



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones

**Diseño de una red de telecomunicaciones de banda
ancha para las localidades de las cuencas de los ríos
Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en
el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Angel Pavel MITAC FASABI

ASESOR

Rejis Renato PAREDES PEÑAFIEL

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Mitac, A. (2021). *Diseño de una red de telecomunicaciones de banda ancha para las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Angel Pavel Mitac Fasabi
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47710976
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Rejis Renato Paredes Peñafiel
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06758404
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4829-8953
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Nicanor Raul Benites Saravia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10189914
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Wilfredo Fanola Merino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06030740
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.28. Comunicación/redes y sistemas distribuidos
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	No aplica
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Loreto Provincia: Maynas Distrito: Iquitos Latitud: -3.76475 Longitud: -73.25669
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 053/FIEE-EPIE/2021

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia Del **Ing. Benites Saravia, Nicanor Raul** integrado por **Mg. Paredes Peñafiel, Rejis Renato** y **Ing. Fanola Merino, Wilfredo**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. MITAC FASABI, ANGEL PAVEL** con código **Nº10190183** que para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES DE BANDA ANCHA PARA LAS LOCALIDADES DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NAPO, PUTUMAYO, HUALLAGA, MARAÑÓN Y AMAZONAS EN EL TRAMO YURIMAGUAS-IQUITOS DE LA REGIÓN LORETO**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió **aprobar** otorgándole el calificativo de diecisiete (17)

Ciudad Universitaria, 11 de diciembre del 2021

Ing. Benites Saravia, Nicanor Raul
Presidente de Jurado

Mg. Paredes Peñafiel, Rejis Renato
Miembro de Jurado

Ing. Fanola Merino, Wilfredo
Miembro Jurado



UNMSM

Firmado digitalmente por PAREDES
PENAFIEL Rejis Renato FAU
20148092282 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.12.2021 07:58:02 -05:00

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia por su constante apoyo y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Muy agradecido con mis abuelitos Teófilo y Elva por su cariño y enseñanzas.

A todos los amigos que contribuyeron en mi desarrollo profesional por apoyarme con sus conocimientos y recomendaciones, las cuales me ayudaron a crecer como persona y profesional.

RESUMEN

El siguiente trabajo de ingeniería presenta el diseño de una red de telecomunicaciones de banda ancha con una red de transporte de fibra óptica sobre redes eléctricas, red vial y subfluvial desde la capital del distrito de Yurimaguas hasta Iquitos, y una red inalámbrica para las localidades del cauce de los ríos “Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas”. Con la finalidad de brindar el acceso al servicio de banda ancha a las localidades que, por la falta de una infraestructura de telecomunicaciones adecuada, no acceden a este servicio, el cual les facilitará alcanzar el desarrollo sostenible y un mejor nivel socioeconómico.

El documento está dividido en su primera etapa en la formulación del proyecto, desde el análisis de la oferta y demanda de banda ancha en el área de influencia del proyecto y el análisis técnico de las opciones de solución.

En la segunda etapa se realizará la evaluación económica del proyecto tomando en consideración los costos de mercado, la evaluación social y los beneficios cuantificables.

Finalmente, se dará una breve descripción sobre los conocimientos adquiridos en relación a la formulación y evaluación del diseño del presente proyecto de ingeniería.

Palabras clave: fibra óptica subfluvial, diseño de red, redes ópticas, redes inalámbricas, evaluación de proyecto.

ABSTRACT

This engineering Project consist of the design of a broadband telecommunications network with a fiber optic transport network over electricity networks, road and sub fluvial from the city of Yurimaguas to Iquitos, and a wireless access network to the localities of watershed of Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón and Amazonas rivers. In order to provide broadband to localities that, due to the lack of an adequate telecommunications infrastructure they cannot access the broadband that allows them to develop sustainably and adequately at a socio-economic level.

The project is divided in its first stage in the formulation of the project, from the analysis of supply and demand in the area of influence of the Project and the technical analysis of the solution alternatives.

In the second stage, the economic evaluation of the project will be carried out taking into account the market costs, the social evaluation and quantifiable benefits.

Finally, a brief description will be given about the personal experience on the formulation and evaluation of the design of the engineering project presented.

Keywords: Subfluvial fiber optics, network design, optical networks, wireless networks, project evaluation.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA.....	3
2.1. Reseña de la Empresa	3
2.2. Visión	3
2.3. Misión	3
2.4. Organización de la Empresa.....	4
2.5. Área, Cargo y Funciones Desempeñadas	4
2.6. Experiencia Profesional Desarrollada en la Organización	5
CAPÍTULO III ACTIVIDADES DESARROLLADAS	7
3.1. Situación del Problema	7
3.1.1. Determinación del Problema	7
3.1.2. Formulación del Problema	7
3.2. Solución	8
3.2.1. Objetivos	8
3.2.2. Alcance	8
3.2.3. Etapas y Metodología.....	9
3.3. Evaluación	47
3.3.1. Costes económicos	47
3.3.2. Evaluación Social	56
CAPÍTULO IV REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA.....	61
CAPÍTULO V CONCLUSIONES	62
CAPÍTULO VI Recomendaciones	63

GLOSARIO	64
BIBLIOGRAFIA	66
ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama del “FITEL”	4
Figura 2 Localidades beneficiarias.....	11
Figura 3 Porcentaje segmento del mercado (%).....	16
Figura 4 Diagrama de nodos de la red de transporte – Opción 1	20
Figura 5 Diagrama nodo de distribución	22
Figura 6 Diagrama nodo de agregación.....	22
Figura 7 Sistema de energía solución tipo A	23
Figura 8 Sistema de energía solución tipo B	24
Figura 9 Enlace microondas Punto a Punto con Antena Externa	25
Figura 10 Enlace punto multipunto	26
Figura 11 Diagrama equipos nodo Backhaul.....	29
Figura 12 Perfil de un nodo Backhaul	31
Figura 13 Diagrama equipos nodo de acceso	32
Figura 14 Distribución NOC	34
Figura 15 Topología de red – Opción 2	35
Figura 16 Diagrama de los nodos de la red de transporte – Opción 2.....	37
Figura 17 Topología Red Backhaul – Opción 2	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos del “FITEL”	1
Tabla 2 Horizonte de evaluación.....	9
Tabla 3 Localidades atendidas por algún proyecto “FITEL”	10
Tabla 4 Localidades beneficiarias.....	11
Tabla 5 Tasas de crecimiento media anual de Loreto	12
Tabla 6 Población referencial del proyecto	12
Tabla 7 Población demandante potencial del proyecto.....	13
Tabla 8 Población demandante efectiva del proyecto.....	13
Tabla 9 Tasa de crecimiento entidades públicas	14
Tabla 10 Brecha de banda ancha en instituciones públicas (número de instituciones).....	15
Tabla 11 Acceso a internet en hogares de acuerdo al dispositivo de computo	15
Tabla 12 Variables para contar con el servicio de internet	16
Tabla 13 Interés de internet en hogares	16
Tabla 14 Demanda de banda ancha de los hogares (% del total de hogares).....	17
Tabla 15 Capacidad de los operadores en la región Loreto	18
Tabla 16 Brecha del servicio de banda ancha en las localidades seleccionadas	18
Tabla 17 Nodos ópticos de la red de transporte – Opción 1	20
Tabla 18 Tramos de fibra óptica – Opción 1	21
Tabla 19 Elementos sistema de energía-solución tipo A	23
Tabla 20 Elementos sistema de energía-solución tipo B	23
Tabla 21 Elementos Arquitectura -Red de Acceso – Opción 1	24
Tabla 22 Principales características – Nodos Backhaul – Opción 1	28
Tabla 23 Nodos Backhaul – Opción 1.....	30
Tabla 24 Principales características - Enlaces Red de Acceso – Opción 1 ..	32

Tabla 25 Equipos terminales– Opción 1	33
Tabla 26 Equipamiento e infraestructura -NOC – Opción 1	33
Tabla 27 Tipos de nodos ópticos – Opción 2	36
Tabla 28 Nodos de la red de transporte – Opción 2	37
Tabla 29 Tramos de fibra óptica– Opción 2	38
Tabla 30 Elementos sistema de energía-solución tipo A – Opción 2	39
Tabla 31 Elementos sistema de energía-solución tipo B – Opción 2	39
Tabla 32 Elementos Arquitectura -Red de Acceso – Opción 2	40
Tabla 33 Principales características – Nodos Backhaul – Opción 2	42
Tabla 34 Nodos Backhaul – Opción 2	44
Tabla 35 Principales características - Enlaces Red de Acceso – Opción 2 ..	45
Tabla 36 Equipos terminales– Opción 2	46
Tabla 37 Equipamiento e infraestructura -NOC – Opción 2	47
Tabla 38 Equipamiento a instalar en Nodos de Transporte – Opción 1	48
Tabla 39 Equipamiento a instalar en Nodos Backhaul – Opción 1	48
Tabla 40 Equipos a instalar en Nodos de Acceso – Opción 1	49
Tabla 41 Equipamiento Terminal – Opción 1	49
Tabla 42 Interconexión – Opción 1	49
Tabla 43 Equipamiento a instalar en Nodos de Transporte – Opción 2	50
Tabla 44 Equipamiento a instalar en Nodos Backhaul – Opción 2	50
Tabla 45 Equipos a instalar en Nodos de Acceso – Opción 2	51
Tabla 46 Equipamiento Terminal – Opción 2	51
Tabla 47 Interconexión – Opción 2	51
Tabla 48 Costo de inversión – Opción 1 TC: 3.42	52
Tabla 49 Costo de inversión – Opción 2 TC: 3.42	52
Tabla 50 Flujo de inversión (US\$) – Opción 1	53
Tabla 51 Flujo de inversión (US\$) – Opción 2	54
Tabla 52 Costos de O&M – Opción 1	54
Tabla 53 Costos de O&M – Opción 2	54
Tabla 54 Costo social para acceder a internet	56
Tabla 55 Indicadores evaluación social	57
Tabla 56 Beneficios en tiempo y transporte (ambas Opciones)	57
Tabla 57 Factores de actualización – Parámetros de evaluación	58
Tabla 58 Flujo de costos considerando precios sociales – Opción 1	58

Tabla 59 Flujo de costos considerando precios sociales – Opción 2.....	59
Tabla 60 Cálculo de indicadores – Opción 1	59
Tabla 61 Cálculo de indicadores – Opción 2	59

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente informe profesional plantea la solución a la falta de infraestructura de transporte y acceso la banda ancha en las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el Tramo Yurimaguas a Iquitos en la Región Loreto.

Se propone la construcción de una red de banda ancha para la zona antes mencionada, dentro de las actividades realizadas en el anterior Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – “FITEL” y ahora Programa Nacional de telecomunicaciones-PRONATEL, el cual tuvo como sus objetivos principales:

Tabla 1 Objetivos del “FITEL”

Objetivos Principales FITEL
Promoción del desarrollo social y económico en las zonas rurales y lugares de preferente interés social.
Incentivar la participación del sector privado en el despliegue de redes de telecomunicaciones para la prestación de servicios en el área de influencia del FITEL.
reducción de la brecha digital del acceso a los servicios de telecomunicaciones en la zona de influencia del FITEL.

Elaboración: propia.

El alcance geográfico del proyecto se limita a las provincias de el Alto Amazonas, Loreto, Maynas y Putumayo, en la región Loreto. El alcance del presente documento comprende la determinación de la oferta y demanda de la banda ancha, el análisis técnico de las opciones propuestas para desarrollar la banda ancha en la zona del proyecto, la evaluación de costos y la evaluación social.

Con la propuesta se busca desarrollar banda ancha en la zona de estudio, la cual incrementará la infraestructura y equipamiento de las redes de telecomunicaciones y disminuirá los gastos operativos de los operadores que brindan banda ancha en esta zona.

Asimismo, se pretende disminuir el posible rechazo de la población a la banda ancha con la difusión de los beneficios de esta en la sociedad, buscando el uso masivo de la misma.

Como consecuencia, se alcanzará el fin último “contribuir al desarrollo socioeconómico en las localidades de las provincias de Alto Amazonas, Loreto, Maynas y Putumayo de la región Loreto”.

El desarrollo del presente trabajo se dividió de acuerdo con los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se brindará una breve descripción del contexto en la cual se desarrolló la experiencia profesional del autor. Asimismo, se menciona las actividades, visión, misión y organización del Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – “FITEL”. Además, se indicará el área, cargo y funciones realizadas dentro de esta institución.

En el capítulo II, se presenta el problema identificado a solucionar, los objetivos y el alcance del proyecto, el desarrollo de las soluciones de ingeniería y el análisis técnico y económico de dichas soluciones.

En el capítulo III, se mencionará la experiencia del desarrollo del trabajo de ingeniería.

Finalmente, en el capítulo IV, se presenta las conclusiones y recomendaciones del trabajo de ingeniería desarrollado.

CAPÍTULO II CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

2.1. Reseña de la Empresa

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – “FITEL”, es un fondo destinado a la provisión de servicios de telecomunicaciones esenciales a nivel nacional. El “FITEL” interviene en las zonas rurales y de preferente interés social, desarrollando proyectos para que los operadores de telecomunicaciones tengan incentivos y puedan brindar los servicios antes descritos en las zonas mencionadas. De esta manera, busca brindar mayores oportunidades de desarrollo a la población dentro de sus zonas de intervención.

2.2. Visión

“Organización líder en el Perú que integra las áreas rurales y lugares de preferente interés social al resto del país, contribuyendo a la reducción de la brecha digital a través de la mejora continua de los servicios de telecomunicaciones y de la participación activa de los sectores público y privado.”

2.3. Misión

“Promover el acceso y uso de los servicios públicos de telecomunicaciones esenciales para los pobladores rurales y de lugares de preferente interés social, formulando y evaluando proyectos de inversión en telecomunicaciones y supervisando su correcta ejecución, contribuyendo así a la reducción de la brecha digital.”

2.4. Organización de la Empresa

Durante el periodo que labore en el “FITEL”, este se encontró estructurado de la siguiente manera:

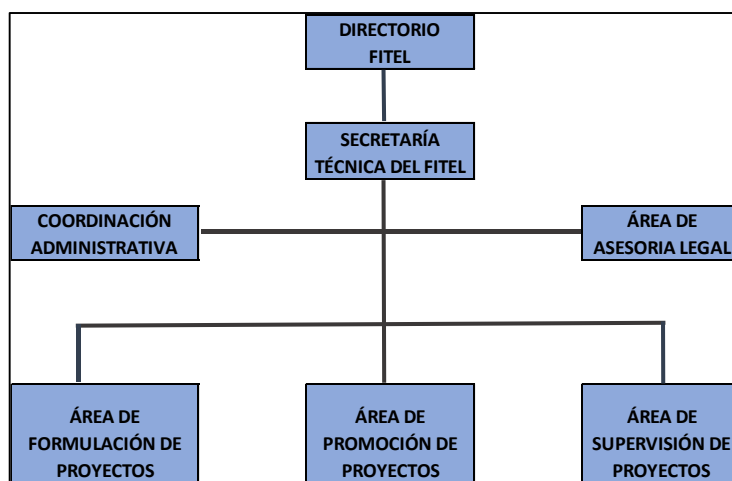


Figura 1 Organigrama del “FITEL”. Elaboración: propia.

El proyecto se elaboró en el Área de Formulación de Proyectos y colaboré como parte del equipo que retroalimentó la etapa de formulación del presente proyecto con las lecciones aprendidas en el Área de Supervisión de Proyectos; lugar donde me desarrollé profesionalmente.

2.5. Área, Cargo y Funciones Desempeñadas

En el “FITEL” me desempeñé como Asistente de Proyectos para el Área de Supervisión de Proyectos y desarrollé las siguientes funciones:

- Gestión, control y seguimiento de los Proyectos Regionales de banda ancha Huancavelica, Ayacucho y Apurímac. Además, verifiqué el cumplimiento de los cronogramas de actividades, revisar de entregables y elaborar informes de conformidad de actividades.

- Dirección de personal de campo durante las actividades de supervisión física de la instalación de los nodos de ópticos y radioeléctricos de los Proyectos Regionales a cargo.
- Supervisión en campo del avance de las redes de transporte y acceso de las obras civiles, *networking*, enlaces microondas, mediciones de fibra óptica, planta externa, sistemas de seguridad, energía y climatización, de los nodos, centros de mantenimiento, centros de datos (*Data Centers*) e instituciones beneficiarias de los Proyectos Regionales y otros proyectos de inversión del “FITEL”.
- Extracción y procesamiento del estatus de operatividad de las redes de los Proyectos Regionales. Elaboración de informes de estado de las redes para la alta dirección del “FITEL” y elaboración de planes de supervisión.
- Responsable de la gestión de la certificación, monitoreo y seguimiento del sistema de gestión de calidad del Área de Supervisión de Proyectos bajo la norma ISO 9001:2015.
- Elaboración de informes de retroalimentación de los Proyectos Regionales a cargo para el Área de Formulación de Proyectos.

2.6. Experiencia Profesional Desarrollada en la Organización

Una de mis actividades en el “FITEL” como asistente de proyectos fue la elaboración de informes de retroalimentación para el Área de Formulación de Proyectos, la cual es la encargada de la formulación de proyectos que incentiven la inversión privada y el desarrollo socioeconómico de las personas dentro del ámbito de desarrollo de los proyectos formulados.

En ese sentido, por estar ampliamente involucrado de proyectos de redes de banda ancha de fibra óptica y acceso inalámbrico, formé parte del equipo que desarrolló el diseño del proyecto objeto del presente informe de suficiencia profesional. A continuación, se brinda referencias de las personas con las que trabajé en el “FITEL”:

Coordinador de Programa del “FITEL”

Miguel Angel Mendoza Ripaz

Cel: 997127247

Correo: mmendoza@mtc.gob.pe

Coordinador de Proyectos del “FITEL”

Roger Lino Mercado Rojas

Cel: 980643692

Correo: rmercado@mtc.gob.pe

CAPÍTULO III ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1. Situación del Problema

3.1.1. Determinación del Problema

El lento desarrollo de las redes de telecomunicaciones de banda ancha en la zona rural agregado con los elevados gastos operativos para brindar banda ancha, limitan el acceso de este servicio en las localidades de las cuencas de los ríos “Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas” en el tramo Yurimaguas – Iquitos ubicado en la región Loreto. Los cuales ocasionan un bajo desarrollo socioeconómico en las localidades antes mencionadas. En ese sentido, el desarrollo de una red de telecomunicaciones de banda ancha resulta necesaria para coadyuvar a la disminución de la brecha tecnológica y mejorar el desempeño económico y social en las localidades antes mencionadas.

3.1.2. Formulación del Problema

Problema general

“¿Cómo mejorar el acceso a la banda ancha en las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto?”

Problemas específicos

- “¿Cómo determino el estado de los servicios telecomunicaciones en las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto?”

- “¿Cómo evaluar la mejor Opción técnica para solucionar para atender la demanda en las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto?”
- “¿Cómo determinar la mejor Opción técnica y económica?”

3.2. Solución

3.2.1. Objetivos

OBJETIVO GENERAL

“Diseñar una red de telecomunicaciones de banda ancha en las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto.”

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) “Analizar el estado de los servicios de telecomunicaciones en las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto.”
- b) “Realizar los diseños de ingeniería de la red de telecomunicaciones para atender la demanda de acceso de banda ancha del distrito de las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto.”
- c) “Realizar el análisis técnico y económico de las opciones propuestas.”

3.2.2. Alcance

“Este proyecto se formuló en el FITEI, y se diseñó para las localidades de las cuencas de los ríos Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas.”

3.2.3. Etapas y Metodología

3.2.3.1. Metodología.

La metodología para la formulación de este proyecto es el procedimiento desarrollado por el Área de Formulación de Proyectos dentro de su sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015.

Para fines prácticos del presente documento, la metodología se dividirá en dos i) formulación y ii) evaluación.

3.2.3.2. Etapas

A. Formulación

○ Horizonte de evaluación del proyecto

De acuerdo al Anexo SNIP 10: parámetros de evaluación (MEF, 2011): “El periodo de evaluación de un PIP comprende el periodo de ejecución del proyecto más un máximo de diez (10) años de generación de beneficios”. En ese sentido, la ejecución es considerada el periodo de inversión y la operación la generación de beneficios, donde la fase de inversión tendrá tiempo de ejecución de tres años, esta incluye las actividades de construcción, implementación, puesta en marcha y la realización de talleres de difusión y sensibilización. Respecto a la operación, durará diez años. El horizonte total del proyecto durará doce meses, el último año de ejecución se sobrepone al año 1 de operación.

Tabla 2 Horizonte de evaluación

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fases	Inversión	Inversión	OyM Inversión	OyM	OyM	OyM	OyM	OyM	OyM	OyM	OyM	OyM

Elaboración: FITEL (2018).

○ Estudio de mercado del servicio publico

i. Análisis de la demanda

Situación actual

- En la actualidad, no existe el acceso a la banda ancha en la zona de influencia. Por otro lado, existen servicios de acceso a internet mediante soluciones satelitales que brindan el servicio a un total de 9 instituciones entre postas de salud, tambos e instituciones educativas.
- Del total de 274 localidades del proyecto, 72 localidades ya fueron atendidas en algún momento por proyectos del “FITEL”, tal como detalla el siguiente cuadro:

Tabla 3 Localidades atendidas por algún proyecto “FITEL”

Proyecto FITEL	Localidades atendidas
Banda ancha Satelital para localidades aisladas	27
Proyectos FITEL 3 y 4	43
Móvil Selva	2
Total	72

Elaboración: propia.

- La actividad económica del área donde se implementará el proyecto se basa en la pesca y agricultura. Asimismo, el uso de herramientas tecnológicas u otros que sean soportados por la banda ancha es limitado, por ello el acceso a estos es costoso en tiempo y desplazamiento.
- La inexistencia de una red de banda ancha en el área del proyecto, significa en la falta de comunicación entre las instituciones de la zona y de las mismas con las instituciones a nivel nacional.

