



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS,
COMPUTO Y TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO DE FIBRA OPTICA PARA BRINDAR
SERVICIO DE INTERNET GRATUITO EN LAS ENTIDADES PUBLICAS DE LA
REGION SAN MARTIN - PERU 2022**

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero de Telecomunicaciones

Autor:
1964

Bchr. Ausejo Monteiro, Neil

Asesor:

Dr. Diaz Flores, Paul Alberto

Lima - Perú

2023

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 17-ene.-2024 5:31 p. m. -05
Identificador: 2272816850
Número de palabras: 19737
Entregado: 1

Índice de similitud	Similitud según fuente
19%	Internet Sources: 19% Publicaciones: N/A Trabajos del estudiante: 0%

ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO DE FIBRA OPTICA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET GRATUITO EN LAS ENTIDADES PUBLICAS DE LA REGION SAN MARTIN - PERU 2022 Por Neil Ausejo Monteiro

10% match (Internet desde 11-dic.-2020)

https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/ST_BANDA_ANCHA_INTEGRAL/Anexo_8_B_LPE_06_Regiones_04Dic18.docx

3% match (Internet desde 23-nov.-2021)

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/4102/JonnyCalua.pdf?isAllowed=y&sequence=4>

2% match (Internet desde 06-jul.-2023)

http://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/22174/1/vega_tr.pdf

1% match (Internet desde 25-nov.-2021)

https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/ST_BANDA_ANCHA_AMAZONAS/Anexo_8_B_LPE_Amazonas_Ica_Lima_TUO_01Dic18.docx

1% match (Internet desde 17-jul.-2020)

http://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/PC_PROYECTOAYACUCHO/TUO_2_ANEXO_8_B_AYACUCHO_AL_05_02_2015_PUBLIC/AYACUCHO_AL_05_02_2015_PUBLIC.pdf

1% match (Internet desde 14-ene.-2023)

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13402/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-359.pdf>

1% match (Internet desde 10-ene.-2023)

https://www.investinperu.pe/RepositorioAPS0/0/2/JER/ST_BANDA_ANCHA_INTEGRAL/Anexo_8_B_LPE_06_Regiones_07Set18.docx

1% match (Internet desde 23-nov.-2020)

<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3094/TESIS-2019-INGENIER%c3%8dA%20ELECTR%c3%93NICA-CUELLAR%20TITO.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 26-sept.-2023)

http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/7292/TRSUFIENCIA_%c3%81LVAREZ%20PANTA.pdf?isAllowed=y&sequence=1

FACULTAD DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO DE FIBRA OPTICA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET GRATUITO EN LAS ENTIDADES PUBLICAS DE LA REGION SAN MARTIN - PERU 2022 [Para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones](#) Autor(a): Bchr. Ausejo Monteiro, Neil Asesor(a): Dr. [Diaz Flores, Paul Alberto Lima - Perú](#) 2023

[DEDICATORIA](#) Dedico esta investigación a mis hijos Yago y Yumiko, y en especial a mi esposa Alexa quien me ha acompañado en este duro y largo camino. Los amo a las 3. AGRADECIMIENTO Agradezco principalmente a Dios, luego a la empresa YOFC y a mis compañeros de trabajo que hicieron posible esta investigación. ÍNDICE GENERAL Pág. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE 7 ABSTRACT 8 INTRODUCCIÓN..... 9

CAPITULO I: INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA11 1.1. DATOS GENERALES11 1.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL11 1.3. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES18 1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE EL BACHILLER REALIZÓ SUS ACTIVIDADES20 1.5. RESEÑA HISTÓRICA Y REALIDAD PROBLEMÁTICA26 2.1. MARCO TEÓRICO GENERAL26 2.2. MARCO TEÓRICO ESPECÍFICO29 CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL39 3.1. CONTEXTO LABORAL - SITUACIONAL39 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL BACHILLER39 CAPITULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA40 4.1. DESARROLLO PRACTICO DE LAS CONTRIBUCIONES PLANTEADAS POR EL BACHILLER EN LA EMPRESA40 4.2. CONCLUSIONES75 4.3. RECOMENDACIONES76 4.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS77 ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS Pág. Tabla 1. Requerimientos tecnológicos para instalación de [banda ancha](#)37 Tabla 2. Tipos de fibra óptica [monomodo](#)37 Tabla 3. Instituciones estatales beneficiadas con los servicios de internet e intranet en la región San Martín42 Tabla 4. Instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso43 Tabla 5. Velocidades [de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría](#) y tarifas topes [del servicio de acceso a Internet para las Instituciones Abonadas Obligatorias](#)44 Tabla 6. Velocidades [de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría](#) y tarifas topes del [servicio de acceso a Internet para las Instituciones](#) públicas que no conforman parte de las Instituciones Abonadas Obligatorias44 Tabla 7. Tipos de Velocidades de transmisión y característica [del servicio de Acceso a Intranet para las Instituciones](#) Públicas45 Tabla 8. Equipos redundantes del NOC de ACCESO50 Tabla 9. Resumen de Cantidad de Localidades Involucradas, Cantidad de Nodos en la Red Acceso a Implementar50 Tabla 10. Cantidad de NOC de RED DE ACCESO, [Centros de Mantenimiento](#), [Centros de Atención de Usuarios](#) y [Centros de Acceso Digital](#)51 Tabla 11. Equipamiento Principal por Área del NOC DE ACCESO59 Tabla 12. Centros de Mantenimiento Región San Martín66 Tabla 13. Centros de Atención a Usuarios67 Tabla 14. Distribución de CAD Tipo A69 Tabla 15. Distribución de CAD Tipo B72 Tabla 16. tipo de módulo de acceso por institución abonada obligatoria72 Tabla 17. Número de instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso74 Tabla 18. Número de beneficiarios (directos e indirecto) según de institución. Beneficiaria74 Tabla 19. Número de beneficiarios (directos e indirecto) en plazas y parques con acceso libre74

ÍNDICE DE FIGURAS Pág. Figura 1. Organigrama de la empresa YOFC PERU SAC.....16 Figura 2. Evolución de la fibra óptica en las comunicaciones31 Figura 3. [Red submarina internacional de sistemas de comunicación](#) por [fibra óptica](#) hacia 201631 Figura 4. Sistema genérico de comunicación óptica32 Figura 5. Secciones transversales y perfiles de índice de refracción para fibras de índice

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis hijos Yago y Yumiko, y en especial a mi esposa Alexa quien me ha acompañado en este duro y largo camino. Los amo a las 3.



AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, luego a la empresa YOFC y a mis compañeros de trabajo que hicieron posible esta investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I:	
INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	12
1.1. DATOS GENERALES	12
1.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL	12
1.3. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES.....	18
1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE EL BACHILLER REALIZÓ SUS ACTIVIDADES	20
1.5. RESEÑA HISTÓRICA Y REALIDAD PROBLEMÁTICA	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1. MARCO TEÓRICO GENERAL	26
2.2. MARCO TEÓRICO ESPECÍFICO	29
CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL	
3.1. CONTEXTO LABORAL SITUACIONAL.....	39
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL BACHILLER	39
CAPITULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA	
4.1. DESARROLLO PRACTICO DE LAS CONTRIBUCIONES PLANTEADAS POR EL BACHILLER EN LA EMPRESA	40

CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ANEXOS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos tecnológicos para instalación de banda ancha.....	37
Tabla 2. Tipos de fibra óptico monomodo	38
Tabla 3. Instituciones estatales beneficiadas con los servicios de internet e intranet en la región San Martín	42
Tabla 4. Instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso	43
Tabla 5. Velocidades de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría y tarifas topes del servicio de acceso a Internet para las Instituciones Abonadas Obligatorias	44
Tabla 6. Velocidades de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría y tarifas topes del servicio de acceso a Internet para las Instituciones públicas que no conforman parte de las Instituciones Abonadas Obligatorias	44

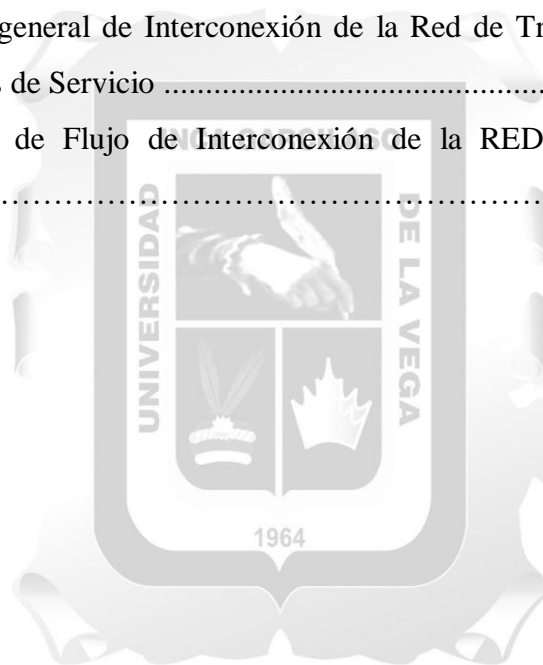
Tabla 7. Tipos de Velocidades de transmisión y característica del servicio de Acceso a Intranet para las Instituciones Públicas	45
Tabla 8. Equipos redundantes del NOC de ACCESO	50
Tabla 9. Resumen de Cantidad de Localidades Involucradas, Cantidad de Nodos en la Red Acceso a Implementar.....	50
Tabla 10. Cantidad de NOC de RED DE ACCESO, Centros de Mantenimiento, Centros de Atención de Usuario y Centros de Acceso Digital.....	51
Tabla 11. Equipamiento Principal por Área del NOC DE ACCESO	59
Tabla 12. Centros de Mantenimiento Región San Martín.....	66
Tabla 13. Centros de Atención a Usuarios	67
Tabla 14. Distribución de CAD Tipo A.....	69
Tabla 15. Distribución de CAD Tipo B.....	72
Tabla 16. tipo de módulo de acceso por institución abonada obligatoria	72
Tabla 17. Número de instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso.....	74
Tabla 18. Número de beneficiarios (directos e indirecto) según de institución. Beneficiaria.....	74
Tabla 19. Número de beneficiarios (directos e indirecto) en plazas y parques con acceso libre	74

1964
INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Organigrama de la empresa YOFC PERU SAC	16
Figura 2. Evolución de la fibra óptica en las comunicaciones.....	31
Figura 3. Red submarina internacional de sistemas de comunicación por fibra óptica hacia 2016	31
Figura 4. Sistema genérico de comunicación óptica	32

Figura 5. Secciones transversales y perfiles de índice de refracción para fibras de índice escalonado e índice graduado	33
Figura 6. Característica de la fibra óptica monomodo	35
Figura 7. Diagrama de la distribución de la red de acceso	41
Figura 8. Diagrama de como llegará el internet a los beneficiarios	41
Figura9. Arquitectura de la red de acceso	42
Figura 10. Topología General de la RED DE ACCESO	52
Figura 11. Diagrama general de Interconexión de la Red de Transporte y la RED DE ACCESO y los flujos de Servicio	55
Figura 12. Diagrama de Flujo de Interconexión de la REDNACE y la RED DE ACCESO	56



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Resumen:

La brecha tecnológica en nuestro país es aún un problema sin solución, esto debido a que muy pocas personas no cuentan con acceso a internet y todos los beneficios que esta herramienta trae consigo. La presente investigación se enfoca en analizar y diseñar una red de acceso de fibra óptica para ofrecer el servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín - Perú 2022. Para ello se propone una investigación con enfoque cuantitativo – descriptivo, a través de la cual se recopilarán y analizarán datos para determinar cuán factible es poder diseñar una red de acceso que brinde internet gratuito utilizando fibra óptica. Los resultados obtenidos, nos permitieron determinar los parámetros necesarios para la implementación de la propuesta, así como también de los requerimientos técnicos mínimos, las características del sistema y el número de beneficiarios final. Se llegó a la conclusión que la implementación del presente proyecto tendría un alto impacto social y económico, ya que el número de beneficiarios directos sería de 813 381 e indirectos sería de 166559, haciendo un total de 979940.

Palabras clave: Red de acceso, fibra óptica, servicio de internet, entidades públicas.

ANALYSIS AND DESIGN OF A FIBER OPTIC ACCESS NETWORK TO
PROVIDE FREE INTERNET SERVICE IN THE PUBLIC ENTITIES OF THE
REGION SAN MARTIN - PERU 2022.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The technological gap in our country is still an unsolved problem, because very few people do not have access to the internet and all the benefits that this tool brings with it. This research focuses on analyzing and designing a fiber optic access network to offer free internet service in public entities in the San Martin region - Peru 2022. For this purpose, a research with a quantitative-descriptive approach is proposed, through which data will be collected and analyzed to determine how feasible it is to design an access network that provides free internet using fiber optics. The results obtained allowed us to determine the necessary parameters for the implementation of the proposal, as well as the minimum technical requirements, the characteristics of the system and the number of final beneficiaries. It was concluded that the implementation of this project would have a high social and economic impact, since the number of direct beneficiaries would be 813,381 and indirect beneficiaries would be 16,6559, for a total of 97,999,40.

Keywords: Access network, fiber optics, internet service, public entities.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, en el año 2015 se inició el proyecto de la Red dorsal Nacional de Fibra Óptica, la cual tenía como objetivo la instalación de 13 500 kilómetros de fibra en todo el país, asegurando así el acceso a internet a alta velocidad en todas las regiones de la nación. A pesar de ellos la brecha tecnológica en nuestro país sigue siendo uno de los grandes problemas, la cual fue mucho más notoria durante la pandemia ocasionada por la COVID-19 en el año 2020 y parte del 2021, en la que muchos pobladores no podían acceder a los servicios ofrecidos por muchas entidades públicas, simplemente porque no tenían acceso a internet, siendo esto, mucho más notorio en el sector educación. Sumado a esto, el gran desinterés que existe por muchas empresas de telecomunicación por brindar un servicio de internet ha hecho que el problema se agudice aún más.

Sin embargo, cabe resaltar que durante y después de la pandemia de la COVID-19, quedó evidenciada la importancia del internet, ya que muchas empresas e instituciones públicas y privadas, mostraron un crecimiento a nivel económico, esto debido a que el internet pudo llevar sus servicios y productos hacia zonas a las que de manera presencial no lo habrían logrado, incrementando sus clientes, generándoles mayores ganancias.

Pero también se corroboró que este crecimiento en la utilización del internet generó la necesidad de conexión ocasionando una búsqueda continua de información por parte de los usuarios, lo que trajo consigo las fallas debido a la saturación de las redes y a la reducción en la transmisión de datos, y es allí donde la fibra óptica se muestra como una alternativa idónea para la prestación del servicio de internet con un ancho de banda que permita su uso sin problemas de conexión.

Capítulo I

Capítulo en el que se redacta de forma detallada a la empresa YOFC Perú, brindando información del rubro de la empresa, cuál es su actividad principal, que productos tiene para ofrecer en relación a los requerimientos de la propuesta, así como también las partes interesadas, por otro lado, muestra su organigrama, sus certificaciones con las que cuenta, los premios y reconocimientos internacionales obtenidos por su desempeño como empresa, cuál es su misión y visión empresarial, así

como también el horizonte a nivel de innovación. Del mismo modo, en este capítulo se describe cuáles son las áreas en donde se desarrolló el bachiller, identificando además la problemática identificada por la empresa y de la que nace la elaboración del presente trabajo.

Capítulo II

En este capítulo se hace una descripción de todo el marco teórico general que sostienen y nos ayudan a entender el desarrollo e implementación del presente trabajo, partiendo por la búsqueda y descripción de los antecedentes y/o estudios previos dentro de la temática previamente identificada, tanto internacionales como nacionales, así como también reconocer las bases teóricas que engloban a las variables en estudio y las dimensiones que a estas las componen y permiten poder desarrollarse como tal, análisis y revisión que nos permite tener un mejor entendimiento y comprensión de los fenómenos, procesos y eventos que se pudieran mostrar a partir de ellas.

Capítulo III

Capítulo en el que se detallan de manera precisa el contexto laboral – situacional del bachiller, así como también describir las actividades que ha realizado el bachiller en la empresa y como este ha ido creciendo en ella, finalmente se hace un análisis de la aplicación profesional que supone la implementación del presente proyecto, en base a lo descrito líneas arriba.

Capítulo IV

En este capítulo se describe el desarrollo práctico de las aportaciones propuestas por el bachiller dentro de la empresa, para ello se hace una descripción resumida del de la situación problemática identificada a resolver, seguidamente se hace un análisis de la aplicación que se plantea realizar frente al problema identificado, permitiéndonos esto, poder hacer elaborar a detalle la aplicación de la propuesta, mostrando aquí todos los parámetros técnicos y legales necesarios para su implementación, así como también un reconocimiento del número de beneficiarios y las características técnicas del producto a obtener, así como el de su funcionamiento y mantenimiento, para finalmente desarrollar un análisis crítico de los resultados logrados (técnicos, económicos, sociales, etc) de la aplicación para la empresa frente a la propuesta de solución al problema.

CAPITULO I

1.1. DATOS GENERALES

1.1.1. Razón social: YOFC PERU S.A.C.

1.1.2. RUC: 20604175756

1.1.3. Dirección: Av. Enrique Canaval y Moreira Nro. 480 piso 1500

1.1.4. Contacto: Wang Hui - +18627883295

1.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL

Yangtze Optical Fiber and Cable Joint Stock Limited Company (YOFC) es un proveedor líder mundial de preformas de fibra óptica, fibras ópticas, cables de fibra óptica y soluciones integradas. YOFC elabora y ofrece principalmente todo tipo de preformas de fibra óptica de comunicaciones, fibras ópticas, cables de fibra óptica y diferentes tipos de transeptores ópticos, fibras ópticas especiales, cables ópticos activos y cables submarinos, cables coaxiales de RF y accesorios, etc. YOFC también está equipado con algunas soluciones y servicios como la integración de sistemas y el diseño de ingeniería de comunicaciones. Proporcionar una gama de diferentes artículos y soluciones para la industria mundial de las telecomunicaciones y otras industrias (por ejemplo, servicios públicos, transporte, petróleo y química y medicamentos, etc.).

1.2.1. Productos

YOFC se ha esforzado mucho en el campo de la comunicación óptica durante más de 30 años. Sus productos de vanguardia son líderes a nivel nacional e internacionalmente de primera clase debido a la sólida base técnica, y entre estos productos tienen:

- A. Fibra de cristal fotónico que mantiene la polarización. - La fibra de cristal fotónico que mantiene la polarización está hecha de sílice, que tiene pocos defectos y es resistente a la pérdida de hidrógeno y la radiación. Con birrefringencia de forma, tiene alta birrefringencia y buena adaptabilidad ambiental. Se pueden mantener fluctuaciones mínimas de diafonía en ciclos de alta y baja temperatura.

