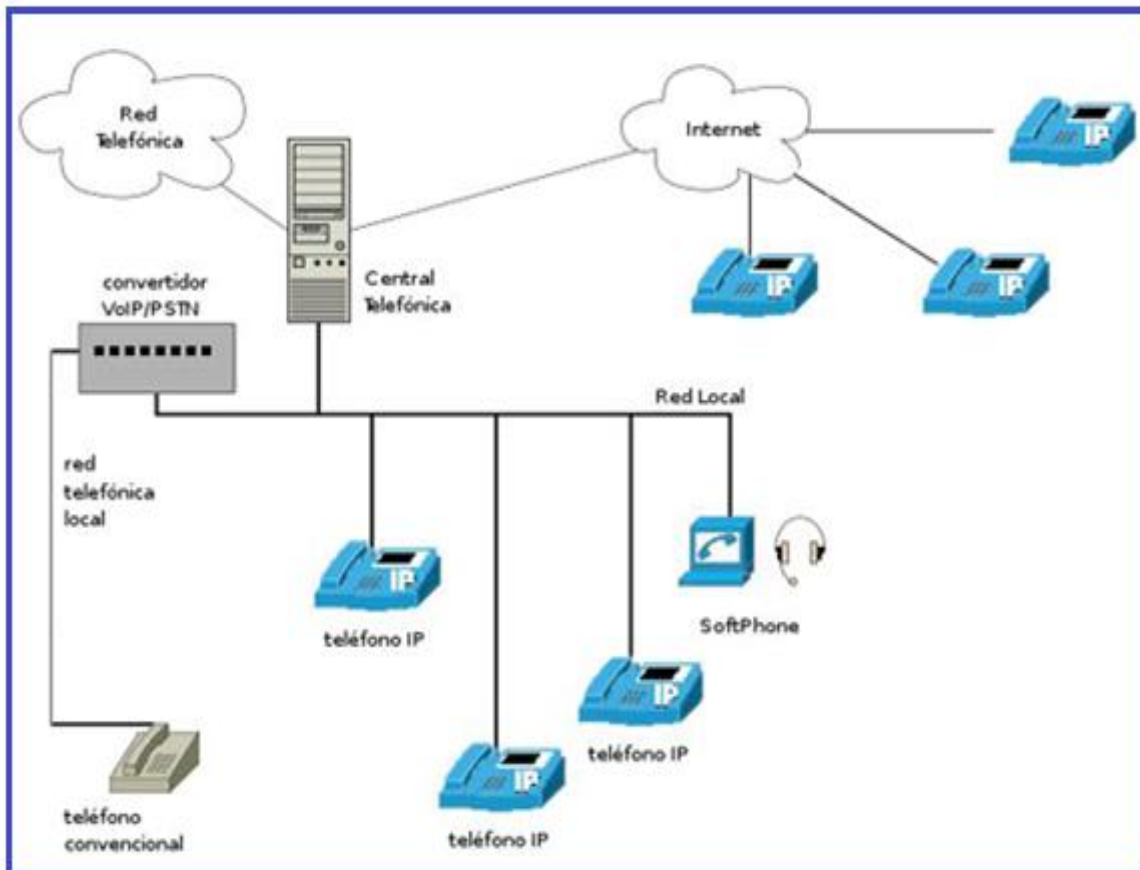
**Fuente: [Elaboración propia]**

En el diagrama se observa, que los teléfonos IP de las instituciones salen a través de la central telefónica IP, que está ubicado en la Municipalidad Distrital de Coporaque y este a su vez tiene acceso a la red telefónica pública.

#### **4.6.1 Central Telefónica IP**

La central telefónica se encarga de gestionar las llamadas identifica usuarios, controla el ancho de banda, enruta las IPs, etc. Es la que gestiona la red de telefonía IP.

La central utiliza dos protocolos de señalización SIP. El cableado necesario se indica en la figura 4.8.



**Fig. 4.8: Red de telefonía**

**Fuente: [Elaboración Propia]**

#### **4.6.2 Cantidad de equipos informáticos por Institución**

Las instituciones involucradas en el proyecto cuentan con un Teléfono IP, el cual aprovecha la red interconexión alámbrica desplegada entre las instituciones educativas, cada teléfono IP a la vez proporciona red a una computadora, toda institución a la vez se ha dejado con un acces point; en tal sentido en tal sentido la distribución de equipos es de la siguiente manera, tabla 4.5.

**TABLA 4.5: Cantidad de equipos por institución****Fuente: [Elaboración propia]**

Ítem	Centro Poblado	Nivel	Institución	Teléfono IP	Computadoras	Acces Points
1	Urinsaya	Secundaria	Tupac Amaru	3	3	1
2	Puente Central	Secundaria	José María Arguedas	3	3	1
3	Urinsaya	Primaria	56184 Urinsaya	3	3	1
4	Huayhuahuasi	Secundaria	Bartolome de las Casas	3	3	1
5	Puente Central	Secundaria	Mamanihuayta	2	2	1
6	Coporaque	Secundaria	Querocollana	2	2	1
7	Urinsaya	Secundaria	Horacio Zevallos Games	2	2	1
8	Huayhuahuasi	Primaria	56183 Huayhuahuasi	3	3	1
9	Puente Central	Primaria	501392 Machupuenta	2	2	1
10	Huayhuahuasi	Secundaria	Asillopata Totora Alta	2	2	1
11	Coporaque	Primaria	56182 Horacio Zevallos G	2	2	1
12	Tahuapalca	Secundaria	CEGECOM Tahuapalca	1	1	1
13	Coporaque	Estado	Puesto de Salud	5	2	2
14	Urinsaya	Primaria	Bajo Achahui	1	1	1
15	Puente Central	Primaria	56209 Mamanihuayta	1	1	1
16	Huayhuahuasi	Primaria	Asillopata Totora Alta	1	1	1
17	Puente Central	Estado	Municipio	8	1	2
18	Puente Central	Secundaria	56222 Tarucuyo	1	1	1
19	Tahuapalca	Estado	Municipio	7	1	2
20	Coporaque	Estado	Municipio	8	2	4
21	Urinsaya	Primaria	Ccmanocca	1	1	1
22	Urinsaya	Estado	Municipio	8	1	2
23	Urinsaya	Estado	Puesto de Salud	5	1	2
24	Huayhuahuasi	Estado	Puesto de Salud	5	1	2
			TOTAL	79	42	33

## CAPÍTULO V IMPACTO AMBIENTAL Y CAPACITACIÓN

### 5.1 Descripción

Se han realizado talleres en el manejo de uso de equipos de cómputo y TIC, el objetivo ha sido aprender a utilizar los equipos de cómputo y entender la tecnología brindada. Se han utilizado los equipos instalados para estos talleres., ver figura 5.1.