Ámbito geográfico de la demanda

Son 274 localidades beneficiarias en 18 distritos, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 4 Localidades beneficiarias

Departamento	Provincia	Distritos	Localidades
Loreto	Alto Amazonas	Lagunas	10
		Santa Cruz	9
		Nauta	2
	Loreto	Parinari	9
		Urarinas	11
		Belén	13
	Maynas	Fernando lores	6
		Indiana	1
		Iquitos	1
		Las Amazonas	1
		Mazan	52
		Napo	73
		Punchana	8
		Torres Causana	20
	Putumayo	Putumayo	17
		Rosa Panduro	7
		Teniente Manuel Clavero	24
Yaguas		10	
TOTAL			274

Elaboración: FITEL (2018).

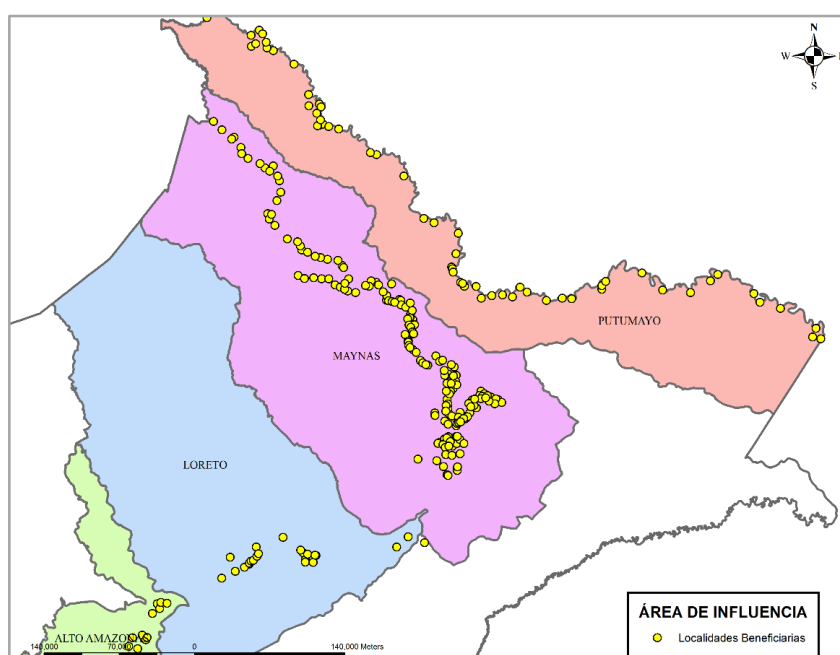


Figura 2 Localidades beneficiarias . Elaboración: FITEL (2018).

Población demandante

a) Población de referencia

De acuerdo al censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2007), la población del área de estudio asciende a 43 923 habitantes. Para determinar la tendencia de crecimiento poblacional se aplicará la media de crecimiento anual en la región, según al siguiente detalle:

Tabla 5 Tasas de crecimiento media anual de Loreto

Periodo	Tasa de crecimiento
2007-2010	1.39%
2011-2025	0.67%
2025 ->	0.67%

Elaboración: propia.

Tabla 6 Población referencial del proyecto

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población de Referencia	49,071	49,404	49,733	50,063	50,405	50,739	51,075	51,425	51,756	52,114	52,467	52,804

Elaboración: FITEL (2018).

b) Población demandante potencial

Para la determinación de la demanda potencial, se tomó en cuenta a toda población mayor de seis años, porque cuentan con facultades para usar la banda ancha. Al respecto, se hace uso los rangos poblacionales fijados por el INEI (2007). Se usa el 81.69%, cual es la proporción de la población mayor a seis años, tal como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7 Población demandante potencial del proyecto

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población total de localidad beneficiaria	49,071	49,404	49,733	50,063	50,405	50,739	51,075	51,425	51,756	52,114	52,467	52,804
Población mayor a 6 años	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%	81.69%
Población demandante potencial	40,086	40,358	40,627	40,896	41,176	41,449	41,723	42,009	42,279	42,572	42,860	43,136

Elaboración: FITEL (2018).

c) Población demandante efectiva

Se considera como población demandante efectiva al porcentaje de la población demandante potencial que haría uso efectivo del servicio si existiera en la localidad. De acuerdo con la “Encuesta de Acceso Demanda de Banda Ancha en Hogares Putumayo-Napo” (FITEL, 2014), este porcentaje fue del 79%.

Tabla 8 Población demandante efectiva del proyecto

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población demandante Potencial	40,086	40,358	40,627	40,896	41,176	41,449	41,723	42,009	42,279	42,572	42,860	43,136
Población que usaría internet	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%	79%
Población Demandante Efectiva	31,669	31,883	32,096	32,309	32,529	32,745	32,962	33,188	33,401	33,632	33,860	34,078

Elaboración: FITEL (2018).

Demanda del Proyecto

Para determinar las localidades que serán beneficiarias de la banda ancha, se hace uso del Anexo CME 18 (MEF, 2013), como se presentan a continuación:

Proyectos implementados con soluciones inalámbricas, terrestres o satelitales
PRESTACIÓN DE ACCESO A INTERNET PASO 1: Aplicar los criterios de selección. ▪ Capitales de distrito, o ▪ Centros Poblados con más de 300 habitantes, o ▪ Localidades que tengan una población estudiantil mayor o igual a 50 alumnos, o ▪ Localidades con centro o puesto de salud, o ▪ Localidades que han presentado solicitudes de atención. PASO 2: Una vez aplicados los criterios de selección, es necesario asegurar que las localidades cumplan con las siguientes condiciones: ▪ No tienen acceso a Internet, y ▪ No estén incluidos en los proyectos financiados por FITEI, existentes o en formulación, y ▪ No están siendo atendidos por emprendedores privados o públicos distintos del FITEI, y ▪ Cuentan con energía eléctrica permanente. Se descarta la localidad encontrada en el PASO 1 que no cumple alguno de los filtros indicados en el PASO 2. PASO 3 (APLICABLE ÚNICAMENTE PARA SOLUCIÓN TÉCNICA INALÁMBRICA TERRESTRE): El diseño del proyecto para las localidades beneficiarias debe cumplir con lo siguiente: ▪ Todas las localidades repetidoras deberán tener energía eléctrica, y ▪ Las localidades repetidoras en el primer salto deberán ser mayores o iguales a 50 habitantes, y ▪ Las localidades repetidoras en el segundo salto, deberán ser mayores o iguales a 100 habitantes.

Además, se hizo una pre-validación de los radioenlaces y la cobertura a las localidades beneficiarias.

a) Entidades públicas

Se determinó la demanda de banda ancha para las instituciones públicas y hogares. Para el caso de las entidades públicas, se tomó como referencia la tasa de crecimiento de entidades públicas según las estimaciones del INEI (2007).

Tabla 9 Tasa de crecimiento entidades públicas

Instituciones publicas	Período	Tasa de crecimiento
Instituciones educativas	2013 – 2016	0.86%
Centros de Salud	2012 – 2015	5.30%
Comisarias	2012 – 2015	0.80%

Elaboración: propia.

De acuerdo con las tasas de crecimiento, se valoró la demanda para el horizonte del proyecto con la curva de Gompertz. El detalle se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 10 Brecha de banda ancha en instituciones públicas (número de instituciones)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Colegios	280	283	285	287	289	290	292	293	294	295	296
Establecimientos de Salud	36	38	39	40	42	43	43	44	45	46	46
Comisarias	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conexiones Totales	319	419	431	443	455	466	477	487	497	507	515

Elaboración: FITEL (2018).

b) Hogares

Para la determinación de la demanda de banda ancha en hogares, se utilizó la información de campo de la “Encuesta de Acceso, Uso y Demanda de Internet en Hogares de la región de Loreto, 2014” (FITEL, 2014).

Se identificó el porcentaje de posesión de dispositivos de electrónicos que permitan acceder a la banda ancha donde el 1.3% del total de hogares tiene una laptop y el 0.3% cuenta con una PC. De ese 1.6% del total de hogares que cuentan con equipo de cómputo, ninguno tiene acceso a internet.

Tabla 11 Acceso a internet en hogares de acuerdo al dispositivo de computo

Conexión a Internet	%
Hogares que tienen al menos una PC, laptop o <i>notebook</i> con conexión a Internet	0%
Hogares que tienen al menos una PC, laptop o <i>notebook</i> sin conexión a Internet	1.6%
Hogares sin PC, <i>notebook</i> o laptop ni conexión a Internet	98.4%
Total	100.0%

Elaboración: FITEL (2018).

En relación al interés de los hogares en contar con el servicio de internet, se debe considerar las siguientes variables:

Tabla 12 Variables para contar con el servicio de internet

N°	Variable
1	Hogares que cuenten con energía
2	Ingresos del hogar promedio superior a S/ 750
3	Disposición de pagar por un equipo de cómputo superior a S/ 500

Elaboración: FITEL (2018).

De lo anterior, se determina el porcentaje de viviendas y su inclinación a contratar el servicio de banda ancha, de acuerdo con el siguiente detalle:

Tabla 13 Interés de internet en hogares

Equipamiento de Cómputo	Interés por contratar internet	%
Hogares que tienen al menos una PC, laptop o <i>notebook</i> sin conexión a Internet	% hogares que NO les interesa contratar Internet	0%
	% hogares que SI les interesa contratar Internet	1.6%
Hogares que no que tienen PC, laptop o <i>notebook</i> ni conexión a Internet	% hogares que califican para contratar Internet	6.3%
	% hogares que No Califican para contratar Internet	92.1%
Total		100.0%

Elaboración: FITEL (2018).

Con la información recopilada, se segmenta el mercado de acuerdo al siguiente:

Demanda efectiva: son los usuarios que actualmente usan la banda ancha. De acuerdo con la información de campo asciende al 0%.

Demanda potencial: son los usuarios que hasta el momento no cuentan con el acceso a la banda ancha, pero podrían contratarlo. De acuerdo con la información de campo se considera a los hogares que si les interesa contratar el servicio (1.60%) y los hogares que califican para contratar el servicio (6.30%).

Demanda oculta: corresponde a los hogares sin capacidad de pago para el servicio, los que no tienen capacidad para adquirir equipo de cómputo y los hogares que no desean la banda ancha.

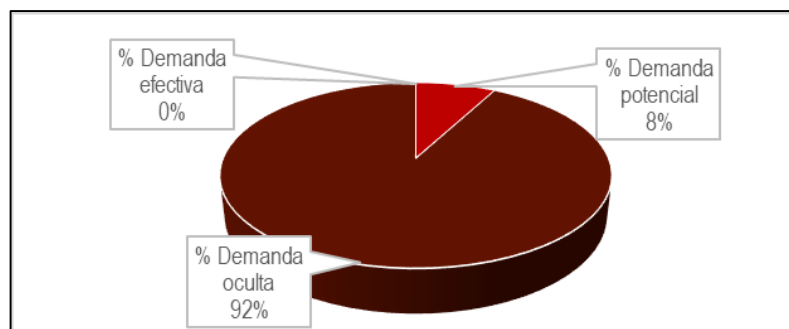


Figura 3 Porcentaje segmento del mercado (%). Elaboración: FITEL (2018).

Para determinar la demanda inicial en el primer año, se realizó una pregunta abierta con respecto a la disposición de pago. Ésta se ubicó debajo de los S/ 150 y se concentró alrededor de los S/50. La diferencia de los valores de la densidad de disponibilidad de pago promedio de S/ 60 por el servicio de internet (52.2%) y la demanda potencial de un nuevo suscriptor de banda ancha (7.87%), demuestra que la a la demanda inicial de la banda ancha es de 4.11%. En ese sentido, se espera que en el primer año de operación el 4.11% de los hogares contraten el servicio de banda ancha.

Posteriormente, se realiza la proyección hasta el año 12 de operación, la cual modela el comportamiento de la penetración de la banda ancha en la zona de influencia del proyecto usando una función de Gompertz que depende del acceso a la banda ancha, el equipamiento de cómputo y del ingreso promedio. Se aplica la función de Gompertz ya que esta permite determinar funciones que al inicio tienen un crecimiento suave, luego presentan un crecimiento acelerado y termina con la maduración y saturación. Esta función es adecuada para determinar la densidad de crecimiento de los servicios tecnológicos.

Tabla 14 Demanda de banda ancha de los hogares (% del total de hogares)

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hogares	4.11%	4.52%	4.92%	5.31%	5.70%	6.08%	6.44%	6.78%	7.11%	7.42%	7.71%	7.99%

Elaboración: FITEL (2018).

ii. Análisis de la oferta

Actualmente la oferta de banda ancha en el área del proyecto las brinda el proyecto del “FITEL” “Integración Amazónica Loreto – San Martín a la red terrestre de Telecomunicaciones” por medio del operador “GILAT to Home Perú” y los operadores de telecomunicaciones “Telefónica del Perú S.A.C.” y “Viettel Perú S.A.C. (Bitel)”. Se debe indicar que las velocidades ofertadas en la región Loreto son de máximo de 2Mbps, debido a la complejidad geográfica dificulta el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones. Los operadores que proveen servicio de internet disponen de las siguientes capacidades:

Tabla 15 Capacidad de los operadores en la región Loreto

Operador	Capacidad
Telefónica	3 Gbps
Bitel	3 Gbps

Elaboración: FITEL (2018).

iii. Brecha del servicio de banda ancha

La brecha de los servicios requeridos se determina de acuerdo a la diferencia de la cantidad de la demanda de la banda ancha y la cantidad ofertada, en la situación sin implementarse aun el proyecto.

Las 274 localidades elegidas para el proyecto no cuentan con cobertura de la banda ancha, por ello la oferta del servicio es nula.

Tabla 16 Brecha del servicio de banda ancha en las localidades seleccionadas

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Periodo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274
Oferta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274	274

Elaboración: FITEL (2018).

○ **Análisis técnico de las opciones**

Se brindará acceso a la banda ancha en las localidades de influencia del proyecto, además se brindará a la ciudad de Iquitos una entrada y salida a la banda ancha, por medio de la conexión a la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica – RDNFO, desde la ciudad de Yurimaguas.

I. Opción 1: “Red de Fibra Óptica de Yurimaguas a Iquitos y Red de Acceso Inalámbrico”

Se presenta una solución compuesta de fibra óptica y enlaces microondas, dividiéndose en dos redes una de transporte y otra de acceso.

La de transporte se realizará entre Iquitos y Yurimaguas, donde en esta última ciudad se realizará la conexión a la RDNFO, y la red de acceso se implementará in extenso de los ríos Napo y Putumayo, en el tramo entre Yurimaguas e Iquitos.

a) Red de transporte

La arquitectura de la red está compuesta de dos capas:

• Capa de acceso óptico

Esta capa la conforman los nodos de distribución y conexión. Por medio de interfases ópticos y/o eléctricos conectarán a los clientes que planifiquen usar el servicio portador de la red.

Se detallan los nodos de esta capa:

«Nodo de distribución»: se ubicarán en las capitales de distrito. Estos deberán interconectar con otros nodos de distribución hasta realizar la conexión con el nodo de agregación de Yurimaguas, donde se interconectarán con el nodo de agregación de la RDNFO. En estos nodos, se podrán conectar los clientes y operadores, que planifiquen dirigir datos por esta ruta.

«Nodo de conexión»: Se ubicarán en lugares importantes, puntos donde el desarrollo comercial este probado. Ampliando la cobertura de la capa de acceso.

Los nodos descritos anteriormente se usarán como origen para dar conectividad a la red de acceso.

- Capa de agregación óptica

Esta capa la forma un nodo de agregación, se emplazará en la ciudad de Yurimaguas. Los equipos de este nodo añaden todo el tráfico de la capa de acceso óptico y los enrutan hacia la RDNFO.

La RDNFO cuenta con un nodo de distribución en la ciudad de Yurimaguas, el nodo de agregación óptica de nuestra red se interconectará es este nodo.

A continuación, se detallan los nodos de la red de transporte:

Tabla 17 Nodos ópticos de la red de transporte – Opción 1

Nº	Tipo	Nodo	Capital Distrital
1	Nodo de Agregación	Yurimaguas	SI
2	Nodo de Distribución	Santa Cruz	SI
3	Nodo de Distribución	Lagunas	SI
4	Nodo de Conexión	San José de Saramuro	NO
5	Nodo de Distribución	Parinari	SI
6	Nodo de Distribución	Nauta	SI
7	Nodo de Distribución	Iquitos	SI

Elaboración: FITEL (2018).

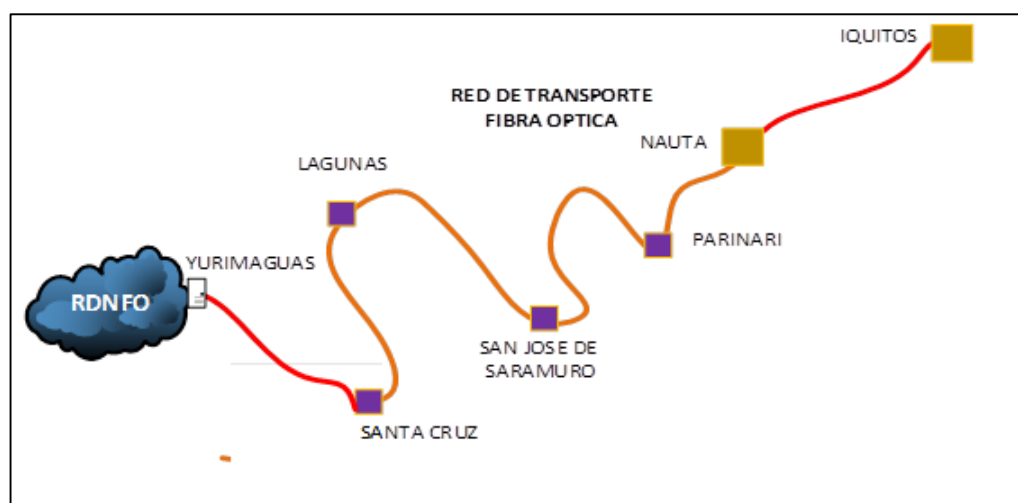


Figura 4 Diagrama de nodos de la red de transporte – Opción 1. Elaboración: FITEL (2018).

Planta externa de fibra óptica

La fibra óptica a instalar constará de un tendido aéreo haciendo uso de redes de media tensión y red vial, y despliegue subfluvial. A continuación, se detallan los tramos y forma de tendido de la fibra óptica:

Tabla 18 Tramos de fibra óptica – Opción 1

Tramos	Km de F.O.	Tendido de F.O.	Infraestructura de soporte
Yurimaguas-Santa Cruz	77	Aéreo	Red eléctrica de Media Tensión
Santa Cruz-Lagunas	78	Subfluvial	Lecho de Río
Lagunas-Saramuro	157	Subfluvial	Lecho de Río
Saramuro-Parinari	91	Subfluvial	Lecho de Río
Parinari-Nauta	139	Subfluvial	Lecho de Río
Nauta-Iquitos	104	Aéreo	Red eléctrica de Media Tensión / Red Vial
Total	646	-	-

Elaboración: FITEL (2018).

La fibra a instalar es monomodo que cumpla con el estándar ITU.T-G652D de 24 hilos como mínimo.

Para los tramos en los cuales se instalará fibra óptica en redes de energía eléctrica, se usará cables totalmente dieléctricos y autosoportados de tipo ADSS núcleo seco, con gel de relleno en los tubos que alojan los hilos de fibra.

Para los tramos que irán alojados en los causes de los ríos Huallaga y Marañón, se usará cable con armadura metálica con la característica que puedan soportar los daños que puedan ocurrir debido a la propia corriente de los ríos, cuales para las fibras tienen un tubo de acero inoxidable con tratamiento de impermeabilidad.

Nodos de la red de transporte

Los nodos de la red de transporte del proyecto estarán conformados por 7 *shelters* metálicos tipo *outdoor*, donde se alojará el equipamiento de comunicaciones y ópticos, de igual manera el ingreso de la fibra será vía aérea o haciendo uso de buzonetes. También, se considera el espacio para los sistemas de energía y protección eléctrica.

○ Equipos de comunicaciones

Para los nodos de distribución y conexión, tendrán un *router* que realizará la interconexión de los nodos de la red de transporte. Este equipo deberá contar con enlaces ópticos de 100Gps y enlaces de 10Gps para la distribución de servicios. Además, los enlaces de los nodos de distribución contarán con amplificadores ópticos DWDM para extender la capacidad de los hilos de fibra implementados.

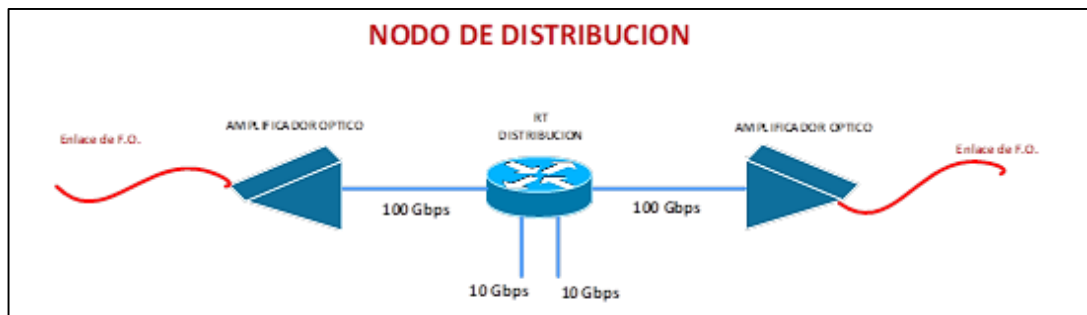


Figura 5 Diagrama nodo de distribución. Elaboración: FITEL (2018).

El nodo de agregación, tendrá un *router* que realizará la interconexión de la red de transporte del proyecto con el nodo de distribución de la RDNFO. El cual deberá tener un enlace óptico de 100Gbps y será usado como *router* de borde de la red del proyecto.



Figura 6 Diagrama nodo de agregación. Elaboración: FITEL (2018).

○ Sistema de energía y protección

Se usarán dos tipos de sistemas de energía para los nodos disponibles de la red de transporte: i) solución tipo A y ii) solución tipo B.