- B.** Fibra de cristal fotónico monomodo. - La fibra de cristal fotónico monomodo, que en cierto sentido es una fibra monomodo infinita, puede tener una baja pérdida de transmisión y un coeficiente no lineal excepcionalmente bajo en un extenso rango de longitudes de onda con una longitud de onda de corte inferior a $1\ \mu\text{m}$.
- C.** Conector de fibra multinúcleo. - YOFC proporciona, según los requerimientos de los usuarios y/o clientes, una gama completa de conectores de fibra multinúcleo, desde conectores LC de fibra multinúcleo hasta conectores MPO de alta densidad. Con conectores LC prefabricados de alta precisión en ambos extremos del puente de fibra multinúcleo y conectores MPO prefabricados de alta precisión en ambos extremos del cable troncal de fibra multinúcleo, las fibras multinúcleo se pueden conectar para cableado en centros de datos. El conector se puede diseñar de acuerdo con la realidad de los clientes para cumplir con los requisitos de cableado preciso, a fin de lograr la conexión efectiva del sistema de fibra de alto rendimiento y alta densidad.
- D.** Módulo de entrada y salida de fibra multinúcleo. - El módulo fan-in y fan-out de fibra multinúcleo es un módulo que ha logrado el acoplamiento de alta eficiencia entre la fibra multinúcleo y las fibras monomodo al mismo tiempo que cumple con la función de multiplexación y demultiplexación por división del espacio del canal en la aplicación de multi- fibra central.
- E.** Fibra multinúcleo (personalizable). - Con el desarrollo de la multiplexación por división espacial y las tecnologías de sensor de fibra multinúcleo, la fibra multinúcleo será una rama vital del desarrollo de la fibra. La fibra multinúcleo (MCF) es un nuevo tipo de fibra con múltiples núcleos de fibra separados que coexisten en el mismo revestimiento. Basada en el concepto de multiplexación por división espacial (SDM), la fibra multinúcleo puede transmitir señales ópticas multicanal simultáneamente y se espera que sea una tecnología innovadora contra la crisis de capacidad del sistema de transmisión óptica sobre

una fibra monomodo. La fibra multinúcleo monomodo de YOFC tiene un amplio futuro prometedor en el campo de la transmisión óptica.

- F.** Fibra de cristal fotónico multinúcleo. - La generación super continua (SCG) en fibra de cristal fotónico (PCF) ha sido un foco de atención de la óptica y la fotónica, y las fuentes de luz superconductoras de alta potencia se ven favorecidas por su alta densidad de potencia espectral. El PCF multinúcleo no solo puede aumentar aún más el área de campo de modo efectivo, sino que también alivia el problema del estrés térmico de la distribución discreta entre los núcleos, lo que aumenta aún más el umbral de saturación de la ganancia de energía operativa. En la aplicación de láser de fibra de alta potencia, puede reducir efectivamente el impacto de los efectos no lineales.
- G.** Fibra OAM. - Con el desarrollo de Internet, la computación en la nube y la Internet de las cosas (IoT), la demanda de ancho de banda de red en la sociedad de la información actual ha aumentado drásticamente. Limitado por el efecto no lineal de la fibra monomodo, el previsible "agotamiento del ancho de banda" puede hacerse realidad en un futuro próximo. Se considera que la multiplexación por división espacial es una de las tecnologías clave que puede superar eficazmente la crisis de capacidad de la fibra monomodo existente.
- H.** Fibra anti resonante de núcleo hueco. - La fibra anti resonante de núcleo hueco (HC-ARF) tiene una estructura simple, una guía de luz de núcleo hueco y un amplio espectro de transmisión, y se utiliza principalmente en la interacción luz-relleno, óptica no lineal, detección de gas, generación de láser de gas y opto fluidos. La guía de luz de núcleo hueco presenta una dispersión de Rayleigh ultra baja, un coeficiente no lineal bajo y una dispersión ajustable, con un umbral de daño por láser más alto, por lo que es potencialmente útil para la transmisión de láser de alta potencia, transmisión de luz UV/IR media, pulso compresión y transmisión óptica de solitones. La disminución ultra baja, la baja dispersión y la baja no linealidad del núcleo hueco y su velocidad de propagación semejante a la velocidad de la luz pueden permitir el desarrollo de dispositivos de comunicación y transmisión de fibra de núcleo hueco, sentando las bases para la construcción y el desarrollo de los próximos generación de

sistemas de comunicación óptica de alta velocidad, latencia baja y capacidad ultra grande. Como proveedor líder internacional de productos de fibra de comunicación, YOFC también está fuertemente comprometida con la investigación y la generación de nuevos productos HC-PCF. Sobre la base de sus materias primas sintetizadas de forma independiente, el proceso de fabricación de tubos capilares con control de tamaño preciso y el proceso líder de estirado de fibra de núcleo hueco, YOFC ha desarrollado una serie de productos de fibra de núcleo hueco adecuados para diferentes campos.

- I. Tubo/varilla capilar. -Los tubos/varillas capilares de YOFC se producen mediante deposición de vapor exterior (OVD) y deposición axial de vapor (VAD) en combinación con un proceso de estirado de alta precisión, por lo que tienen mayor pureza química y precisión geométrica, y se pueden utilizar para apilar cristal fotónico. fibras/preformas de fibra de microestructura y el dibujo de combinadores de haz y linternas fotónicas. Además, son altamente personalizables, por lo que pueden cumplir con los requisitos del cliente para diferentes aplicaciones.
- J. Fibra de pocos modos. - El sistema de transmisión de multiplexación por división de modo (MDM) utiliza los modos ortogonales limitados en fibra de pocos modos (FMF) como canales independientes para la transmisión de información con el fin de multiplicar la capacidad de transmisión del sistema. FMF utiliza diferentes modos en la fibra como un nuevo grado de libertad, mejorando la eficiencia espectral del sistema. Como FMF tiene un área de campo de modo grande, su tolerancia no lineal es alta. No solo mejora la capacidad del sistema de transmisión óptica, sino que también evita el impacto de los efectos no lineales en el sistema. Por lo tanto, el uso de modos estables y limitados en la fibra de pocos modos como canales independientes para la multiplexación de modos puede mejorar en gran medida la capacidad del sistema y resolver la futura crisis de ancho de banda de las fibras monomodo.
- K. Fibra de cristal fotónico pasivo de doble revestimiento. - La fibra de cristal fotónico pasivo de doble revestimiento (sílice pura) es una fibra revestida de aire

con orificios de aire anulares que restringen eficazmente la transmisión del haz de bombeo en el revestimiento interior de sílice pura. La fibra de cristal fotónico pasivo de doble revestimiento tiene una apertura numérica muy alta en el revestimiento (esto gracias a la gran diferencia de índice de refracción entre la sílice y el orificio de aire). El diseño de microestructura del revestimiento interior permite que el núcleo de fibra monomodo tenga un gran diámetro de campo modal, lo que garantiza una transmisión láser de alta potencia y un haz láser de alta calidad.

- L. Conector de fibra óptica para fibra de diámetro reducido. - YOFC proporciona, según los requisitos del cliente, conectores de fibra óptica para fibras ópticas cuyo diámetro exterior (OD) es pequeño, con conectores que van desde conectores LC hasta conectores MPO de alta densidad. El conector puede ser personalizado según los requisitos del usuario, desde un cableado preciso para una conexión efectiva de sistemas de fibra óptica de alta densidad y alto rendimiento.
- M. ODN. - Con el rápido desarrollo de la fibra hasta el hogar y los centros de datos, a medida que los recursos de tuberías se vuelven escasos, es urgente aumentar la densidad de las fibras ópticas y colocar en un espacio limitado los cables ópticos que contienen más núcleos de fibra. Al reducir el grosor del revestimiento exterior y el revestimiento de las fibras mientras se mantiene el diámetro del núcleo de la fibra sin cambios, YOFC puede fabricar fibras ópticas con diámetros exteriores pequeños.
- N. Cableado integrado. - La solución pre terminada cubre una gama completa de productos, incluidos cuadros de distribución, puentes y fibras ópticas. Como se presenta con alta densidad, múltiples modos y larga distancia de transmisión, esta solución es aplicable a instalaciones de datos de gama alta de 40G, 100G, 200G e incluso 400G de capacidad para centros de datos a gran escala y centros de supercomputación en la nube a gran escala.

- O. Equipos de fabricación de cables. - El equipo de producción de fibra desarrollado independientemente por YOFC cubre todo el proceso de producción, desde la coloración de la fibra hasta el cable terminado con una capa protectora, con tecnologías líderes en la industria.
- P. Cable submarino. - Los cables submarinos de fibra óptica YOFC presentan un excelente rendimiento mecánico, una estabilidad óptica fiable y una excepcional resistencia a la flexión, para alcanzar plenamente los requerimientos de comunicación en el duro entorno submarino y garantizar la red de transmisión del cliente.
- Q. Transceptor óptico. - El transceptor óptico YOFC proporciona interconexión de puertos ópticos de alta velocidad para equipos de comunicación. YOFC brinda a los clientes soluciones de módulos ópticos estables, confiables, eficientes y flexibles para redes de acceso, redes de transmisión, centros de datos, redes inalámbricas y otras aplicaciones.

1.2.2. Partes interesadas

El estado peruano, YOFC PERU SAC, pobladores de San Martín, oficiales, doctores, profesores y alumnos.

1.2.3. Organigrama

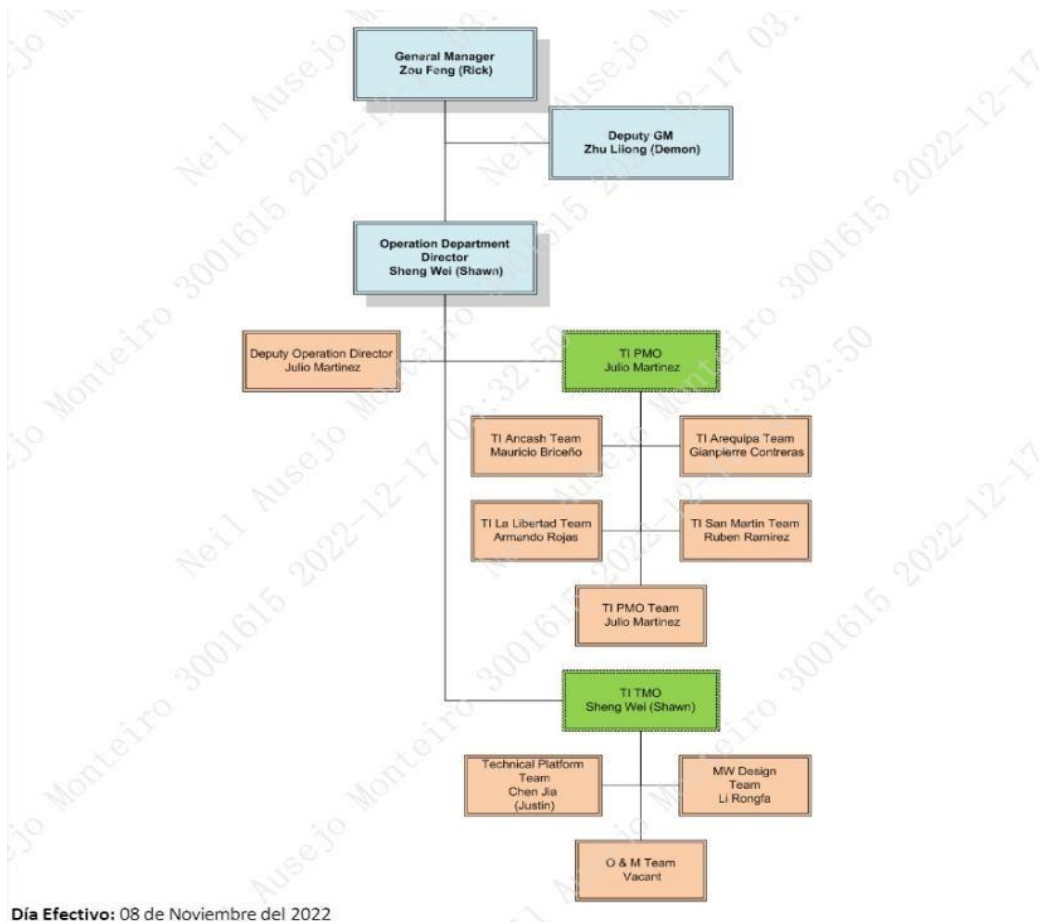


Fig. 1. Organigrama de la empresa YOFC PERU SAC.

1.2.4. Certificaciones

- En 1993 YOFC pasó la Certificación del Sistema de Calidad ISO 9002, la primera empresa en la industria de las telecomunicaciones.
- En 2002 YOFC obtuvo la certificación ISO 9001:2000, lo que indica que su sistema de gestión de la calidad ha evolucionado desde la modalidad de introducción y referencia a la de superación y mejora continua.
- En 2010 YOFC obtuvo la Certificación ISO9001: 2008 emitida por DEKRA de Alemania, consolidando aún más la construcción de sistemas de gestión de calidad internos y externos.
- En 2012, YOFC aprobó la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad TL9000 para Telecomunicaciones. Con la ayuda de cumplir con los requisitos especiales y los estándares de medición de la industria de las telecomunicaciones, ha logrado el propósito de la mejora continua.

- En 2017 YOFC obtuvo la Certificación ISO9001:2015 emitida por DNV·GL, asegurando el funcionamiento continuo y efectivo del sistema de gestión empresarial.

1.2.5. Premios y reconocimientos

YOFC cuenta con un completo sistema de gestión de calidad en la industria. Introdujo un Modelo de desempeño excelente para implementar una gestión de calidad integral en 2012. Recibió el "Premio a la calidad de China" en 2017 y el "Premio a la excelencia global EFQM" en 2018 y el Premio ARE-QP en 2019, que es el reconocimiento más alto de YOFC. logros en la promoción de una excelente gestión del desempeño.

A lo largo de los años, YOFC ha estado practicando un control de calidad más estricto que los estándares de la industria y liderando la generación de la calidad de la industria con acciones. La calidad del producto ha sido ampliamente reconocida y ganó muchos honores de calidad nacionales e internacionales. Su marca con alta calidad como núcleo ha ganado más influencia.

1.3. MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

1.3.1. Misión.

Enlace inteligente, mejor vida:

La nueva de la era de Internet, Internet de todo, está tomando forma. Un estilo de vida inteligente del futuro con acceso a la información a voluntad y manteniendo todo al alcance, pide el apoyo de tecnología y hardware potentes para la nueva generación de Internet.

YOFC se compromete a favorecer el rápido desarrollo y evolución de la industria de la comunicación óptica al ofrecer fibras ópticas de proceso completo, de red completa y de serie completa y otros productos y soluciones y la vida conveniente al proporcionar fibras ópticas especiales y aplicaciones que son indispensables para sectores

como como la defensa nacional, la energía y la red eléctricas, la atención médica y la salud, la ciudad inteligente.

YOFC se esfuerza por ofrecer productos más avanzados y confiables, y mejores servicios a través de la innovación técnica continua para cumplir con los requisitos y/o necesidades de la sociedad para el consumo de información, brindando así a las personas una vida mejor.

1.3.2. Visión.

Ser el líder en transmisión de información y enlace inteligente:

El campo de transmisión de información y enlace inteligente es la dirección a la que se adhiere YOFC. Además de su enfoque en su negocio principal de fibra y cable ópticos, ha expandido constantemente su negocio en campos diversificados, brindando otros productos, servicios y soluciones para el campo de transmisión de información y enlace inteligente, y promoviendo la amplia aplicación de fibra óptica. Tecnología.

Ser el líder de la industria es el objetivo de YOFC. En el ámbito interno, alcanzará la posición de liderazgo; a nivel internacional, explorará activamente, mejorará su influencia y dará forma a la marca 'YOFC'.

1.3.3. Valores.

Enfoque en el cliente:

La orientación hacia el cliente es la fuerza motriz del desarrollo de YOFC. Tanto los clientes internos como el mercado general externo pueden hacer oír su voz en la empresa. Los "clientes" aquí se pueden interpretar desde las siguientes cuatro dimensiones: los empleados ordinarios son los clientes de los departamentos de gestión, producción, operaciones y negocios para los departamentos de apoyo, los departamentos de producción, operaciones y negocios para los departamentos dentro de ellos, y los compradores externos para la empresa.

Con nuestro enfoque en los clientes, confiamos en una competencia profesional superior para trabajar en negocios especializados de manera profesional para maximizar el valor comercial y social de YOFC en el curso de la creación de valor para nuestros clientes y la sociedad.

Responsabilidad:

La rendición de cuentas es el código de conducta de YOFC. Un fuerte sentido de responsabilidad y misión es la cualidad central de YOFC que contribuye al crecimiento sostenible. La rendición de cuentas es el camino hacia la carrera y la excelencia. Poner la rendición de cuentas en primer lugar es llevar el sentido de la responsabilidad a todo lo que hacemos, nunca perder de vista por qué estamos aquí y recordar 'ser un ciudadano YOFC responsable.

Innovación:

La innovación es el alma del desarrollo y un poder central para que YOFC se eleve por encima de la competencia y alcance la trascendencia. Implementamos una estrategia impulsada por la innovación de manera integral y nos esforzamos por formar una cultura que fomente la innovación y tolere el fracaso, y un estilo de mejorar el valor para el cliente a través de la innovación.

Beneficios para las partes interesadas:

Los beneficios para las partes interesadas es la máxima expectativa de YOFC. Perseguir los beneficios de las partes interesadas es tener una orientación humana y compartir y brindar ayuda mutua a las partes vinculadas, logrando así la evolución y la prosperidad comunes, y construyendo un entorno sólido. Este valor central requiere que YOFC: Avance en colaboración y perseguir los beneficios de las partes interesadas.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE EL BACHILLER REALIZÓ SUS ACTIVIDADES

1.4.1. Área de 1: Área de OSP y Energía, responsable de realizar los prediseños y diseños finales tanto de la parte de energía como de la parte de fibra óptica que comprenden los enlaces que abastecerán de conexión de internet de alta velocidad a través la fibra óptica.

1.5. RESEÑA HISTÓRICA Y REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.5.1. Reseña Histórica de la Empresa:

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company, es una empresa fundada en el año 1988 en la ciudad de Wuhan - China, para el año 1992, empieza su producción a gran escala, en el año 2005, la empresa gana el segundo premio nacional de progreso científico y tecnológico, para el 2014, la empresa inicia su ingreso en la bolsa de valores de Hong Kong, en el año 2016, se convierte a nivel mundial en la empresa número 1, en las ventas de preformas de fibra óptica, fibras ópticas y cables, para el 2018, ingresa a la bolsa de valores de Shanghai y en 2021, pone en marcha el parque industrial de alta tecnología de Hanchuan; actualmente es el principal proveedor mundial de preformas de fibra óptica, cables ópticos y soluciones integradas y que cotiza en dos bolsas de valores.

A nivel corporativo está incluida en los índices MSCI China Small-Cap Index, SSE 360 Index Sample Stock y FTSE Global Equity Index Series, y es reconocida por Bloomberg Business week como una de las "Empresas cotizadas del año" durante 6 años consecutivos. Asimismo, posee más de 40 sociedades de inversión en todo el mundo, las cuales le permiten una respuesta rápida al cliente y más de 30 empresas y oficinas de ventas en el extranjero, lo que crea una red mundial de marketing y servicios.