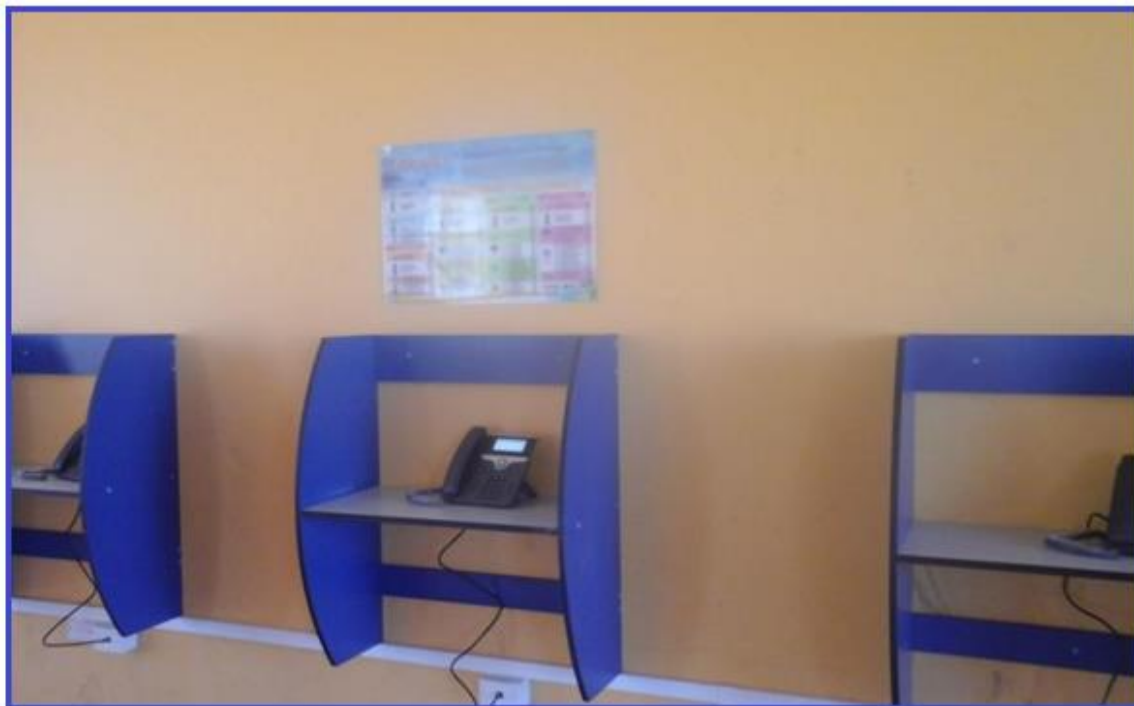
La capacitación básica a los docentes en el uso de equipos de cómputo ha contemplado los siguientes puntos:

- Componentes de una computadora.
- Buen uso de una computadora.
- Utilización del Sistema Operativo.

Cantidad	05 talleres
Duración	04 horas cada Taller
Modalidad	Presencial

Taller en el manejo del internet, el objetivo ha sido aprender a navegar y utilizar las herramientas que brinda internet:

- Buscadores de internet.
- Páginas de Noticias.
- Correo electrónico.



**Fig. 5.1: Locutorios para telefonía**

**Fuente: [Elaboración propia]**

## **5.2 Impacto Ambiental.**

Se ha tomado en consideración las medidas preventivas pertinentes para minimizar los impactos ambientales, se ha tenido en cuenta el cuidado de no dañar propiedad privada al momento del tendido de fibra, y se obtuvo el CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos) que ha certificado que el lugar por donde se ha trabajado no ha dañado dichos restos.

## **5.3 Aspectos Ambientales**

Debido a que el proyecto no tiene una envergadura física masiva, y que se soporta en infraestructura existente (postes eléctricos) no ha existido mayor impacto físico ni biológico, los cuales se han tratado de minimizar al máximo, como fue el de residuos sólidos, cables, cartones, rollos de madera, piezas de metales, etc.

#### **5.4 Determinación de Impactos Ambientales**

Durante la ejecución del proyecto se ha tratado de mermar las acciones que pudieran haber generado impacto ambiental, los peligros se han identificado y se ha planteado mitigarlos de la siguiente manera:

#### **5.5 Acciones de Mitigación**

##### Impactos Ambientales

Uno de los principales impactos ambientales ha sido al momento de construir las salas de cómputo en las instituciones, además de la construcción de sus pozos a tierra, se han presentado casos donde se ha tenido que destruir arbustos y mover tierras para lo cual se ha tenido que recoger materiales usados y la reforestación del césped natural.

Un impacto importante fue el generado por los trabajadores al momento de realizar las labores, llámense almuerzos, por el uso de tapers y bolsas, o envases de botellas para gaseosas o agua, además de los elementos de ayuda de oficina en obra como plumones cinta masking tape, papeles; para lo cual se han colocado contenedores cerca de las labores y se ha inducido a que se utilicen de buena manera. Según la siguiente figura 5.2 se ha tratado de no afectar el medio ambiente circundante de las instituciones donde se realizaron los trabajos:





**Fig. 5.2: Ambiente circundante de institución.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

#### Impactos Acústicos

Los trabajos que ocasionan ruidos acústicos considerables se han tratado de minimizar, se ha elaborado una programación adecuada aceptada por los pobladores, si bien los ruidos no son aceptables ni en horarios laborales o nocturnos, se ha avisado a los pobladores de las fechas y nivel de ruidos que se han generado, para luego de su aceptación proceder con los trabajos.

Se ha contemplado el uso de equipos EPP de protección personal, como cascos, guantes, orejeras para los operadores, chalecos de advertencia, se ha comprobado que los equipos sean de buena calidad y certificados. También se ha capacitado al personal con instrucciones para el manejo adecuado de herramientas, por último, el nivel de ruido

sobrepasó los 0 Decibeles en el área de trabajo ya que en algunas instituciones se encontraban alumnos estudiando, como en la figura 5.3 siguiente, se trató de no causarles molestias sonoras.



**Fig. 5.3: Alumnos en clases.**

**Fuente: [Elaboración propia]**

#### Precauciones correctivas y preventivas

- Al ser los materiales utilizados en la construcción de algunas bases para postes, o para resanar canalizados en las instituciones como piedra hormigos o arena, propios del lugar no se ha sobre-explotado los recursos del lugar.
- Se han retirado de las áreas intervenidas por el proyecto, todo residuo y/o material sobrante, buscando en medida de lo posible que el área de instalación pueda regresar a su condición inicial.

- Para no afectar a los pobladores las labores que comprometen ruidos y tráfico de tránsito, se han realizado en horario diurno.
- La planificación de la instalación ha sido de tal manera que al final de la jornada no se dejaron materiales ni maquinarias descuidadas, que pudieron poner en peligro la integridad de personas o animales.
- Se utilizaron arneses de seguridad que ha facilitado la salida del personal que ha subido a los postes.

## 5.6 Capacitación y Sensibilización

El proyecto ha contemplado la ejecución de 05 Talleres de manejo básico de equipos de cómputo y TIC y 05 Talleres del uso del internet, para personas que desearon aprender el uso de los equipos de cómputo y los beneficios del manejo de internet, las capacitaciones fueron realizadas en el mismo centro poblado para evitar grandes desplazamientos, ver figura 5.4.