Tipo A, para los nodos de transporte que cuenten con conexión a la red eléctrica comercial, y lo conforman los siguientes elementos:

Tabla 19 Elementos sistema de energía-solución tipo A

Elemento	Detalle
Grupo electrógeno (GE)	Este equipo será la fuente de energía en caso ocurra alguna eventualidad con la red comercial.
Tablero de Transferencia Automático (TTA)	Este elemento realizará la supervisión, control y la transferencia automática de la carga entre la red comercial y el grupo electrógeno. Esta se realizará por fallas de nivel de voltaje o corte total de la red comercial.
Rectificador/Cargador (R/C)	Este equipo convertirá la red comercial 220Vac a voltaje -48Vdc y lo mantendrá constante en el tiempo, evitando afectaciones a los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.
Banco de baterías asociado al Rectificador/Cargador (BB)	Estas baterías deben tener autonomía mínima de 24 horas en caso fallen la red comercial y el grupo electrógeno.

Elaboración: FITEL (2018).

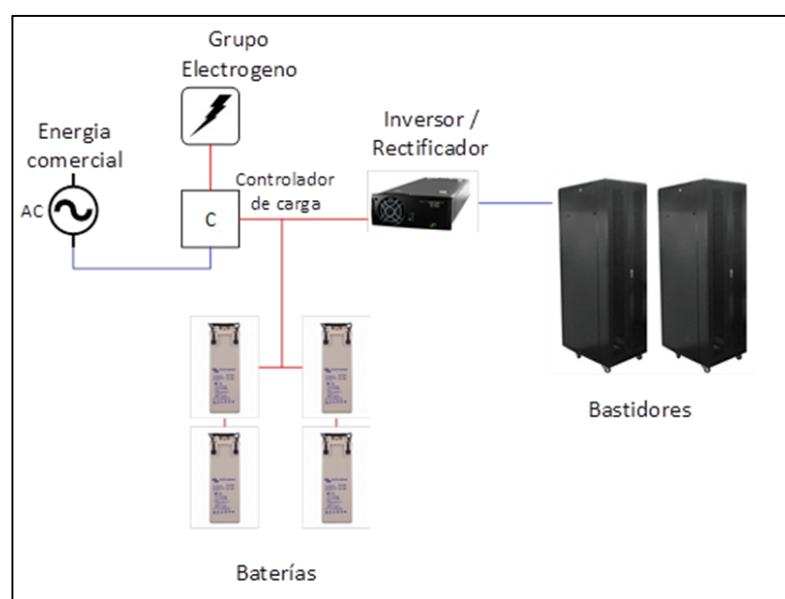


Figura 7 Sistema de energía solución tipo A. Elaboración: propia.

Tipo B, para los nodos de transporte que no cuentan con conexión a la red eléctrica comercial, y lo conforman los siguientes elementos:

Tabla 20 Elementos sistema de energía-solución tipo B

Elemento	Detalle
Grupo electrógeno (GE)	Este equipo será la fuente de energía en caso ocurra alguna eventualidad con la red comercial.
Tablero de Transferencia Automático (TTA)	Este elemento realizará la supervisión, control y la transferencia automática de la carga entre la red comercial y el grupo electrógeno. Esta se realizará por fallas de nivel de voltaje o corte total de la red comercial.
Rectificador/Cargador (R/C)	Este equipo convertirá la red comercial 220Vac a voltaje -48Vdc y lo mantendrá constante en el tiempo, evitando afectaciones a los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.
Banco de baterías asociado al Rectificador/Cargador (BB)	Estas baterías deben tener autonomía mínima de 24 horas en caso fallen los paneles y el grupo electrógeno.
Paneles solares	Este sistema fotovoltaico funcionará como fuente principal y permitirá energizar los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.

Elaboración: FITEL (2018).

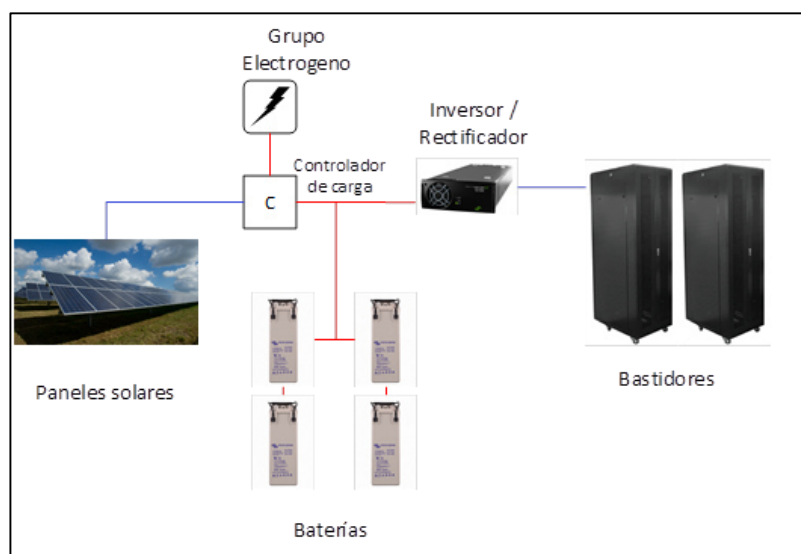


Figura 8 Sistema de energía solución tipo B. Elaboración: propia.

Ambos sistemas de energía, i) tipo A y tipo B, contarán con sistema de puesta a tierra (SPAT) para la protección de los equipos de telecomunicaciones y personas. Este sistema hará el desfogue del exceso de energía al suelo, disminuyendo el riesgo. La resistencia del sistema debe ser menor a 5 ohms.

b) Red de acceso inalámbrica

A esta red lo componen dos tipos de enlaces, i) punto a punto hacia las cuencas de los ríos Napo y Putumayo (1,250 Km) y el tramo a Yurimaguas y ii) punto – multipunto para brindar banda ancha a los usuarios.

Tabla 21 Elementos Arquitectura -Red de Acceso – Opción 1

Elementos Arquitectura - Red de Acceso
Enlaces inalámbricos.
Nodos Backhaul.
Nodos de Acceso.
Equipos terminales.
NOC.
<i>Data Center.</i>

Elaboración: FITEL (2018).

A. Enlaces inalámbricos

Respecto a los enlaces inalámbricos, estos los componen los enlaces i) punto a punto y ii) punto- multipunto.

i. Enlaces punto a punto

Estos enlaces se encargarán de agregar tráfico para llegar a las localidades. Cada extremo de un enlace punto a punto comprende un equipo de radio, una antena que puede ser integrada o externa y un *switch* de agregación.

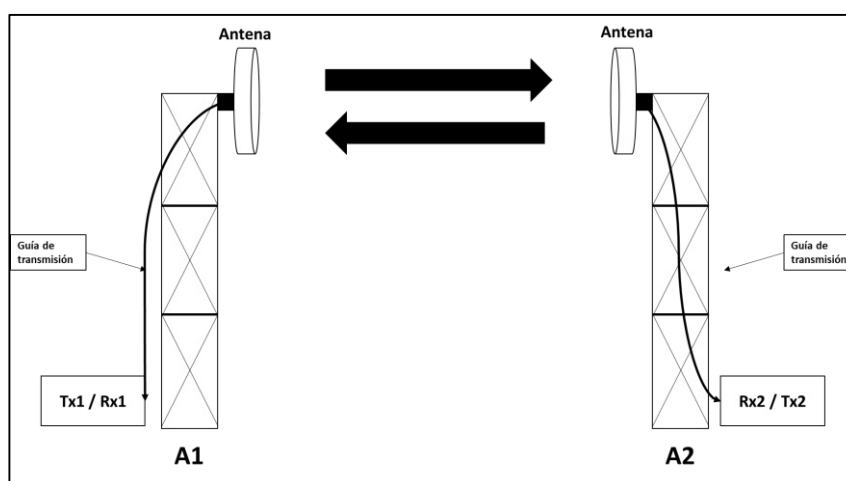


Figura 9 Enlace microondas Punto a Punto con Antena Externa. Elaboración: propia.

Dentro de los enlaces punto a punto, usaremos bandas licenciadas que brindan una mayor confiabilidad de enlace, y estos se usarán para interconectar los nodos Backhaul que solo agregarán tráfico de las localidades beneficiarias.

Por otro lado, están los enlaces punto a punto en banda no licenciada que distribuirán la señal a las localidades seleccionadas del proyecto, conectando los nodos de las localidades beneficiarias con los nodos Backhaul. Se realiza la discriminación de los enlaces para garantizar la disponibilidad de los enlaces de los nodos Backhaul ya que, si uno de estos enlaces tuviera alguna incidencia, esa sola incidencia podría afectar el servicio de más de una localidad.

ii. Enlaces punto a multipunto

Estos enlaces son los que permiten el acceso a la banda ancha en las localidades beneficiarias del proyecto. Como su nombre lo indica desde un solo punto se puede comunicar a múltiples puntos de la localidad.

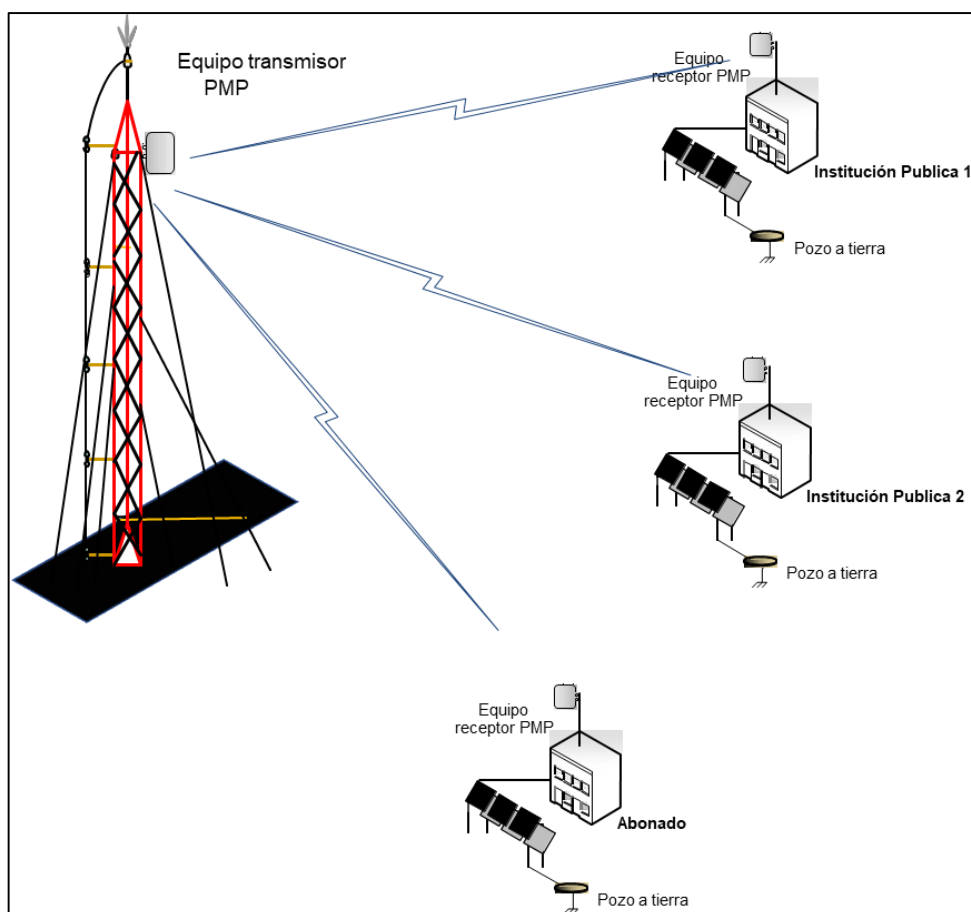


Figura 10 Enlace punto multipunto. Elaboración: propia.

B. Nodos Backhaul

Estos nodos conformarán una red de radioenlaces microondas de gran capacidad y alta fiabilidad haciendo uso de enlaces punto a punto en banda licenciada de 6 GHz, con una capacidad máxima de 300 Mbps. Estos nodos contarán con torres que van hasta los 120 metros en altura.

Tabla 22 Principales características – Nodos Backhaul – Opción 1

Principales características - Nodos Backhaul
La velocidad de transmisión a instalar en cada Nodo podrá alcanzar los 300 Mbps.
La configuración 1 + 1 HSB SD.
Banda de Frecuencia: 6GHz.
Canales de 40MHz Ancho de Banda
Modulación de 128QAM.

Elaboración: FITEL (2018).

i. Equipamiento e infraestructura

Antenas: Las antenas utilizadas para los enlaces de los nodos Backhaul son las de tipo parabólico de diámetro entre 1.2 a 2.4 metros. Estos elementos transmiten o reciben la señal de comunicaciones en el espectro radioeléctrico. Deben ser instalados a la mayor altura posible para evitar que los elementos que están cercanos al suelo obstruyan la señal.

Equipos de radio microondas: Los equipos de radio propuestos para estos enlaces son de comunicación tipo dúplex, es decir que al mismo tiempo transmite y recibe la comunicación. Se usarán radios IDU, el cual transmite la señal de comunicación en banda base hacia los ODU's; equipo que emite la señal en banda intermedia hacia las antenas. Los ODU's hacen el trabajo de elevar la frecuencia de la señal transmitida por las IDU's ya que, si se transmitiera en la señal original o banda base, esta se perdería fácilmente en el espacio y no se realizaría la comunicación entre los dos puntos.

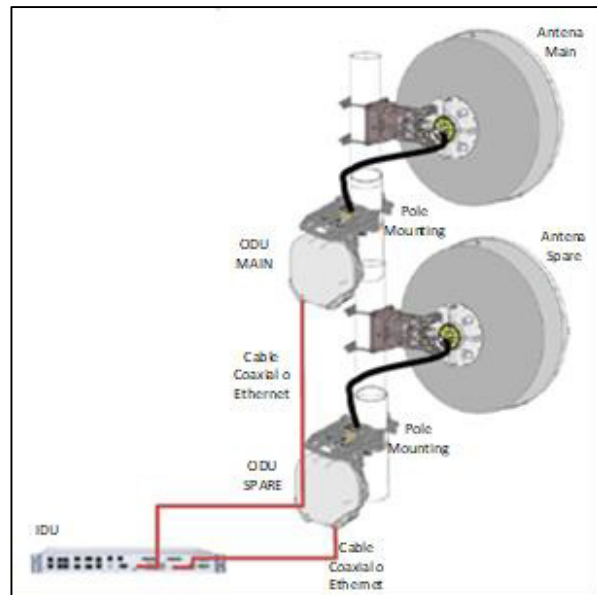


Figura 11 Diagrama equipos nodo Backhaul. Elaboración: FITEL (2018).

Obras civiles: El área considerada para la construcción de los nodos Backhaul es de 200 m² (10x20), el cual contará con un cerco perimétrico metálico. En el área construida se alojará un *shelter* metálico donde se acondicionarán los equipos de los sistemas eléctricos, seguridad, climatización y telecomunicaciones (*Routers* y *Switches*). Además, se considera las instalaciones sanitarias.

Tabla 23 Nodos Backhaul – Opción 1

N°	NODO	PROVINCIA	DISTRITO	ALTURA DE TORRE (m.)
1	Iquitos	Maynas	Iquitos	45
2	Puerto Alegre	Maynas	Mazan	75
3	Puinahua	Maynas	Mazan	66
4	Huamán Urco	Maynas	Mazan	70
5	Nuevo San Juan	Maynas	Mazan	84
6	Paleta	Maynas	Napo	105
7	Santa Teresa	Maynas	Napo	48
8	Lagarto Cocha	Maynas	Napo	105
9	Nuevo Porvenir Inayuga	Maynas	Napo	42
10	Copal Urco	Maynas	Napo	72
11	Sumac Allpa	Maynas	Napo	80
12	Puerto Aurora	Maynas	Napo	66
13	Puerto Elvira	Maynas	Torres Causana	60
14	Campo Serio	Maynas	Torres Causana	54
15	Angoteros Monterrico	Maynas	Torres Causana	54
16	Yarina Llacta	Maynas	Torres Causana	72
17	Torres Causana	Maynas	Torres Causana	66
18	Repetidor 2	Putumayo	Putumayo	120
19	Flor de Agosto	Putumayo	Putumayo	66
20	Bagazan	Putumayo	Putumayo	60
21	Puerto Aurora	Putumayo	Putumayo	66
22	Nuevo Perú	Putumayo	Putumayo	60
23	Nuevo Porvenir	Putumayo	Putumayo	60
24	San Pedro	Putumayo	Putumayo	72
25	Esperanza	Putumayo	Putumayo	100
26	Bobona	Putumayo	Putumayo	120
27	Puerto Franco	Putumayo	Yaguas	54
28	Remanso	Putumayo	Yaguas	84
29	Curinga	Putumayo	Yaguas	90
30	San Martín Libertador	Putumayo	Yaguas	72
31	Huapapa	Putumayo	Yaguas	66
32	Primavera	Putumayo	Yaguas	75
33	Ere	Putumayo	Rosa Panduro	66
34	Nuevo San Juan	Putumayo	Rosa Panduro	84
35	Santa Mercedes	Putumayo	Rosa Panduro	110
36	Repetidor 1	Putumayo	Rosa Panduro	72
37	Atalaya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
38	Yabuyanos	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	100
39	Nuevo Espejo	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
40	Nueva Esperanza	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	60
41	San Velit de Yaricaya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
42	Puerto Veliz	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	75
43	Nueva Peneya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	75
44	Puerto Libertad	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	54
45	Tres Fronteras	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	105
46	Nauta	Loreto	Nauta	60
47	Parinari	Loreto	Parinari	54
48	San José de Saramuro	Loreto	Urarinas	60
49	Lagunas	Alto Amazonas	Lagunas	60
50	Santa Cruz	Alto Amazonas	Santa Cruz	60

Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 24 Principales características - Enlaces Red de Acceso – Opción 1

Principales características - Enlaces Red de Acceso
La velocidad de transmisión a instalar en cada Nodo es de 40 Mbps.
La configuración 1 + 0.
Banda de Frecuencia: 15GHz.
Canales de 28MHz Ancho de Banda
Modulación de 16QAM.

Elaboración: FITEL (2018).

i.Equipamiento e infraestructura

IDU: este equipo realizará la transmisión de señales de comunicaciones en banda base, contará con interfaces Giga Ethernet, BNC para los enlaces E1 e interfaces de transmisión de respaldo. Asimismo, cuenta con fuentes de energía redundantes y múltiples funcionalidades de compresión de datos.

Antena: elemento transductor cuya función es transmitir o recepcionar la señal de comunicación que se encuentre en espectro radioeléctrico. También, tiene la función de elevar el nivel de señal o ganancia y lograr mayores distancias en la comunicación inalámbrica.

ODU: permite transmitir la señal de comunicación en banda intermedia. El rango de las frecuencias de trabajo varía de acuerdo al *near* y *far end* del enlace.

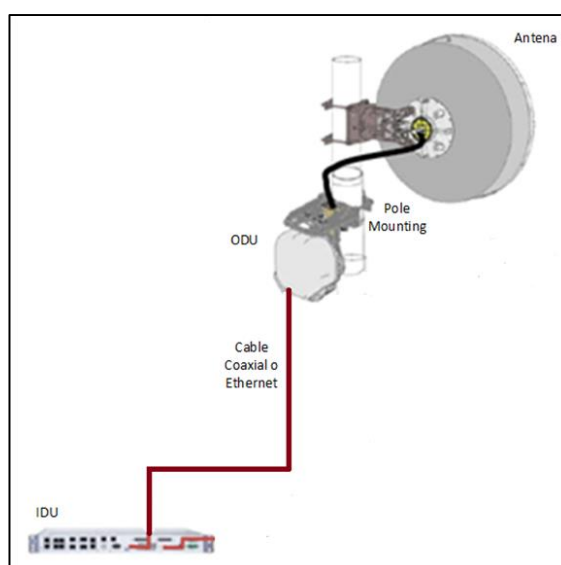


Figura 13 Diagrama equipos nodo de acceso. Elaboración: FITEL (2018).

D. Equipos terminales

Los equipos terminales se instalarán en las instituciones beneficiarias como lo son los centros de salud, instituciones educativas y comisarias. Estos servirán para que el personal de salud, profesores, alumnado y personas de la localidad puedan acceder al servicio.

Tabla 25 Equipos terminales– Opción 1

Equipos terminales
Mástil de 3 a 12 m, depende de la infraestructura de la institución beneficiaria.
Sistema a puesta a tierra para protección de equipos.
Switch de comunicaciones.
Access Point indoor.
Computadora personal. *Para el caso de centros de salud y comisarias contarán únicamente con una computadora. Para el caso de las instituciones educativas contarán con cinco (05) computadoras.
Equipo de acceso al cliente - CPE

Elaboración: FITEL (2018).

Además, para el caso que las localidades beneficiarias no dispongan de suministro eléctrico comercial se deberá instalar una solución de energía con paneles solares.

E. Centro de Operaciones de Red (*Network Operation Center – NOC*)

Es el lugar físico donde se realizarán monitoreo, control, operación de la red de fibra óptica y la red microondas de los enlaces de los nodos Backhaul y acceso. Este NOC monitoreará las alarmas de los elementos de los sistemas de energía, seguridad física, *networking*, microondas, enlaces ópticos y otros que puedan afectar los rendimientos de las redes e impactar en el servicio a los clientes finales. Realizará el mantenimiento preventivo y correctivo, y ejecutará la solución de problemas (*troubleshooting*)

Tabla 26 Equipamiento e infraestructura -NOC – Opción 1

- ii) La red de acceso se desplegará en las localidades de las cuencas de los ríos “Napo, Putumayo, Huallaga, Marañón y Amazonas” en el tramo Yurimaguas – Iquitos de la región Loreto.