Su cultura corporativa y estrategia se sostiene en 5 ejes los cuales son, innovación tecnológica y transformación digital, internacionalización, crecimiento global de la empresa, diversificación y crecimiento sinérgico del capital corporativo. Aprovechando sus plataformas nacionales de innovación,

YOFC ha logrado grandes avances en fibras y cables ópticos, nuevos procesos de fabricación y equipos de fibra óptica, siendo la única empresa galardonada tres veces con el segundo premio nacional al progreso científico y tecnológico. Los expertos de YOFC ocupan cargos en organismos de normalización internacionales y nacionales y participan en la elaboración de normas industriales. Han colaborado en el proceso de creación de más de 200 normas (22 internacionales, 111 nacionales e industriales, etc.). Por otro lado, posee más de 700 patentes de más de 1000 aplicaciones y es la Nº 1 en la industria china de preformas y fibras ópticas.

Gracias a su modelo industrial de gestión de la calidad, YOFC ha obtenido los siguientes premios:

- En el 2012, obtuvo el premio de la cumbre internacional de la calidad 2012 en la categoría de oro.
- En el 2013 el premio IAE internacional arch of europe quality award en la categoría de platino y el Premio de oro a la calidad y al prestigio empresarial.
- En el 2015 fue nominado para el premio nacional de calidad de referencia (China), al premio a la calidad del río Yangtze de la provincia de Hubei, al premio a los logros de calidad y al premio de oro en la convención internacional de círculos de control de calidad 2015.
- Para el 2016, obtuvo el premio de oro en la convención internacional sobre círculos de control de calidad 2016 (por ICQCC), La estrella internacional de liderazgo en calidad y pico de éxito.
- Para el 2017, se le concedió el premio a la calidad de China 2017 y el 2º premio de oro en internacional y Convención sobre círculos de control de calidad 2017 (por ICQCC).
- En el 2018, obtuvo el premio europeo a la calidad 2018 (excelencia global EFQM) y 2º Premio de oro en la convención internacional sobre círculos de control de calidad 2018 (por ICQCC).
- En el 2019, obtuvo el premio asiático a la excelencia en la calidad 2019.

1.5.2. Realidad Problemática de la Empresa

El término “Brecha digital” se refiere a las diferencias que existen a nivel socio económico en muchas zonas de nuestro país, la cual muchas veces se refleja con la inaccesibilidad al servicio de internet y a la información que esta pueda traer (Benítez Torres, 2012). Actualmente, las telecomunicaciones para los ciudadanos es una fuente tecnológica, la cual le permite desarrollar su interacción a nivel social (Zapata Materón, 2021), asimismo, la utilización continua de la tecnología la ha transformado en un componente fundamental, el cual además se encuentra inserto en todos los procesos, tales como la enseñanza, la comunicación, etc. (Dávila Alvarado, 2018). Es por ello que, las telecomunicaciones son una constante en los estilos de vida de los usuarios que las emplean, convirtiéndose en indispensables en su vida diaria (G. J. Castillo Díaz, 2018).

El 2020 alrededor de 300 millones de personas tuvieron la exigencia de acceso al internet, ya sea por motivos laborales, sociales, educativos, culturales, etc. (Ocampo Barragan & Serrano Calderón, 2022). En el Perú, la tasa de penetración de internet rural es del 3.7%, lo que genera que las personas que viven en estas zonas no tengan un buen acceso a Tecnologías de la Información y Conocimiento (TIC) (INEI, 2019). Hoy en día, uno de los componentes fundamental para el desarrollo de muchas sociedades, es el acceso a las TICs., esto debido a las grandes oportunidades que estas tecnologías traen, como el acceso a la información, la conectividad con otros lugares en el mundo, entre otros (Cuellar Tito, 2019).

La creciente demanda en el uso del internet ha obligado que todas las personas o usuarios deseen tener acceso a él, generando además una búsqueda recurrente de mayor ancho de banda y por consiguiente una mejor transmisión de información (Córdova Sandoval, 2019). Por otro lado, la masificación de los sistemas informáticos han incrementado de manera sustancial la necesidad de conexión y el acceso de información en diferentes zonas (Bazurto Botero & López Torres, 2015). Sin embargo, este crecimiento también ha generado problemas debido a la saturación de las redes y a la baja transmisión de datos (Mamani Espirilla, 2018).

En ese sentido, la realidad actual hace que se deban de cumplir nuevos retos y desarrollar metas en las que la comunicación por medio del internet sea fundamental y dominante para el desarrollo óptimo de las interacciones personales (Dávila Alvarado, 2018). Así también, la pandemia generada por el COVID-19, ocasionó un cambio no solo en los estilos de vida de los usuarios sino que también modificó la ejecución y desarrollo de los procesos en muchas empresas e instituciones que prestaban servicios al público, incrementando el uso del internet para poder llegar a ellas y desarrollar de manera segura sus actividades (Ocampo Barragan & Serrano Calderón, 2022). Gracias a todas las ventajas que ofrece el internet, su mercado se ha vuelto más competitivo, haciendo que muchos usuarios busquen tener un buen servicio que brinde un mayor ancho de banda (Quispe Ccasa, 2022).

1.5.3. Definición del Problema

Problema General:

¿Es posible analizar y diseñar una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín - Perú 2022?

Problemas específicos:

- ¿Cómo determinar el impacto y utilidad del diseño de una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín?
- ¿Cómo dimensionar el equipamiento necesario y características técnicas para el diseño de la red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín?
- ¿Cómo elaborar un presupuesto para la implementación de una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín?

1.5.4. Identificación de las causas

En las instituciones públicas el requerimiento de mejorar los servicios de atención y brindar medios de comunicación óptimos con sus usuarios han hecho que sea necesario el desarrollo de nuevas tecnologías y un buen acceso al internet, por lo que el

uso de la fibra óptica para optimizar estos servicios se muestra como una potencial alternativa. Cabe resaltar que el Perú, a pesar de tener una brecha digital bastante grande, viene desarrollando el proyecto de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (Valdivia Malhaber & Chavesta Fiestas, 2019). Si bien las redes de fibra óptica tienen un alto grado de penetración en muchos lugares en el mundo, esta no tiene el mismo nivel en zonas con baja densidad poblacional, con geografía accidentada o que presentan una economía de subsistencia.

Si bien en el Perú las redes regionales buscan cubrir las necesidades de acceso al internet en todas las ciudades y regiones, estas no llegan a ser el 100%, existiendo lugares que no cuentan con esta conectividad (Cuellar Tito, 2019). Sumado a esto, el poco interés de muchas empresas de telecomunicaciones y la desidia de muchas entidades públicas hacen que muchas zonas de nuestro país no cuenten con internet (Calua Tasilla, 2020a).

1.5.5. Objetivos

A. General:

Analizar y diseñar una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín - Perú 2022.

B. Específicos

- Determinar el impacto y utilidad del diseño de una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín.
- Dimensionar el equipamiento necesario y características técnicas para el diseño de la red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín.
- Elaborar un presupuesto para la implementación una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín.

1.5.6. Análisis crítico y planteamiento de alternativas

A nivel social el impacto que ha traído el uso del internet es el desarrollo de actividades económicas de los establecimientos comerciales, culturales, entre otros, sin embargo, en nuestro país no todos tienen acceso a esta herramienta, generando una brecha tecnológica que requiere ser atendida (G. J. Castillo Díaz, 2018). Sin embargo, la alta demanda del servicio de internet ha traído consigo una ralentización del servicio, por lo que la fibra óptica se muestra como un material que asegura una mayor velocidad (Calua Tasilla, 2020a).

En ese sentido el presente trabajo de investigación busca poder analizar y diseñar una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín – Perú, ante el requerimiento de brindar una solución al inconveniente de internet y cerrar la brecha tecnológica que existe en nuestro país.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO GENERAL

El estudio para la implementación de internet y el cierre de las brechas tecnológicas en el mundo ha ido generando mucho interés, tal es así que:

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

(Zapata Materón, 2021) desarrolló un estudio a través del cual buscó analizar y diseñar una red inalámbrica de Wifi, para el servicio de internet público en el área comercial de la urbanización Metrópolis 2. Para ello plantearon un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo, con una población de 4800 habitantes. La información obtenida permitió concluir que es necesario la implementación de nodos interurbanos para una mejor conexión a la red con una alta velocidad, asimismo, se requiere la conexión del equipo principal a la red ZoneDirector 200, el cual opera en una banda de 2.4 ghz y 5 ghz, los cuales son compatibles a equipos como laptops, Smartphones, tablets, etc.

Asimismo, Dávila Alvarado, (2018) realizó una investigación en la que buscó analizar y diseñar una red inalámbrica Wi-Fi para el servicio de internet público en el Parque Central y Calles aledañas del primer centro minero del País en Portovelo. Planteó un estudio con enfoque cuantitativo – descriptivo, con un

tamaño de población de 12200 habitantes con un porcentaje del 59.5% de personas consideradas pobres y una tasa de analfabetismo de 29.40%. Los resultados obtenidos arrojaron que, para el funcionamiento del internet, es necesario el uso de nodos interurbanos, así como también un controlados ZoneDirector 3000, ubicado en el nodo del proveedor y conectado a la red con un enlace de manera independiente, un dispositivo de doble banda 2.4 ghz y 5 ghz, compatible para laptops, tablets, etc. La instalación recomendada es un interfaz web sencillo que genere una conectividad a alta velocidad.

Del mismo modo, (K. Y. Castillo Díaz, 2020) ejecutó una investigación, con el fin de analizar y diseñar una red Wireless que brindaría el acceso gratuito de internet en la zona turística de la parroquia Tachina de la Provincia de Esmeraldas. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo – descriptivo, ya que se centró en dar solución al requerimiento del servicio de internet en una zona de alta concurrencia de público, para ello diseñaron la red Wireless basada en el enlace Multipunto a Multipunto, el cual se logra ubicando los puntos de acceso (Ruckus ZoneFlex T300) dentro del área identificada con el fin de brindar una conexión estable, segura y de amplia cobertura; las pruebas se realizaron sobre la plataforma de simulación (Ekahau Site Survey), analizándose la red en las bandas de frecuencia, la intensidad de la señal, la velocidad de datos, etc. Los resultados obtenidos arrojaron que, si es posible implementar una zona con acceso gratuito a internet, permitiendo el desarrollo de la localidad.

Por otro lado, (Ocampo Barragan & Serrano Calderón, 2022), desarrollaron un estudio con el objetivo de analizar y diseñar una zona digital para el municipio de Girardot con implementación en el barrio de las acacias. El diseño del estudio tuvo un enfoque cuantitativo – descriptivo, para lo cual como primer paso se elaboró una metodología que se adecue a las necesidades del proyecto, luego se aplicó una encuesta a la población del lugar sobre el nivel de conectividad de internet que cuentan en su localidad. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el municipio de Girardot se encuentra en proceso de desarrollo tecnológico, sin embargo, se logró determinar una calidad de servicio del 99%, a pesar de que la banda 2.4 Ghz presentaba interferencias por diferentes redes que existen por la zona, evidenciándose que la banda de 5.0 Ghz, reduce las

interferencias. Por lo que es factible la implementación de una zona digital en el distrito de Girardot.

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

Córdova Sandoval, (2019) elaboró una investigación con el fin de diseñar una red para acceso al servicio de internet a los pueblos más alejados del distrito de Tambogrande. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo – descriptivo, los criterios de selección para los pueblos que conformaron la población fueron las carencias de los servicios básicos, vías de acceso y nivel educativo. La implementación de la red estuvo estructurada por un nodo matriz, el cual suministraba el servicio, seguido de un nodo intermedio y cuatro nodos terminales, la transmisión entre estos fue usando los enlaces PTP, los cuales se acoplaron a antenas de diferentes frecuencias, de acuerdo con las necesidades de cada enlace. Los resultados arrojaron un óptimo rendimiento y disponibilidad de los radioenlaces en el software Link Planer, evidenciándose el requerimiento mínimo de un throughput de 50 Mbps y una disponibilidad de 99,9%.

Asimismo, Valdivia Malhaber & Chavesta Fiestas, (2019) desarrollaron un estudio a través del cual buscaron diseñar una red de banda ancha a través de fibra óptica y tecnología WiMAX para ofrecer los servicios de internet y telefonía en localidades de la provincia de Sihuas. Para ello implementaron un análisis demográfico, lográndose calcular la demanda del ancho de banda que requeriría la red, así como también la ubicación de los nodos de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica y los equipos necesarios que garanticen la demanda establecida, se trabajó con el software AirLink para diseñar la red de acceso inalámbrico, permitiéndoles elegir los parámetros de los radioenlaces que permitan interconectar todas las localidades identificadas. Como resultado final se obtuvo un diseño que interconectaría a 30 localidades con un total de 10 nodos ópticos, otorgando un ancho de banda adecuado a los requerimientos estimados para la población.

Del mismo modo, Calua Tasilla, (2020) elaboró un estudio con el objetivo de diseñar una red de fibra óptica que permita proveer de internet a la Granja Porcón en Cajamarca y reducir las brechas tecnológicas en dicha zona. Para esto se propuso diseñar una red de fibra óptica que se interconecte con la red GEPON perteneciente a la Municipalidad Provincial de Cajamarca, asimismo, se elaboró un análisis geopolítico y demográfico de la jurisdicción en estudio con la finalidad de determinar la demanda de internet de la localidad, así también se propuso el uso de fibra óptica como canal de transmisión, siendo el sistema de soporte, la tecnología ADSS, y el uso de la infraestructura vial y eléctrica para el tendido de las redes de alta capacidad, después de estimar la demanda del ancho de banda de la Granja Porcón, se diseñó la red, siendo altamente fiable. Se concluyó que es factible la implementación de una red para ofrecer internet a la zona de estudio, beneficiando de gran manera a la población.

2.2. MARCO TEÓRICO ESPECÍFICO:

2.2.1. Fibra óptica

A. Evolución histórica

Aunque las fibras de vidrio se fabricaron en la década de 1920, su uso no se hizo práctico hasta los años 50, momento en el cual, el uso de una cubierta de revestimiento permitió mejorar considerablemente sus propiedades de guiado. Antes de 1970, las fibras ópticas se utilizaban principalmente para la obtención de imágenes médicas a corta distancia (Yu & Chi, 2020).

Su uso con fines de comunicación se consideraba poco práctico debido a las elevadas pérdidas (~ 1000 dB/km). No obstante, el contexto cambió radicalmente en 1970 cuando, siguiendo una sugerencia anterior, la pérdida de las fibras ópticas se redujo por debajo de 20 dB/km (Noé, 2016).

En 1979 se lograron nuevos avances, con una pérdida de sólo 0,2 dB/km cerca de la región espectral de 1,55- μ m. La disponibilidad de fibras de bajas pérdidas supuso un enorme cambio en el campo de la tecnología de ondas luminosas e inició la era de las comunicaciones utilizando fibra óptica.

Varios libros dedicados íntegramente a las fibras ópticas recogen numerosos avances realizados en su diseño y comprensión (Agrawal, 2022).

B. Necesidad de la fibra óptica en la comunicación

El crecimiento de las redes telefónicas mundiales durante el siglo XX generó el desarrollo de numerosos avances en el diseño de los sistemas de comunicación eléctrica. El uso de cables coaxiales en lugar de pares de hilos incrementó considerablemente la dimensión del sistema. El primer sistema de cable coaxial, fue puesto en servicio en 1940, tenía como potencial de transmisión 3 MHz, lo que lo hacía capaz de transmitir 300 canales de voz o un canal de televisión (Yu & Chi, 2020).

El ancho de banda de estos sistemas era muy restringido por la pérdida del cable en función de la frecuencia, que aumentaba de manera considerable para frecuencias superiores a 10 MHz. Estas limitaciones generaron al desarrollo de los sistemas de comunicación por microondas, en los que una onda electromagnética convenientemente codificada se transmite a través del aire a frecuencias comprendidas entre 1 y 10 GHz. El primer sistema de microondas que funcionaba a la frecuencia portadora de 4 GHz se puso en servicio en 1948. Desde entonces, tanto el sistema coaxial como el de microondas han evolucionado ampliamente, siendo capaces de trabajar a velocidades de bits ~ 100 Mb/s (Noé, 2016).

El sistema coaxial más avanzado se puso en servicio en 1975 y funcionaba a una velocidad binaria de 274 Mb/s. Un grave inconveniente de estos sistemas coaxiales de alta velocidad era la escasa separación entre repetidores (~ 1 km), lo que encarecía relativamente su funcionamiento. Los sistemas de comunicación por microondas permitían una mayor separación entre repetidores, pero su velocidad binaria estaba limitada a cerca de 100 Mb/s por la frecuencia portadora de las microondas. El producto velocidad binaria-distancia (BL), donde B es la velocidad binaria y L es la distancia entre repetidores, es un factor de mérito muy utilizado en los sistemas de comunicación (Agrawal, 2022).

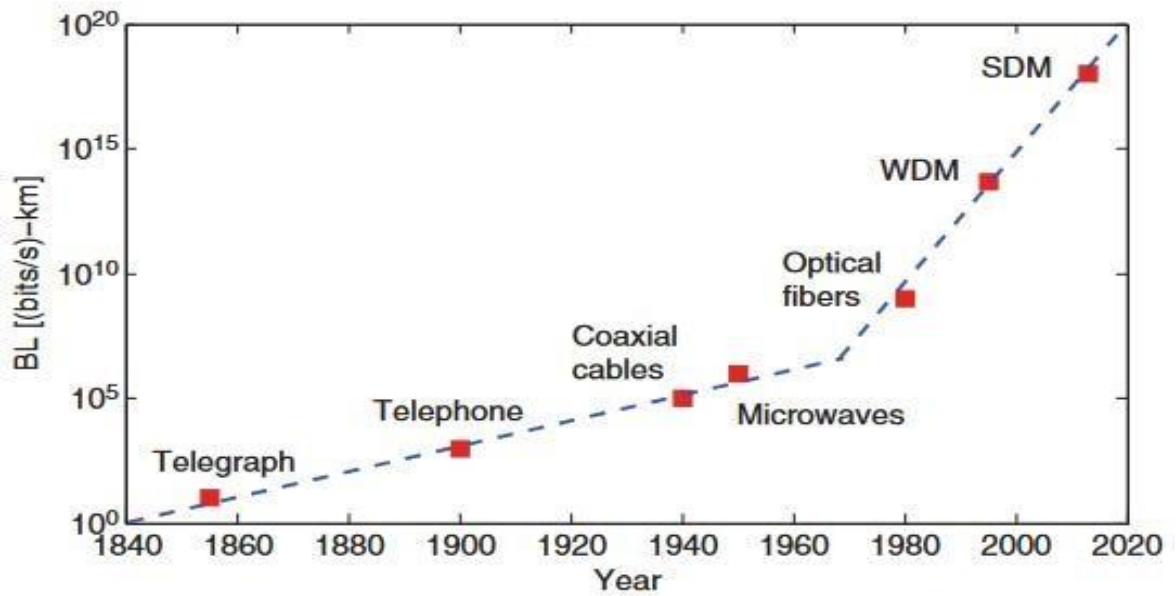


Fig. 2. Evolución de la fibra óptica en las comunicaciones. (Fuente: (Agrawal, 2022))

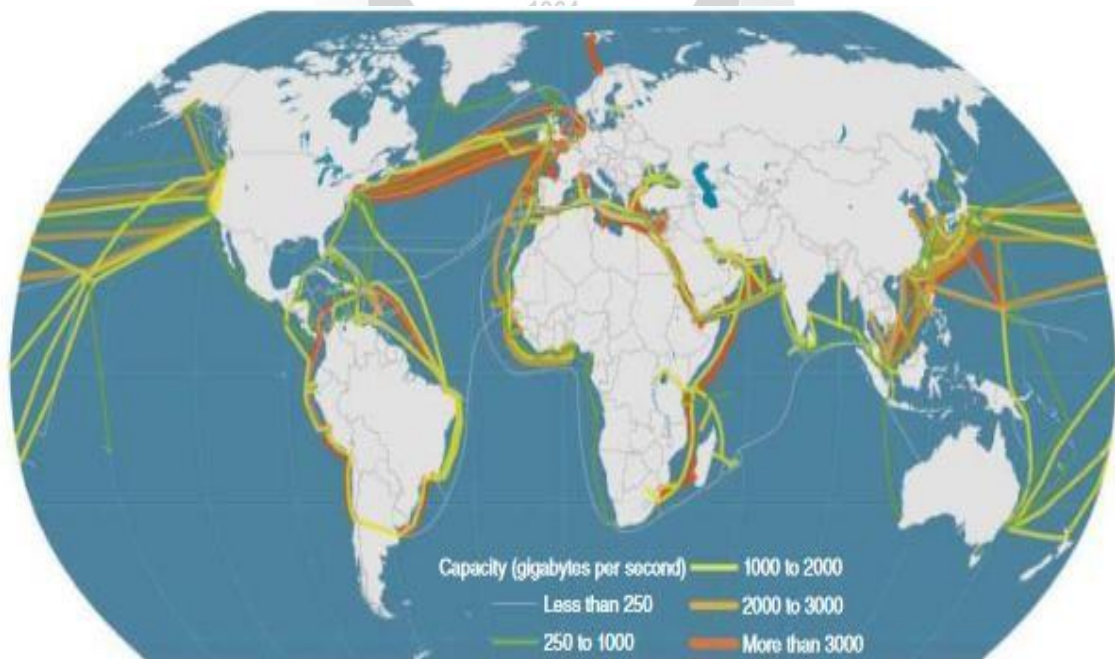


Fig. 3. Red submarina internacional de sistemas de comunicación por fibra óptica hacia 2016. (Fuente: (Agrawal, 2022)).