Fig. 5.4: Maestros en charlas de inducción

Fuente: [Elaboración propia]



Las capacitaciones se han ejecutado en grupos de 20 personas por salón, las mismas fueron realizadas fuera de horas de clase para no afectar el normal desempeño de estos. Debido a que pobladores han participado activamente en el uso de las telecomunicaciones en su quehacer diario, se ha brindado boletines informativos de todas las ventajas que se puede lograr haciendo uso del internet, difundiendo vía radial a toda la población y mediante panfletos y anuncios como en la fig. 5.5.

DIRECTORIO TELEFÓNICO		
HUAYHUAHUASI	URINSAYA	PUEBLO CENTRAL
 Municipalidad de Huayhuahuasi	 Municipalidad de Urinsaya	 Municipalidad de Pueblo Central
201	301	401
202	302	402
203	303	403
621	631	641
 Cabina Pública Municipalidad de Huayhuahuasi	 Cabina Pública Municipalidad de Urinsaya	 Cabina Pública Municipalidad de Pueblo Central
622	632	642
623	633	643
624	634	644
625	635	645
205	304	I.E. Sec. José María Arguedas 404
206	305	I.E. Sec. José María Arguedas 405
207	306	I.E. Sec. José María Arguedas 406
208	307	I.E. Sec. Mamanihuayta 409
209	308	I.E. Sec. Mamanihuayta 410
 Puesto de Salud	 Puesto de Salud	 I.E. CEBA Tarucuyo 502
210	309	I.E. Prim. 501392 Machupueente 407
 I.E. Sec. Bartolomé de las Casas	 I.E. Sec. Tupac Amaru	I.E. Prim. 501392 Machupueente 408
211	I.E. Sec. Tupac Amaru 310	I.E. Prim. 56210 Challqui 116
I.E. Sec. Bartolomé de las Casas 212	I.E. Sec. Tupac Amaru 311	I.E. Prim. 56209 Mamanihuayta 411
I.E. Sec. Asillopata - Tora Alta 219	I.E. Sec. Querocollana 321	I.E. Prim. 56220 Manturca 412
I.E. Sec. Asillopata - Tora Alta 220	I.E. Sec. Querocollana 322	I.E. Prim. 56606 Chilarana 413
I.E. Prim. 56218 Asillopata - T. A. 204	I.E. Prim. 56184 Urinsaya 312	I.E. Prim. 56216 Hancamayo 414
I.E. Prim. 56183 Huayhuahuasi 213	I.E. Prim. 56184 Urinsaya 313	I.E. Prim. 56215 Apachaco 415
I.E. Prim. 56183 Huayhuahuasi 214	I.E. Prim. 56214 Querocollana 315	I.E. Prim. 56222 Tarucuyo 506
I.E. Prim. 56183 Huayhuahuasi 215	I.E. Prim. 56184 Urinsaya 314	I.E. Inicial 883 Mamanihuayta 416
I.E. Prim. 56211 Quisopampa T. B. 216	I.E. Prim. 56214 Querocollana 315	I.E. Inicial 723 Machupueente 419
I.E. Prim. 56426 Lauca 217	I.E. Prim. 56356 Ccamanocca 316	I.E. Inicial 483 Tarucuyo 507
 I.E. Prim. 501301 Taccacca	 I.E. Prim. 56223 Bajo Achahui 317	
218	I.E. Prim. 56436 Senalata 318	
I.E. Prim. 56219 Cotahuasi 114	I.E. Prim. 501253 Chullo Bajo 319	
 I.E. Inicial 880 Asillopata	 I.E. Inicial Urinsaya 320	
221	I.E. Inicial Urinsaya 320	
I.E. Inicial 482 Huayhuahuasi 222	I.E. Inicial Querocollana 323	
115	I.E. Inicial Ccamanocca 324	
	I.E. Inicial 879 Achahui 325	

Fig. 5.5: Directorio telefónico impreso.

Fuente: [Elaboración propia]

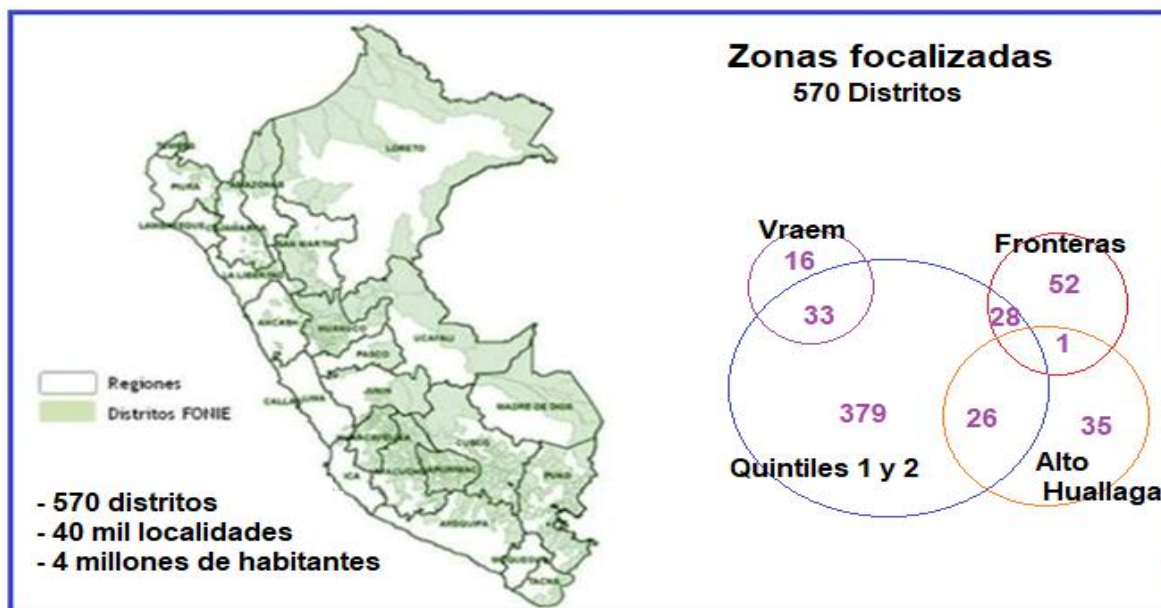
## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

#### **6.1 Financiamiento del Proyecto**

El fondo FONIE que significa Fondo para la Inclusión Económica en zonas rurales según Ley N°29951 artículo 23° del presupuesto fiscal 2013, busca financiar estudios de pre-inversión, ejecución a cargo de entidades de gobiernos nacionales en las áreas de electrificación, telecomunicaciones, caminos rurales e infraestructura de agua y saneamiento.

En el marco del programa FONIE implementado por el estado peruano mediante el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), se busca compensar el crecimiento económico de las regiones y sectores apartados con los del resto de la nación, por ende, se planteó la creación de varios procedimientos de inclusión social en construcción, electricidad y telecomunicaciones. En la figura 6.1 se muestra un mapa general de los 570 distritos beneficiados por el programa FONIE.