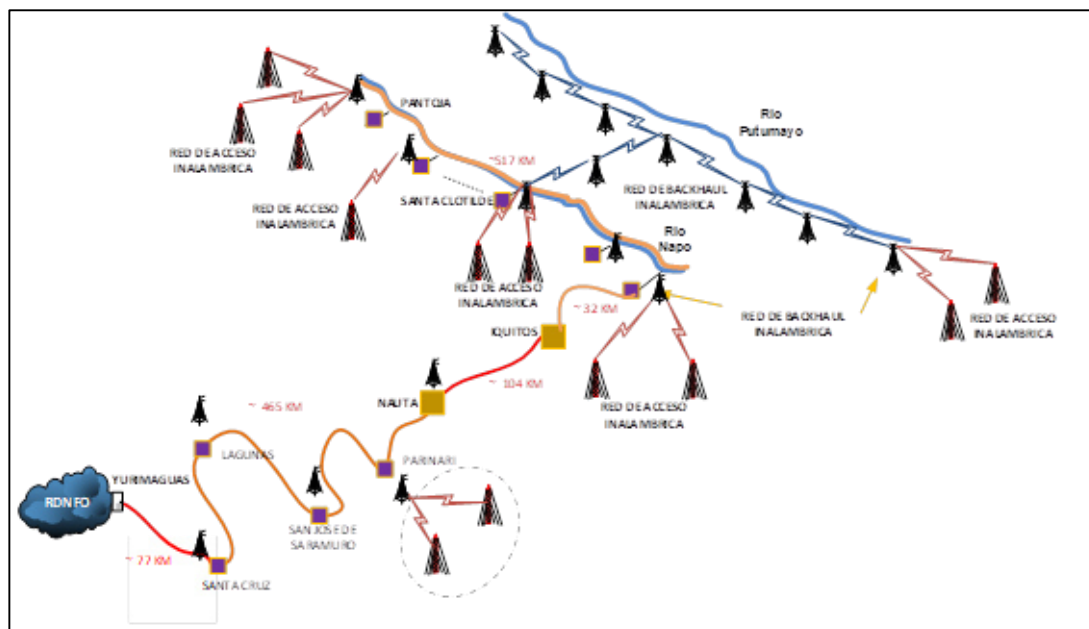


Figura 15 Topología de red – Opción 2. *Elaboración: FITEL (2018).*

a) Red de transporte

Esta red la componen los equipos de comunicaciones interconectados mediante los enlaces ópticos del proyecto, permitiendo el curso de la información de las localidades beneficiarias hacia la red de internet.

Se considera un modelo jerárquico de dos capas o niveles, i) capa de acceso óptico y ii) capa de agregación *Carrier Ethernet*.

• **Capa de acceso óptico**

En esta capa se encuentran equipos de comunicaciones como *switches* y *routers*, conmutando y enrutando los paquetes de información. Tendrán habilitados interfaces ópticos y/o eléctricos para los clientes que quieran hacer uso del servicio portador. Lo conforman los siguientes dos tipos de nodos:

Tabla 27 Tipos de nodos ópticos – Opción 2

Tipo de nodo	Detalle
Nodo de distribución	Se ubican en las capitales de distrito. Estos se interconectarán con otros nodos de distribución hasta realizar la conexión con el nodo de agregación ubicado en la ciudad de Yurimaguas, donde se interconectarán con el nodo de agregación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO). En estos nodos, se podrán conectar los clientes y operadores de telecomunicaciones, que planifiquen el transporte de tráfico de datos por esta ruta.
Nodo de conexión	Se ubican en lugares estratégicos, zonas de desarrollo comercial declarados por el estado. Ampliando la cobertura de la capa de acceso.

Elaboración FITEL (2018).

Ambos tipos de nodos se utilizarán como puntos de inicio para la conexión hacia la red de acceso inalámbrico.

- Capa de agregación Óptica

Esta capa la forma un nodo de agregación, el cual se encuentra situado físicamente en Yurimaguas. Los equipos de este nodo agregan todo el tráfico de la capa de acceso óptico y los enrutan hacia la RDNFO.

La RDNFO cuenta con un nodo de distribución situado físicamente en Yurimaguas, el nodo de agregación óptica del proyecto se interconectará es este nodo.

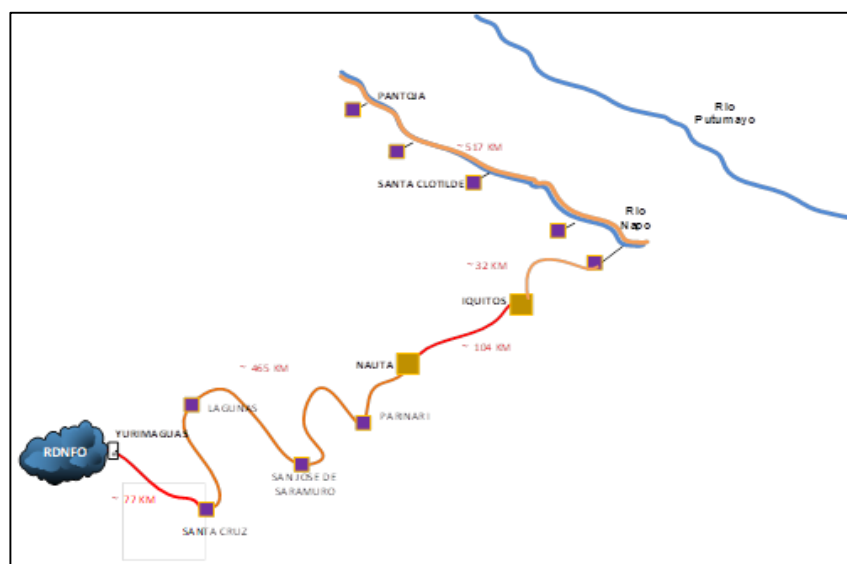
A continuación, se detallan los nodos de la red de transporte:

Tabla 28 Nodos de la red de transporte – Opción 2

Nº	Tipo	Nodo
1	Nodo de Agregación	Yurimaguas
2	Nodo de Distribución	Santa Cruz
3	Nodo de Distribución	Lagunas
4	Nodo de Distribución	Parinari
5	Nodo de Distribución	Nauta
6	Nodo de Distribución	Iquitos
7	Nodo de Distribución	Santa Clotilde
8	Nodo de Distribución	Pantoja
9	Nodo de Conexión	Huaman Urco
10	Nodo de Conexión	Nuevo San Juan
11	Nodo de Conexión	Paleta
12	Nodo de Conexión	Santa Teresa
13	Nodo de Conexión	Lagarto Cocha
14	Nodo de Conexión	San Jose de Saramuro
15	Nodo de Conexión	Copal Urco
16	Nodo de Conexión	Sumac Allpa
17	Nodo de Conexión	Puerto Aurora
18	Nodo de Conexión	Puerto Elvira
19	Nodo de Conexión	Campo Serio
20	Nodo de Conexión	Angoteros Monterrico
21	Nodo de Conexión	Yarina Llacta
22	Nodo de Conexión	Torres Causana
23	Nodo de Conexión	Puerto Alegre

Elaboración: FITEL (2018).

De los veintitrés nodos de transporte ocho estarán situados en capitales de distrito y quince en localidades importantes.

**Figura 16 Diagrama de los nodos de la red de transporte – Opción 2**

Elaboración: FITEL (2018).

Planta externa de fibra óptica

La fibra óptica a instalar constará de un tendido aéreo haciendo uso de redes de media tensión y red vial, y despliegue subfluvial. A continuación, se detallan los tramos y forma de tendido de la fibra óptica:

Tabla 29 Tramos de fibra óptica– Opción 2

Tramos	Km de F.O.	Tendido de F.O.	Infraestructura de soporte
Yurimaguas-Santa Cruz	77	Aéreo	Red eléctrica de Media Tensión
Santa Cruz-Lagunas	78	Subfluvial	Lecho de Río
Lagunas-Saramuro	157	Subfluvial	Lecho de Río
Saramuro-Parinari	91	Subfluvial	Lecho de Río
Parinari-Nauta	139	Subfluvial	Lecho de Río
Nauta-Iquitos	104	Aéreo	Red eléctrica de Media Tensión / Red Vial
Iquitos – Puerto Alegre	32	Aéreo	Red Vial
Puerto Alegre - Huaman Urco	34	Subfluvial	Lecho de Río
Huaman Urco - Nuevo San Juan	24	Subfluvial	Lecho de Río
Nuevo San Juan - Paleta	53	Subfluvial	Lecho de Río
Paleta - Santa Teresa	24	Subfluvial	Lecho de Río
Santa Teresa - Lagarto Cocha	27	Subfluvial	Lecho de Río
Lagarto Cocha - Santa Clotilde	26	Subfluvial	Lecho de Río
Santa Clotilde - Copal Urco	31	Subfluvial	Lecho de Río
Copal Urco - Sumac Allpa	48	Subfluvial	Lecho de Río
Sumac Allpa - Puerto Aurora	45	Subfluvial	Lecho de Río
Puerto Aurora - Puerto Elvira	35	Subfluvial	Lecho de Río
Puerto Elvira - Campo Serio	29	Subfluvial	Lecho de Río
Campo Serio - Angoteros Monterrico	33	Subfluvial	Lecho de Río
Angoteros Monterrico - Yarina Llacta	39	Subfluvial	Lecho de Río
Yarina Llacta - Torres Causana	40	Subfluvial	Lecho de Río
Torres Causana - Pantoja	29	Subfluvial	Lecho de Río
Total	1197		

Elaboración: FITEL (2018).

Similar a la Opción 1, se hará uso de fibra monomodo que cumpla el estándar ITU.T-G652D de 24 hilos como mínimo.

Asimismo, el cable deberá ser dieléctrico autosoportado ADSS con núcleo seco, con armadura metálica bajo la chaqueta. Y todas las características ya descritas para soportar las fuerzas de los ríos Huallaga y Marañón.

Nodos de la red de transporte

Fisicamente estarán conformados por 23 *shelters* metálicos tipo *outdoor*, donde se alojará el equipamiento de comunicaciones y ópticos, y la llegada de la fibra óptica fluvial. También, se considera el espacio para los sistemas de energía y protección eléctrica.

○ Equipos de comunicaciones

Para los nodos de distribución y conexión, tendrán un equipo *router* que realizará la interconexión de los nodos de la red de transporte. Este equipo deberá contar con enlaces ópticos de 100Gps y enlaces de 10Gps para la distribución de servicios. Además, los enlaces de los nodos de distribución contarán con amplificadores ópticos DWDM para extender la capacidad de los hilos de fibra implementados.

El nodo de agregación, tendrá un *router* que realizará la interconexión de la red de transporte del proyecto con el nodo de distribución de la RDNFO. Este deberá tener un enlace óptico de 100Gbps, este también será usado como router de borde de la red del proyecto.

○ Sistema de energía y protección

Los sistemas de energía para los nodos de distribución y conexión de transporte se dividirán en dos tipos: i) solución tipo A y ii) solución tipo B.

Tipo A, para los nodos de transporte que cuentan con conexión a la red eléctrica comercial, y lo conforman los siguientes elementos:

Tabla 30 Elementos sistema de energía-solución tipo A – Opción 2

Elemento	Detalle
Grupo electrógeno (GE);	Este equipo será la fuente de energía en caso ocurra alguna eventualidad con la red comercial.
Tablero de Transferencia Automático (TTA);	Este elemento realizará la supervisión, control y la transferencia automática de la carga entre la red comercial y el grupo electrógeno. Esta se realizará por fallas de nivel de voltaje o corte total de la red comercial.
Rectificador/Cargador (R/C)	Este equipo convertirá la red comercial 220Vac a voltaje -48Vdc y lo mantendrá constante en el tiempo, evitando afectaciones a los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.
Banco de baterías asociado al Rectificador/Cargador (BB)	Estas baterías deben tener autonomía mínima de 24 horas en caso fallen la red comercial y el grupo electrógeno.

Elaboración: FITEL (2018).

Tipo B, para los nodos de transporte que no cuentan con conexión a la red eléctrica comercial, y lo conforman los siguientes elementos:

Tabla 31 Elementos sistema de energía-solución tipo B – Opción 2

Elemento	Detalle
Grupo electrógeno (GE)	Este equipo será la fuente de energía en caso ocurra alguna eventualidad con los paneles solares.
Tablero de Transferencia Automático (TTA)	este elemento realizará la supervisión, control y la transferencia automática de la carga entre los paneles solares y el grupo electrógeno. Esta se realizará por fallas de nivel de voltaje o corte total de los paneles solares.
Rectificador/Cargador (R/C)	Este equipo convertirá la red comercial 220Vac a voltaje -48Vdc y lo mantendrá constante en el tiempo, evitando afectaciones a los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.
Banco de baterías asociado al Rectificador/Cargador (BB)	Estas baterías deben tener autonomía mínima de 24 horas en caso fallen los paneles y el grupo electrógeno.
Paneles solares	Este sistema fotovoltaico funcionará como fuente principal y permitirá energizar los equipos de telecomunicaciones instalados en los bastidores.

Elaboración: FITEL (2018).

Ambos sistemas de energía, i) tipo A y tipo B, contarán con sistema de puesta a tierra (SPAT) para la protección de los equipos de telecomunicaciones y para las personas. Este sistema hará el desfogue del exceso de energía al suelo, disminuyendo el riesgo. La resistencia del sistema debe ser menor a 5 ohms.

b) Red de acceso inalámbrica

La red brindará la cobertura de la señal de banda ancha en las localidades beneficiarias del proyecto. Esta red constará de un sistema de telecomunicaciones con radioenlaces microondas con soporte de protocolo IP. Se plantea la instalación de un nodo de para dar el servicio en cada localidad beneficiaria.

Tabla 32 Elementos Arquitectura -Red de Acceso – Opción 2

Elementos Arquitectura - Red de Acceso
Enlaces inalámbricos.
Nodos Backhaul.
Nodos de Acceso.
Equipos terminales.
NOC.
<i>Data Center.</i>

Elaboración: FITEL (2018).

A. Enlaces inalámbricos

Respecto a los enlaces inalámbricos, estos los componen los enlaces i) punto a punto y ii) punto- multipunto.

i.Enlaces punto a punto

Estos enlaces se encargarán de agregar tráfico para llegar a las localidades. Tienen las mismas características de la Opción 1.

Dentro de los enlaces punto a punto, usaremos bandas licenciadas que brindan una mayor confiabilidad de enlace, y estos se usarán para interconectar los nodos Backhaul cuales solo agregarán tráfico de las localidades beneficiarias.

Por otro lado, están los enlaces punto a punto en banda no licenciada que distribuirán la señal a las localidades seleccionadas del proyecto, conectando los nodos de las localidades con los de Backhaul. Se realiza la discriminación de los enlaces para garantizar la disponibilidad de los enlaces de los nodos Backhaul ya que, si uno de estos enlaces tuviera alguna incidencia, esa sola incidencia podría afectar el servicio de más de una localidad.

ii.Enlaces punto a multipunto

Estos enlaces son los que permiten el acceso a la banda ancha en las localidades beneficiarias del proyecto. Como su nombre lo indica desde un solo punto se puede comunicar a múltiples puntos de la localidad.

B. Nodos Backhaul

Al igual que la Opción 1, estos nodos conformarán una red de radioenlaces microondas de gran capacidad y alta fiabilidad con una capacidad máxima de 300 Mbps. Se usarán torres de hasta 120 metros de altura. Desde estos nodos se harán los enlaces hacia los nodos terminales para brindar el servicio de banda ancha a los usuarios finales.

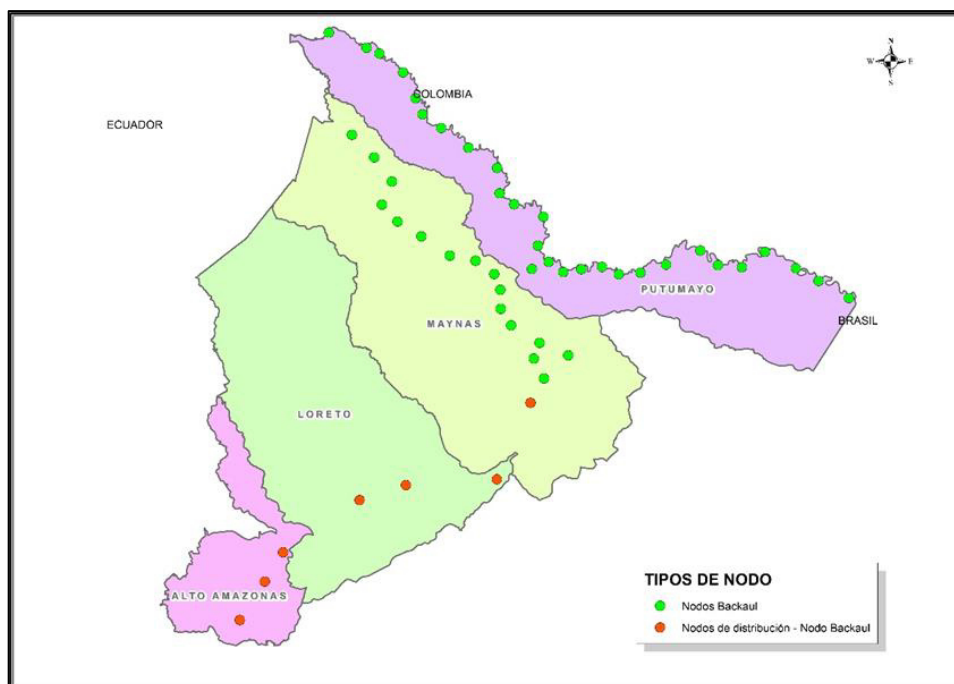


Figura 17 Topología Red Backhaul – Opción 2. Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 33 Principales características – Nodos Backhaul – Opción 2

Principales características - Nodos Backhaul
La velocidad de transmisión a instalar en cada Nodo podrá alcanzar los 300 Mbps.
La configuración 1 + 1 HSB SD.
Banda de Frecuencia: 6GHz.
Canales de 40MHz Ancho de Banda
Modulación de 128QAM.

Elaboración: FITEL (2018).

i. Equipamiento e infraestructura

Antenas: Las antenas utilizadas para los enlaces de los nodos Backhaul son las de tipo parabólico de diámetro entre 1.2 a 2.4 metros. Estos elementos transmiten o reciben la señal de comunicaciones en el espectro radioeléctrico. Deben ser instalados a la mayor altura posible para evitar que los elementos que están cercanos al suelo obstruyan la señal.

Equipos de radio microondas: Los equipos de radio propuestos para estos enlaces son de comunicación tipo dúplex, es decir que al mismo tiempo transmite y recibe la comunicación. Se usarán radios IDU, que emite la señal de comunicación en banda base hacia los ODU, que es el equipo que transmite la señal en banda intermedia hacia las antenas. Los ODU hacen el trabajo de elevar la frecuencia de

la señal transmitida por las IDU's ya que, si se transmitiera en la señal original o banda base, esta se perdería fácilmente en el espacio y no se realizaría la comunicación entre los dos puntos.

Obras civiles: El área considerada para la construcción de los nodos Backhaul es de 200 m² (10x20) con un área construida de 30 m², cual contará con un cerco perimétrico que evitará el ingreso de personas ajenas al proyecto. En el área construida se alojará un shelter metálico donde se acondicionarán los equipos de los sistemas eléctricos, seguridad, climatización y telecomunicaciones (Routers y Switches). Además, se considera las instalaciones sanitarias.

Tabla 34 Nodos Backhaul – Opción 2

N°	NODO	PROVINCIA	DISTRITO	ALTURA DE TORRE (m.)
1	Iquitos	Maynas	Iquitos	45
2	Puerto Alegre	Maynas	Mazan	75
3	Puinahua	Maynas	Mazan	66
4	Huamán Urco	Maynas	Mazan	70
5	Nuevo San Juan	Maynas	Mazan	84
6	Paleta	Maynas	Napo	105
7	Santa Teresa	Maynas	Napo	48
8	Lagarto Cocha	Maynas	Napo	105
9	Nuevo Porvenir Inayuga	Maynas	Napo	42
10	Copal Urco	Maynas	Napo	72
11	Sumac Allpa	Maynas	Napo	80
12	Puerto Aurora	Maynas	Napo	66
13	Puerto Elvira	Maynas	Torres Causana	60
14	Campo Serio	Maynas	Torres Causana	54
15	Angoteros Monterrico	Maynas	Torres Causana	54
16	Yarina Llacta	Maynas	Torres Causana	72
17	Torres Causana	Maynas	Torres Causana	66
18	Repetidor 2	Putumayo	Putumayo	120
19	Flor de Agosto	Putumayo	Putumayo	66
20	Bagazan	Putumayo	Putumayo	60
21	Puerto Aurora	Putumayo	Putumayo	66
22	Nuevo Perú	Putumayo	Putumayo	60
23	Nuevo Porvenir	Putumayo	Putumayo	60
24	San Pedro	Putumayo	Putumayo	72
25	Esperanza	Putumayo	Putumayo	100
26	Bobona	Putumayo	Putumayo	120
27	Puerto Franco	Putumayo	Yaguas	54
28	Remanso	Putumayo	Yaguas	84
29	Curinga	Putumayo	Yaguas	90
30	San Martín Libertador	Putumayo	Yaguas	72
31	Huapapa	Putumayo	Yaguas	66
32	Primavera	Putumayo	Yaguas	75
33	Ere	Putumayo	Rosa Panduro	66
34	Nuevo San Juan	Putumayo	Rosa Panduro	84
35	Santa Mercedes	Putumayo	Rosa Panduro	110
36	Repetidor 1	Putumayo	Rosa Panduro	72
37	Atalaya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
38	Yabuyanós	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	100
39	Nuevo Espejo	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
40	Nueva Esperanza	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	60
41	San Velit de Yaricaya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	90
42	Puerto Veliz	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	75
43	Nueva Peneya	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	75
44	Puerto Libertad	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	54
45	Tres Fronteras	Putumayo	Teniente Manuel Clavero	105
46	Nauta	Loreto	Nauta	60
47	Parinari	Loreto	Parinari	54
48	San José de Saramuro	Loreto	Urarinas	60
49	Lagunas	Alto Amazonas	Lagunas	60
50	Santa Cruz	Alto Amazonas	Santa Cruz	60

Elaboración: FITEL (2018).