C. Sistemas de comunicación por fibra óptica

Los sistemas de comunicación ópticos se diferencian en principio de los sistemas de microondas sólo en el rango de frecuencias de la onda portadora utilizada para transportar la información. Las frecuencias portadoras ópticas suelen ser ~ 200 THz, en contraste con las frecuencias portadoras de microondas (~ 1 GHz). Se desea un incremento de la capacidad de información de los sistemas de comunicación ópticos de hasta 10.000 veces simplemente por las frecuencias portadoras tan altas que se utilizan en los sistemas de ondas luminosas. Este aumento puede entenderse observando que el ancho de banda de la portadora modulada puede ser de hasta un pequeño porcentaje de la frecuencia portadora. En ese sentido, por ejemplo, el 1% como valor límite, los sistemas de comunicación óptica poseen el potencial de transferir información a velocidades de bits ~ 1 Tb/s. Este considerable ancho de banda potencial de los sistemas de comunicación óptica es su potencial que impulsa el desarrollo y despliegue mundial de los sistemas de ondas ligeras. Los sistemas más avanzados funcionan actualmente a velocidades binarias ~ 10 Gb/s, lo que indica que aún queda mucho por mejorar (Agrawal, 2022).

A continuación, en la figura 3 se muestra un diagrama de bloques genérico de un sistema de comunicación óptica. Consta de un transmisor, un canal de comunicación y un receptor, los tres componentes comunes a todos los sistemas de comunicación. Los sistemas de comunicación óptica pueden ser clasificados en dos grandes categorías: guiados y no guiados. Como su propio nombre lo indica, los sistemas de ondas luminosas son guiados a través de un óptico emitido.

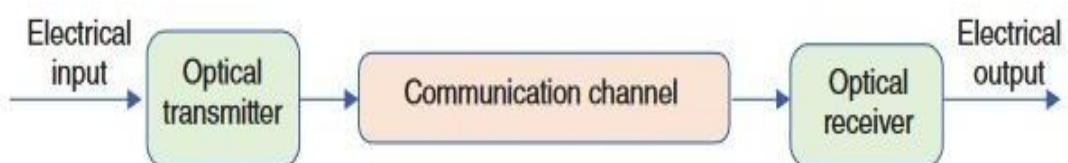


Fig. 4. Sistema genérico de comunicación óptica (Fuente: Agrawal, 2022).

D. Descripción de la fibra óptica

Una fibra óptica está formada por una delgada hebra cilíndrica de vidrio de sílice (su núcleo) rodeada por un recubrimiento cuyo índice de refracción es ligeramente inferior al del núcleo. Debido a un cambio abrupto del índice en la interfaz núcleo-revestimiento, estas fibras se denominan fibras de índice escalonado. En otro tipo de fibra, llamada fibra de índice graduado (GRIN), el índice de refracción decrece gradualmente al interior del núcleo. En la figura 4 se observa el esquema del perfil de índice y la sección transversal para los dos tipos de fibras. La imagen de rayos permite comprender mejor las propiedades de guiado de las fibras ópticas. La descripción geométrico-óptica, aunque referente, es considerablemente válida en el momento en el que el radio del núcleo es más grande que la longitud de onda de la luz (Agrawal, 2022).

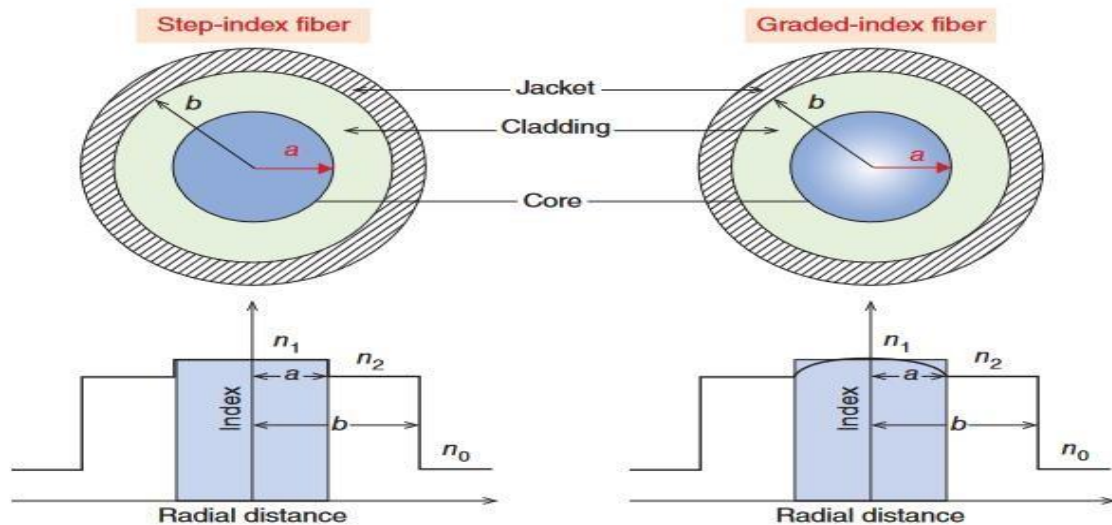


Fig. 5. Secciones transversales y perfiles de índice de refracción para fibras de índice escalonado e índice graduado (Fuente: Agrawal, 2022).

E. Ventajas del uso de la fibra óptica

Los sistemas ópticos de transmisión de datos difieren considerablemente de sus homólogos en el ámbito eléctrico, por ejemplo, por las frecuencias portadoras extremadamente altas, las velocidades de transmisión de datos extremadamente altas, la imposibilidad de medir directamente los campos transmitidos, los elementos de cuadratura en la entrada del receptor, los

efectos cuánticos, los amplificadores recíprocos multi modificados y el medio de transmisión dispersivo y algo no lineal (Noé, 2016).

Según Calua Tasilla, (2020)La fibra óptica dentro de las telecomunicaciones ofrece muchas ventajas, las cuales son:

- Provee de un ancho de banda elevado, permitiendo esto una transmisión a grandes velocidades de datos.
- Posee dimensiones reducidas y un bajo peso, su diámetro externo puede ser de 250, 500 ó 900 micras en función del recubrimiento utilizado, el cual normalmente es flexible.
- No lo afecta las radiofrecuencias, por lo que puede ser conectado cerca a cualquier instalación eléctrica y en cualquier ambiente, permitiendo esto que su transmisión de información sea de buena calidad.
- Por su característica óptica de las señales que emite la fibra, también otorga un mayor beneficio sobre la seguridad y privacidad de la transmisión.

F. Reflexión y Refracción

La fibra óptica trabaja bajo los fundamentos de la reflexión y la refracción, siendo según Agrawal, (2022) la descripción de estos principios el siguiente:

- **Reflexión:** Cambio de direccionamiento de la onda hacia su origen.
- **Refracción:** Cambio de direccionamiento que tiene las ondas cuando transitan de un medio a otro.

G. Ancho de banda

Una de las características que posee la fibra óptica es la cantidad de información que esta puede transmitir, en ese sentido, cuando se habla de ancho de banda, este se refiere a la velocidad en bits a través de la cual, las señales podrían ser enviadas a una determinada distancia sin que el bit sufra alguna obstrucción con el bit anterior o posterior (Calua Tasilla, 2020).

H. Parámetros específicos de la fibra óptica

Las equivalencias aproximadas de los parámetros de la fibra óptica para saber su rango de cobertura basándose en los dBm, lo podemos encontrar en el indicador de potencia de la señal recibida (RSSI: Received Signal Strength Indicator), en ese sentido podemos definir:

- Rangos superiores a un -70 = Sin conexión y si se conecta será con caídas constantes.
- Rangos superiores a un -50 = Caídas aleatorias.
- Rangos superiores a un -40 = Conexión aceptable, pero se puede esperar pérdida de paquetes.
- Rangos superiores a un -30 = Conexión buena.
- Rangos inferiores a -27 = Conexión excelente máxima velocidad de transferencia.

I. Modo de propagación

En relación con los modos de propagación que ofrece la fibra óptica, podemos mencionar a la fibra monomodo, la cual es la más sugerida para instalaciones a grandes distancias.

- **Fibra óptica monomodo:** fibra que es reconocida por brindar una gran capacidad de transferencia de información, posee una banda de paso de 100 GHz/Km, en la figura 5 se puede observar que solo se transmiten los rayos que poseen una dirección que va hacia el eje de la fibra, por lo que se le da el nombre de monomodo, por otro lado, esta fibra se caracteriza por tener su diámetro del núcleo en el mismo rango de magnitud que la longitud de onda que las señales ópticas que transmite, es decir de entre 5 a 8 μm . La primordial ventaja que ofrece este tipo de fibra óptica es el elevado flujo que puede soportar.



Fig. 6. Característica de la fibra óptica monomodo. (Fuente: Calua Tasilla, 2020)

J. Redes de telecomunicación de banda ancha

Actualmente la configuración que poseen las redes de telecomunicación que usan banda ancha para el acceso al servicio de internet, según Calua Tasilla, (2020) están compuestas por:

- **Enlace de salida a internet:**
Se conocen dos formas de enlaces de comunicaciones de alta velocidad que permiten interconectar la red SIP de telecomunicaciones con el internet.
- **Enlace internacional:**
Enlaces que sirven para interconectar países de diferentes continentes a través de cables submarinos de fibra óptica.
- **Enlace local**
Enlaces de comunicación que posean puntos de intercambio, pero de tráfico local, son conocidos también como puntos de acceso a la red o NAP (Network Access Point), normalmente este tipo de enlace es de fibra óptica.
- **Red de telecomunicaciones del ISP**

Está conformado por:

- **Núcleo de red**

Conformada por redes y equipos de conmutación con estructuras de alta capacidad y velocidad, lo que hace que se pueda reunir el tráfico de todos los beneficiarios de la red y direccionarlos desde y hacia el internet, todo esto mediante los enlaces internacionales.

● **Red de transporte.**

Esta red está conformada por toda la infraestructura, medios de transmisión y equipos básico con el fin de poder transmitir señales de comunicación, asimismo, está conformada por enlaces que reúnen varias zonas de una misma ciudad, así como también de diferentes regiones y provincias de un país, normalmente utilizan tres formas de medios de transmisión: la fibra óptica, los enlaces microondas y los enlaces satelitales.

● **Red de acceso**

Es toda infraestructura, equipamiento de telecomunicaciones y medios de acceso básicos para interconectar los terminales de los beneficiarios con la red, esta red a comparación de la anterior posee un enlace corto, normalmente en el interior de un distrito, por lo generar utiliza las siguientes tecnologías.

Tabla 1. Requerimientos tecnológicos para instalación de banda ancha

Tipo de medio	Vía de acceso	Tecnología requerida	Velocidades	Equipamiento básico
Alámbrico	Fibra óptica	ADSS, OPGW	Hasta 1 Gbps	Ductos subterráneos, postes
	Cable coaxial, cobre, etc.	ADSL, DOCSIS, cable modem	Hasta 5 Mbps	
Inalámbrico	Redes terrestres	WMax, UMTS, HSPA	Hasta 2 Mbps	Torres de comunicación y antenas
	Redes satelitales	VSAT	Hasta 515 Kbps	No necesita

Fuente: Calua Tasilla, (2020)

K. Tipos de fibra óptica

Según el estándar ISO/EC 11801, reconoce dos tipos de fibra óptica para la tipología de Monomodo (OS1 y OS2), a continuación, se describen detalladamente las cualidades de cada uno de estos:

Tabla 2. Tipos de fibra óptica monomodo

Tipo de fibra óptica	Longitud de onda	Longitud de onda	
		Coefficiente de atenuación (dB/Km)	Distancia de longitud de onda
		0.50	
OS1	1300	0.35	10 km
OS2	1550	0.25	40 km

Fuente: Calua Tasilla, (2020).

- **Tipos de fibra óptica por su composición**

Actualmente existen tres tipos de fibra óptica según su composición, las del núcleo de plástico, y recubierta plástica, las de núcleo de vidrio con recubierta plástica (comúnmente llamados PCS, el núcleo es de silicio cubierto con plástico) y las de núcleo de vidrio y cubierta de vidrio (llamados SCS, silicio cubierto con silicio) (Calua Tasilla, 2020b).

- **Tipo de cable de fibra óptica según el diseño**

● **Cable aéreo auto soportado (ADSS)**

Cable de conformación holgada, delineado para poder ser usado sobre estructuras aéreas, se caracteriza por no requerir un fijador como soporte. Para su aseguramiento se utilizan abrazaderas las cuales se conectan directamente al poste de sujeción (Agrawal, 2022).

● **Cable de estructura holgada**

Son cables que se caracterizan por poseer varios tubos de fibra que rodean un componente central de refuerzo, envuelto además por una cubierta protectora, siendo la diferencia de este tipo de cables los tubos de fibra que lo conforman. Cada tubo tiene un diámetro de dos

a tres milímetros, los cuales llevan varias fibras ópticas que reposan de forma holgada en él, estos tubos pueden ser huecos o en algunos casos estar rellenos de un gel con resistencia al agua, protegiendo a la fibra. Este tubo holgado favorece el aislamiento de las fibras de su interior con cualquier fibra mecánica externa que se ejerza sobre él (Agrawal, 2022).

CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1. CONTEXTO LABORAL – SITUACIONAL

Como practicante inicié mis labores en la empresa CEI como técnico en telecomunicaciones, dentro de mis funciones se encontraban el ver los proyectos de SWAP de antenas y liquidación misma de los proyectos, dentro de esta área estuve por un periodo de 3 años

Luego estuve en el área de BMP donde realicé trabajos de coordinador de proyectos y tuve a cargo el proyecto de instalación de seguridad y voz IP con ZTE y ENEL, en esta área trabajé por un periodo de 1 año

Posteriormente trabajé en HUAWEI como Ingeniero Supervisor y EHS en donde pude desenvolverme en proyectos de Microondas, SWAP de equipos indoor, energización de equipos y Fibra Óptica, en esta área trabajé por un tiempo de 4 años

Actualmente me encuentro trabajando en YOFC - PERU donde ingresé como ingeniero asistente del proyecto de PRONATEL en la parte de Fibra y ahora tengo el puesto de Ingeniero OSP donde he realizado los prediseños y diseños finales de la red de acceso en San Martín, La Libertad y una pequeña parte de Arequipa y Ancash.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL BACHILLER

En estos momentos en la empresa YOFC me encuentro realizando el seguimiento de los avances del proyecto en la parte de Fibra Óptica que YOFC tiene

con PRONATEL, para luego empezar a hacer análisis de costos y análisis de entregables para liquidación de subcontratistas, posteriormente he realizado los prediseños de las 4 regiones, San Martín y La Libertad en su totalidad y una pequeña parte de Ancash y Arequipa.

Finalmente se hicieron los diseños finales de La Libertad con el BOM de materiales de la parte de fibra y ahora estoy encargado de la Región La Libertad viendo los prediseños y diseños finales de la parte de Energía en los nodos.

CAPITULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. DESARROLLO PRACTICO DE LAS CONTRIBUCIONES PLANTEADAS POR EL BACHILLER EN LA EMPRESA

4.1.1. Síntesis de la Realidad Problemática:

En nuestro país la brecha tecnológica aún es uno de los grandes problemas que requieren de una pronta atención, la cual durante y después de la pandemia ocasionada por la covid-19, desnudo una realidad que hasta ese momento se desconocía, los sectores más afectados por esta falencia fueron el sector educación, salud, entre otros, siendo más notorio en las zonas rurales. Es sabido que el Perú viene desarrollando el proyecto de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica y que además se cuenta un sistema de redes regionales, las cuales buscan cubrir las necesidades de acceso al internet en todas las ciudades y regiones, sin embargo estas no llegan a ser el 100%, existiendo lugares que no cuentan con esta conectividad, por otro lado, se evidencia una notorio desinterés de las empresas privadas y las instituciones públicas en el cierre de esta brecha, y la generación de oportunidades y beneficios que el internet podría traer a sus comunidades.

4.1.2. Aplicación planteada para resolver la situación problemática.

Al tener varias poblaciones sin acceso y uso de los servicios públicos de telecomunicaciones esenciales para los pobladores rurales y de lugares de interés social es que se busca la reducción de la brecha digital en estos sitios para lo cual nos apoyaremos de la existente red dorsal nacional de fibra óptica hecha ya hace algunos años por AZTECA, entonces partiendo de los nodos existentes de AZTECA llegaremos

mediante fibra óptica a las capitales distritales a las cuales llamaremos nodos de transporte, desde allí partiremos con dos opciones de conectividad hacia los pueblos rurales las cuales pueden ser mediante fibra óptica o mediante enlaces microondas, esto va a depender de la distancia y situación geográfica que podamos encontrar para llegar a cada zona rural, estos serán llamados nodos de acceso, finalmente sin importar el método de llegada hacia los nodos de acceso terminaremos conectado a los lugares de interés social mediante la fibra óptica y así pudiendo dar la solución definitiva y acortando la brecha digital en estos sitios.