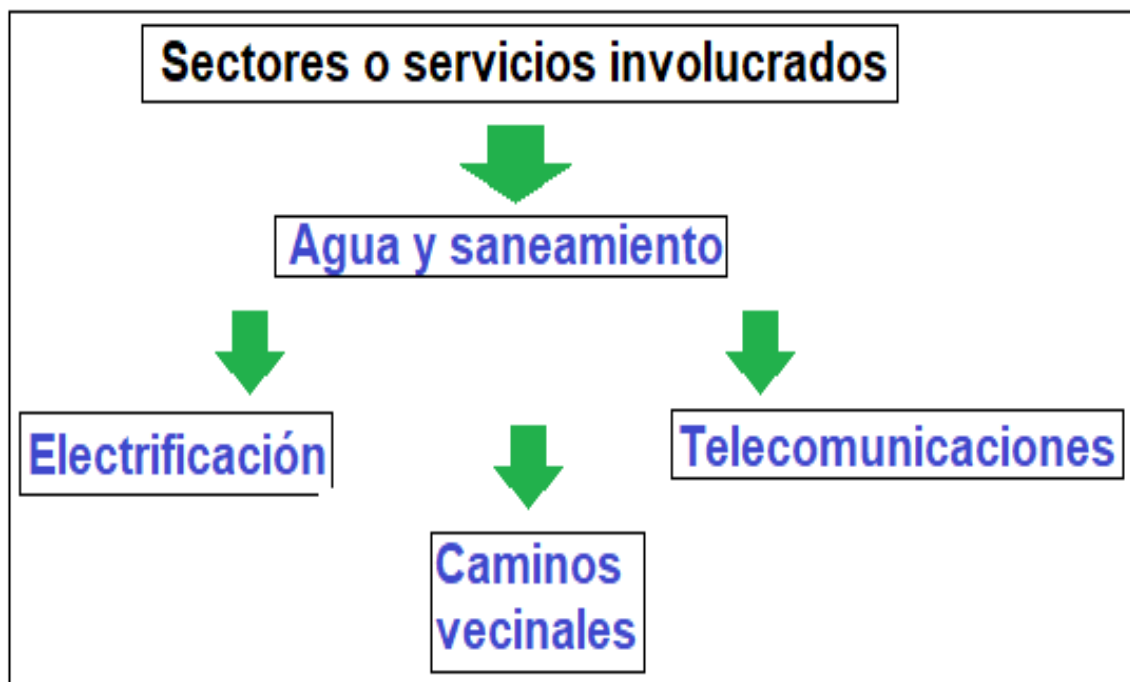
**Fig. 6.1: Poblaciones focalizadas**

Fuente: [Elaboración propia]

## 6.2 Descripción del Fondo usado “FONIE”

El motivo por el cual el fondo FONIE patrocina los servicios de telecomunicaciones: Telefonía móvil y fija, es soportar las necesidades básicas de los pobladores y así mejorar su inclusión social.

El financiamiento cubre todas las fases del ciclo del Proyecto de Inversión Pública (PIP), desde el estudio de perfil, pasando por la elaboración del expediente técnico y ejecución, pero el mantenimiento de la obra al ser un gasto concurrente lo debe de asumir la propia municipalidad. En la siguiente figura 6.2 se muestra el diagrama de los sectores favorecidos por el programa FONIE.



**Fig. 6.2: Sectores cubiertos FONIE**

**Fuente: [Elaboración propia]**

El FONIE es un fondo de presupuesto asignado para zonas de los quintiles 1 y 2 de bajos recursos, así como el Alto Huallaga, zona VRAEN, etc. En total son 570 distritos o 5 millones de personas, y busca atender sus necesidades básicas.

Las municipalidades gestionan un perfil del proyecto en la fase llamada pre-inversión que es un estudio detallado del perfil. Luego este perfil pasa a la fase de expediente técnico, en este paso se asignan los fondos para la obra, el FITEL en los cuatro primeros meses en conjunto con el PIP (proyectos de inversión pública) para orientar a los Gobiernos Locales.

Los proyectos FONIE son debidamente registrados por la persona responsable de cada localidad generalmente un economista, quien es el encargado de dar la viabilidad a la idea del trabajo, primero a nivel perfil, luego del cual se han confeccionado los términos de referencia para la preparación del procedimiento técnico y finalmente las empresas que

cumplan con las especificaciones técnicas del expediente ha sido la que gane la licitación y ser la encargada de la ejecución del proyecto. En la figura 6.3 se visualiza su creación en el sistema SNIP del estado,

Búsqueda por Código

Código SNIP  
 Código Unificado (Antes Código BIAF)

271052

Código SNIP	271052	Fecha de Registro	19/08/2013
Nombre PIP	INSTALACION DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES: INTERNET, INTRANET Y TELEFONIA IP PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS, POSTAS DE SALUD Y LOCALES MUNICIPALES DE LOS CENTROS POBLADOS DEL DISTRITO DE COPORAQUE, PROVINCIA DE ESPINAR, DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Cadena Funcional	COMUNICACIONES - TELECOMUNICACIONES - SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES		
Unidad Formuladora (UF)	GERENCIA MUNICIPAL GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COPORAQUE		
Unidad Evaluadora (OPI)	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COPORAQUE GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COPORAQUE		
Beneficiarios	14,249	Fuente de Financiamiento:	CANON Y SOBRECANON, REGALIAS, RENTA DE ADUANAS Y PARTICIPACIONES
Responsable de Viabilidad	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COPORAQUE(POR ENCARGO)	Fecha de Viabilidad	11/09/2013
Situación	VIABLE	Nivel Requerido para Viabilidad	PERFIL
Último Estudio y Calificación	PERFIL - APROBADO	Estado del Proyecto	ACTIVO
Monto Viable	6,328,095	Monto Reformulado	0
Monto del Estudio Definitivo o Expediente Técnico (F15)	0	Monto Total Registrado en la Fase de Inversión	7,628,340.79
¿El proyecto se ejecuta por etapas?	No		
Monto de Inversión Total	7,628,340.79		
¿Tiene registro de consistencia?	No	¿Tiene informe de cierre registrado?	No
Marcas	<input checked="" type="radio"/> El PIP pertenece a FONIE <input checked="" type="radio"/> El PIP EN DISTRITOS POBRES		

Fig. 6.3: Ficha SNIP del proyecto FONIE

Fuente: [Elaboración propia]