C. Nodos de Acceso

Estos se ubicarán en las localidades seleccionadas para el presente proyecto, brindando banda ancha en las entidades beneficiarias como colegios, centros de salud y comisarias.

Estos nodos se interconectarán a los nodos Backhaul por medio de enlaces microondas con una capacidad inicial de 40Mbps que bien pueden usar bandas licenciadas o no licenciada. Además, las instituciones beneficiarias tendrán servicio mediante la cobertura de antenas sectoriales en bandas no licenciadas. Para la cobertura a las instituciones beneficiarias, deben de estar dentro del radio de 10Km. del nodo de acceso que le brinda cobertura.

Tabla 35 Principales características - Enlaces Red de Acceso – Opción 2

Principales características - Enlaces Red de Acceso
La velocidad de transmisión a instalar en cada Nodo es de 40 Mbps.
La configuración 1 + 0.
Banda de Frecuencia: 15GHz.
Canales de 28MHz Ancho de Banda
Modulación de 16QAM.

Elaboración: FITEL (2018).

i. Equipamiento e infraestructura

IDU: Radio microondas que emite la señal de datos en banda base. Este equipo cuenta con interfaces Giga Ethernet, BNC para los enlaces E1 e interfaces de transmisión con respaldo. Asimismo, cuenta con fuentes de energía redundantes y múltiples funcionalidades de compresión de datos.

Antena: Elemento transductor cuya función es transmitir o recepcionar la señal de comunicación del espacio libre. También tiene la función de elevar el nivel de señal o ganancia y lograr mayores distancias en la comunicación inalámbrica.

ODU: Este equipo se encarga de emitir señales en banda intermedia. Trabaja en un rango de frecuencias de acuerdo al near y far end del enlace.

D. Equipos terminales

Los equipos terminales se instalarán en las instituciones beneficiarias como lo son los centros de salud, instituciones educativas y comisarias. Estos servirán para que el personal de salud, profesores, alumnado y personas de la localidad puedan acceder al servicio.

Tabla 36 Equipos terminales– Opción 2

Equipos terminales
Mástil de 3 a 12 m, depende de la infraestructura de la institución beneficiaria.
Sistema a puesta a tierra para protección de equipos.
Switch de comunicaciones.
Access Point indoor.
Computadora personal. *Para el caso de centros de salud y comisarias contarán únicamente con una computadora. Para el caso de las instituciones educativas contarán con cinco (05) computadoras.
Equipo de acceso al cliente - CPE

Elaboración: FITEL (2018).

Además, para el caso que las localidades beneficiarias no dispongan de suministro eléctrico comercial se deberá instalar una solución de energía con paneles solares.

E. Centro de Operaciones de Red (Network Operation Center – NOC)

Es el lugar físico donde se realizará el monitoreo, control, operación de las redes de transporte y microondas de los enlaces de los nodos Backhaul y acceso. Este NOC monitoreará las alarmas de los elementos de los sistemas de energía, seguridad física, *networking*, microondas, enlaces ópticos y otros que puedan afectar los rendimientos de las redes e impactar en el servicio a los clientes finales. Realizará el mantenimiento preventivo y correctivo, y ejecutará la solución de problemas (*Troubleshooting*).

Tabla 37 Equipamiento e infraestructura -NOC – Opción 2

Equipamiento e infraestructura
Terminal microondas (2 antenas + 2 ODU's + 1 IDU).
Router. Para concentrar las VPN's de los nodos de transporte.
Switch Core. Para la distribución de información en el centro de operaciones.
Firewall (equipo físico).
Sistema de aire acondicionado para equipos.
Sistema de seguridad física y electrónica (Video vigilancia, control de accesos, sistema contra incendios y otros).
Servidores. Para los aplicativos y contenidos de monitoreo, gestión y la administración de la red.
Videowall.
Centros de monitoreo. Para el personal de monitoreo.

Elaboración: FITEL (2018).

F. Centro de Datos (Data Center - DC)

El Centro de Datos es el lugar donde estarán instalados los servidores para la gestión y la administración del equipamiento instalado en la red de transporte y la red de acceso, así también los servicios finales del proyecto.

3.3. Evaluación

En esta sección se evaluará los costes económicos de las dos opciones propuestas.

3.3.1. Costes económicos

Equipamiento

Opción 1

Respecto a la red de transporte

Se considerarán los equipos a usar en los nodos de transporte, equipos de transmisión ópticos (amplificadores, receptores y otros), equipos de transmisión de datos (*Switches* y *Routers*), equipos de energía, equipos de protección, control de accesos y otros.

Tabla 38 Equipamiento a instalar en Nodos de Transporte – Opción 1

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Amplificadores ópticos DWDM	Equipos para regenerar la señal óptica	Und	14
2	Router de distribución	Equipo enrutador de paquetes	Und	7
3	Router de Agregación	Equipo enrutador de paquetes	Und	1
6	Sistema de energía tipo 1	Tableros, generadores, rectificadores con banco de baterías, cableados	Glb	5
7	Sistema de energía tipo 2	tableros, generadores, paneles, baterías, cableados	Glb	2
8	Sistema de climatización	Equipos de aire acondicionado de precisión, controladores	Glb	7
9	Sistema contra incendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	7
10	Sistema de control de accesos	Detectores biométricos, tarjetas.	Glb	7
11	Sistema de video vigilancia	Cámaras de video, controladores.	Glb	7
12	Infraestructura	Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	7
13	Terreno	Terreno de 7m x 10m	Und	7

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto a la red de acceso

Para los nodos Backhaul, se instalará el siguiente equipamiento para la transmisión de los enlaces microondas (IDUS, antenas, ODUS y otros), equipos de transmisión de datos (*Switches* y *Routers*), equipos de energía, equipos de protección, control de accesos y otros.

Tabla 39 Equipamiento a instalar en Nodos Backhaul – Opción 1

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	IDUS	Equipos para transmisión de la señal en banda base	Und	88
2	ODUS	Equipo para transmisión de la señal en RF	Und	176
3	ANTENAS	Equipos Para Agregar Ganancia a la señal de RF	Und	176
4	SWITCH RF	Equipos de Datos para los nodos de Backhaul	Und	50
5	Sistema de energía	tableros, generadores, paneles, cableados	Glb	50
6	Sistema contra incendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	50
7	Sistema de video vigilancia	Cámaras de video, controladores.	Glb	50
8	Infraestructura	Torre autosoportada, Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	50
9	Terreno	Terreno de 10m x 12m y de 11.6m x 15m	Und	50

Elaboración: FITEL (2018).

Para los nodos de acceso, se instalarán los siguientes equipos:

Tabla 40 Equipos a instalar en Nodos de Acceso – Opción 1

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	IDUS	Equipos para transmisión de la señal en banda base	Und	464
2	ODUS	Equipo para transmisión de la señal en RF	Und	464
3	ANTENAS	Equipos Para Agregar Ganancia a la señal de RF	Und	464
4	SWITCH RF	Equipos de Datos para los nodos de Backhaul	Und	232
5	Sistema de energía	tableros, generadores, paneles, cableados	Glb	232
6	Sistema contraincendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	232
7	Infraestructura	Torre autosoportada, Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	232
8	Terreno	Terreno de 4m x 6.15m	Und	232

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto a las instituciones beneficiarias

Para las entidades beneficiarias se instalará equipamiento de comunicaciones y de ofimática que permita hacer uso de los servicios prestados por la red.

Tabla 41 Equipamiento Terminal – Opción 1

Nº	Equipamiento	Descripción	Cantidad
1	Computadoras Personales	Equipos completos laptops	1454
2	Mobiliario	Escritorio y silla	1454
3	CPE	Equipo de recepción de la señal	322
4	televisores	Equipos completos de audio visión	322
5	Switch	Equipos de distribución de la señal de datos	322

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto al enlace de interconexión con la RDNFO

Para la interconexión de la red de transporte a la RDNFO se realizarán los siguientes trabajos:

Tabla 42 Interconexión – Opción 1

Nº	Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Fibra óptica x red eléctrica	F.O. de 24 hilos instalada sobre redes eléctricas	km	140
2	Fibra óptica x red vial	F.O. de 24 hilos instalada sobre redes viales	km	47
3	Postes de concreto	Postes de concreto de 12 metros	Und	473
4	Torres de media/baja tensión	Torres eléctricas utilizadas	Und	1267
5	Fibra óptica subfluvial	Cable de fibra óptica subfluvial de 24 hilos	Km	455

Elaboración: FITEL (2018).

Opción 2

Respecto a la Red de Transporte

Se considerarán los equipos a usar en los nodos de transporte, equipos de transmisión ópticos (amplificadores, receptores y otros), equipos de transmisión de datos (*Switches* y *Routers*), equipos de energía, equipos de protección, control de accesos y otros.

Tabla 43 Equipamiento a instalar en Nodos de Transporte – Opción 2

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Amplificadores ópticos DWDM	Equipos para regenerar la señal óptica	Und	14
2	Router de distribución	Equipo enrutador de paquetes	Und	23
3	Router de Agregación	Equipo enrutador de paquetes	Und	1
6	Sistema de energía tipo 1	tableros, generadores, rectificadores con banco de baterías, cableados	Glb	5
	Sistema de energía tipo 2	tableros, generadores, paneles, baterías, cableados	Glb	18
7	Sistema de climatización	Equipos de aire acondicionado de precisión, controladores	Glb	23
8	Sistema contraincendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	23
9	Sistema de control de accesos	Detectores biométricos, tarjetas.	Glb	23
10	Sistema de video vigilancia	Cámaras de video, controladores.	Glb	23
11	Infraestructura	Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	23
12	Terreno	Terreno de 7m x 10m	Und	23

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto a la Red de Acceso

Para los nodos Backhaul, se instalará el siguiente equipamiento para la transmisión de los enlaces microondas (IDUS, antenas, ODUS y otros), equipos de transmisión de datos (*Switches* y *Routers*), equipos de energía, equipos de protección, control de accesos y otros.

Tabla 44 Equipamiento a instalar en Nodos Backhaul – Opción 2

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	IDUS	Equipos para transmisión de la señal en banda base	Und	56
2	ODUS	Equipo para transmisión de la señal en RF	Und	112
3	ANTENAS	Equipos Para Agregar Ganancia a la señal de RF	Und	112
4	SWITCH RF	Equipos de Datos para los nodos de Backhaul	Und	50
5	Sistema de energía	Tableros, generadores, paneles, cableados	Glb	50
6	Sistema contraincendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	50
7	Sistema de video vigilancia	Cámaras de video, controladores.	Glb	50
8	Infraestructura	Torre autosoportada, Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	50
9	Terreno	Terreno de 10m x 12m y de 11.6m x 15m	Und	50

Elaboración: FITEL (2018).

Para los nodos de acceso, se instalarán los siguientes equipos:

Tabla 45 Equipos a instalar en Nodos de Acceso – Opción 2

Nº	Equipamiento	Descripción	Unidad	Cantidad
1	IDUS	Equipos para transmisión de la señal en banda base	Und	464
2	ODUS	Equipo para transmisión de la señal en RF	Und	464
3	ANTENAS	Equipos Para Agregar Ganancia a la señal de RF	Und	464
4	SWITCH RF	Equipos de Datos para los nodos de Backhaul	Und	232
5	Sistema de energía	tableros, generadores, paneles, cableados	Glb	232
6	Sistema contraincendios	Detectores de humo, extintores.	Glb	232
7	Infraestructura	Torre autosoportada, Cerco perimétrico, shelter metálico	Und	232
8	Terreno	Terreno de 4m x 6.15m	Und	232

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto a las instituciones beneficiarias

Para las entidades beneficiarias se instalará equipamiento de comunicaciones y de ofimática que permita hacer uso de los servicios prestados por la red.

Tabla 46 Equipamiento Terminal – Opción 2

Nº	Equipamiento	Descripción	Cantidad
1	Computadoras Personales	Equipos completos LAPTOPS	1,454
2	Mobiliario	Escritorio y silla	1,454
3	CPE	Equipo de recepción de la señal	322
4	televisores	Equipos completos de audio visión	322
5	Switch	Equipos de distribución de la señal de datos	322

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto al enlace de interconexión con la “RDNFO”

Para la interconexión de la red de con la RDNFO se realizarán los siguientes trabajos:

Tabla 47 Interconexión – Opción 2

Nº	Tipo	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Fibra óptica x red eléctrica	Fibra Óptica de 24 hilos instalada sobre redes eléctricas	km	143
2	Fibra óptica x red vial	Fibra Óptica de 24 hilos instalada sobre redes viales	km	80
3	Postes de concreto	Postes de concreto de 12 metros	Und	793
4	Torres de media/baja tensión	Torres eléctricas utilizadas	Und	1267
5	Fibra óptica subfluvial	Cable de fibra óptica subfluvial de 24 hilos	Km	940

Elaboración: FITEL (2018).

Valorización de los costos a precio de mercado

Costos de inversión y reposición del Proyecto

En el siguiente cuadro se mostrará a detalle los costos de inversión de las opciones propuestas:

Tabla 48 Costo de inversión – Opción 1 TC: 3.42

Componentes	S/	US\$
CAPEX	S/ 295,139,184	\$ 86,298,007
Capacitación	S/ 7,394,026	\$ 2,161,996
Difusión y Sensibilización	S/ 1,354,437	\$ 396,034
Supervisión de la Infraestructura	S/ 2,240,978	\$ 655,257
Total de Inversión	S/. 306,128,625	\$ 89,511,294

Elaboración: FITEL (2018)

Tabla 49 Costo de inversión – Opción 2 TC: 3.42

Componentes	S/	US\$
CAPEX	S/. 390,970,200	\$114,318,772
Capacitación	S/. 7,394,026	\$2,161,996
Difusión y Sensibilización	S/. 1,354,437	\$396,034
Supervisión de la Infraestructura	S/. 2,240,978	\$655,257
Total de Inversión	S/. 401,959,641	\$117,532,059

Elaboración: FITEL (2018).

A continuación, se detallarán los componentes indicados en los cuadros anteriores:

i. CAPEX

El CAPEX de las redes de transporte y acceso, corresponden a los costos del despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones, comprendiendo dentro de estos los nodos de acceso y transporte y las instalaciones en las instituciones beneficiarias.

El CAPEX de la red de transporte de la Opción 1 se detalla en el **Anexo 01** y de la Opción 2 se detalla en el **Anexo 02**. Asimismo, para el CAPEX de la red de acceso de la Opción 1 se detalla en el **Anexo 03** y para la Opción 2 se detalla en el **Anexo 04**.

ii. Capacitación

Este componente corresponde a la capacitación de las personas residentes de las localidades beneficiarias sobre el manejo, uso y apropiación del servicio de acceso a internet y ofimática. Estas capacitaciones se llevarán a cabo una vez implementado el proyecto, durante los primeros años de operación y mantenimiento.

iii. Difusión y sensibilización

Estos comprenden la realización de talleres en las localidades beneficiarias y estará dirigido a los funcionarios públicos de las instituciones beneficiarias y público en general, en los cuales se brindará información respecto a la implementación que se realizará en las localidades beneficiarias y estos puedan conocer a detalle los alcances del proyecto.

iv. Supervisión

La supervisión del proyecto permitirá verificar la correcta implementación de la instalación de la integridad de la red, así como el correcto trato social a las poblaciones involucradas en el presente proyecto. Esta incluye la supervisión de infraestructura, las actividades de difusión y sensibilización, y los talleres de capacitación.

Flujo de inversión del Proyecto

Se detalla el flujo de inversión durante el horizonte del proyecto para las opciones propuestas. Se considera la reposición de los principales equipos para el sexto año.

Tabla 50 Flujo de inversión (US\$) – Opción 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAPEX Red Acceso	-31,342,556	-20,895,037	0	0	0	-11,281,969	0	0	0	0	0	0
CAPEX Red Transporte	-12,537,787	-8,358,524	0	0	0	-1,562,462	0	0	0	0	0	0
Capacitación	0	0	-1,832,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Difusión y sensibilización	-335,622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-44,215,965	-29,253,562	-1,832,200	0	0	-12,844,431	0	0	0	0	0	0

Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 51 Flujo de inversión (US\$) – Opción 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAPEX Red Acceso	-30,346,080	-20,230,720	0	0	0	-10,850,928	0	0	0	0	0	0
CAPEX Red Transporte	-27,782,109	-18,521,406	0	0	0	-2,062,292	0	0	0	0	0	0
Capacitación	0	0	-1,832,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Difusión y sensibilización	-335,622	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-58,463,811	-38,752,126	-1,832,200	0	0	-12,913,220	0	0	0	0	0	0

Elaboración: FITEL (2018).

Costos de Operación y Mantenimiento

Se presentan los gastos y costos asociados a la operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 52 Costos de O&M – Opción 1

Año	Costos Operativos	Gastos Operativos	Supervisión etapa operativa	Mantenimiento	Costo total de operación y mantenimiento
1					
2					
3	1,200,361	4,593,981	291,413	11,450,545	17,536,299
4	1,176,632	4,652,576	291,413	11,529,744	17,650,364
5	1,197,025	4,742,904	291,413	11,675,822	17,907,163
6	1,220,633	4,873,666	291,413	11,759,566	18,145,278
7	1,235,025	5,019,083	291,413	11,844,918	18,390,439
8	1,130,362	5,182,193	291,413	11,931,997	18,535,965
9	1,147,756	5,366,830	291,413	12,020,746	18,826,744
10	1,165,952	5,577,653	291,413	12,111,288	19,146,306
11	1,184,450	5,820,250	291,413	12,203,659	19,499,772
12	1,198,996	5,888,597	291,413	12,297,704	19,676,710

Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 53 Costos de O&M – Opción 2

Año	Costos Operativos	Gastos Operativos	Supervisión Etapa Operativa	Mantenimiento	Costo Total de Operación y Mantenimiento
1					
2					
3	1,200,361	4,819,544	291,413	14,839,983	21,151,301
4	1,176,632	4,879,689	291,413	14,988,721	21,336,455
5	1,197,025	4,971,599	291,413	15,136,431	21,596,468
6	1,220,633	5,103,975	291,413	15,287,115	21,903,136
7	1,235,025	5,251,037	291,413	15,440,746	22,218,221
8	1,130,362	5,415,825	291,413	15,597,469	22,435,069
9	1,147,756	5,602,174	291,413	15,757,254	22,798,597
10	1,165,952	5,814,744	291,413	15,920,254	23,192,363
11	1,184,450	6,059,122	291,413	16,086,532	23,621,517
12	1,198,996	6,129,286	291,413	16,255,962	23,875,657

Elaboración: FITEL (2018).

i. Costos de operación de red

- a. Costo de instalación del servicio a nuevos clientes: este costo está constituido por los costos que representan las nuevas instalaciones a los nuevos clientes.
- b. Costo de salida a internet: es el costo del servicio de internet al ISP para la provisión de acceso a internet de los clientes de la red del proyecto.
- c. Costo del Centro de atención de Acceso Digital (CAD): son los costos relacionados al personal calificado para la atención a los clientes y los servicios básicos para brindar un correcto servicio de atención.

ii. Gastos operativos

- a. Gastos generales del proyecto: se incluye el sueldo al personal, pago de servicios básicos, gastos de oficina y otros.
- b. Gastos generales de energía para nodos: el pago a la concesionaria eléctrica y combustible para los grupos electrógenos del proyecto.
- c. Tasas, derechos especiales: pagos al "FITEL", "OSIPTEL" y "MTC".
- d. Seguros a los equipos de telecomunicaciones.

iii. Supervisión durante la etapa operativa

- a. Corresponde al gasto para la supervisión de la correcta implementación de acuerdo a las bases del concurso para la adjudicación del proyecto.

iv. Costos de mantenimiento

- a. Mantenimiento predictivo: es el mantenimiento no programado que se realiza ante la posible ocurrencia de una falla en el sistema. Para este proyecto se consideró al componente de la red fibra óptica del proyecto.
- b. Mantenimiento preventivo: mantenimiento programado que se realiza para mantener el correcto uso de los sistemas. Se asume el 8% del CAPEX que corresponde a equipos pasibles de mantenimiento.
- c. Mantenimiento Correctivo: es el mantenimiento no programado que se realiza ante la falla del sistema. Este puede realizarse al equipamiento instalado en las redes de transporte, de acceso y los equipos de las instituciones públicas.

3.3.2. Evaluación Social

Respecto a los beneficios sociales, la implementación del presente proyecto beneficiará a la población de las localidades seleccionadas para el presente proyecto, se brindará el acceso de banda ancha necesario para el desarrollo de las mismas localidades.

De acuerdo al diagnóstico realizado, la mayor problemática que tiene la población de interés es el desplazamiento de estas a localidades aledañas para hacer uso del servicio de internet impacta directamente en su economía con dos costos identificados. El primero es el costo sea en combustible o pasaje a las localidades que tienen cobertura del servicio de internet y el segundo es el costo en tiempo que se gasta en el desplazamiento de ida y vuelta.

Los beneficios del proyecto se identifican entre cuantificables y no cuantificables. Como beneficios cuantificables se pueden considerar los siguientes:

- i. Ahorro de tiempo: los usuarios del servicio (pobladores, funcionarios y otros), no se desplazarán hacia otras localidades para acceder a la banda ancha. Ahorrando el tiempo de desplazamiento para otras actividades.
- ii. Ahorro en costo de transporte: al no hacer el desplazamiento a otros lugares para acceder a la banda ancha, no se realizará el gasto en el transporte sea en combustible o pasaje.

Además, se realizó el dimensionamiento de los beneficios económicos y sociales, tomando en consideración la información recopilada en campo, se tiene los siguientes:

Tabla 54 Costo social para acceder a internet

Costo social para acceder a Internet
Un usuario en promedio se moviliza 1.93 veces por mes a otra localidad para acceder al servicio de internet.
El costo promedio para acceder al servicio de internet en promedio es de S/ 110.67.
El tiempo promedio usado para acceder al servicio de internet es de 6.66 horas.
Se considera el factor de 81.69% que corresponde a la población mayor a 6 años de edad. Es decir, aquella población que se encuentra en edad de usar un servicio de telecomunicación.
La proporción de la población que haría uso de internet, se calculó a través de la pregunta "Si existiese la oferta de internet en su centro poblado ¿Haría uso de internet?" Donde el 79% manifestó estar dispuesto a utilizar el servicio.