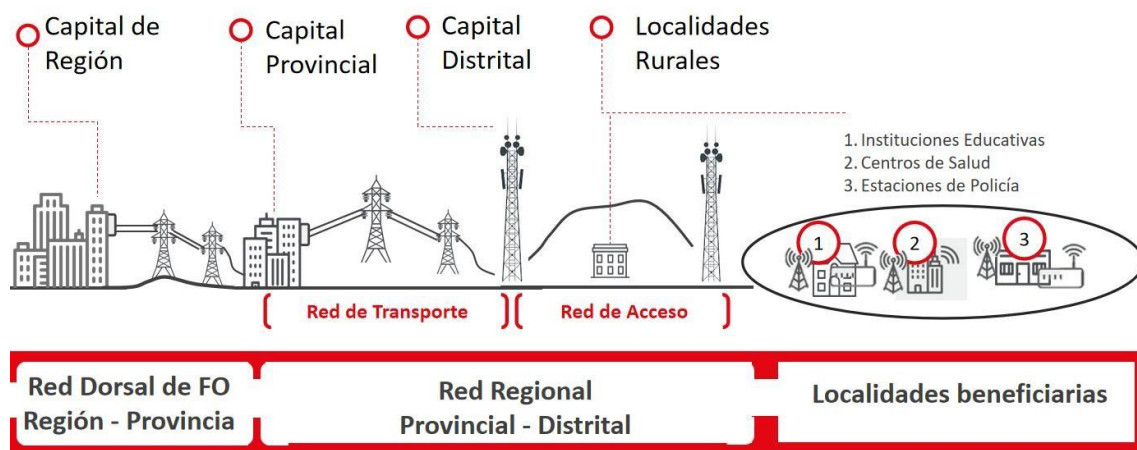


Fig 7. Diagrama de la distribución de la red de acceso.

¿Cómo llegará el Internet y la Intranet de banda ancha a las localidades?

Infraestructura

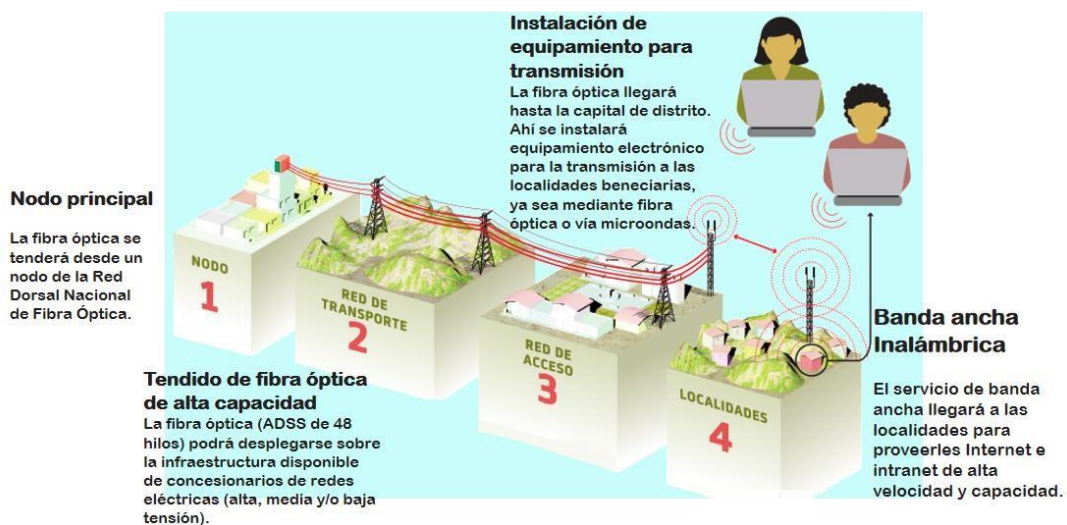


Fig 8. Diagrama de cómo llegará el internet a los beneficiarios.

Solución Red de Acceso

Arquitectura

La Red de Acceso es una solución basada en equipos de Microondas, con una arquitectura tipo estrella, interconectada a través de la red de transporte al NOC de Acceso

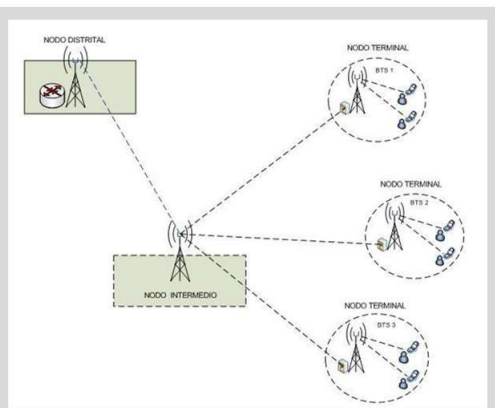


Fig 9. Arquitectura de la red de acceso.

4.1.3. Elaboración de la aplicación para resolver la situación problemática.

Según YOFC PERU, (2020) la propuesta técnica para la implementación del presente proyecto, es la siguiente:

- A. Propuesta:** Implementación de Banda Ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la Región San Martín.

B. Descripción General del Proyecto:

La RED DE ACCESO del Proyecto de “Creación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo de la Región San Martín”, permitirá dar acceso a los servicios de Internet e Intranet a 220 localidades beneficiarias en la región San Martín.

Con la implementación de esta red de Banda Ancha, la red de acceso permitirá brindar todos los productos de acceso a internet e intranet a 371 instituciones abonadas obligatorias de la región San Martín, las cuales están seleccionadas tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Instituciones estatales beneficiadas con los servicios de internet e intranet en la región San Martín.

Región	Locales estatales de gestión estatal	Establecimientos de salud	Dependencias policiales	Total, de instituciones
San Martín	215	139	17	371

La empresa YOFC a través de la red de acceso atenderá las demandas de acceso a Internet y de acceso a Intranet de los usuarios (personas naturales o jurídicas, públicas o privadas en las localidades beneficiarias de la región San Martín). En ese sentido la implementación, entregará gratuitamente e instalará un módulo de acceso a cada institución abonada obligatoria de acuerdo con las dos clasificaciones de Módulos de Acceso establecidas, siendo esta:

- Tipo A para las instituciones abonadas obligatorias que correspondan a Establecimientos de Salud y a Dependencias Policiales, siendo un total de 156 instituciones.
- Tipo B a las instituciones abonadas obligatorias que correspondan a Locales Escolares de Gestión Estatal, siendo para este tipo 215 Instituciones.

La distribución de las instituciones con los módulos de acceso Tipo A y B para la región San Martín, se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso

Región	Tipo de módulo de acceso			Total, de instituciones de la región
	Tipo A		Tipo B	
	Establecimientos de salud	Dependencias policiales	Locales estatales de gestión estatal	
San Martín	139	17	215	371

Asimismo, como parte de la solución de la red de acceso, se está considerando la implementación de acceso a internet gratis en la plaza principal de las localidades beneficiarias, siendo un total de 169 plazas y parques.

Los usuarios de las Instituciones reconocidas como abonadas obligatorias tendrán las siguientes velocidades de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría y tarifa tope del Servicio de Acceso a Internet, que se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Velocidades de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría y tarifas topes del servicio de acceso a Internet para las Instituciones Abonadas Obligatorias.

Velocidad de descarga (Mbps)	Velocidad mínima garantizada	(%) Asimetría	Renta Mensual (S/. con IGTV)
2	40%	4 a 1	89.72
4	40%	4 a 1	134.31
8	40%	4 a 1	166.73
12	40%	4 a 1	182.48
20	40%	4 a 1	203.94
40	40%	4 a 1	245.14

Para los usuarios de otras instituciones públicas que no conforman parte de las Instituciones Abonadas Obligatorias, tendrán las siguientes características del Servicio de Acceso a Internet, que se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Velocidades de descarga, velocidad mínima garantizada, asimetría y tarifas topes del servicio de acceso a Internet para las Instituciones públicas que no conforman parte de las Instituciones Abonadas Obligatorias.

Velocidad de descarga (Mbps)	Velocidad mínima garantizada	(%) Asimetría	Renta Mensual (S/. con IGV)
2	40%	4 a 1	89.72
4	40%	4 a 1	134.31
8	40%	4 a 1	166.73
12	40%	4 a 1	182.48
20	40%	4 a 1	203.94
40	40%	4 a 1	245.14

Los precios de acceso a Internet para los domicilios se determinarán por el contratado, estando sujetas al régimen tarifario supervisado, siguiendo lo dispuesto en la Resolución del Consejo Directivo N° 148-2018-CD/OSIPTTEL o la norma que la modifique o sustituya. Las tarifas de Instalación del servicio de acceso a Internet y/o Intranet para las Instituciones Abonadas Obligatorias y otros Contratantes será libre de pago, manteniendo como característica, que estas no superen el número de instalaciones, el cual es de 4836 instalaciones. Por otro lado, en la tabla 7, se muestran los tipos de Velocidades de transmisión y característica del servicio de Acceso a Intranet para las Instituciones Públicas.

Tabla 7. Tipos de Velocidades de transmisión y característica del servicio de Acceso a Intranet para las Instituciones Públicas.

Velocidad de descarga (Mbps)	Velocidad mínima garantizada (%)	Relación de la velocidad de transmisión de subida respecto de la velocidad de transmisión de bajada es de 1:1.
2	40%	1 a 1
4	40%	1 a 1
8	40%	1 a 1
12	40%	1 a 1
20	40%	1 a 1
40	40%	1 a 1

Para el servicio de Acceso a Intranet, se configurarán cuatro (04) redes virtuales exclusivas para cada tipo de servicio brindado a cada institución:

- a. Se destinará una red virtual exclusiva para los Establecimientos de Salud Obligatorios del Listado de instituciones abonadas obligatorias.
- b. Se consignará una red virtual exclusiva para los Dependencias Policiales Obligatorias.
- c. Se consignará una red virtual exclusiva para las Locales Escolares Obligatorias (escuelas o colegios) de gestión estatal.
- d. Se consignará una red virtual exclusivamente para las entidades públicas 1 de la REDNACE que logren contratar el acceso a Internet en el tiempo de operación.
- e. Cada red virtual ayudará a que todos los equipos instalados puedan reconocerse entre sí, generándose conexiones sin la condición de realizar requerimientos de configuración, siendo necesaria solo la conexión de terminales de videoconferencia para realizar una llamada (mediante IP u otro identificador).

Los servicios a Intranet dentro del alcance del proyecto dentro de la región tendrán los siguientes parámetros en consideraciones normales de la red de acceso y su correspondiente a la red de transporte.

- Latencia máxima de ciento cincuenta (150) ms. (ida y vuelta)
- Pérdida de paquetes menores al dos por ciento (2%).
- Jitter menor a quince (15) ms.
- Relación entre la velocidad de transmisión de subida respecto de la velocidad de transmisión de bajada es de 1:1.
- Acceso Full Dúplex.

C. Descripción de las consideraciones de diseño de la Red de Acceso

Dentro de los principios de diseño para la red de acceso se está considerando que su disponibilidad sea de (98%) por año, siendo contabilizada desde su puesta en operación. En ese sentido, los servicios no podrán quedar interrumpidos por un periodo superior a 175,20 horas continuas o alternadas en total por año. El PRONATEL corroborará el cumplimiento de esta Disponibilidad. Los parámetros de la distancia serán tomados en cuenta para el cálculo de la disponibilidad, el cual será medida en cada punto de

presencia (POP). Como la red se compondrá de dos subredes, se está dividiendo la red en el NOC de ACCESO y los Nodos de la RED DE ACCESO.

D. Criterios de diseño de la red de acceso inalámbrico

Dentro de los criterios para desarrollar la red de acceso Inalámbrico, se está considerando tener una red de tipo backhaul punto a punto con equipos de radio Microondas licenciados y para el acceso de la última milla se está considerando una red de tipo Punto Multipunto con equipos microondas no licenciados.

a. Criterios de Diseño de la RED DE ACCESO Inalámbrico Punto a Punto

Para los enlaces microondas Punto a Punto, se han tomado las siguientes recomendaciones de los estándares ITU, para hacer el diseño de la red:

- DTEM: SRTM3 con mapa de resolución de 30 m.
- Las Alturas de antenas propuestas son para satisfacer el criterio de diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa establecido en la sugerencia ITU.R P.530-17.
- De acuerdo con las recomendaciones ITU-R P.453-14, el porcentaje de veces anuales y mensuales para las cuales el gradiente de refractividad ΔN a más de 100 m $\leq 100 N \text{ units/km}$ (%): 10
- Método de predicción para multirayecto plano y selectivo: ITU.R P.530-7/8.
- Método de predicción para lluvia: ITU.R P.530-16 (Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa) en conjunto con ITU.R P.837-5 y ITU.R P.838-3.

- Disponibilidad Mínima para cada enlace: 99.995%
- Fade Margin: 20 dB
- En caso de enlaces 2+0 XPIC con OMT, las pérdidas de este último son 0.7 dB por OMT.
- Margen de Campo: 1dB
- Software de Diseño: Pathloss 5.1

Adicionalmente en la documentación de la Propuesta Técnica Actualizada en formato digital se añadirá un archivo Google Earth con la topología en formato Kmz de la Red de Acceso Microondas punto a punto y de las redes de acceso de última milla PTMP.

E. Criterios de diseño de la red de acceso inalámbrico punto a multipunto

Las exigencias mínimas generales de diseño y cálculo de enlace tomados en consideración para la solución PTMP en la región de SAN MARTIN son los siguientes:

- a. Banda de frecuencia: 5Ghz
- b. Ancho de canal: 40MHz
- c. Disponibilidad: 99%
- d. Fade Margin: 6dB

Los criterios de diseño para la solución PTMP se basan en la capacidad requerida total y asegurada para los canales subida (uplink) y bajada (downlink) de la institución beneficiaria (IAO, Plazas, CAD A y CAD B).

La herramienta utilizada para la simulación de los diseños es el software propietario de RADWIN, RPlanner. Este software realiza las simulaciones y cálculos de enlace en tiempo real y está basado en la información de ubicación y altimetría que entrega el Google earth. Esta característica nos permite configurar los criterios de diseño y tener una respuesta que valide el estado óptimo (funcional) del enlace.

En base a esta información listo los criterios de diseño considerados para este proyecto:

- Banda de frecuencia: 5GHz
- Factor climático: 2
- Tipo de Área: RURAL
- Modelo de propagación: Free space
- Disponibilidad: 99%
- Fade Margin: 6dB
- Equipos considerados para simular:
- RW-5BG5-9458: Estación base (AP) RADWIN con doble-carrier de hasta 1.5 Gbps, soporta hasta 04 salidas RF de polarización dual (hasta 04 sectores).
- RW-5H00-9P54: Equipo suscriptor (Cliente) RADWIN que soporta hasta 250Mbps con antena integrada de 22dBi.
- RW-9061-5014: Antena sectorial de 120° de polarización dual de hasta 11dBi de ganancia.
- Nomenclatura por cada sector: “Código-Nodo”_”Sigla-Región”_S”X” (“X”, número de sector)
- Sector 01: A2025_AN_S1
- Sector 02: A2025_AN_S2
- Sector 03: A2025_AN_S3
- Nomenclatura por cada suscriptor: “Código-Nodo”_”Sigla-Región”_”Codigo-único”
- 2262_AN_H001749
- 2262_AN_S026217
- 2262_AN_Plaza

La evaluación de cada uno de los enlaces PTMP según los criterios antes listados en el software RPlanner, entrega un resultado del estado del enlace calificado como PASS o FAIL. Siendo el estado PASS la calificación de un enlace óptimo que cumple con los requerimientos de capacidad, RSSI, modulación, distancia, fade margin y línea de vista; y FAIL el estado que define que el enlace no cumple con alguno de ellos. Adicionalmente en la documentación de la Propuesta Técnica Actualizada

en formato digital se añadirá los archivos del R-Planner en formato PRJ y los archivos del Link Planner en formato LPP.

F. Criterios de Diseño de NOC de Acceso

Para el diseño del NOC se seguirá las normas EM.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones relacionado a las redes e instalaciones de telecomunicaciones, estándar TIA-942 alusivo a los estándares de infraestructura de telecomunicaciones para Centro de Datos, para el dimensionamiento y la construcción de los Nodos, así como también las consideraciones para las mejoras prácticas de la industria en materia de implementación de Data Center y cableado estructurado.

Los equipos instalados en los nodos de la RED DE ACCESO, el equipamiento activo, ubicado o no en sitios asignados de personal, serán capaces de ser monitoreados y gestionados desde el NOC. Esto involucra los procesos de configuración y actualización, sin que sea necesario la presencia física del técnico en el lugar.

Se está diseñando el NOC para que pueda ser implementando con una configuración óptima para ejecutar las funciones de monitoreo, gestión y administración de red, y para mantener el logro de los objetivos de Disponibilidad establecidos en la presente PROPUESTA TECNICA ACTUALIZADA, se está configurando el equipamiento de activo de comunicaciones en un sistema redundante, es decir en Activo y Stand By, como se muestra en la tabla 8 :

Tabla 8. Equipos redundantes del NOC de ACCESO.

NOC de acceso	Cantidad de equipamiento en el NOC	Unidad	Modelo
NOC de Acceso		Site	
Dispositivos de Datos			

Conmutador del NOC de ACCESO	2	PCS	7210 SAS-Sx 64SFP+
Enrutador del NOC de ACCESO (incl. CGNAT&BRAS&IGW)	2	PCS	7750SR-7 (CR/BRAS unificado)
Firewall NOC de ACCESO	2	PCS	FortiGate-1200D
Conmutador de Gestión	2	PCS	OS6450-24X

G. Lista de localidades y tipos de nodos involucrados en el proyecto

A continuación, presentamos a manera de resumen la información de la cantidad de localidades beneficiarias obligatorias del Proyecto. La tabla 9, presenta la información referida a las localidades beneficiarias del proyecto donde se tiene la instalación de las Instituciones Abonadas Obligatorias y su correspondiente solución WiFi para la plaza o parque de la misma localidad, su Centro de Acceso Digital, y las localidades dentro del ámbito del Proyecto en los cuales existirá algún tipo de nodo de la RED DE ACCESO para que proporcione conectividad a la red.

Tabla 9. Resumen de Cantidad de Localidades Involucradas, Cantidad de Nodos en la Red Acceso a Implementar.

Región	Tipo de nodo	Cantidad de nodos	Cantidad de localidades
San Martín	Distrital	52	50
	Intermedio	63	67
	Terminal	97	103
	TOTAL	212	220

El resumen de la información mostrada en la tabla 9 está basado en la planificación y el diseño actual de la Red de Microondas, los cuales tienen un alto impacto por la adquisición de los terrenos, y las pruebas de Línea de Vista (LOS). YOFC PERÚ S.A.C. ira actualizando continuamente la planificación de MW de acuerdo con la situación geográfica de la adquisición de sitios.

En la tabla 10 se encuentra a manera de resumen la cantidad de Centros de Mantenimiento de la RED DE ACCESO, la cantidad de sitios con funcionalidad de Centros de Atención de Acceso, Centros de Atención Usuarios y para el caso del NOC de la RED DE ACCESO se instalará de acuerdo con las bases en la capital de la región.