## CONCLUSIONES

- 1) Se ha efectuado el diseño de la red de fibra con las siguientes características: se ha escogido el tipo de cable ADDS (auto-soportado y totalmente dieléctrico) monomodo en la ventana de 1310 nm; la interconexión elegida ha sido punto a punto con topología de tipo estrella para interconectar el nodo de distribución y del tipo árbol para interconectar los nodos de acceso; se ha usado los postes de tendido eléctrico de media y baja tensión obteniendo un tendido total de 200 Km de fibra.
- 2) Se han instalado 108 puntos de red en las 24 instituciones elegidas, interconectando al sistema de intranet los equipos informativos siguientes: 33 acces point, 42 computadoras y 79 anexos telefónicos. El sistema de intranet contiene un servidor de aplicaciones educativas para el uso educativo y cuenta con un sistema de protección perimetral para su uso seguro.
- 3) En razón al ancho de banda proyectada por encima de 1 Gbps y a la disponibilidad de las comunicaciones, se ha elegido la tecnología de fibra óptica por sobre la tecnología de radio enlaces; en tal sentido este proyecto ha tenido una inversión aproximada a los 7 millones de soles.
- 4) Las charlas dictadas tuvieron la acogida esperada ya que se ha conseguido llenar las salas de 20 personas en los 5 talleres realizados, estos fueron dictados luego del horario académico y laboral de los pobladores, los talleres se enfocaron en manejo de equipos de cómputo y TIC, talleres de internet, los talleres fueron realizadas en cada una de las 5 localidades del proyecto.
- 5) La Municipalidad debe gestionar los mantenimientos anuales y operación del proyecto de fibra óptica, ya que estos costos no están asumidos por el presente proyecto, debido a que el fondo FONIE solo contempla un gasto de implementación único. Se propone que los gastos pueden ser asumidos por fondos municipales del canon y sobre-canon.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIE. (2021). *cie.gov.ar*. Obtenido de <https://cie.gov.ar/web/images/Fibra-optica.pdf>
- FITEL. (2021). *transparencia.gob.pe*. Obtenido de [https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte\\_transparencia\\_enlaces.aspx?id\\_entidad=13650](https://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte_transparencia_enlaces.aspx?id_entidad=13650)
- INEI. (2020). *inei.gob.pe*. Obtenido de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf)
- MIDIS. (2020). *midis.gob.pe*. Obtenido de <https://www.midis.gob.pe/fonie/index.php>
- MTC. (2014). *portal.mtc.gob.pe*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/logros\\_red\\_dorsal.html](https://portal.mtc.gob.pe/logros_red_dorsal.html)
- MTC. (2018). *Logros, Red dorsal Nacional de Fibra Óptica*. Obtenido de portal.mtc: [https://portal.mtc.gob.pe/logros\\_red\\_dorsal.html](https://portal.mtc.gob.pe/logros_red_dorsal.html)
- MTC. (2020). *gob.pe.institucion*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/23526-mtc-crea-el-programa-nacional-de-telecomunicaciones-pronatel-para-llevar-internet-de-alta-velocidad-a-todo-el-pais>
- OSIPTEL. (2015). *gob.pe*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osiptel/noticias/211553-osiptel-la-red-dorsal-de-fibra-optica-eliminara-los-cuellos-de-botella-que-impiden-el-acceso-al-internet>
- UNLP. (2021). *trabajosocial.unlp.edu.ar*. Obtenido de [https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/switch\\_\\_routers\\_y\\_acces\\_point\\_\\_conceptos\\_generales.pdf](https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/switch__routers_y_acces_point__conceptos_generales.pdf)
- ZTT. (2014). *zttcable*. Obtenido de <http://www.zttcable.com.hk/es/opgw.htm>

## ANEXOS

ANEXO 1: ESTÁNDARES, CÓDIGOS Y REGULACIONES APLICABLES.....	<b>75</b>
ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO.....	<b>90</b>

## ANEXO 1

### ESTÁNDARES, CÓDIGOS Y REGULACIONES APLICABLES

Para la implementación de la red de fibra óptica se ha tomado en consideración los requerimientos, recomendaciones y especificaciones técnicas establecidas y aplicables en los siguientes estándares, códigos y reglamentos:

#### 1. **TIA/EIA-568C: Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.**

TIA/EIA-568C es un conjunto de estándares definidos por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Alianza de Industrias Electrónicas (EIA) que se centra en el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y centros de datos. Esta serie de normas proporciona directrices para la creación de infraestructuras de telecomunicaciones eficientes y fiables.

Los estándares TIA/EIA-568C cubren varios aspectos del cableado, incluyendo:

568C.0: Requisitos generales para sistemas de cableado de telecomunicaciones genéricos.

568C.1: Especifica los requisitos para el cableado de edificios comerciales, definiendo los componentes, las especificaciones de rendimiento y los principios de diseño para sistemas de cableado estructurado.

568C.2: Se centra en el cableado de cobre de par trenzado balanceado y define las especificaciones de rendimiento, distancias y categorías de cableado de par trenzado (por ejemplo, Cat 5e, Cat 6, Cat 6a, etc.).

568C.3: Cubre componentes de cableado de fibra óptica y especificaciones de rendimiento.

568C.4: Aborda las especificaciones y requisitos de rendimiento para cableado coaxial en sistemas de cableado de telecomunicaciones.

568C.0-2: Un anexo que proporciona especificaciones adicionales para componentes y sistemas de cableado de par trenzado balanceado.

Estos estándares establecen pautas para la instalación, terminación, prueba y documentación de sistemas de cableado estructurado, asegurando compatibilidad, confiabilidad y rendimiento. El cumplimiento de TIA/EIA-568C ayuda a crear una infraestructura de telecomunicaciones estandarizada y eficiente que admita diversas aplicaciones y tecnologías dentro de edificios comerciales y centros de datos.

## **2. TIA/EIA-569C: Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. NORMA ANSI/TIA/EIA-569-C.**

Áreas de trabajo.

El Área de Trabajo se define como el espacio físico, donde los usuarios interactúan con los dispositivos de telecomunicaciones.

Está definido por el espacio que va desde la salida de telecomunicaciones a los equipos. Los equipos pueden ser teléfonos, fax, computadoras, etc.

Si no se dispone de mejores datos, se recomienda asumir un área de trabajo cada 10 m<sup>2</sup> de área utilizable del edificio.

## **3. TIA/EIA-606B: Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.**

TIA/EIA-606B es un estándar establecido por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Alianza de Industrias Electrónicas (EIA) que proporciona pautas para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones dentro de un edificio comercial o centro de datos. Este estándar se centra específicamente en el etiquetado y la documentación de diversos elementos dentro de una red, como cableado, vías y espacios.

TIA/EIA-606B describe un enfoque estructurado para etiquetar y documentar componentes de red para garantizar claridad, organización y facilidad de mantenimiento. Ayuda a identificar, rastrear y administrar diferentes elementos dentro de una red, lo cual es crucial para la resolución de problemas, el mantenimiento y las actualizaciones eficientes.

Este estándar proporciona recomendaciones para esquemas de etiquetado, códigos de color y formatos de documentación para diferentes componentes como cables, paneles de conexión, conectores y más. El cumplimiento de TIA/EIA-606B puede mejorar significativamente la gestión y el mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones dentro de una instalación.

#### **4. ANSI/TIA/EIA-758: Cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones de Propiedad del Usuario.**

ANSI/TIA/EIA-758 estándar desarrollado por la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) que se centra específicamente en la medición y evaluación del uso de energía eléctrica dentro de las instalaciones de telecomunicaciones.