Elaboración: FITEL (2018).

A continuación, se detallarán los indicadores usados para la evaluación social:

Tabla 55 Indicadores evaluación social

Indicadores de beneficios sociales	
Número de Viajes Mensuales	1.93
Costo viaje de ida y vuelta (Por vez que se traslada)	110.67
Costo viaje de ida y vuelta (al mes)	213.59
Tiempo ida y vuelta en horas (Por vez que se traslada)	6.66
Número de Viajes Mensuales	1.93
Valor social del tiempo	1.37
Valor del tiempo en S/. (al mes)	17.58

Elaboración: FITEL (2018).

La evaluación de los beneficios sociales, se realizan de acuerdo al ahorro en tiempo y transporte. Utilizándose la siguiente formula:

$$BS_t = (12 \times \text{costo tiempo de transporte} \times \text{número de usuarios de internet}) + (12 \times \text{valor del tiempo} \times \text{número de usuarios de internet})$$

Tabla 56 Beneficios en tiempo y transporte (ambas opciones)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro en Costo de Transporte (S/.)	81,171,359	81,719,866	82,265,810	82,811,754	83,375,639	83,929,273	84,485,469	85,064,734	85,610,678	86,202,758	86,787,148	87,345,908
Valor Social del Tiempo (S/.)	6,682,412	6,727,567	6,772,512	6,817,457	6,863,879	6,909,456	6,955,245	7,002,933	7,047,878	7,096,620	7,144,730	7,190,730
Beneficios Tiempo - Transporte	87,853,770	88,447,433	89,038,322	89,629,210	90,239,518	90,838,729	91,440,714	92,067,667	92,658,555	93,299,378	93,931,879	94,536,638

Elaboración: FITEL (2018).

Respecto a los indicadores de rentabilidad social, se emplea el flujo de caja considerando precios sociales. Se usan dos factores de actualización¹, los cuales son los siguientes:

¹ De acuerdo con el Anexo SNIP 10 Parámetros de Evaluación

Tabla 57 Factores de actualización – Parámetros de evaluación

Factor de Corrección de Inversión	0.79
Factor de Corrección de Operación y Mantenimiento	0.75

Elaboración: FITEL (2018).

De acuerdo a los factores antes presentados se hace un cálculo para el flujo de costos considerando precios sociales, de acuerdo a los siguientes cuadros para cada Opción propuesta:

Tabla 58 Flujo de costos considerando precios sociales – Opción 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficio social de Internet			89,038,322	89,629,210	90,239,518	90,838,729	91,440,714	92,067,667	92,658,555	93,299,378	93,931,879	94,536,638
Flujo de Beneficios Sociales			89,038,322	89,629,210	90,239,518	90,838,729	91,440,714	92,067,667	92,658,555	93,299,378	93,931,879	94,536,638
Costos operativos			900,270	882,474	897,769	915,475	926,269	847,772	860,817	874,464	888,338	899,247
Mantenimiento			8,587,909	8,647,308	8,756,866	8,819,674	8,883,689	8,948,998	9,015,559	9,083,466	9,152,745	9,223,278
Gastos operativos			3,445,486	3,489,432	3,557,178	3,655,249	3,764,312	3,886,645	4,025,122	4,183,240	4,365,187	4,416,448
Supervisión etapa operativa			218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560
Flujo de Costos Operativos			13,152,225	13,237,773	13,430,373	13,608,959	13,792,829	13,901,974	14,120,058	14,359,730	14,624,829	14,757,533
CAPEX	139,895,973	93,263,982	0	0	0	40,949,639	0	0	0	0	0	0
Capacitación	0	0	5,841,280	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Difusión y Sensibilización	1,070,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisión de la Inversión (a+t)	1,050,850	450,364	269,158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Inversiones	142,016,829	93,714,347	6,110,438	0	0	40,949,639	0	0	0	0	0	0
Flujo de Costos Totales	142,016,829	93,714,347	19,262,663	13,237,773	13,430,373	54,558,597	13,792,829	13,901,974	14,120,058	14,359,730	14,624,829	14,757,533
Flujo de Caja Social	-142,016,829	-93,714,347	69,775,659	76,391,437	76,809,145	36,280,132	77,647,885	78,165,693	78,538,497	78,939,648	79,307,049	79,779,105

Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 59 Flujo de costos considerando precios sociales – Opción 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficio social de Internet			89,038,322	89,629,210	90,239,518	90,838,729	91,440,714	92,067,667	92,658,555	93,299,378	93,931,879	94,536,638
Flujo de Beneficios Sociales			89,038,322	89,629,210	90,239,518	90,838,729	91,440,714	92,067,667	92,658,555	93,299,378	93,931,879	94,536,638
Costos operativos			900,270	882,474	897,769	915,475	926,269	847,772	860,817	874,464	888,338	899,247
Mantenimiento			11,129,988	11,241,541	11,352,323	11,465,336	11,580,559	11,698,101	11,817,941	11,940,191	12,064,899	12,191,972
Gastos operativos			3,614,658	3,659,767	3,728,699	3,827,981	3,938,278	4,061,869	4,201,631	4,361,058	4,544,341	4,596,964
Supervisión etapa operativa			218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560	218,560
Flujo de Costos Operativos			15,863,475	16,002,341	16,197,351	16,427,352	16,663,666	16,826,302	17,098,948	17,394,272	17,716,138	17,906,743
CAPEX	185,319,875	123,546,583	0	0	0	41,168,948	0	0	0	0	0	0
Capacitación	0	0	5,841,280	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Difusión y Sensibilización	1,070,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisión de la Inversión	1,050,850	450,364	269,158	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Inversiones	187,440,730	123,996,948	6,110,438	0	0	41,168,948	0	0	0	0	0	0
Flujo de Costos Totales	187,440,730	123,996,948	21,973,914	16,002,341	16,197,351	57,596,300	16,663,666	16,826,302	17,098,948	17,394,272	17,716,138	17,906,743
Flujo de Caja Social	187,440,730	123,996,948	67,064,408	73,626,869	74,042,167	33,242,429	74,777,049	75,241,365	75,559,607	75,905,106	76,215,741	76,629,895

Elaboración: FITEL (2018).

Usando el flujo de caja a precios sociales, para la determinación de los indicadores del Valor Actual Neto y la TIR, se hará uso de la metodología de costo beneficio. La tasa social de descuento indicado por el MEF- ANEXO 11 Parámetros de evaluación social es de 8.00%.

Tabla 60 Cálculo de indicadores – Opción 1

Análisis de Rentabilidad Social	
Tasa Social de Descuento	8.00%
Valor Actual Neto Social (VAN)	S/. 220,234,711
Tasa Interna de Retorno Social (TIR)	23.2%
Valor Actual de Beneficios en S/.	S/. 613,191,177
Valor Actual de Costos en S/.	S/. 347,534,898
Ratio Beneficio / Costo	1.76

Elaboración: FITEL (2018).

Tabla 61 Cálculo de indicadores – Opción 2

Análisis de Rentabilidad Social	
Tasa Social de Descuento	8.00%
Valor Actual Neto Social (VAN)	S/. 128,725,703
Tasa Interna de Retorno Social (TIR)	15.4%
Valor Actual de Beneficios en S/.	S/. 613,191,177
Valor Actual de Costos en S/.	S/. 439,043,906
Ratio Beneficio / Costo	1.40

Elaboración: FITEL (2018).

El Valor Actual Neto Social de la Opción 1 es superior al de la Opción 2. Además, el TIR de la Opción 1 es 23.2% y de la Opción 2 es 15.4%, donde ambas son superiores a la tasa de descuento 8% pero la TIR de la primera Opción es mayor. Finalmente, la razón Beneficio/Costo de la Opción 1 es 1.76, es decir que por cada S/ 1.00 invertido en el proyecto se genera un beneficio de S/ 1.76 a la sociedad, para la Opción 2 es S/ 1.40 cual es mucho menor que la primera.

En ese sentido, la Opción 1 tiene mejor relación de rentabilidad social que la segunda presentada.

Por lo cual, al presentarse la cuantificación de los beneficios de las dos redes que pueden implementarse en la zona del proyecto y que cumplen con brindar banda ancha en las localidades beneficiarias, y demostrarse cuál de las dos tiene la mayor rentabilidad social. Se recomienda, el financiamiento y la implementación de la primera Opción presentada.

CAPÍTULO IV REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

El diseño de la solución de ingeniería presentado una vez implementado promoverá un mejor acceso a la información técnica y profesional, sanidad, trabajo remoto, comunicación globalizada, desarrollo económico, desarrollo social y otros.

Este proyecto se realizó en concordancia con el Anexo CME 18 (MEF, 2013).

El equipo responsable de trabajo contaba con la experiencia en identificación, formulación y evaluación de proyectos. El trabajar con este equipo, me ayudó en mi crecimiento profesional ya que fue un equipo multidisciplinario en el cual se integraban profesionales de las áreas de la ingeniería, económica, aspecto legal, social y ambiental.

La participación en la elaboración del proyecto ha sumado en mi desarrollo como profesional ya que desconocía la formalidad del debido proceso entre las jefaturas para las solicitudes para la elaboración del proyecto y las debidas justificaciones. Asimismo, la metodología y documentos de referencia que ayudan en la elaboración de proyectos de inversión pública de telecomunicaciones.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

- Se determinó las soluciones técnicas que permitirán brindar banda ancha en las localidades de influencia del proyecto.
- Se determinó el impacto social cuantificable para ambas soluciones técnicas presentadas.
- Se concluye que la Opción técnica 1 es la más rentable, ya que se genera un beneficio mayor a la otra presentada.

CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES

- Se recomienda la ampliación del proyecto a otras localidades cercanas a las localidades beneficiarias, que no fueron consideradas dentro del alcance del proyecto. Si bien es cierto que se deben de cumplir con ciertos parámetros para considerar una localidad viable, todas las localidades que no disponen de la banda ancha la necesitan con urgencia para mejorar su desarrollo socioeconómico.

CAPÍTULO VII GLOSARIO

- **Banda ancha:** se determina a la banda ancha a las conexiones de alta velocidad de acceso a internet. De acuerdo con la RM N°482-2018 MTC/01.03, es la conectividad de transmisión de datos principalmente a internet, posibilitando al usuario en cualquier momento estar conectado a velocidades que le permitan navegar fluidamente.
- **Brecha digital:** de acuerdo con Roxana Barrantes (2006), son “Las desigualdades en el acceso y uso de TICs a nivel de hogares o a nivel de países y que es objeto de medición frecuente. Frente al concepto de brecha, el concepto de pobreza digital trata de capturar el nivel mínimo de uso y consumo de los diversos atributos de las TICs, así como los niveles de ingreso de los pobladores para hacer efectiva una demanda.” (p. 5).
- **Contrato de concesión:** de acuerdo con el TUO de telecomunicaciones, “es el acto jurídico mediante el cual el Estado concede a una persona natural o jurídica la facultad de prestar servicios públicos de telecomunicaciones”.
- **Fibra óptica:** es un medio de transmisión de datos mediante la luz (impulsos fotoeléctricos) a través de un hilo, elaborado de sílice u otro material plástico. Las redes implementadas sobre una red de transmisión de redes ópticas son redes de alta capacidad de transmisión.
- **ISO 9001:** norma sobre la gestión de la calidad para productos y servicios. Esta permite garantizar la calidad del producto o servicio proporcionado por la organización pública o empresa privada.
- **Lugares de preferente interés social:** de acuerdo con la RM N°245-2017 MTC/01.03, son las cuales no califican con zona rural y cumplen con “a). Que estén comprendidas dentro de los distritos cuyo nivel de pobreza se encuentren en los quintiles 1 y 2 del último mapa de pobreza a nivel distrital publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI; y, b). No cuenten con cobertura de alguno de los servicios de telecomunicaciones como son: telefonía fija, telefonía móvil, internet, radiodifusión sonora FM o radiodifusión por televisión, o no cuenten con infraestructura vial de al menos carretera afirmada. Asimismo, se consideran lugares de preferente interés social a las localidades que no califican como áreas rurales y que se

encuentren en el ámbito de intervención directa o de influencia del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro-VRAEM.”.

- **Operador de telecomunicaciones:** persona natural o jurídica encargada de brindar los servicios públicos de telecomunicaciones en una zona geográfica en específico.
- **Tecnología satelital:** tecnología que opera en diferentes frecuencias a través de satélites artificiales de telecomunicaciones y pueden brindar servicio a la zona geográfica a la cual órbita alrededor de la tierra.
- **Zona rural:** de acuerdo con la RM N°245-2017 MTC/01.03, las zonas rurales son las que “a). No cuenten con una población mayor a 3,000 habitantes; y b). No cuenten con cobertura de alguno de los servicios de telecomunicaciones como son: telefonía fija, telefonía móvil, internet, radiodifusión sonora FM o radiodifusión por televisión, o no cuenten con infraestructura vial de al menos carretera afirmada.”.

CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFIA

- CONGRESO DE LA REPUBLICA (2007). LEY N° 28900 - Ley que otorga al fondo de inversión en telecomunicaciones - FTEL la calidad de persona jurídica de derecho público, adscrita al sector transportes y comunicaciones. Recuperado de: https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos//2006_2011/ADLP/Normas_Legales/28900-LEY.pdf
- CONGRESO DE LA REPUBLICA (2007). LEY N° 29022 - Ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones. Recuperado de: <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29022.pdf>
- CONGRESO DE LA REPUBLICA (2012). LEY N° 29904 - Ley de promoción de la banda ancha y construcción de la red dorsal. Recuperado de: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19065/1_0_3532.pdf
- FONDO DE INVERSION EN TELECOMUNICACIONES – FTEL (2014). Encuesta de Acceso, Uso y Demanda de Internet en Hogares de la región de Loreto.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI (2007). Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Recuperado de: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA – INEI (2013). Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza 2013. Recuperado de: https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/368
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS- MEF (2011). ANEXO SNIP 10 - parámetros de evaluación. Recuperado de:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/anexos/new_direc/v1c2/05.3_Anexo_SNIP_10_modificado_por_RD_006-2012.pdf

- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS- MEF (2013). Anexo CME 18 - Contenidos mínimos específicos de estudios de preinversión a nivel de perfil de proyectos de inversión pública de telecomunicaciones en el ámbito rural. Recuperado de: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/snip/a2013/CME-18-Telecomunicaciones-rurales-3-jul-2013.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - MTC (1993). Decreto Supremo N.º 013-93-TCC (1993). Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones. Recuperado de: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_892.pdf
- ORGANISMO SUPERVISOR DE INVERSIÓN PRIVADA EN TELECOMUNICACIONES – OSIPTEL (2017). Reporte de Cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones en centros poblados Urbanos y Rurales.
- ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA - OSINERGMIN (2018). Información georreferenciada de la red de distribución eléctrica.

CAPÍTULO IX ANEXOS

ANEXO N°01: “CAPEX de la red de transporte – Opción 1”

ANEXO N°02: “CAPEX de la red de transporte – Opción 2”

ANEXO N°03: “CAPEX de la red de acceso – Opción 1”

ANEXO N°04: “CAPEX de la red de acceso – Opción 2”

ANEXO 1

N	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	CU	TOTAL USD
1	RED DE FIBRA ÓPTICA - IQUITOS - YURIMAGUAS				\$12,730,168
1.1	Cable de Fibra óptica	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$5,746,500
1.1.1	Fibra Óptica subfluvial 24 hilos	km	455	\$12,000	\$5,460,000
1.1.2	Cable de FO ADSS Dieléctrico de 24 Hilos, Monomodo, ITU-T G652D, Doble Chaqueta, Vano Promedio: 200 m.	km	191	\$1,500	\$286,500
1.2	Ferretería para Cable de Fibra óptica	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$453,940
1.2.1	Set de Retención Doble o Set de Suspensión, para FO con Spam de 150-300 m y diámetro de 12.9 mm	Kit	1,740	\$85	\$147,875
1.2.2	Abrazadera para fijación de retenciones y suspensiones para postes y torres.	Unidad	3,479	\$34	\$118,300
1.2.3	Amortiguador Helicoidal para cable de fibra óptica (MT) para vanos entre 200m y 400m	Unidad	5,060	\$13	\$65,780
1.2.4	Cruceta guarda cable de fibra óptica para cada empalme de carrete	Unidad	54	\$52	\$2,782
1.2.5	MUFA para empalmes de las bobinas del cable de FO cada 4 Km.	Unidad	49	\$300	\$14,550
1.2.6	Postes de Concreto, 12m, con herrajes a ser instalado sobre red vial	Unidad	453	\$220	\$99,594
1.2.7	Postes de Concreto BT instalado cada 100m hacia cada nodo óptico	Unidad	23	\$220	\$5,060
1.3	Servicios de Instalación del equipamiento pasivo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$5,953,930
1.3.1	Instalación de Fibra óptica en río empalmada	km	455	\$7,603	\$3,459,208
1.3.2	Instalación de protecciones y canalizaciones para Fibra óptica en río y accesos a nodos	Global	1	\$2,029,368	\$2,029,368
1.3.3	Instalación Aérea del Cable de FO Monomodo ADSS de 24 hilos sobre estructuras de Media Tensión	km	155	\$2,145	\$332,475
1.3.2	Instalación Aérea de Cable de Fibra Óptica ADSS de 24 hilos sobre los postes de concreto	Km	36	\$2,145	\$77,220
1.3.3	Instalación de Gabinete Wall Box 17U	Unidad	1	\$130	\$130
1.3.4	Empalmes del Total de la Red de FO Monomodo de 24 Hilos	Global	1	\$5,959	\$5,959
1.3.5	Instalación de Postes de Concreto de 12 metros de altura	Unidad	453	\$100	\$45,270
1.3.6	Instalación de Postes de Concreto de BT	Unidad	23	\$100	\$2,300
1.3.7	Instalación de sistema de energía y pozo de tierra	Unidad	2	\$1,000	\$2,000
1.4	Pruebas		CANTIDAD	CU	\$575,798
1.4.1	Pruebas Ópticas para Red de FO	Global	1	\$478,057	\$478,057
1.4.1	Pruebas Ópticas para Red Pasiva de FO (Prueba SAT-Reflectometría en Almacén, Prueba SAT en Campo, Prueba SAT-Dispersión Cromática y Pruebas de Certificación de los Enlaces)	Global	1	\$22,556	\$22,556
1.4.2	Pruebas Ópticas de los enlaces con la Red Activa	Global	1	\$75,185	\$75,185
2	EQUIPAMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,028,821
2.1	Equipamiento pasivo óptico - Nodo de Distribución /Conexión	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$35,582
2.1.1	Wall Box WCB7 – 13U	Pieza	6	\$1,555	\$9,332
2.1.2	ODR Tray Unit 3U (Capacidad para 6 Fiber Tray)	Pieza	6	\$554	\$3,323
2.1.3	Fiber Tray (2 bandejas de 24 hilos c/u), con 2 adaptadores MTP y LCPC en los extremos monomodo	Pieza	6	\$679	\$4,076
2.1.4	ODR Cross-connect	Pieza	6	\$436	\$2,615
2.1.5	Jumper dúplex, 2mm, 10 metros, LC/PC-LC/PC (por nodo 24 jumper: 12 hilos x 2 bandejas)	Pieza	144	\$41	\$5,904
2.1.6	Cruceta guarda cable de fibra óptica	Pieza	6	\$52	\$312
2.1.7	Cable Óptico Masterline, SM, Fusión – MTP (hasta 48 Hilos), 60 metros, Anti roedor	Pieza	6	\$1,250	\$7,500
2.1.8	Cajas de empalme de cable de FO para instalación en torres (Muña USC500/MCM de 4 cassettes), Cap. Máx. 48 fusiones	Pieza	6	\$420	\$2,520