En caso excepcional cuando se presenten temas urbanísticos o señalados por el Ministerio de Cultura, que no hagan posible construir el NOC en la capital distrital, se podrá reubicar el NOC, eso si a no más de 5 km del distrito capital, manteniendo su ubicación dentro de la zona urbana, debiendo de contar con todos los servicios básicos de agua, electricidad y desagüe, así como el acceso a libre tránsito vehicular hasta la puerta del NOC. Asimismo, la ubicación del NOC deberá ser aprobada por el PRONATEL.

Tabla 10. Cantidad de NOC de RED DE ACCESO, Centros de Mantenimiento, Centros de Atención de Usuarios y Centros de Acceso Digital.

Departamento	Cantidad de NOC de acceso	Cantidad de centros de mantenimiento	Cantidad de centros de atención a usuarios red de acceso	Cantidad de centros de acceso digital (TIPO A)	Cantidad de centros de acceso digital (TIPO B)
San Martín	1	6	6	5	56

H. Tipología y características generales de la red de acceso

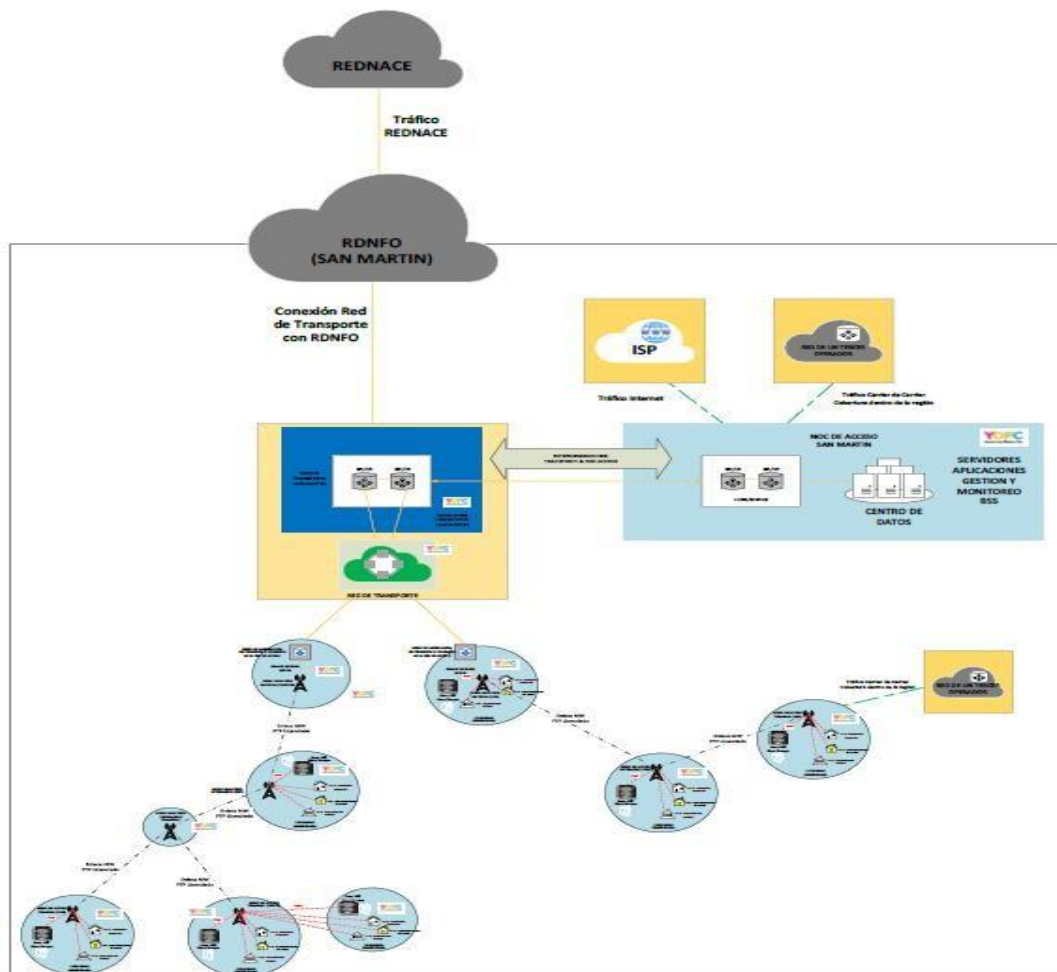


Fig. 10. Topología General de la RED DE ACCESO.

La red de acceso está compuesta por el conjunto de Nodos de Acceso (Nodos Distritales, Nodos Intermedios y Nodos Terminales), El NOC de la red de acceso, los Centros de Mantenimiento y los Centros de Atención a Usuarios, los centros de Atención Digital y Las Plazas / Parques de libre acceso a Internet.

Los nodos de la red de acceso se interconectan por una red de enlaces punto a punto (PTP) en banda licenciada, en los nodos denominados POP (Point of Presence) se implementa una solución de acceso inalámbrica Punto Multipunto (PMP) en banda no licenciada para la conectividad de las distintas instituciones abonadas obligatorias y otras instituciones públicas, así mismo con el sistema PMP se interconectará el punto de la Zona WiFi en la plaza o parque de la localidad beneficiada. El NOC de la red de acceso se ubicará en la capital de región de San Martín. El NOC de acceso en San Martín concentrará el tráfico de los nodos de acceso de la región San Martín.

En el NOC de acceso de San Martín, se implementará un Nodo Core/Borde redundado, este se ubicará en la sala de equipos del NOC de acceso. En la figura 1 se observa el diagrama topológico general de interconexiones de las redes de Transporte y Acceso, que muestra el escenario donde va a convivir la red de acceso y las posibles redes a las que se conectará. Este diagrama permite identificar (de abajo hacia arriba) quienes serán los usuarios de la red de acceso, así mismo muestra que la red de acceso será usuaria de la Red de Transporte (en las capitales de distrito o en algunas localidades).

La Red de Transporte permitirá el transporte del tráfico de la red de acceso que será implementada y operada por YOFC Del Perú S.A.C. hacia el NOC de acceso, el diseño de la red está orientado a cumplir con los requerimientos de disponibilidad requeridos.

Siguiendo con lo determinado en el contrato de financiamiento en el Numeral 7.402, la Red de Transporte permitirá recibir y cursar todo el tráfico de la red de acceso (recibido en los nodos de Conexión y Distribución de la Red de Transporte) hacia el NOC de la red de acceso ubicado en la capital de Región, el NOC de acceso recibe el tráfico que es transportado por la Red de Transporte Regional y lo procesará para

identificar el tipo de servicio, enrutando el tráfico de la Intranet de la REDNACE (tráfico de instituciones abonadas obligatorias y otras entidades de administración pública que lo solicite) y la red de acceso podrá entregar el tráfico hacia la RDNFO por fuera de la cobertura de la Región y posteriormente a la REDNACE (Instituciones que están por fuera de la región), si PRONATEL lo solicita. En caso PRONATEL requiera que el tráfico se enrute por fuera de la cobertura de la red de acceso (Regional), el tráfico se entregará al Operador de la RDNFO para que este a su vez lo transporte dentro del alcance de su red.

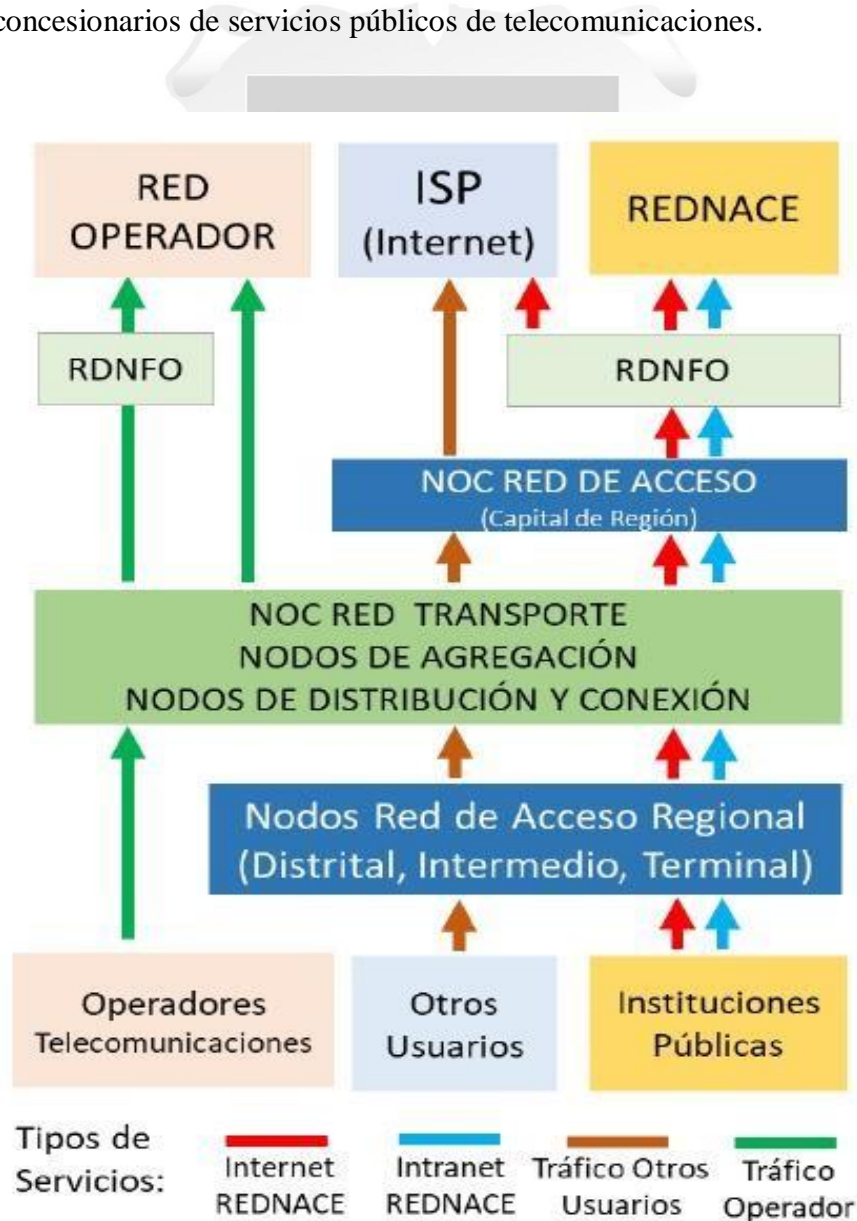
Así mismo, en el NOC de la red de acceso (que pertenece a la red de acceso), el otro tráfico que no pertenece a la REDNACE puede ser enrutando hacia el ISP para los servicios de Internet (YOFC PERU S.A.C. en cumpliendo con lo requerido en el numeral 6.1.1 del Anexo 8-B de la red de acceso remitirá las copias de los contratos de interconexión que se suscriban entre la empresa concesionaria de la RDNFO y con los otros proveedores de Internet-ISP durante la etapa de Instalación de la red de acceso, siendo este un alcance solicitado para la red de acceso).

El tráfico que no requiera salir de la región San Martín (ósea el tráfico que se mantiene dentro de la cobertura del Proyecto Regional), el NOC de la red de acceso enrutará el tráfico de las distintas Instituciones públicas hacia los servidores de contenidos (ubicados en los NOC de acceso San Martín) y hacia las distintas localidades que estén dentro de su cobertura usando como transporte a la Red de Transporte Regional, así la red de acceso permitirá que las distintas instituciones abonadas obligatorias y otras instituciones públicas puedan establecer conexiones para el tráfico tipo Intranet de acuerdo con las redes virtuales solicitadas en el Anexo 8-B, numeral 3.8 “Acceso a Intranet” (es de aclarar que los servicios de acceso a Internet e Intranet es un alcance de la red de acceso y no de la Red de Transporte).

La Red de Transporte permitirá el curso de tráfico directo entre las localidades de la red de acceso que se requieran (dentro del alcance de su cobertura y uso de su propia infraestructura de red). Es de aclarar que la Red de Transporte y la red de acceso son redes independientes y conforman sistemas autónomos independientes.

Los nodos Distritales de la red de acceso se interconectarán por medio de enlaces de fibra óptica con el nodo de Agregación, Distribución o con el nodo de Conexión que se encuentre en la misma localidad del nodo Distrital, estas conexiones pueden ser a 1Gbps o 10Gbps (ópticas), esto dependiendo de la capacidad a ser recibida y transportada por la red a través del nodo de la red de Transporte.

En la siguiente figura se observa a modo referencial como la Red de Transporte y de Acceso Regional (que incluye a los distintos nodos y sus conexiones físicas de fibra óptica, y sistemas de radioenlaces) permiten la interconexión de las distintas redes dentro de la cobertura de la Región, teniendo en cuenta en el diseño las condiciones que ayuden a que la infraestructura de telecomunicaciones a ser instalada pueda ser usada con otros concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones.



eral de Interconexión de la Red de Transporte y la RED DE ACCESO y los flujos de Servicio

I. Conectividad de las instituciones públicas a través de la red de acceso regional

Para poder brindar la conectividad a los usuarios de las Instituciones Públicas (pertenecientes a la REDNACE) y que entregan el tráfico a través de la RED DE ACCESO. Este tipo de tráfico puede ser de Internet o de Intranet

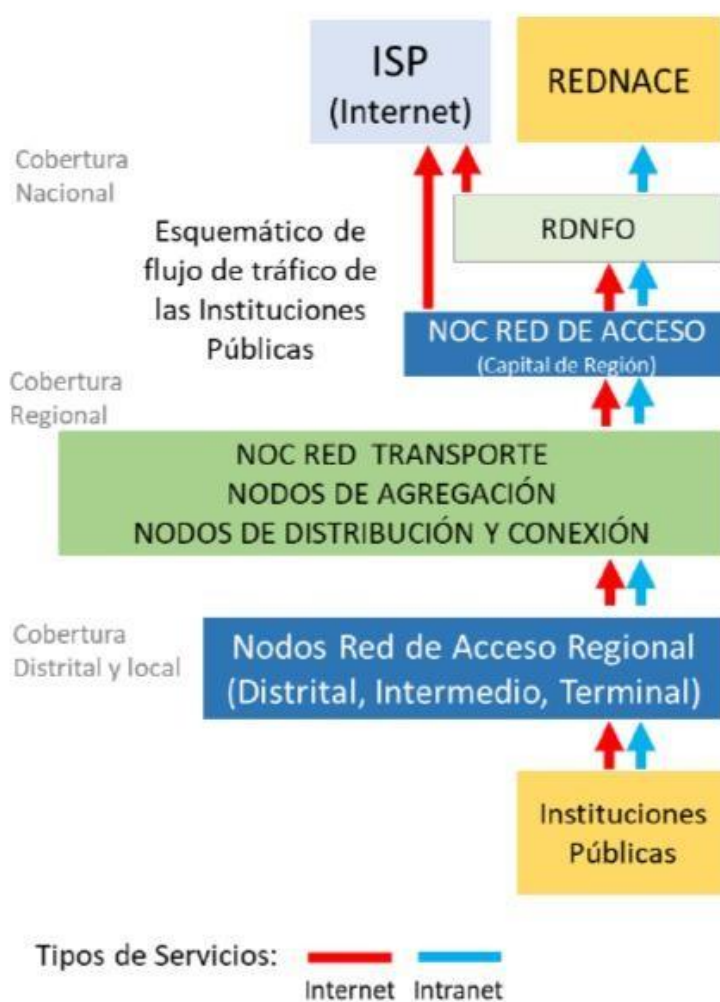


Fig. 12. Diagrama de Flujo de Interconexión de la REDNACE y la RED DE ACCESO.

Para el tráfico de Intranet se implementará tres Redes Virtuales (VPRN) independientes, una por cada tipo de Institución Abonada Obligatoria, siendo una VPRN para los Establecimientos de Salud, una VPRN para las instituciones de locales escolares de gestión estatal y otra VPRN para las Instituciones de tipo dependencias Policiales.

La RED DE ACCESO transporta el tráfico de las instituciones públicas dentro de la localidad beneficiaria y del distrito y lo entrega al nodo de la Red de Transporte correspondiente (nodos de Agregación, nodos de Distribución o nodos de Conexión). La Red de Transporte recibe el tráfico de los nodos de la RED DE ACCESO con cobertura dentro de la Región, y realiza el transporte de tráfico mediante servicios portadores (segmentados por VLAN de tráfico) desde la localidad hasta la capital de región en donde está el nodo Core/Borde de la Red de Transporte (ubicado en la sala de equipos del NOC Regional de Transporte), y mediante una conexión de fibra óptica entrega el tráfico directamente al NOC de ACCESO (RED DE ACCESO).

El NOC de ACCESO recibe el tráfico de la Red de Transporte y lo procesará para identificar el tipo de servicio, enrutando el tráfico de la Intranet de la REDNACE hacia la RDNFO por fuera de la cobertura de la Región y posteriormente a la REDNACE, si así lo requiere PRONATEL (ver imagen referencial en la figura 3), en este caso el tráfico es entregado a la RDNFO y el operador de la RDNFO será el encargado de enrutar y transportar el tráfico dentro de su red hasta el punto donde PRONATEL lo indique. El otro tráfico que no pertenece a la REDNACE es enrutando hacia el ISP para los servicios de Internet con los cuales se tiene establecido contratos de interconexión.

La REDNACE es la Red Nacional del Estado Peruano, cuya finalidad es interconectar las Entidades del Estado, el ISP corresponde a las posibles empresas prestadoras del servicio público de internet. Es importante recordar que el tráfico de las instituciones públicas que no requiere salir de la región del proyecto, este será enrutado hacia los servidores de contenido en el NOC de ACCESO, o hacia los operadores o proveedores de servicio que se encuentren dentro de la región, o hacia las distintas instituciones públicas dentro de la cobertura del proyecto en la región.

J. Tipos de infraestructura y Característica de los Nodos de la RED DE ACCESO

a. NOC DE ACCESO: Descripción General

El NOC DE ACCESO, estará ubicado en la capital de la región San Martín, en la ciudad de Tarapoto a menos que por motivos excepcionales cuando por motivos urbanísticos o establecidos por el Ministerio de Cultura, no sea factible construir el NOC en la capital distrital, este puede ser reubicado a no más de 5 km del distrito capital, en la zona urbana, debiendo este, tener todos los servicios básicos de agua, electricidad y desagüe, así como el acceso a libre tránsito vehicular hasta la puerta del NOC. Asimismo, la ubicación del NOC deberá ser aprobada por el PRONATEL, en este sitio se encontrará los equipamientos principales de Networking (Enrutador de Core/Borde y Conmutador de Core), los servidores de gestión de red y demás servidores requeridos por la red para la prestación de servicios, así como los servidores de contenidos estipulados en el Anexo 8-B.

Como parte de la solución del NOC DE ACCESO, también esta los sistemas de alimentación y respaldo de energía AC y DC, sistemas de climatización, sistemas de seguridad física y de videovigilancia y sistemas de sensores de alarmas.

El NOC DE ACCESO es el punto central de la operación y gestión de la RED DE ACCESO, donde se concentrarán todos los servicios y la interconexión hacia el proveedor de Internet, por tal motivo se presenta en la siguiente tabla a manera de resumen los principales equipamientos, elementos o soluciones que estarán presentes en cada área del NOC DE ACCESO.