Esta norma proporciona pautas y requisitos para medir y reportar el consumo de energía asociado con equipos de telecomunicaciones, incluidos centros de datos e instalaciones relacionadas. ANSI/TIA/EIA-758 tiene como objetivo promover la eficiencia en el uso de energía, permitiendo a las organizaciones comprender, gestionar y optimizar mejor su consumo de energía dentro de estos entornos.

Al establecer protocolos y requisitos de medición, esta norma ayuda a evaluar la eficiencia energética de diferentes equipos y sistemas dentro de las instalaciones de telecomunicaciones. El cumplimiento de ANSI/TIA/EIA-758 facilita la implementación de prácticas que reducen el desperdicio de energía, lo que genera ahorros de costos y beneficios ambientales.

## **5. TIA/EIA 455-61A: Medición de Atenuación de Fibra o Cable utilizando un OTDR.**

Es un estándar que se refiere a la medición de la atenuación (la disminución de la intensidad de la señal) de cables de fibra óptica utilizando un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR). Este estándar proporciona pautas y procedimientos para usar un OTDR para medir las características de atenuación de los cables de fibra óptica.

Un OTDR es una herramienta crucial en las pruebas de fibra óptica, ya que permite a los técnicos analizar la calidad de un cable de fibra óptica enviando un pulso de luz a lo largo del cable y midiendo las señales reflejadas. Las señales reflejadas ayudan a evaluar varios parámetros, incluida la atenuación, las pérdidas de empalme y la ubicación de posibles problemas como roturas o dobleces en la fibra.

TIA/EIA 455-61A probablemente incluya especificaciones sobre:

Procedimientos de prueba: instrucciones paso a paso sobre cómo realizar mediciones utilizando un OTDR.

Calibración: Directrices para calibrar el equipo OTDR para garantizar mediciones precisas.

Interpretación de resultados: información sobre la interpretación de la traza OTDR para identificar niveles de atenuación, pérdidas de señal y posibles problemas en el cable de fibra óptica.

Este estándar es importante para garantizar prácticas de medición precisas y consistentes al evaluar las características de atenuación de los cables de fibra óptica que utilizan equipos OTDR, lo que ayuda en el mantenimiento y solución de problemas de las redes de fibra óptica.

## **6. TIA/EIA 526-7: Medición de Atenuación de Cable de Fibra óptica Monomodo Instalado.**

La norma TIA/EIA-526-7 proporciona directrices específicas para medir la atenuación en cables de fibra óptica monomodo instalados. La atenuación se refiere a la pérdida de señal a lo largo de la fibra óptica y es crucial para determinar la calidad de la transmisión de datos a través de la fibra.

Esta norma se centra en la medición precisa de la atenuación en cables de fibra óptica monomodo después de su instalación, lo que implica pruebas realizadas en condiciones del mundo real, considerando las variaciones de instalación, como curvas, empalmes y conectores.

Algunos puntos que podrían abordarse en la norma TIA/EIA-526-7 incluyen:

**Procedimientos de Prueba:** Describe los métodos estandarizados para realizar mediciones de atenuación en cables de fibra óptica monomodo instalados.

**Equipamiento:** Especifica los equipos de prueba recomendados y sus configuraciones para garantizar mediciones precisas y repetibles.

**Interpretación de Resultados:** Ofrece pautas para interpretar los resultados de las mediciones de atenuación y establecer límites aceptables según los estándares de la industria.

Estas directrices son fundamentales para los técnicos y especialistas en redes, ya que les permiten evaluar la calidad de las instalaciones de fibra óptica monomodo, asegurando un rendimiento óptimo de la red después de la implementación.

## **7. Recomendación UIT-T, G650: Definición y Métodos de Prueba de los Parámetros pertinentes de las fibras monomodo.**

La Recomendación UIT-T G.650 se centra en la definición y métodos de prueba de parámetros relevantes para fibras ópticas monomodo. Esta recomendación establece



las especificaciones y procedimientos para caracterizar y evaluar las fibras ópticas monomodo utilizadas en sistemas de comunicaciones.

Algunos aspectos abordados en la Recomendación G.650 son:

**Caracterización de la Fibra:** Defina los parámetros fundamentales que describen las características ópticas de las fibras monomodo, como la atenuación, la dispersión, la geometría de la fibra y la capacidad de transmisión.

**Métodos de Prueba:** Proporciona directrices y métodos estandarizados para medir y evaluar estos parámetros, lo que garantiza la consistencia y precisión en las pruebas realizadas por diferentes fabricantes y laboratorios.

**Tolerancias y Especificaciones:** Establece tolerancias permitidas para cada parámetro, lo que permite la fabricación de fibras ópticas que cumplen con estándares específicos de calidad y rendimiento.

La Recomendación G.650 es esencial para garantizar la calidad, la interoperabilidad y el rendimiento de las fibras ópticas monomodo utilizadas en sistemas de comunicación, al proporcionar pautas detalladas para su caracterización y pruebas.

## **8. Recomendación G652, UIT-T: Características de un Cable de Fibra Óptica Monomodo.**

La Recomendación G.652 de la UIT-T se centra en las características técnicas de los cables de fibra óptica monomodo, que son fundamentales para las comunicaciones de alta velocidad y larga distancia.

Algunos de los aspectos cubiertos por la Recomendación G.652 incluyen:

**Atenuación:** Define los niveles de atenuación permisibles para la fibra óptica a diferentes longitudes de onda, lo que afecta directamente la pérdida de señal durante la transmisión.

**Dispersión:** Especifica la dispersión cromática y la dispersión modal, que son críticas para mantener la integridad de la señal a través de la fibra óptica a largas distancias.

**Geometría:** Define los parámetros geométricos de la fibra, como el diámetro del núcleo y el revestimiento, y otros aspectos relacionados con la calidad de fabricación y la alineación óptima.

**Compatibilidad con Longitudes de Onda:** Especifica la capacidad de la fibra para soportar diferentes longitudes de onda, lo que es esencial para aplicaciones como WDM (multiplexación por división de longitud de onda) y sistemas de transmisión óptica de alta capacidad.

La Recomendación G.652 proporciona una guía estandarizada para fabricantes, operadores de redes y proveedores de servicios en cuanto a las características técnicas que deben cumplir los cables de fibra óptica monomodo para garantizar su rendimiento y compatibilidad en las redes de comunicaciones de hoy en día.

## **9. G671, UIT-T. Características de Transmisión de los Componentes y Sub-Sistemas ópticos.**

La recomendación ITU-T G.671 se centra en las características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos dentro de los sistemas de comunicación óptica. Esta recomendación aborda el rendimiento y las especificaciones de diversos componentes y subsistemas ópticos utilizados en la transmisión óptica.

Las áreas clave cubiertas en UIT-T G.671 pueden incluir:

**Componentes ópticos:** Especificaciones y características de componentes ópticos individuales como láseres, fotodetectores, moduladores, acopladores, divisores, etc., utilizados en sistemas de comunicación óptica.

**Subsistemas:** Especificaciones y parámetros de rendimiento para subsistemas ópticos ensamblados, que pueden involucrar combinaciones de componentes ópticos para realizar funciones específicas dentro de una red óptica.