2.2	Equipamiento pasivo óptico - de Agregación	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$7,088
2.2.1	Gabinete NGR6S-18	Pieza	1	\$2,091	\$2,091
2.2.2	ODR Tray Unit 3U (Capacidad para 6 Fiber Tray)	Pieza	1	\$554	\$554
2.2.3	Fiber Tray (bandejas de 24 hilos c/u), con 2 adaptadores MTP y LCPC en los extremos monomodo (Color Azul)	Pieza	1	\$679	\$679
2.2.4	ODR Cross-connect (ordenador de cables ópticos)	Pieza	1	\$436	\$436
2.2.5	Jumper dúplex, 2mm, 5 metros, LC/PC-LC/PC (por nodo 48 jumper: 24 hilos x 2bandeja)	Pieza	24	\$39	\$933
2.2.6	Cable Multifibra, SM, MTP – LC/PC, 15 metros, cap. 24 Hilos (2 conectores MTP x 12 fibras).	Pieza	1	\$673	\$673
2.2.7	Cruceta guarda cable de fibra óptica	Pieza	1	\$52	\$52
2.2.8	Cable Óptico Masterline, SM, Fusión – MTP (hasta 96 Hilos), 60 metros, Anti roedor	Pieza	1	\$1,250	\$1,250
2.2.9	Cajas de empalme de cable de FO para instalación en torres (Mufa USC500/MCM de 4 cassettes), Cap. Máx. 48 fusiones	Pieza	1	\$420	\$420
2.3	Servicios de Instalación del equipamiento pasivo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$6,906
2.3.1	Instalación de red pasiva para nodo Distribución/conexión	Global	6	\$939	\$5,633
2.3.2	Instalación de red pasiva para nodo Agregación	Global	1	\$1,274	\$1,274
2.4	Equipamiento de datos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$209,958
2.4.1	ASR 903 (16 puertos SFP de 10/100/1000 + 4 puertos SFP de 10G) - NA	Unidad	1	\$37,576	\$37,576
2.4.2	ASR-920-24SZ-IM (24 puertos SFP de 10/100/1000 + 2 puertos SFP de 10G) - ND y NC	Unidad	6	\$10,087	\$60,522
2.4.3	Puertos SFP para ASR-903	Unidad	4	\$3,995	\$15,980
2.4.4	Puertos SFP para ASR-920	Unidad	24	\$3,995	\$95,880
2.5	Equipamiento óptico de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,329,160
2.5.1	DWDM Mux/Demux de 48 canales	Unidad	14	\$2,793	\$39,095
2.5.2	Amplificador óptico Dual EDFA, 1.8 dBm	Unidad	14	\$6,123	\$85,715
2.5.3	Amplificador óptico Raman de 30 dBm	Unidad	7	\$9,549	\$66,841
2.5.4	Transponder de 10x10G	Unidad	14	\$53,554	\$749,753
2.5.5	Módulo óptico 8G FC / 10 GbE / STM - 64	Unidad	140	\$354	\$49,525
2.5.6	ROADM WSS - Multiplexor reconfigurable óptico para gestión de tráfico	Unidad	14	\$12,975	\$181,650
2.5.7	Tarjeta monitor de canal óptico	Unidad	7	\$7,874	\$55,116
2.5.8	Bastidor Sub Rack 14 U	Unidad	7	\$2,354	\$16,476
2.5.9	Supervisor SPVL-91	Unidad	7	\$4,116	\$28,814
2.5.10	Placa de ventilación Sub 14U estante	Unidad	28	\$219	\$6,125
2.5.11	Miscelánea Sub rack 14U	Unidad	14	\$1,719	\$24,063
2.5.12	Módulo óptico de 32 dB con OTDR	Unidad	14	\$1,856	\$25,988
2.6	Servicios de Instalación del equipamiento activo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$384,780
2.6.1	Instalación y conexión de la red activa	Global	1	\$384,780	\$384,780
2.7	Sistema de video vigilancia y Detector de Movimiento	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$29,561
2.7.1	Cámara IP interior, domo con infrarrojo	Unidad	7	\$262	\$1,834
2.7.2	NVR Grabador digital IP para 4 canales 220v - AC	Unidad	7	\$313	\$2,191
2.7.3	Software de grabación y monitoreo	Unidad	7	\$750	\$5,250
2.7.4	Disco duro de 3Tb x 2meses	Unidad	7	\$380	\$2,660
2.7.5	Fuente de energía	Unidad	7	\$200	\$1,400
2.7.6	Filtro de protección	Unidad	7	\$50	\$350
2.7.7	sirena flash (incluye batería de 12v)	Unidad	7	\$95	\$665
2.7.8	sensores de movimiento infrarrojo	Unidad	7	\$13	\$91
2.7.9	Modulo IP para monitoreo	Unidad	7	\$260	\$1,820
2.7.10	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	7	\$400	\$2,800
2.7.11	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	7	\$1,500	\$10,500
2.8	Control de Acceso del Nodo	UNIDAD	Cantidad	CU	\$11,983
2.8.1	Lector biométrico huella y proximidad con fuente y pantalla táctil a color, tarjeta proximidad	Unidad	7	\$332	\$2,323
2.8.2	Cerradura Electromagnética y eléctrica	Unidad	7	\$80	\$560
2.8.3	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	7	\$200	\$1,400
2.8.4	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	7	\$1,100	\$7,700

2.9	Sistemas contra incendios	UNIDAD	Cantidad	CU	\$13,804
2.9.1	Central de alarma inteligente	Unidad	7	\$800	\$5,600
2.9.2	Detector de humo	Unidad	7	\$25	\$175
2.9.3	Sirena con Flash	Unidad	7	\$52	\$364
2.9.4	Extintor	Unidad	7	\$45	\$315
2.9.5	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	7	\$150	\$1,050
2.9.6	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	7	\$900	\$6,300
3	OBRAS CIVILES DE LA RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$3,254,566
3.1	Nodo de Distribución y Agregación				\$886,716
3.1.1	Costo de Terreno: 70 m2	Global	7	\$4,900	\$34,300
3.1.2	Gastos notariales y registrales	Unidad	7	\$200	\$1,400
3.1.3	Materiales de Construcción	Global	5	\$13,861	\$69,306
3.1.4	Shelter	unidad	5	\$146,250	\$731,250
3.1.5	Provisión de materiales para la construcción, saneamiento, cerco, tablero eléctrico, puertas metálicas, puesta de tierra	Global	2	\$25,230	\$50,460
3.2	Sistema de energía y protección para Nodos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$353,420
3.2.1	Servidor para gestión de Radio Radwin	unidad	1	\$10,000.00	\$10,000.00
3.2.2	Servidor web	unidad	1	\$15,000.00	\$15,000.00
3.2.3	Servidor de Video Streaming	unidad	1	\$20,000.00	\$20,000.00
3.2.4	Grupo Electrónico de respaldo, 20Kw	Unidad	7	\$12,000	\$84,000
3.2.5	Tablero de Transferencia y Control Automático (TTA)	Unidad	7	\$3,000	\$21,000
3.2.6	Cargador/Rectificador con banco de baterías	Unidad	5	\$22,500	\$112,500
3.2.7	Sistema de Puesta a Tierra	Unidad	7	\$1,200	\$8,400
3.2.8	Sistema Completo de aire Acondicionado, instalado	Global	7	\$2,000	\$14,000
3.2.9	paneles y baterías (24h)	Unidad	2	\$34,260	\$68,520
3.3	Servicio de Instalación en los Nodos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$97,804
3.3.1	Instalaciones eléctricas (conexión al Grupo Electrónico)	Unidad	7	\$500	\$3,500
3.3.2	Instalaciones eléctricas (iluminación + Tablero)	Unidad	7	\$400	\$2,800
3.3.3	Instalaciones sanitarias (solo distritos)	Unidad	7	\$800	\$5,600
3.3.4	Edificación de Nodos - Nodo de Distribución	Global	5	\$9,241	\$46,204
3.3.5	Construcción civil del nodo de Iquitos estará habilitado para equipos de datos, energía, aire acondicionado, banco de batería, baño, seguridad y cerco (45 m2 aprox. No incluye espacio para antena)	Unidad	2	\$19,850	\$39,700
3.4	Construcción de acometidas y cajas	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,916,626
3.4.1	Construcción de cajas de anclaje, vinculación a shelters, puestas a tierra	Unidad	1	\$1,916,626	\$1,916,626
3.4.2	Instalaciones eléctricas (iluminación + Tablero)	Unidad	5	\$400	\$0
4	Otros		CANTIDAD	CU	\$1,982,077
4.1	Almacenaje, transporte y seguros	Global	1	1801355.58	\$1,801,356
4.2	Certificación ambiental (permisos, estudios, plan de manejo, seguridad, plan de contingencia etc.)	Global	1	180722	\$180,722
	SUB TOTAL				\$19,995,633
	Contingencia 5%	Global	1	900677.7898	\$900,678
	TOTAL RED DE TRANSPORTE F.O. IQUITOS - YURIMAGUAS				\$20,896,311
	IGV (18%)				\$3,761,336
	TOTAL (incluido IGV)				\$24,657,647

Elaboración: FITEL (2018).

ANEXO 2

N	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	CU	TOTAL USD
1	RED DE FIBRA ÓPTICA - YURIMAGUAS - PANTOJA				\$26,097,819
1.1	Cable de Fibra óptica	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$11,662,500
1.1.1	Fibra Óptica subfluvial 24 hilos	km	940	\$12,000	\$11,280,000
1.1.2	Cable de FO ADSS Dieléctrico de 24 Hilos, Monomodo, ITU-T G652D, Doble Chaqueta, Vano Promedio: 200 m.	km	255	\$1,500	\$382,500
1.2	Ferretería para Cable de Fibra óptica	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$617,116
1.2.1	Set de Retención Doble o Set de Suspensión, para FO con Spam de 150-300 m y diámetro de 12.9 mm	Kit	2,160	\$85	\$183,575
1.2.2	Abrazadera para fijación de retenciones y suspensiones para postes y torres.	Unidad	4,319	\$34	\$146,860
1.2.3	Amortiguador Helicoidal para cable de fibra óptica (MT) para vanos entre 200m y 400m		5,060	\$13	\$65,780
1.2.4	Cruceta guarda cable de fibra óptica para cada empalme de carrete	Unidad	87	\$52	\$4,498
1.2.5	MUFA para empalmes de las bobinas del cable de FO cada 4 Km.	Unidad	65	\$300	\$19,350
1.2.6	Postes de Concreto, 12m, con herrajes a ser instalado sobre red vial	Unidad	873	\$220	\$191,994
1.2.7	Postes de Concreto BT instalado cada 100m hacia cada nodo óptico	Unidad	23	\$220	\$5,060
1.3	Servicios de Instalación del equipamiento pasivo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$11,851,862
1.3.1	Instalación de Fibra óptica en rio empalmada	km	940	\$7,603	\$7,146,495
1.3.2	Instalación de protecciones y canalizaciones para Fibra óptica en rio y accesos a nodos	Global	2	\$2,029,368	\$4,058,736
1.3.3	Instalación Aérea del Cable de FO Monomodo ADSS de 24 hilos sobre estructuras de Media Tensión	km	219	\$2,145.00	\$469,755
1.3.4	Instalación Aérea de Cable de Fibra Óptica ADSS de 24 hilos sobre los postes de concreto	Km	36	\$2,145.00	\$77,220
1.3.5	Instalación de Gabinete Wall Box 17U	Unidad	1	\$130.00	\$130
1.3.6	Empalmes del Total de la Red de FO Monomodo de 24 Hilos	Global	1	\$7,956	\$7,956
1.3.7	Instalación de Postes de Concreto de 12 metros de altura	Unidad	873	\$100.00	\$87,270
1.3.8	Instalación de Postes de Concreto de BT	Unidad	23	\$100.00	\$2,300
1.3.9	Instalación de sistema de energía y pozo de tierra	Unidad	2	\$1,000.00	\$2,000
1.4	Pruebas		CANTIDAD	CU	\$1,966,340
1.4.1	Pruebas Ópticas para Red de FO	Global	1	\$1,832,553	\$1,832,553
1.4.2	Pruebas Ópticas para Red Pasiva de FO (Prueba SAT-Reflectometría en Almacén, Prueba SAT en Campo, Prueba SAT-Dispersión Cromática y Pruebas de Certificación de los Enlaces)	Global	1	\$30,874	\$30,874
1.4.3	Pruebas Ópticas de los enlaces con la Red Activa	Global	1	\$102,913	\$102,913
2	EQUIPAMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,833,935
2.1	Equipamiento pasivo óptico - Nodo de Distribución /Conexión	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$136,397
2.1.1	Wall Box WCB7 – 13U	Pieza	23	\$1,555	\$35,772
2.1.2	ODR Tray Unit 3U (Capacidad para 6 Fiber Tray)	Pieza	23	\$554	\$12,739
2.1.3	Fiber Tray (2 bandejas de 24 hilos c/u), con 2 adaptadores MTP y LCPC en los extremos monomodo	Pieza	23	\$679	\$15,624
2.1.4	ODR Cross-connect	Pieza	23	\$436	\$10,024
2.1.5	Jumper dúplex, 2mm, 10 metros, LC/PC-LC/PC (por nodo 24 jumper: 12 hilos x 2 bandejas)	Pieza	552	\$41	\$22,632
2.1.6	Cruceta guarda cable de fibra óptica	Pieza	23	\$52	\$1,196
2.1.7	Cable Óptico Masterline, SM, Fusión – MTP (hasta 48 Hilos), 60 metros, Anti roedor	Pieza	23	\$1,250	\$28,750
2.1.8	Cajas de empalme de cable de FO para instalación en torres (Mufa USC500/MCM de 4 cassettes), Cap. Máx. 48 fusiones	Pieza	23	\$420	\$9,660

2.2	Equipamiento pasivo óptico - de Agregación	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$7,088
2.2.1	Gabinete NGR6S-18	Pieza	1	\$2,091	\$2,091
2.2.2	ODR Tray Unit 3U (Capacidad para 6 Fiber Tray)	Pieza	1	\$554	\$554
2.2.3	Fiber Tray (bandejas de 24 hilos c/u), con 2 adaptadores MTP y LCPC en los extremos monomodo (Color Azul)	Pieza	1	\$679	\$679
2.2.4	ODR Cross-connect (ordenador de cables ópticos)	Pieza	1	\$436	\$436
2.2.5	Jumper dúplex, 2mm, 5 metros, LC/PC-LC/PC (por nodo 48 jumper: 24 hilos x 2bandeja)	Pieza	24	\$39	\$933
2.2.6	Cable Multifibra, SM, MTP – LC/PC, 15 metros, cap. 24 Hilos (2 conectores MTP x 12 fibras).	Pieza	1	\$673	\$673
2.2.7	Cruceta guarda cable de fibra óptica	Pieza	1	\$52	\$52
2.2.8	Cable Óptico Masterline, SM, Fusión – MTP (hasta 96 Hilos), 60 metros, Anti roedor	Pieza	1	\$1,250	\$1,250
2.2.9	Cajas de empalme de cable de FO para instalación en torres (Mufa USC500/MCM de 4 cassettes), Cap. Máx. 48 fusiones	Pieza	1	\$420	\$420
2.3	Servicios de Instalación del equipamiento pasivo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$22,865
2.3.1	Instalación de red pasiva para nodo Distribución/conexión	Global	23	\$939	\$21,592
2.3.2	Instalación de red pasiva para nodo Agregación	Global	1	\$1,274	\$1,274
2.4	Equipamiento de datos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$653,097
2.4.1	ASR 903 (16 puertos SFP de 10/100/1000 + 4 puertos SFP de 10G) - NA	Unidad	1	\$37,576	\$37,576
2.4.2	ASR-920-24SZ-IM (24 puertos SFP de 10/100/1000 + 2 puertos SFP de 10G) - ND	Unidad	23	\$10,087	\$232,001
2.4.3	Puertos SFP para ASR-903	Unidad	4	\$3,995	\$15,980
2.4.4	Puertos SFP para ASR-920	Unidad	92	\$3,995	\$367,540
2.5	Equipamiento óptico de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,329,160
2.5.1	DWDM Mux/Demux de 48 canales	Unidad	14	\$2,793	\$39,095
2.5.2	Amplificador óptico Dual EDFA, 1.8 dBm	Unidad	14	\$6,123	\$85,715
2.5.3	Amplificador óptico Raman de 30 dBm	Unidad	7	\$9,549	\$66,841
2.5.4	Transponder de 10x10G	Unidad	14	\$53,554	\$749,753
2.5.5	Módulo óptico 8G FC / 10 GbE / STM - 64	Unidad	140	\$354	\$49,525
2.5.6	ROADM WSS - Multiplexor reconfigurable óptico para gestión de tráfico	Unidad	14	\$12,975	\$181,650
2.5.7	Tarjeta monitor de canal óptico	Unidad	7	\$7,874	\$55,116
2.5.8	Bastidor Sub Rack 14 U	Unidad	7	\$2,354	\$16,476
2.5.9	Supervisor SPVL-91	Unidad	7	\$4,116	\$28,814
2.5.10	Placa de ventilación Sub 14U estante	Unidad	28	\$219	\$6,125
2.5.11	Miscelánea Sub rack 14U	Unidad	14	\$1,719	\$24,063
2.5.12	Módulo óptico de 32 dB con OTDR	Unidad	14	\$1,856	\$25,988
2.6	Servicios de Instalación del equipamiento activo	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$495,564
2.6.1	Instalación y conexión de la red activa	Global	1	\$495,564	\$495,564
2.7	Sistema de video vigilancia y Detector de Movimiento	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$101,352
2.7.1	Cámara IP interior, domo con infrarrojo	Unidad	24	\$262	\$6,288
2.7.2	NVR Grabador digital IP para 4 canales 220v - AC	Unidad	24	\$313	\$7,512
2.7.3	Software de grabación y monitoreo	Unidad	24	\$750	\$18,000
2.7.4	Disco duro de 3Tb x 2meses	Unidad	24	\$380	\$9,120
2.7.5	Fuente de energía	Unidad	24	\$200	\$4,800
2.7.6	Filtro de protección	Unidad	24	\$50	\$1,200
2.7.7	sirena flash (incluye batería de 12v)	Unidad	24	\$95	\$2,280
2.7.8	sensores de movimiento infrarrojo	Unidad	24	\$13	\$312
2.7.9	Modulo IP para monitoreo	Unidad	24	\$260	\$6,240
2.7.10	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	24	\$400	\$9,600
2.7.11	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	24	\$1,500	\$36,000
2.8	Control de Acceso del Nodo	UNIDAD	Cantidad	CU	\$41,083
2.8.1	Lector biométrico huella y proximidad con fuente y pantalla táctil a color, tarjeta proximidad	Unidad	24	\$332	\$7,963
2.8.2	Cerradura Electromagnética y eléctrica	Unidad	24	\$80	\$1,920
2.8.3	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	24	\$200	\$4,800
2.8.4	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	24	\$1,100	\$26,400

2.9	Sistemas contra incendios	UNIDAD	Cantidad	CU	\$47,328
2.9.1	Central de alarma inteligente	Unidad	24	\$800.00	\$19,200
2.9.2	Detector de humo	Unidad	24	\$25.00	\$600
2.9.3	Sirena con Flash	Unidad	24	\$52.00	\$1,248
2.9.4	Extintor	Unidad	24	\$45.00	\$1,080
2.9.5	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	24	\$150.00	\$3,600
2.9.6	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	24	\$900.00	\$21,600
3	OBRAS CIVILES DE LA RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$10,992,285
3.1	Nodo de Distribución y Agregación				\$3,695,306
3.1.1	Costo de Terreno: 70 m2	Global	24	\$4,900	\$117,600
3.1.2	Gastos notariales y registrales	Unidad	24	\$200	\$4,800
3.1.3	Materiales de Construcción	Global	22	\$13,861	\$304,946
3.1.4	Shelter	unidad	22	\$146,250	\$3,217,500
3.1.5	Provisión de materiales para la construcción, saneamiento, cerco, tablero eléctrico, puertas metálicas, puesta de tierra	Global	2	\$25,230	\$50,460
3.2	Sistema de energía y protección para Nodos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,582,740
3.2.1	Grupo Electrónico de respaldo, 20Kw	Unidad	24	\$12,000	\$288,000
3.2.2	Tablero de Transferencia y Control Automático (TTA)	Unidad	24	\$3,000	\$72,000
3.2.3	Cargador/Rectificador con banco de baterías	Unidad	22	\$22,500	\$495,000
3.2.4	Sistema de Puesta a Tierra	Unidad	24	\$1,200	\$28,800
3.2.5	Sistema Completo de aire Acondicionado, instalado	Global	24	\$2,000	\$48,000
3.2.6	paneles y baterías (24h)	Unidad	19	\$34,260	\$650,940
3.3	Servicio de Instalación en los Nodos de la RED DE TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$283,798
3.3.1	Instalaciones eléctricas (conexión al Grupo Electrónico)	Unidad	24	\$500	\$12,000
3.3.2	Instalaciones eléctricas (iluminación + Tablero)	Unidad	24	\$400	\$9,600
3.3.3	Instalaciones sanitarias (Nodos de Distribución/ Conexión)	Unidad	24	\$800	\$19,200
3.3.4	Edificación de Nodos - Nodo de Distribución	Global	22	\$9,241	\$203,298
3.3.5	Construcción civil del nodo de Iquitos estará habilitado para equipos de datos, energía, aire acondicionado, banco de batería, baño, seguridad y cerco (45 m2 aprox. No incluye espacio para antena)	Unidad	2	\$19,850	\$39,700
3.4	Construcción de acometidas y cajas	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$5,430,441
3.4.1	Construcción de cajas de anclaje, vinculación a shelters, puestas a tierra	Unidad	1	\$5,430,441	\$5,430,441
3.4.2	Instalaciones eléctricas (iluminación + Tablero)	Unidad	0	\$400	\$0
4	Otros		CANTIDAD	CU	\$4,383,275
4.1	Almacenaje, transporte y seguros	Global	1	3992403.845	\$3,992,404
4.2	Certificación ambiental (permisos, estudios, plan de manejo, seguridad, plan de contingencia etc.)	Global	1	390871	\$390,871
SUB TOTAL					\$44,307,314
Contingencia 5%		Global	1	1996201.922	\$1,996,202
TOTAL RED DE TRANSPORTE F.O. IQUITOS - PANTOJA					\$46,303,516
IGV (18%)					\$8,334,633
TOTAL (Incluido IGV)					\$54,638,148

Elaboración: FITEL (2018).