En el NOC DE ACCESO se dispondrá de un ambiente que será utilizado por los operarios del NOC, que será el punto de control centralizado del sistema de seguridad física, control de acceso, video vigilancia y alarmas de los nodos.

Tabla 11. Equipamiento Principal por Área del NOC DE ACCESO.

Infraestructura	Sala	Gabinete / Solución	Equipo
NOC de Acceso	Sala de equipos	Gabinete 1 AC (Servidores Marca DELL, Modelo: EMC POWEREDGE R940)	Sistema de Gestión Networking y Sistemas Radios Microondas)
			Sistema de Aplicaciones y Reportes
			Equipo Servidor AAA Marca Fortinet Modelo Fortiauthenticator-200E
			Equipo SYSLOG Marca Fortinet Modelo: Forianalyzer-400E
			Equipo Firewall (Marca Fortinet, Modelo FortiGate-1200D)
	Sala de energía	Gabinete 2 AC (SW y/o Otros Servidores)	Equipo UBR Marca Nuage Modelo 7850 NSG-X
			Otros requeridos
			SW Para Interconexiones en el NODO
	Sala de fuerza	Gabinete 3 y 4 (Equipos de Comunicaciones)	Sistema de Gestión Sistema de Seguridad y Alarmas
			Equipo Controlador de Sistema de Seguridad y Alarmas (Marca ZNV)
			Otros sistemas en alimentación AC
			Equipo Enrutador CORE/BORDE (Marca NOKIA, modelo 7750 SR-7 incluye BRAS)
			Equipo Conmutador CORE (Marca NOKIA, modelo 7210 SAS-Sx 64SFP+)
	Sala de operadores	Sistema de climatización	Aire Acondicionado (Marca Envicool)
		Gabinete ODF/DDF	Bandejas de ODF y DDF (Marca YOFC)
Gabinete (Rectificador)		Equipo Rectificador (Marca DPC)	
Rack para Baterías Rectificador		Bancos de Baterías para Rectificador (Marca Coslight Modelo GYFP48100T)	
Equipo UPS NA		Equipo UPS (Marca DPC) + Baterías (Marca DPC)	
Sala de fuerza	Equipos	Transformador de Aislamiento	
		Equipo Aire Acondicionado (Marca Envicool)	
		Grupo Electrónico (Marca GAMMA)	
Sala de operadores	Sistema de videowall	Tablero General AC	
		Tablero de Distribución AC	
Sala de operadores	Estaciones de trabajo	Equipos del sistema de Video-Wall	
		Estaciones de trabajo para el NOC (2 posiciones)	

Como parte de la solución del NOC DE ACCESO, se está dimensionando las siguientes áreas:

- Sala de Equipos de Comunicaciones
- Sala de Energía
- Sala de Fuerza
- Sala de Operadores (para 2 puestos de trabajo)
- Pasillos y áreas de maniobra
- Servicios Higiénicos.

Para el diseño y construcción del NOC DE ACCESO será tenido en cuenta las consideraciones técnicas de los Nodos de la RED DE ACCESO, indicados en el Apéndice N°22 del Anexo 8-B del CONTRATO DE FINANCIAMIENTO, en cuanto a la seguridad física (que incluye sistema de acceso y seguridad, la seguridad física exterior, seguridad física interior), el sistema de energía (que incluye la energía comercial en los nodos que se ubiquen dentro del casco urbano de las localidades beneficiarias obligatorias y que tengan facilidades de interconexión eléctrica con la red del concesionario eléctrico de la localidad), el sistema de puesta a tierra – SPAT, el sistema de climatización y las obras civiles.

b. Nodos de acceso – Descripción General

De acuerdo con lo estipulado en el numeral 4.2.5 del Anexo 8-b del contrato de financiamiento, los nodos de la red de acceso se clasifican en:

- Nodo Distrital, se refiere al nodo que tiene interconexión con la red de transporte, y puede poseer un punto de presencia (POP).
- Nodo Intermedio, se refiere a aquellos nodos que poseen como función retransmitir la señal que procede directa o indirectamente desde un Nodo Distrital para que se retransmita hacia un Nodo Terminal. Este nodo puede tener un punto de presencia (POP).
- Nodo Terminal, es aquel nodo que tiene la función de punto de presencia (POP).

Para los nodos de la RED DE ACCESO, se está considerando tener dos tipos de seguridad física en los cercos perimetrales:

- Un cerco perimétrico a base de ladrillos
- Un cerco perimétrico a base de cerco de malla metálica.

● **Nodo Distrital:**

Los Nodos Distritales son dentro de la arquitectura de la red de acceso, la primera capa de interconexión con la Red de Transporte, y como parte del diseño de la red de acceso terrestre inalámbrica de microondas se considera dentro del diseño la misma ubicación, es decir, en la misma localidad del nodo de la Red de Transporte. En caso de conectar un nodo de la red de acceso a un nodo de Transporte de otra localidad, este nodo de la red de acceso tomará la categoría de nodo Distrital. La interconexión entre los dos nodos se realizará por medio de un enlace de fibra óptica con una capacidad inicial de 1Gbps o 10Gbps dependiendo de la capacidad que se requiera transportar la red.

Dentro de la configuración de los Nodos Distritales, se tienen dos tipos:

- **Nodo Distrital (Cluster):** Es un Nodo distrital que tienen equipamiento de enlaces microondas PTP licenciados, pero no tienen Punto de Presencia (POP).
- **Nodo Distrital (Cluster+BTS):** Es un Nodo distrital que tienen equipamiento de enlaces microondas PTP licenciados y cuenta con Punto de Presencia (POP) para dar cobertura a la localidad.
- **Nodo Distrital (BTS):** Solo cuenta con Punto de Presencia (POP) para dar cobertura a la localidad.

● **Nodo Intermedio**

Los Nodos Intermedios son dentro de la arquitectura de la red de acceso, la segunda capa, y como parte del diseño de la red de acceso terrestre inalámbrica de microondas se considera dentro del diseño la función de

poder dar la continuidad de la comunicación entre el Nodo Distrital y el Nodo Terminal, sin que la señal radioeléctrica se degrade. El Nodo Intermedio, dentro del diseño propuesto se está considerando que su ubicación este cercana a las localidades beneficiarias del Proyecto para que también sea un Punto de Presencia.

Para el diseño y construcción del Nodo será tenido en cuenta las características técnicas de los Nodos de la red de acceso, en cuanto a la seguridad física (que incluye sistema de acceso y seguridad, la seguridad física exterior, seguridad física interior), el sistema de energía (que incluye la energía comercial en los nodos que se ubiquen dentro del casco urbano de las localidades beneficiarias obligatorias y que tengan facilidades de interconexión eléctrica con la red del concesionario eléctrico de la localidad), el sistema de puesta a tierra – SPAT, el sistema de climatización y las obras civiles.

Para las soluciones de torre en los nodos serán tenidas en cuenta las requerimientos técnicos para las estructuras metálicas y cimentación para las Torres Nuevas y Torres existentes, precisando que estarán diseñadas adecuadamente para lograr los enlaces radioeléctricos hacia las localidades a ser beneficiadas, y que la altura mínima de las mismas será de quince (15) metros (teniendo en cuenta que la altura de la torre, dependerá del diseño de los enlaces).

El nodo Intermedio contará con los siguientes sistemas o soluciones, dependiendo de los escenarios encontrados en campo:

- Solución de Infraestructura del sitio con cerco perimétrico, concertina y torre para equipos y antenas.
- La información de las memorias descriptivas infraestructura de los cercos perimétricos por tipo se encuentra estructurado de la siguiente manera:
- Tipo de Cerco Perimétrico

- Cerco Perimetrico Tipo Ladrillo. En este se encontrará tres tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 18 mts y torres de 36 mts de tipo 1 (ligero) y Tipo 2 (pesada). Se incluye Memorias descriptivas y Memorias de Estructuras y Planos.
- Cerco Perimétrico Tipo Malla. En este se encontrará dos tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 24 mts y torre de 54 mts Tipo 2 (pesada). Se incluye Memorias descriptivas y Memorias de Estructuras y Planos.
- Memoria Descriptiva Estructuras
- Cerco Perimétrico Tipo Ladrillo. En este se encontrará tres tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 18 mts y torres de 36 mts de tipo 1 (ligero) y Tipo 2 (pesada).
- Cerco Perimétrico Tipo Malla. En este se encontrará dos tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 24 mts y torre de 54 mts Tipo 2 (pesada).

Dentro de la configuración de los Nodos Intermedios, se tienen dos tipos:

- Nodo Intermedio (Repetidor): Es un Nodo Intermedio que tienen equipamiento de enlaces microondas PTP licenciados, pero no tienen Punto de Presencia (POP).
- Nodo Intermedio: Es un Nodo distrital que tienen equipamiento de enlaces microondas PTP licenciados y cuenta con Punto de Presencia (POP) para dar cobertura a la localidad.

● **Nodo Terminal**

Los Nodos Terminales son dentro de la arquitectura de la red de acceso, es la última capa de la red, y como parte del diseño de la red de acceso terrestre inalámbrica de microondas es la última milla que es la que da el servicio a las localidades por ser punto de presencia (POP).

Para el diseño y construcción del Nodo será tenido en cuenta los requerimientos técnicos de los Nodos de la red de acceso, en cuanto a la

seguridad física (que incluye sistema de acceso y seguridad, la seguridad física exterior, seguridad física interior), el sistema de energía (que incluye la energía comercial en los nodos que se ubiquen dentro del casco urbano de las localidades beneficiarias obligatorias y que tengan facilidades de interconexión eléctrica con la red del concesionario eléctrico de la localidad), el sistema de puesta a tierra – SPAT, el sistema de climatización y las obras civiles.

Para las soluciones de torre en los nodos serán tenidas en cuenta las características técnicas para las estructuras metálicas y cimentación para las Torres Nuevas y Torres existentes, precisando que estarán diseñadas adecuadamente para alcanzar los enlaces radioeléctricos hacia las localidades a ser beneficiadas, y que la altura mínima de las mismas será de quince (15) metros (teniendo en cuenta que la altura de la torre, dependerá del diseño de los enlaces).

El nodo Terminal contará con los siguientes sistemas o soluciones, dependiendo de los escenarios encontrados en campo:

Solución de Infraestructura del sitio con cerco perimétrico, concertina y torre para equipos y antenas.

- La información de las memorias descriptivas infraestructura de los cercos perimétricos por tipo se encuentra estructurado de la siguiente manera:
- Tipo de Cerco Perimétrico
- Cerco Perimétrico Tipo Ladrillo. En este se encontrará tres tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 18 mts y torres de 36 mts de tipo 1 (ligero) y Tipo 2 (pesada). Se incluye Memorias descriptivas y Memorias de Estructuras y Planos.
- Cerco Perimétrico Tipo Malla. En este se encontrará dos tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 24 mts y torre de 54 mts Tipo 2 (pesada). Se incluye Memorias descriptivas y Memorias de Estructuras y Planos.

- Memoria Descriptiva Estructuras
- Cerco Perimétrico Tipo Ladrillo. En este se encontrará tres tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 18 mts y torres de 36 mts de tipo 1 (ligero) y Tipo 2 (pesada).
- Cerco Perimétrico Tipo Malla. En este se encontrará dos tipos de configuraciones de cerco para sites con torre de 24 mts y torre de 54 mts Tipo 2 (pesada).

c. Torres

Las torres que se utilizara para el Proyecto.

- Minco Model 1 Torre Autosoportada
- TAT=15m. TIPO LIVIANA
- TAT=18m. TIPO LIVIANA
- TAT=21m. TIPO LIVIANA
- TAT=24m. TIPO LIVIANA
- TAT=30m. TIPO LIVIANA
- TAT=30m. TIPO PESADA
- TAT=36m. TIPO LIVIANA
- TAT=36m. TIPO PESADA
- TAT=42m. TIPO LIVIANA
- TAT=42m. TIPO PESADA
- TAT=48m. TIPO LIVIANA
- TAT=48m. TIPO PESADA
- TAT=54m. TIPO LIVIANA
- TAT=54m. TIPO PESADA
- Minco Model 2 Torre Autosoportada
- TAT=15m. TIPO LIVIANA
- TAT=18m. TIPO LIVIANA
- TAT=21m. TIPO LIVIANA
- TAT=24m. TIPO LIVIANA
- TAT=24m. TIPO PESADA
- TAT=30m. TIPO LIVIANA
- TAT=30m. TIPO PESADA
- TAT=36m. TIPO LIVIANA

- TAT=36m. TIPO PESADA
- TAT=42m. TIPO LIVIANA
- TAT=42m. TIPO PESADA
- TAT=48m. TIPO LIVIANA
- TAT=48m. TIPO PESADA
- TAT=54m. TIPO LIVIANA
- TAT=54m. TIPO PESADA
- TAT=60m. TIPO PESADA
- TAT=66m. TIPO PESADA
- TAT=72m. TIPO PESADA
- TAT=78m. TIPO PESADA
- TAT=84m. TIPO PESADA
- TAT=90m. TIPO PESADA

K. Centro de Mantenimiento

Los Centros de Mantenimiento de la red de acceso de la región de San Martín estarán ubicados dentro de la zona urbana, contarán con todos los servicios básicos de agua, electricidad y desagüe, así como también se interconectarán a la red mediante la conectividad al nodo de acceso más inmediata para establecer comunicación desde el NOC.

YOFC PERU S.A.C. implementará diez (10) Centros de Mantenimiento. En estos centros de mantenimiento, YOFC PERU S.A.C. cuenta con una gran disponibilidad de repuestos y personal técnico; del mismo modo, posee un Centro de Mantenimiento, quien poseerá conexión a la red para estar en comunicación desde el NOC para subsanar los fallos de la red de acceso.

Tabla 12. Centros de Mantenimiento Región San Martín

Región	Cantidad de Centros de Mantenimiento	Ubicación de los Centros de Mantenimiento (uno en cada provincia indicada)
San Martín	Seis (06)	Moyobamba, Bellavista, El Dorado, Rioja, San Martín y Tocache

L. Centro de atención a usuarios

YOFC PERU S.A.C. implementará centros de atención a usuarios en diez (10) provincias de la Región San Martín (véase Tabla 13) en los cuales, se permitirá la recepción de reclamos escritos o presenciales, de los recursos de reconsideración, recursos de apelación y quejas, así como también la recepción de cualquier solicitud de los contratantes que se genere de la aplicación de la normativa referida a Condiciones de Uso de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones.

Tabla 13. Centros de Atención a Usuarios

Región	Cantidad de Centros de atención a usuarios	Ubicación de los Centros de atención a usuarios
San Martín	Seis (06)	Moyobamba, Bellavista, El Dorado, Rioja, San Martín y Tocache

Los centros de atención a usuarios permitirán ser a la vez puntos de venta a través de los cuales YOFC PERU SAC podrá ofrecer la contratación o pago de los servicios contratados por los usuarios.

YOFC PERU S.A.C. se compromete a atender y absolver toda consulta generada por los usuarios y garantizar que cualquier contratante que necesite presentar una solicitud, reclamo (incluido reclamo por averías), recursos de apelación y/o queja, recoja la constancia de presentación de estos documentos con la misma garantía, celeridad y facilidades con las que un contratante posee como derecho en las provincias donde estén las oficinas o centros de atención.

YOFC PERU S.A.C. será responsable de mantener y velar que la información y orientación que se le otorgue a los contratantes y/o usuarios por sus centros de atención sea proporcionada y efectuada siguiendo el marco normativo de protección de los derechos de los usuarios.

Como parte de los entregables que YOFC PERU S.A.C. expedirá el documento que describa detalladamente la implementación de los centros de atención a usuarios

al PRONATEL, en el mes 12 del período de inversión de la red de acceso, con la información requerida en el numeral 6.3.4. del Anexo 8-B de las Bases del proyecto.

YOFC PERU S.A.C. garantizará el funcionamiento ininterrumpido de los centros de atención a los usuarios desde el día uno del tiempo de operación hasta el cierre de la vigencia del contrato de financiamiento.

YOFC PERU S.A.C. implementará durante el período de inversión de la red de acceso, un Contact Center, con un número telefónico gratuito y al menos seis (06) líneas de atención, destinadas a recibir reclamos, brindar asistencia, orientación y operaciones comerciales, que tendrá por lo menos un operador telefónico que hable además del idioma español, una segunda lengua, la más hablada en la Región. Asimismo, YOFC PERU S.A.C. incluirá una cuenta de correo electrónico con respuesta automática de código de avería. Dicha información (registro de averías, reclamos, quejas, solicitudes de servicio y reportes de averías) estará disponible para el PRONATEL, quien tendrá facultades para supervisar la atención de los operadores telefónicos del Contact Center (previa coordinación con el YOFC PERU S.A.C.).

La verificación de la implementación de lo señalado en el numeral precedente será un requisito necesario para la suscripción del acta de conformidad de instalaciones y prueba de servicios de la red de acceso con PRONATEL, y no reemplaza las obligaciones que YOFC PERU S.A.C. tenga ante el OSIPTEL en su calidad de empresa operadora de servicios públicos de telecomunicaciones.

M. Centro de acceso digital

Los Centros de Acceso Digital, tienen por objetivo desarrollar y fortalecer las competencias necesarias para promover y favorecer el uso productivo y la apropiación masiva de las nuevas tecnologías por parte de la población, en el ámbito de influencia de los proyectos regionales.

a. Centro de acceso digital tipo a

Los Centros de Acceso Digital tipo A serán implementados en capitales de distrito beneficiarias de la región San Martín, cuya ubicación será propuesta por YOFC PERU S.A.C. y validada por el PRONATEL, considerando para

ello la optimización del número de la población beneficiaria de acuerdo a la configuración geográfica de las localidades beneficiarias, ver Tabla 14.

Tabla 14. Distribución de CAD Tipo A.

Proyecto	Nº de CAD Tipo A
Regional San Martín	05

Estos centros operarán durante cinco (05) años en el PERÍODO DE OPERACIÓN, a partir del segundo semestre de dicho período, y a través de ellos la población podrá acceder a los siguientes servicios:

- Acceso público a Internet, mediante computadoras compatibles o laptops con conectividad de banda ancha (alámbrica e inalámbrica) a disposición de la población con la presencia de orientadores capacitados para atender a los usuarios en relación al uso de internet y proveer de soluciones ante problemas de hardware.
- Capacitación o formación de capacidades/competencias, con un programa de capacitación física y virtual dirigido a la población, considerando las diferencias por nivel de destreza en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), necesidades y las actividades económicas de las zonas del ámbito de intervención de los proyectos regionales.
- Asesoramiento, para consolidar el uso productivo y la apropiación efectiva de las TIC de los usuarios de los servicios de acceso público a internet y capacitación.
-

Para la provisión de los servicios mencionados, se deberá adecuar espacios físicos para la implementación de estos CAD Tipo A, los mismos que tendrán como mínimo lo siguiente:

- Un ambiente destinado a la provisión de los servicios, de por lo menos 25m².
- 10 computadoras compatibles con mini CPU o laptops, con sus respectivos periféricos⁴, software y licencias⁵.