Características de transmisión: Directrices y especificaciones sobre el comportamiento y rendimiento de componentes y subsistemas ópticos en relación con la transmisión, atenuación, dispersión y otros parámetros ópticos relevantes.

ITU-T G.671 tiene como objetivo definir características estandarizadas y métricas de rendimiento para diversos componentes y subsistemas ópticos utilizados en sistemas de comunicación óptica. Esta estandarización ayuda a garantizar la compatibilidad, confiabilidad e interoperabilidad entre diferentes componentes y subsistemas de varios fabricantes, facilitando el diseño y la implementación de redes de comunicación óptica eficientes y confiables.

#### **10. G692, UIT-T: Interfaces Ópticas para Sistemas Multicanales con Amplificadores Ópticos.**

ITU-T G.692 es una recomendación que especifica interfaces ópticas para sistemas multicanal con amplificadores ópticos. Esta recomendación se centra en definir parámetros y características para interfaces ópticas utilizadas en sistemas que emplean amplificadores ópticos en redes de telecomunicaciones.

Los aspectos clave cubiertos en ITU-T G.692 incluyen:

Parámetros de la interfaz óptica: Especificaciones para las características de la señal óptica, longitudes de onda, espaciado de canales y otros parámetros pertinentes a sistemas multicanal que utilizan amplificadores ópticos.

Compatibilidad de amplificadores: Directrices que garantizan que las interfaces ópticas dentro de sistemas multicanal sean compatibles y optimizadas para su uso con amplificadores ópticos, lo que permite una transmisión y amplificación eficiente de la señal.

Planes de canales: recomendaciones para organizar y utilizar canales ópticos de manera eficiente dentro de sistemas que emplean amplificadores ópticos.

ITU-T G.692 desempeña un papel crucial a la hora de garantizar la compatibilidad y la interoperabilidad de las interfaces ópticas dentro de sistemas multicanal que incorporan amplificadores ópticos. Esta estandarización facilita el diseño, implementación y gestión de redes de telecomunicaciones que utilizan tecnología de amplificación óptica para una transmisión eficiente de señales a través de múltiples canales.

#### **11. G957, UIT-T: Interfaces Ópticas para equipos y sistemas relacionados con la Jerarquía Digital Síncrona.**

La recomendación ITU-T G.957 (a menudo denominada G.957) cubre interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona (SDH). La Jerarquía Digital Síncrona es un protocolo de multiplexación estandarizado utilizado en redes de telecomunicaciones para transmitir datos a través de fibras ópticas.

ITU-T G.957 se centra específicamente en las interfaces ópticas y los parámetros utilizados en los sistemas SDH, proporcionando directrices y especificaciones para las interfaces ópticas utilizadas dentro de la estructura de red SDH. Esta recomendación define diversos aspectos relacionados con el sistema de transmisión óptica, tales como:

Parámetros de la interfaz óptica: especificaciones para las características de la señal óptica, incluida la longitud de onda, los niveles de potencia y los formatos de modulación utilizados dentro del marco SDH.

Sistemas de Línea Óptica: Lineamientos para los sistemas de línea óptica y sus interfaces, asegurando la compatibilidad e interoperabilidad entre diferentes equipos de varios fabricantes.

Elementos de red óptica: especificaciones para elementos de red óptica como multiplexores, regeneradores y otros dispositivos utilizados en redes SDH.

ITU-T G.957 tiene como objetivo garantizar la coherencia y compatibilidad entre las interfaces ópticas dentro de las redes SDH, facilitando el despliegue y operación de

sistemas de telecomunicaciones confiables y eficientes basados en el estándar de jerarquía digital síncrona.

## **12. Handbook, UIT-T: Construction, Installation, Jointing and Protection of Optical Fibres Cables.**

La UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) publica manuales y guías relacionados con las telecomunicaciones, incluidos aquellos que cubren la construcción, instalación, unión y protección de cables de fibra óptica. Estos manuales ofrecen información completa y mejores prácticas para diversos aspectos de la implementación y el mantenimiento de cables de fibra óptica.

El manual al que se refiere, centrado en la construcción, instalación, unión y protección de cables de fibra óptica, probablemente incluya orientación sobre:

Técnicas de construcción: detalles sobre cómo se fabrican los cables de fibra óptica, los materiales utilizados y las consideraciones de diseño para diferentes entornos (por ejemplo, aéreo, enterrado, interior).

Prácticas de instalación: Mejores prácticas para implementar cables de fibra óptica, incluidas consideraciones sobre técnicas de tendido, empalme y terminación de cables.

Procedimientos de unión: Pautas para unir o empalmar cables de fibra óptica, asegurando una pérdida mínima de señal y manteniendo la integridad del cable.

Protección de cables: información sobre cómo proteger los cables de fibra óptica de factores ambientales, como humedad, cambios de temperatura, daños físicos y otros peligros.

Estos manuales proporcionan una valiosa orientación para ingenieros, instaladores y técnicos de telecomunicaciones involucrados en la planificación, implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica. Su objetivo es garantizar la confiabilidad, la

longevidad y el rendimiento de los cables de fibra óptica dentro de diversas infraestructuras de telecomunicaciones.

### **13. IEC 60793: Especificaciones Fibras Ópticas.**

IEC 60793 es una serie de normas internacionales desarrolladas por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que proporciona especificaciones para fibras ópticas. Esta serie cubre varios aspectos y parámetros relacionados con las fibras ópticas utilizadas en telecomunicaciones, transmisión de datos y otras aplicaciones que dependen de la comunicación óptica.

IEC 60793 incluye varias partes, cada una de las cuales se centra en atributos y características específicos de las fibras ópticas. Algunas partes clave de la serie IEC 60793 incluyen:

IEC 60793-1: Especificaciones generales y procedimientos de prueba aplicables a todas las categorías de fibras ópticas.

IEC 60793-2: Especificaciones específicas para categorías de fibras ópticas en cuanto a su geometría, atenuación y ancho de banda.

IEC 60793-3: Especificaciones relacionadas con las propiedades mecánicas y ambientales de las fibras ópticas, como resistencia a la tracción, sensibilidad a la temperatura y resistencia a la flexión.

IEC 60793-4: Especificaciones y procedimientos de prueba para categorías de fibras ópticas en relación con sus características mecánicas, geométricas y de transmisión. Estos estándares definen parámetros como el diámetro del núcleo, la apertura numérica, la atenuación, el ancho de banda y otras características críticas para evaluar el rendimiento y la idoneidad de las fibras ópticas en diversas aplicaciones. El cumplimiento de IEC 60793 garantiza que los fabricantes, proveedores y usuarios cumplan con especificaciones reconocidas internacionalmente para fibras ópticas,

promoviendo la interoperabilidad y confiabilidad en los sistemas de comunicación óptica.

#### **14. IEC 60794: Especificaciones Cables de Fibra Óptica.**

IEC 60794 es otra serie de normas internacionales desarrolladas por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), que se centra específicamente en especificaciones para cables de fibra óptica. Esta serie proporciona pautas y especificaciones para diversos tipos de cables de fibra óptica utilizados en telecomunicaciones, transmisión de datos y otras aplicaciones.

De manera similar a los estándares para fibras ópticas (IEC 60793), la serie IEC 60794 está organizada en diferentes partes, cada una de las cuales aborda aspectos específicos de los cables de fibra óptica:

IEC 60794-1: Especificaciones generales y procedimientos de prueba para cables de fibra óptica.

IEC 60794-2: Especificaciones específicas para cables de fibra óptica en cuanto a su construcción, materiales y rendimiento en diferentes ambientes (p. ej., interior, exterior, aéreo, enterrado, etc.).

IEC 60794-3: Especificaciones y procedimientos de prueba para cables de fibra óptica con respecto a sus características mecánicas, como resistencia a la tracción, flexión, resistencia al impacto y desempeño ambiental.

IEC 60794-4: Especificaciones para cables de fibra óptica de exterior en cuanto a su construcción y diseño para instalaciones aéreas, de ductos y de entierro directo.

Estos estándares definen parámetros para el diseño, materiales, construcción, rendimiento y pruebas de varios tipos de cables de fibra óptica utilizados en diferentes entornos y aplicaciones. La adhesión a IEC 60794 garantiza que los fabricantes produzcan cables que cumplan con criterios reconocidos internacionalmente en cuanto a calidad, confiabilidad y durabilidad en redes de comunicación óptica.

**15. IEEE802.3z: Especificaciones para operación a 1000Mbps (Gigabit Ethernet) sobre cable de fibra óptica.**

IEEE 802.3z es un estándar que define las especificaciones para Gigabit Ethernet a través de cables de fibra óptica. En concreto, describe el funcionamiento de Gigabit Ethernet sobre medios de fibra óptica, estableciendo pautas para la transmisión de datos a velocidades de 1000 Mbps sobre fibras ópticas.

Este estándar especifica las características y protocolos de la capa física necesarios para admitir Gigabit Ethernet (1GigE) a través de cables de fibra óptica. Cubre aspectos como:

Medios físicos: especificaciones para cableado, conectores y señalización de fibra óptica para admitir la transmisión Gigabit Ethernet.

Métodos de transmisión: detalles sobre cómo se codifican, transmiten y reciben datos a través de enlaces de fibra óptica a velocidades de gigabit.

Compatibilidad: Garantizar la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes adheridos al estándar.

IEEE 802.3z permite el despliegue de redes Gigabit Ethernet de alta velocidad utilizando infraestructura de fibra óptica. Define los parámetros y protocolos necesarios para una transmisión de datos confiable y eficiente a través de cables de fibra óptica a velocidades de gigabit, admitiendo diversas aplicaciones que exigen un gran ancho de banda y rendimiento.

**16. IEEE P1222: Standard for All Dielectric Self Supporting Fiber Optic Cable (ADSS) for Use on Overhead Utility Lines.**

IEEE P1222 es un estándar desarrollado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) que se centra en cables de fibra óptica totalmente dieléctricos autoportantes (ADSS) diseñados para su implementación en líneas aéreas de servicios públicos. Los cables ADSS están diseñados específicamente para su uso en



instalaciones aéreas donde se pueden tender a lo largo de líneas eléctricas u otra infraestructura de servicios públicos.

El estándar IEEE P1222 describe las especificaciones y requisitos para los cables de fibra óptica ADSS, garantizando su idoneidad, durabilidad y seguridad para la instalación en entornos aéreos, como líneas de distribución de energía, sin la necesidad de soporte adicional o cables mensajeros.

Los aspectos clave cubiertos por IEEE P1222 pueden incluir:

Diseño y construcción: Especificaciones de la estructura, materiales y capas protectoras del cable para resistir factores ambientales como el clima, cambios de temperatura y tensiones mecánicas.

Rendimiento eléctrico y mecánico: requisitos de aislamiento eléctrico, resistencia a la tracción, radio de curvatura y otras propiedades mecánicas para garantizar un rendimiento confiable en instalaciones aéreas.

Seguridad y cumplimiento normativo: garantizar el cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad relacionados con el despliegue de cables de fibra óptica en postes de servicios públicos y otras estructuras aéreas.

El estándar IEEE P1222 desempeña un papel crucial a la hora de guiar el diseño, la fabricación y la implementación de cables de fibra óptica ADSS para líneas aéreas de servicios públicos, lo que permite una infraestructura de comunicación segura y eficiente junto con los sistemas de distribución de energía.

## **17. Código Nacional de Electricidad-Suministro 2011, 230.F. Cable de fibra óptica.**

### **Ministerio de Energía y Minas del Perú.**

#### **230.F.1. Cable de fibra óptica- suministro**

230.F.1.a. El cable definido como "de fibra óptica-suministro" sostenido en un cable mensajero que está puesto a tierra de manera efectiva en toda su longitud tendrá la

misma distancia de seguridad de las instalaciones de comunicaciones exigidas para el conductor neutro que cumple con la Regla 230.E.1.

230.F.1.b. El cable definido como "de fibra óptica-suministro" que es totalmente dieléctrico, o está sostenido en un cable mensajero totalmente dieléctrico, deberá tener la misma distancia de seguridad de las instalaciones de comunicaciones exigidas para el conductor neutro que cumple con la Regla 230.E.1.

230.F.1.c. Los cables de fibra óptica-suministro sostenidos con o dentro de los cables mensajeros que no cumplan con la Regla 230.F.1.a o 230.F.1.b deberán tener las mismas distancias de seguridad de las instalaciones de comunicaciones exigidas para dichos cables mensajeros.

230.F.1.d. Los cables de fibra óptica-suministro sostenidos con o dentro de un conductor(es), o que contengan un conductor(es) o cubierta(s) de cable dentro del montaje del cable de fibra óptica deberán tener las mismas distancias de seguridad de las instalaciones de comunicaciones exigidas para dichos conductores. Dicha distancia de seguridad no será menor a la exigida por las Reglas 230.F.1.a, 230.F.1.b o 230.F.1.c, según sea aplicable.

**ANEXO 2  
PANEL FOTOGRÁFICO**

**ANEXO 2.1**



**Rutas para llegar a poblados.**



## ANEXO 2.2



Centro educativo beneficiario.

## ANEXO 2.3

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COPORAQUE**  
*¡ Coporaque... Liderando el Desarrollo Sostenible!*

**Obra: "Implementación de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones: Internet, Intranet y Telefonía IP para las Instituciones Educativas, Postas de Salud y Locales Municipales de los Centros Poblados del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento de Cusco".**

**Monto:** S/. 6, 896,869.17  
**Financia:** FONIE - MIDIS  
**Plazo de ejecución:** 210 días calendario  
**Empresa Ejecutora:** **CONSORCIO FIBRATEL**  
**Modalidad:** **CONTRATA**

BACH. FIDEL SALAS SUNI  
 ALCALDE

Cartel de obra.