- Características Mínimas
- Procesador 6ta generación Intel Core i7 - 2.5 GHz, Memoria RAM 8GB DDR3, Disco HDD 500 GB, 4 Puertos USB 2.0/3.0, Puerto HDMI, WLAN 802.11ac dual band
- 20" HD, integrar la Cámara web
- Mouse óptico y teclado en español
- Integrados, conector 3.5 mm
- Captura de video 720p
- Características Mínimas para software y licencias
- Microsoft Windows 10 Pro 64 bits, de por vida
- Microsoft Office Hogar y Empresas 2016, de por vida
- Protección total frente a Internet.
- Conectividad a internet de banda ancha (alámbrico e inalámbrico).
- 1 impresora multifuncional A3 / A4 monocromática, debe realizar las funciones de impresión, sacar copias y escanear.
- 1 impresora A4 a color.
- 1 proyector multimedia, que proporcione una proyección de 60" a 120", luminosidad de 2,500 a 3,500 lumens, de alta definición FullHD.
- 1 ecran de como mínimo 2m x 1.5m
- 1 pizarra acrílica de como mínimo 1.6m x 1.2 m.
- 1 sistema de tele capacitación.

Un ambiente destinado a la oficina administrativa, de por lo menos 5 m2, donde también se atenderá al público usuario. Este ambiente contará como mínimo con el siguiente equipamiento:

- 1 computadora compatible con mini CPU o laptop, con sus respectivos periféricos, software y licencias, cuyas características de hardware, software y licencias son iguales a las solicitadas en las computadoras del ambiente destinado a la provisión del servicio.

Un ambiente destinado a la sala de comunicaciones, de por lo menos 2.5 m2. Este ambiente contará como mínimo con el siguiente equipamiento:

- 1 gabinete de comunicaciones.
- 1 switch con puertos PoE10.
- 1 firewall / proxy, administrable desde la nube.
- 1 servidor.
- 1 sistema de video vigilancia compuesto por cámaras externas e internas.
- 1 sistema de respaldo de energía (UPS) de 3 KVA como mínimo, con baterías on-line, monitoreo y control remoto vía web. Adicionalmente, un transformador Monofásico de 3.5KVA como mínimo.

Un acceso a internet con una velocidad de bajada de 15 Mbps11.

La adecuación del espacio físico destinado a la implementación del CAD

Tipo A debe considerar también lo siguiente:

- Cableado de datos categoría 6.
- Cableado eléctrico.
- Sistema de puesta a tierra.
- Mobiliario y sillas.
- Un ambiente destinado a servicios higiénicos de fácil acceso y disponible durante el horario de atención.

Las actividades de gestión, administración y supervisión de la red del CAD Tipo A serán llevadas a cabo desde cualquier lugar con conexión a Internet. Para ello, será necesario acceder a la red mediante servicios orientados a la nube.

El sistema de gestión de red considera una “gestión en la nube”, que permita conocer en detalle el uso específico de la población usuaria a nivel de páginas web, aplicativos, programas y cursos recibidos.

Este sistema de gestión en la nube integrará los puntos de acceso inalámbrico y el sistema de video vigilancia.

b. Centro de acceso digital tipo b

Los Centros de Acceso Digital tipo B serán implementados en ciento ocho (108) localidades beneficiarias de la región San Martín, cuya ubicación será propuesta por YOFC PERU S.A.C. y validada por el PRONATEL, considerando para ello la optimización del número de la población beneficiaria de acuerdo con la configuración geográfica de las localidades beneficiarias ver Tabla 15.

Tabla 15. Distribución de CAD Tipo B.

Proyecto	N° de CAD Tipo B
Regional San Martín	56

N. Módulo de acceso.

El módulo de acceso es el equipamiento que garantiza la conectividad al sistema de comunicaciones desde las instituciones abonadas obligatorias.

Tabla 16. tipo de módulo de acceso por institución abonada obligatoria

Institución Abonada Obligatoria	Tipo de Módulo de Acceso
Establecimientos de salud 1964	Tipo A
Dependencias policiales	Tipo A
Locales escolares de gestión estatal	Tipo B

YOFC PERU S.A.C. realizará la instalación del módulo de acceso, lo que incluye todas las adecuaciones necesarias de modo que se tenga en cuenta la protección de los equipos y salud de las personas.

1. Módulo de acceso para instituciones Tipo A – Establecimientos de Salud y Dependencias policiales.

Cada institución abonada obligatoria Tipo A (Establecimientos de Salud y Dependencias policiales), tendrán el siguiente equipamiento:

- Un (1) SM (Subscriber Module) del sistema PMP.

- Un (1) CPE Router, de la Marca NOKIA, modelo 7850 NSG-C.
- Un (1) Switch de comunicaciones, de la marca Alcatel Lucent, modelo OS6350-P10.
- Un (1) Access Point Indoor.
- Una (1) UPS online de 1KVA o superior de acuerdo con la carga a proteger (200/240v) con tarjeta de red SNMP, garantía mínima de 1 año, incluyendo sus baterías.
- Un (1) gabinete de pared (para contener los equipos de datos) IP51.
- Una (1) Computadora personal para cada institución (Establecimientos de Salud y Dependencias policiales).
- Una (1) Impresora multifuncional.

2. Módulo de acceso para instituciones Tipo B – Locales Escolares

Cada institución abonada obligatoria Tipo B (Locales Escolares), tendrán el siguiente equipamiento:

- Un (1) SM (Subscriber Module) del sistema PMP.
- Un (1) CPE Router, de la Marca NOKIA, modelo 7850 NSG-C.
- Un (1) Switch de comunicaciones, de la marca Alcatel Lucent, modelo OS6350-P10.
- Un (1) Access Point Indoor.
- Una (1) UPS online de 1KVA o superior de acuerdo con la carga a proteger (200/240v) con tarjeta de red SNMP, garantía mínima de 1 año, incluyendo sus baterías.
- Un (1) gabinete de pared (para contener los equipos de datos) IP51.
- Cinco (5) Computadoras personales para cada institución (Local Escolar).
- Una (1) Impresora multifuncional.

Como punto adicional se desarrollará un programa con el contenido de los cursos de capacitación al personal designado de PRONATEL sobre la tecnología que se usará en la red de acceso y el perfil profesional del personal que asistirá a la capacitación.

4.1.4. Análisis de resultados de la aplicación para la empresa a la solución del problema.

Después de haber analizado a nivel técnico y económico, la propuesta de instalación de diseño de una red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región san Martín - Perú 2022, se identificó el potencial de la ejecución del proyecto frente al problema identificado, para ello se estimó la cantidad de instituciones y personas que tendrían un beneficio directo e indirecto, siendo el resultado de este análisis:

Tabla 17. Número de instituciones beneficiarias por tipo de módulo de acceso

Región	Tipo de módulo de acceso			Total, de instituciones por región
	Cantidad de instituciones tipo A		Cantidad de instituciones tipo B	
	Establecimientos de Salud	Dependencias Policiales	Locales Estatales de Gestión Estatal	
SAN MARTIN	139	17	215	371

Tabla 18. Número de beneficiarios (directos e indirecto) según de institución beneficiaria

Instituciones Beneficiarias	Beneficiados Directos (Personal)	Beneficiados Indirectos (Usuarios)
Establecimientos de Salud	630	9450
Dependencias Policiales	212	3180
Locales Estatales de Gestión Estatal	32	480

Tabla 19. Número de beneficiarios (directos e indirecto) en plazas y parques con acceso libre.

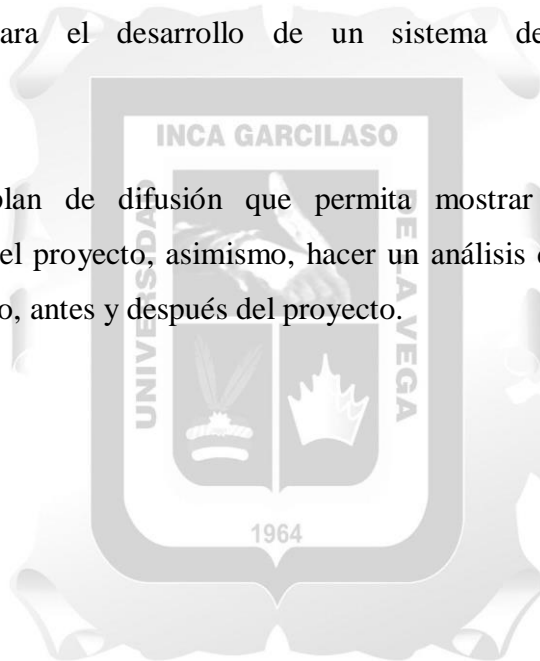
Plazas / Parques de Acceso Libre a Internet	Beneficiados directos (personal)	Beneficiados indirectos (usuarios)
	813381	166559

CONCLUSIONES

1. Se analizó y diseño una red de acceso de fibra óptica para brindar el servicio internet gratuito en las entidades públicas en la región San Martín, el cual estaría diseñado para un total de 371 instituciones de las cuales 215 son locales estatales de gestión, 139 establecimientos de salud y 17 dependencias policiales, siendo estas agrupadas según su tipo, por otro lado, la red permitiría brindar acceso a internet gratuito en 169 plazas y parques.
2. Se determinó que el impacto y utilidad del diseño de la red de acceso de fibra óptica para brindar servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín, es bastante alto, habiéndose identificado 220 localidades beneficiadas, las cuales contarán con un servicio de calidad a nivel de conectividad, el cual les ayudaría tener una mejor comunicación y acceso a información, por otro lado, con la ejecución del proyecto, estaría fortaleciendo la normativa nacional, que busca el cierre de brecha tecnológica en nuestro país.
3. Se logro dimensionar el equipamiento necesario y las características técnicas mínimas para el diseño de la red de acceso de fibra óptica para poder brindar de manera óptima el servicio de internet gratuito en las entidades públicas de la región San Martín, así mismo poder brindar a los beneficiarios directos e indirectos una buena señal, estableciéndose los criterios mínimos para el diseño de la red de acceso inalámbrico Punto a Punto, de punto a multipunto y del NOC de acceso.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que después de la ejecución del proyecto se cumplan con todos los procesos de mantenimiento del sistema, con el objetivo de mantener un buen servicio y cubrir las necesidades de los beneficiarios del proyecto.
2. Realizar un monitoreo y seguimiento constante del funcionamiento del sistema de internet y determinar el nivel de satisfacción de los usuarios mediante la aplicación de encuestas, para el desarrollo de un sistema de mejora continua y retroalimentación.
3. Desarrollar un plan de difusión que permita mostrar los beneficios de la implementación del proyecto, asimismo, hacer un análisis de los impactos a nivel social y económico, antes y después del proyecto.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrawal, G. P. (2022). *Fiber-optic communication systems* (Fifth edition). Wiley.

Bazurto Botero, P. E., & López Torres, D. A. (2015). *Diseño de una red de acceso y transporte de datos para proveer el servicio de internet en diez Municipios del Chocó interconectados por fibra óptica*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/570>

Benítez Torres, G. G. (2012). *Análisis y Diseño de las Redes Wimax y Mesh para Aumentar la Cobertura de Internet en Escuelas y Colegios en Zonas Rurales de Quito* [Bachelor Thesis, Quito: Universidad Israel, 2012]. <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/598>

Calua Tasilla, J. R. (2020a). Red de fibra óptica para proveer servicio de internet en granja Porcón. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4102>

Calua Tasilla, J. R. (2020b). Red de fibra óptica para proveer servicio de internet en granja Porcón. *Universidad 1964 Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4102>

Castillo Díaz, G. J. (2018). *Estudio y diseño de una red inalámbrica Wi-Fi para servicio de internet público gratuito en el Terminal Terrestre Green Center de la ciudad de Esmeraldas*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11341>

Castillo Díaz, K. Y. (2020). *Análisis y diseño de una red Wireless que permita el acceso gratuito de internet en la zona turística de la parroquia Tachina de la provincia de Esmeraldas*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15572>

Córdova Sandoval, A. J. (2019). *Diseño de red de radioenlaces vía microondas para acceso al servicio de Internet a los pueblos más alejados del distrito de Tambogrande. Universidad Nacional de Piura / UNP*. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1575>

Cuellar Tito, E. (2019). *"DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS Y POBLACIÓN DEL DISTRITO DE QUICHUAS, TAYACAJA, HUANCVELICA - 2018.* <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3094>

Dávila Alvarado, F. X. (2018). *Análisis y diseño de una red inalámbrica Wi-Fi, para servicio de internet público en el parque central y calles aledañas del primer centro minero del país, Portovelo provincia de El Oro.* <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10222>

Mamani Espirilla, W. (2018). *Diseño de una red DWDM (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas) para la implementación de un Sistema FTTH en Instituciones de Sicuani. Universidad Peruana Unión.* <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1516>

Noé, R. (2016). *Essentials of Modern Optical Fiber Communication.* Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49623-7>

Ocampo Barragan, H. E., & Serrano Calderón, E. (2022). *Análisis y diseño de una zona digital para el municipio de Girardot con implementación en el barrio las Acacias para el 2021 [Thesis].* <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11387>

Quispe Ccasa, R. (2022). *Diseño de una red informática inalámbrica WISP de banda ancha para el distrito de Acopia de la provincia de Acomayo, Cusco, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.* <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14491>

Valdivia Malhaber, A., & Chavesta Fiestas, J. (2019). *Diseño de una Red de Banda Ancha utilizando Fibra Óptica tecnología Wimax para brindar servicios de Internet y Telefonía a las localidades de la Provincia de Sihuas.* <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3166>

YOFC PERU. (2020). *Propuesta técnica actualizada. Creación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región San Martín (Repositorio Institucional).*

Yu, J., & Chi, N. (2020). *Digital Signal Processing In High-Speed Optical Fiber Communication Principle and Application*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-3098-2>

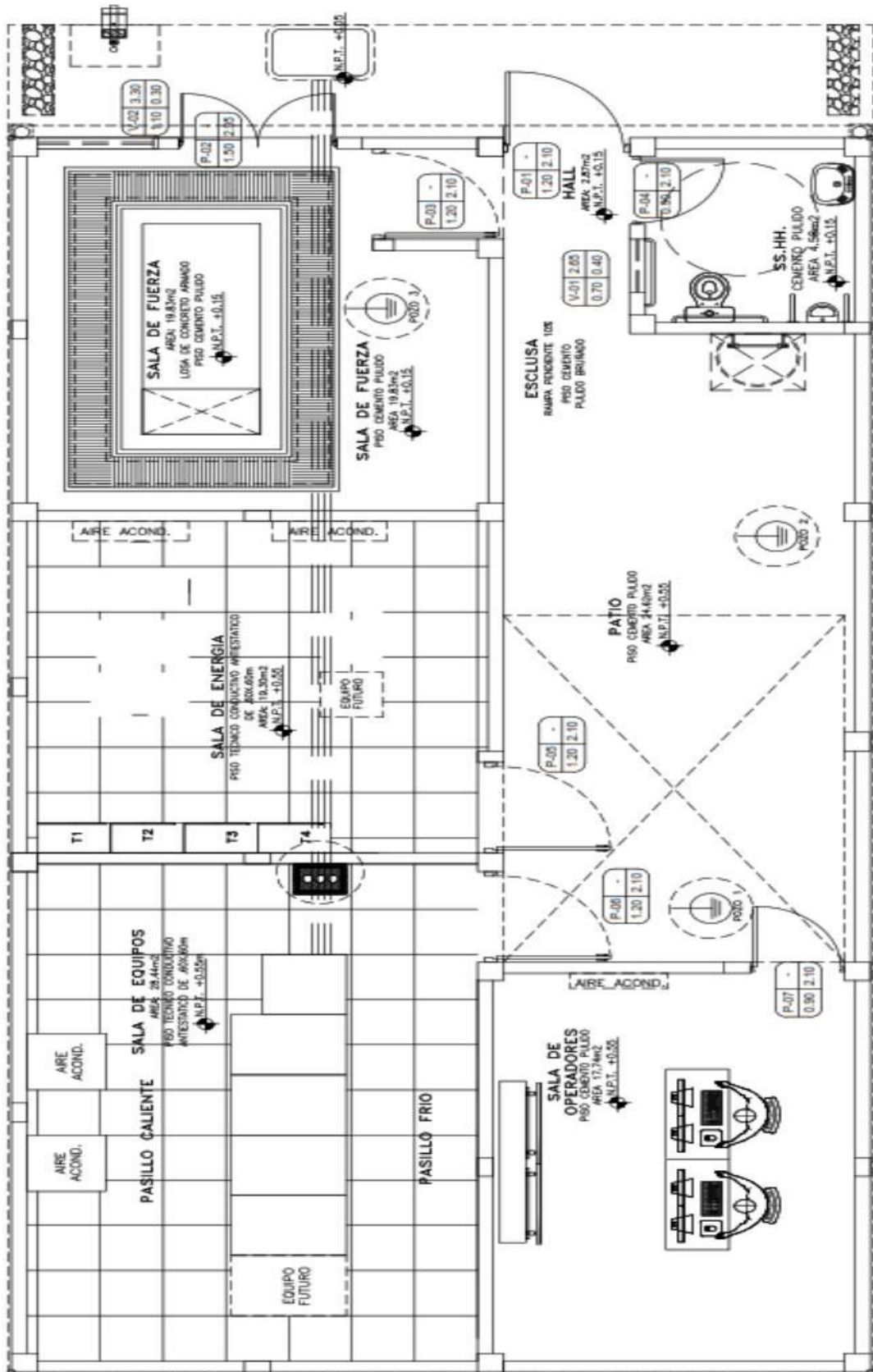
Zapata Materón, J. D. (2021). *Análisis y diseño de una red inalámbrica WI-FI, para servicio de internet público en el área comercial de la urbanización Metrópolis 2*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16245>



ANEXOS

Anexo 01.

Arquitectura del NOC de Acceso



Anexo 02.

Curso integral	Módulos	Duración del módulo
Alfabetización digital Nivel: básico	Informática	12 h
	Ofimática	24 h
	Internet	24 h
Duración total del curso		60 h
Alfabetización digital Nivel: Intermedio	Informática	12 h
	Ofimática	24 h
	Internet	29 h
Duración total del curso		65 h
Educación Digital	Alfabetización digital	125 h
	Recursos educativos digitales	12 h
Duración total del curso		137 h
TIC para personas emprendedoras	Alfabetización digital	125 h
	Liderazgo en el emprendimiento	6 h
	Gestión empresarial con el uso de las TIC	8 h
	Constitución y formalización de empresas	8 h
	Costos y presupuestos	8 h
	Plan de negocios	12 h
	Normativa y procedimientos de contratación con el Estado	8 h
	Aplicativos de Gestión Pública	4 h
Duración total del curso		179 h
Ciudadanía digital	Alfabetización digital	125 h
	Trámites en línea	12 h
	Banca electrónica	6 h
Duración total del curso		143 h
TIC para la gestión pública	Alfabetización digital	125 h
	Gestión Gobierno, Educación, Salud y Seguridad	13 h
Duración total del curso		138 h
TIC para la participación y vigilancia ciudadana	Alfabetización digital	125 h
	Trámites en línea	12 h
	Vigilancia y participación ciudadana	8 h
Duración total del curso		145 h
Creatividad e innovación tecnológica ¹	Robótica, análisis de datos, creación y edición de videos, creación de aplicaciones, otros	24 h
Duración total del curso		24 h

Módulos y cursos de capacitación mínima.