ANEXO 3

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	CU	TOTAL USD
1	RED DE ACCESO				\$4,827,909
1.1	Equipos de Microondas para Enlaces Punto a Punto	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,784,443
1.1.1	Sistema de radios y antenas de 0.3 m	Enlace	30	\$9,736.42	\$292,092.71
1.1.1.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		30	\$3,732.83	\$111,984.80
1.1.1.2	02 Antenas RFS SB1-W15C (TR) (ND 0.3m, 1.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 35.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 2.5 deg, Pol V, H, Perf. UH		30	\$261.55	\$7,846.41
1.1.1.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		30	\$160.46	\$4,813.80
1.1.1.4	02 instalación y 02 Configuración		30	\$4,851.09	\$145,532.70
1.1.1.5	Soportes para antenas		30	\$486.00	\$14,580.00
1.1.1.6	Misceláneos		30	\$244.50	\$7,335.00
1.1.2	Sistema de radios y antenas de 0.6 m	Enlace	84	\$9,850.75	\$827,462.62
1.1.2.1	02 IDUS (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 ODUS (MPT-MC).		84	\$3,732.83	\$313,557.43
1.1.2.2	02 Antenas RFS SB2-W15C (TR) (ND 0.6m, 2.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 38.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.8 deg, Pol V, H, Perf. UH		84	\$320.49	\$26,921.08
1.1.2.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		84	\$160.46	\$13,478.64
1.1.2.4	02 instalación y 02 Configuración		84	\$4,906.47	\$412,143.48
1.1.2.5	Soportes para antenas		84	\$486.00	\$40,824.00
1.1.2.6	Misceláneos		84	\$244.50	\$20,538.00
1.1.3	Sistema de radios y antenas de 0.9 m	Enlace	69	\$10,707.54	\$738,820.57
1.1.3.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		69	\$3,732.83	\$257,565.03
1.1.3.2	02 Antenas RFS SB3-W15C (TR) (ND 0.3m, 3.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 41.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.1 deg, Pol V, H, Perf. UH		69	\$734.19	\$50,658.97
1.1.3.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		69	\$160.46	\$11,071.74
1.1.3.4	02 Instalación y 02 Configuración		69	\$5,349.57	\$369,120.33
1.1.3.5	Soportes para antenas		69	\$486.00	\$33,534.00
1.1.3.6	Misceláneos		69	\$244.50	\$16,870.50
1.1.2	Sistema de radios y antenas de 1.2 m	Enlace	24	\$9,095.63	\$218,295.06
1.1.2.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		24	\$3,732.83	\$89,587.84
1.1.2.2	02 Antenas RFS SB4-W15C (TR) (ND 1.2m, 4.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 35.7 dBi at 15.52GHz, HPBW 2.6 deg, Pol V, H, Perf. UH		24	\$1,289.37	\$30,944.78
1.1.2.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		24	\$160.46	\$3,851.04
1.1.2.4	02 Instalación y 02 Configuración		24	\$3,182.48	\$76,379.40
1.1.2.5	Soportes para antenas		24	\$486.00	\$11,664.00
1.1.2.6	Misceláneos		24	\$244.50	\$5,868.00
1.1.3	Sistema de radios y antenas de 1.8 m	Enlace	25	\$11,135.47	\$278,386.84
1.1.3.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		25	\$3,732.83	\$93,320.66
1.1.3.2	02 Antenas RFS SB6-W15C (TR) (ND 1.8m, 6.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 38.8 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.8 deg, Pol V, H, Perf. UH		25	\$2,719.98	\$67,999.43
1.1.3.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		25	\$160.46	\$4,011.50
1.1.3.4	02 Instalación y 02 Configuración		25	\$3,791.71	\$94,792.75
1.1.3.5	Soportes para antenas		25	\$486.00	\$12,150.00
1.1.3.6	Misceláneos		25	\$244.50	\$6,112.50
1.1.4	Shelter Desarmable Outdoor de 1040x1040x2410mm, para Nodos de Acceso	Unidad	232	\$1,850.80	\$429,385.60

1.2	Equipamiento de Switching RF	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,043,465
1.2.1	Switchs para los nodos de acceso, instalación, configuración y capacitación.	Unidad	232	\$2,000.00	\$464,000.00
1.2.2	Access Points Outdoor Ant. Omnidireccional, AC400 WiFi AP OD Omni antena WW (inc license)	Unidad	232	\$1,745.39	\$404,930.48
1.2.3	Planificación de Redes Wifi	Unidad	232	\$3,424.37	\$794,453.84
1.2.4	Implementación de Red Wifi	Unidad	232	\$1,099.62	\$255,111.84
1.2.5	Integración de los sistemas	Unidad	232	\$538.66	\$124,969.12
2	Equipamiento pasivo y obras civiles, energía, otros				\$9,358,571
2.1	Equipamiento pasivo y obras civiles de la Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$7,583,465
2.1.1	Mástil de 15m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	11	\$3,029.99	\$33,329.89
2.1.2	Torre Ventada de 21m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	9	\$11,550.00	\$103,950.00
2.1.3	Torre Ventada de 30m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	65	\$16,500.00	\$1,072,500.00
2.1.4	Torre Ventada de 36m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	47	\$19,800.00	\$930,600.00
2.1.5	Torre Ventada de 42m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	41	\$23,100.00	\$947,100.00
2.1.6	Torre Ventada de 45m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	6	\$24,750.00	\$148,500.00
2.1.7	Torre Ventada de 48m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	26	\$26,400.00	\$686,400.00
2.1.8	Torre Ventada de 54m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	15	\$29,514.60	\$442,719.00
2.1.9	Torre Ventada de 60m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	12	\$32,629.20	\$391,550.40
2.1.10	Gabinete outdoor de 1000x650x500mm, para nodos de acceso	Unidad	232	\$441.55	\$102,439.60
2.1.11	Costo de Terreno: 24.6 m2	Global	232	\$1,722.00	\$399,504.00
2.1.12	Gastos notariales y registrales	Unidad	232	\$200.00	\$46,400.00
2.1.13	Materiales de Construcción en área de 3x3m2 + Cerco Perimétrico (laminas metálicas acanaladas)	Global	232	\$9,821.00	\$2,278,472.00
2.2	Sistema de energía y protección para Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$968,832
2.2.1	Sistema de energía fotovoltaica, para Nodos de Acceso con autonomía de 4 días	Unidad	232	\$4,176.00	\$968,832.00
2.2.1.1	06 Paneles Solares			\$1,140.00	
2.2.1.2	02 Bancos de Baterías (06 baterías)			\$1,790.00	
2.2.1.3	Inversor			\$226.00	
2.2.1.4	Tablero Eléctrico			\$510.00	
2.2.1.5	Modulo Solar Controlador			\$290.00	
2.2.1.6	Caja Pac con Arrestor			\$220.00	
2.3	Sistemas contra incendios	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$445,440
2.3.1	Central de alarma inteligente	Unidad	232	\$800.00	\$185,600.00
2.3.2	Detector de humo	Unidad	232	\$25.00	\$5,800.00
2.3.3	Extintor	Unidad	232	\$45.00	\$10,440.00
2.3.4	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	232	\$150.00	\$34,800.00
2.3.5	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	232	\$900.00	\$208,800.00
2.4	Estudios de Ingeniería	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$360,834
2.4.1	Estudios TSS	Unidad	232	\$532.80	\$123,609.60
2.4.2	Estudios de Línea de Vista (LOS)	Unidad	232	\$840.00	\$194,880.00
2.4.3	Ingeniería y cálculo de enlace	Unidad	232	\$182.52	\$42,344.64
3	RED LOCAL				\$3,764,960
3.1	Sistema de radios y antenas para las instituciones	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,441,400
3.1.1	Equipo receptor CPE		319	\$400.00	\$127,600.00
3.1.2	Access Point outdoor (Se conecta al Switch del Local Escolar)	Unidad	271	\$600.00	\$162,600.00
3.1.3	Computadoras personales (laptop)		1439	\$800.00	\$1,151,200.00
3.2	Equipamiento de Switching RF	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$63,800
3.2.1	Modem/Switchs WIFI para las instituciones, instalación, configuración y capacitación.	Unidad	319	\$200.00	\$63,800.00
3.3	Equipamiento pasivo y obras civiles de la Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$647,567
3.3.1	Mástil de 12m para Instituciones	Unidad	319	\$1,395.16	\$445,056.04
3.3.2	Anclaje para mástil con 3 canastillas	Unidad	319	\$28.47	\$9,081.93
3.3.3	SopORTE para panel solar	Unidad	319	\$606.36	\$193,428.84

3.4	Sistema de energía y protección para instituciones	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,612,193
3.4.1	Kit de energía solar (Paneles Solares + Baterías + Inversor, etc.) - Para el Aula (Incluye instalación)	Unidad	280	\$5,121.05	\$1,517,894.00
3.4.1.1	Panel BYD Poli cristalino 260W	Unidad	280	\$1,101.70	\$308,476.00
3.4.1.2	Batería Ritar RA12-200 Libre Mantenimiento 12V200Ah 200*522*240 60Kg	Unidad	280	\$2,791.52	\$781,625.60
3.4.1.3	Inversor Onda Pura 24V 500W 230V/50Hz Phoenix 12/500 Victron	Unidad	280	\$178.81	\$50,066.80
3.4.1.4	Blue Solar MPPT 100/50 (12/24v-50A)	Unidad	280	\$299.02	\$83,725.60
3.4.1.5	Estructura para paneles solares	Unidad	280	\$400.00	\$112,000.00
3.4.1.6	Servicio de instalación	Unidad	280	\$350.00	\$98,000.00
3.4.1.7	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	280	\$200.00	\$56,000.00
3.4.1.8	Gabinetes de protección	Unidad	280	\$100.00	\$28,000.00
3.4.2	Kit de energía solar (Paneles Solares + Baterías + Inversor, etc.) - Para el EESS y comisarias (Incluye instalación)	Unidad	39	\$2,222.93	\$94,299.27
3.4.2.1	Panel YINGLI poli cristalino 36 Celdas 150 W Clase A.	Unidad	39	\$416.94	\$16,260.66
3.4.2.2	Batería Ritar RA12-150 Libre Mantenimiento 12V150Ah 483*170*240 44.5Kg	Unidad	39	\$1,052.56	\$41,049.84
3.4.2.3	Inversor Onda Pura 12V 250W 230V/50Hz Phoenix Victron (Holandés)	Unidad	39	\$120.34	\$4,693.26
3.4.2.4	Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-20A	Unidad	39	\$43.09	\$1,680.51
3.4.2.5	Estructura para paneles solares	Unidad	39	\$240.00	\$9,360.00
3.4.2.6	Servicio de instalación	Unidad	39	\$350.00	\$13,650.00
3.4.2.7	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	39	\$150.00	\$5,850.00
3.4.2.8	Gabinetes de protección	Unidad	39	\$45.00	\$1,755.00
4	Sistema de energía para cargadores de Tablet, celulares	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$518,221
4.1	Panel SOLAR WORLD Monocristalino 80W (Aleman)	Unidad	274	\$107.16	\$29,363.11
4.2	Batería Multifuncional 12V / 36 Ah doble USB / 12V output	Unidad	274	\$438.41	\$120,125.61
4.3	Controlador Victron Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-10A	Unidad	274	\$58.00	\$15,892.00
4.4	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	274	\$198.00	\$54,252.00
4.5	Poste de hierro galvanizado 3mt./ Ø3" /3mm con gabinete central para batería	Unidad	274	\$381.20	\$104,449.13
4.6	Obra Civil	Unidad	274	\$251.52	\$68,917.68
4.7	Servicio de instalación	Unidad	274	\$365.55	\$100,160.37
4.8	Servicio de Transporte a Zona Rural en Selva	Unidad	274	\$91.46	\$25,060.98
5	Equipos de trabajo para Población Estudiantil	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,251,594
5.1	Tablet y software	Unidad	2610	\$288.77	\$753,679.47
5.2	Aulas prefabricadas de cómputo y mobiliario	Unidad	274	\$4,955.89	\$1,357,914.56
5.3	Televisor 55" FHD	Unidad	280	\$500.00	\$140,000.00
6	Sistema de energía para CPE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$345,589
6.1	Panel YINGLI Poli cristalino. 36 Celdas 100 W Clase A	Unidad	319	\$91.53	\$29,198.07
6.2	Batería Ritar RA12-100 Libre Mantenimiento 12V100Ah 328*172*222 30 Kg	Unidad	319	\$308.90	\$98,539.10
6.3	Inversor Onda Pura 12V 250W 230V/50Hz Phoenix Victron (Holandés)	Unidad	319	\$120.34	\$38,388.46
6.4	Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-10A	Unidad	319	\$32.58	\$10,393.02
6.5	Estructura para paneles solares	Unidad	319	\$100.00	\$31,900.00
6.6	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	319	\$80.00	\$25,520.00
6.7	Servicio de instalación	Unidad	319	\$350.00	\$111,650.00
SUB - TOTAL RED DE ACCESO					\$21,066,843
	Contingencia general de la Red de Acceso	Global	1	\$632,005.30	\$632,005.30
TOTAL RED DE ACCESO					\$21,698,849
GRAN TOTAL RED DE ACCESO (RED DE BACHAUL Y ACCESO)					\$53,131,273
18% IGV					\$9,563,629
TOTAL RED DE BACKHAUL Y ACCESO CON IGV					\$62,694,902
TOTAL RED DE TRANSPORTE (FO) Y RED DE ACCESO (I) (SIN IGV)					\$74,027,584
IGV					\$13,324,965.09
GRAN TOTAL RED DE TRANSPORTE Y ACCESO					\$87,352,548.8
					9

Elaboración: FITEL (2018).

ANEXO 4

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	CU	TOTAL USD
1	RED DE ACCESO				\$4,827,909
1.1	Equipos de Microondas para Enlaces Punto a Punto	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,784,443
1.1.1	Sistema de radios y antenas de 0.3 m	Enlace	30	\$9,736.42	\$292,092.71
1.1.1.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		30	\$3,732.83	\$111,984.80
1.1.1.2	02 Antenas RFS SB1-W15C (TR) (ND 0.3m, 1.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 35.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 2.5 deg, Pol V, H, Perf. UH		30	\$261.55	\$7,846.41
1.1.1.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		30	\$160.46	\$4,813.80
1.1.1.4	02 Instalación y 02 Configuración		30	\$4,851.09	\$145,532.70
1.1.1.5	Soportes para antenas		30	\$486.00	\$14,580.00
1.1.1.6	Misceláneos		30	\$244.50	\$7,335.00
1.1.2	Sistema de radios y antenas de 0.6 m	Enlace	84	\$9,850.75	\$827,462.62
1.1.2.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		84	\$3,732.83	\$313,557.43
1.1.2.2	02 Antenas RFS SB2-W15C (TR) (ND 0.6m, 2.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 38.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.8 deg, Pol V, H, Perf. UH		84	\$320.49	\$26,921.08
1.1.2.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		84	\$160.46	\$13,478.64
1.1.2.4	02 Instalación y 02 Configuración		84	\$4,906.47	\$412,143.48
1.1.2.5	Soportes para antenas		84	\$486.00	\$40,824.00
1.1.2.6	Misceláneos		84	\$244.50	\$20,538.00
1.1.3	Sistema de radios y antenas de 0.9 m	Enlace	69	\$10,707.54	\$738,820.57
1.1.3.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		69	\$3,732.83	\$257,565.03
1.1.3.2	02 Antenas RFS SB3-W15C (TR) (ND 0.3m, 3.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 41.5 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.1 deg, Pol V, H, Perf. UH		69	\$734.19	\$50,658.97
1.1.3.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		69	\$160.46	\$11,071.74
1.1.3.4	02 Instalación y 02 Configuración		69	\$5,349.57	\$369,120.33
1.1.3.5	Soportes para antenas		69	\$486.00	\$33,534.00
1.1.3.6	Misceláneos		69	\$244.50	\$16,870.50
1.1.2	Sistema de radios y antenas de 1.2 m	Enlace	24	\$9,095.63	\$218,295.06
1.1.2.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		24	\$3,732.83	\$89,587.84
1.1.2.2	02 Antenas RFS SB4-W15C (TR) (ND 1.2m, 4.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 35.7 dBi at 15.52GHz, HPBW 2.6 deg, Pol V, H, Perf. UH		24	\$1,289.37	\$30,944.78
1.1.2.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		24	\$160.46	\$3,851.04
1.1.2.4	02 Instalación y 02 Configuración		24	\$3,182.48	\$76,379.40
1.1.2.5	Soportes para antenas		24	\$486.00	\$11,664.00
1.1.2.6	Misceláneos		24	\$244.50	\$5,868.00
1.1.3	Sistema de radios y antenas de 1.8 m	Enlace	25	\$11,135.47	\$278,386.84
1.1.3.1	02 Idus (MSS1, 15GHz, 1+0, 40Mb, MOD ADAPT, 1 Interface 10/100/1000BaseT eléctrica o 1000BaseT, Licencia de Software de gestión local) y 02 Odus (MPT-MC).		25	\$3,732.83	\$93,320.66
1.1.3.2	02 Antenas RFS SB6-W15C (TR) (ND 1.8m, 6.0 ft., 14.925 - 16.125 GHz, Gain 38.8 dBi at 15.52GHz, HPBW 1.8 deg, Pol V, H, Perf. UH		25	\$2,719.98	\$67,999.43
1.1.3.3	Cable IDU ODU, conectores, KPT, elementos de fijación		25	\$160.46	\$4,011.50
1.1.3.4	02 Instalación y 02 Configuración		25	\$3,791.71	\$94,792.75
1.1.3.5	Soportes para antenas		25	\$486.00	\$12,150.00
1.1.3.6	Misceláneos		25	\$244.50	\$6,112.50
1.1.4	Shelter Desarmable Outdoor de 1040x1040x2410mm, para Nodos de Acceso	Unidad	232	\$1,850.80	\$429,385.60

1.2	Equipamiento de Switching RF	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,043,465
1.2.1	Switchs para los nodos de acceso, instalación, configuración y capacitación.	Unidad	232	\$2,000.00	\$464,000.00
1.2.2	Access Points Outdoor Ant. Omnidireccional, AC400 WiFi AP OD Omni antena WW (inc license)	Unidad	232	\$1,745.39	\$404,930.48
1.2.3	Planificación de Redes Wifi	Unidad	232	\$3,424.37	\$794,453.84
1.2.4	Implementación de Red Wifi	Unidad	232	\$1,099.62	\$255,111.84
1.2.5	Integración de los sistemas	Unidad	232	\$538.66	\$124,969.12
2	Equipamiento pasivo y obras civiles, energía, otros				\$9,358,571
2.1	Equipamiento pasivo y obras civiles de la Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$7,583,465
2.1.1	Mástil de 15m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	11	\$3,029.99	\$33,329.89
2.1.2	Torre Ventada de 21m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	9	\$11,550.00	\$103,950.00
2.1.3	Torre Ventada de 30m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	65	\$16,500.00	\$1,072,500.00
2.1.4	Torre Ventada de 36m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	47	\$19,800.00	\$930,600.00
2.1.5	Torre Ventada de 42m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	41	\$23,100.00	\$947,100.00
2.1.6	Torre Ventada de 45m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	6	\$24,750.00	\$148,500.00
2.1.7	Torre Ventada de 48m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	26	\$26,400.00	\$686,400.00
2.1.8	Torre Ventada de 54m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	15	\$29,514.60	\$442,719.00
2.1.9	Torre Ventada de 60m (incluye sistema protección) e Instalación	Unidad	12	\$32,629.20	\$391,550.40
2.1.10	Gabinete outdoor de 1000x650x500mm, para nodos de acceso	Unidad	232	\$441.55	\$102,439.60
2.1.11	Costo de Terreno: 24.6 m2	Global	232	\$1,722.00	\$399,504.00
2.1.12	Gastos notariales y registrales	Unidad	232	\$200.00	\$46,400.00
2.1.13	Materiales de Construcción en área de 3x3m2 + Cerco Perimétrico (laminas metálicas acanaladas)	Global	232	\$9,821.00	\$2,278,472.00
2.2	Sistema de energía y protección para Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$968,832
2.2.1	Sistema de energía fotovoltaica, para Nodos de Acceso con autonomía de 4 días	Unidad	232	\$4,176.00	\$968,832.00
2.2.1.1	06 Paneles Solares			\$1,140.00	
2.2.1.2	02 Bancos de Baterías (06 baterías)			\$1,790.00	
2.2.1.3	Inversor			\$226.00	
2.2.1.4	Tablero Eléctrico			\$510.00	
2.2.1.5	Modulo Solar Controlador			\$290.00	
2.2.1.6	Caja Pac con Arrestor			\$220.00	
2.3	Sistemas contra incendios	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$445,440
2.3.1	Central de alarma inteligente	Unidad	232	\$800.00	\$185,600.00
2.3.2	Detector de humo	Unidad	232	\$25.00	\$5,800.00
2.3.3	Extintor	Unidad	232	\$45.00	\$10,440.00
2.3.4	Materiales diversos (Conectores, cables, canaletas, etc.)	Unidad	232	\$150.00	\$34,800.00
2.3.5	Costo de instalación, programación del sistema, transporte	Unidad	232	\$900.00	\$208,800.00
2.4	Estudios de Ingeniería	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$360,834
2.4.1	Estudios TSS	Unidad	232	\$532.80	\$123,609.60
2.4.2	Estudios de Línea de Vista (LOS)	Unidad	232	\$840.00	\$194,880.00
2.4.3	Ingeniería y cálculo de enlace	Unidad	232	\$182.52	\$42,344.64
3	RED LOCAL				\$3,764,960.08
3.1	Sistema de radios y antenas para las instituciones	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,441,400
3.1.1	Equipo receptor CPE		319	\$400.00	\$127,600.00
3.1.2	Access Point outdoor (Se conecta al Switch del Local Escolar)	Unidad	271	\$600.00	\$162,600.00
3.1.3	Computadoras personales		1439	\$800.00	\$1,151,200.00
3.2	Equipamiento de Switching RF	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$63,800.00
3.2.1	Modem/Switchs WIFI para las instituciones, instalación, configuración y capacitación.	Unidad	319	\$200.00	\$63,800.00
3.3	Equipamiento pasivo y obras civiles de la Red de Acceso	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$647,566.81
3.3.1	Mástil de 12m para Instituciones	Unidad	319	\$1,395.16	\$445,056.04
3.3.2	Anclaje para mástil con 3 canastillas	Unidad	319	\$28.47	\$9,081.93
3.3.3	SopORTE para panel solar	Unidad	319	\$606.36	\$193,428.84

3.4	Sistema de energía y protección para instituciones	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$1,612,193
3.4.1	Kit de energía solar (Paneles Solares + Baterías + Inversor, etc.) - Para el Aula (Incluye instalación)	Unidad	280	\$5,121.05	\$1,517,894.00
3.4.1.1	Panel BYD Poli cristalino 260W	Unidad	280	\$1,101.70	\$308,476.00
3.4.1.2	Batería Ritar RA12-200 Libre Mantenimiento 12V200Ah 200*522*240 60Kg	Unidad	280	\$2,791.52	\$781,625.60
3.4.1.3	Inversor Onda Pura 24V 500W 230V/50Hz Phoenix 12/500 Victron	Unidad	280	\$178.81	\$50,066.80
3.4.1.4	Blue Solar MPPT 100/50 (12/24v-50A)	Unidad	280	\$299.02	\$83,725.60
3.4.1.5	Estructura para paneles solares	Unidad	280	\$400.00	\$112,000.00
3.4.1.6	Servicio de instalación	Unidad	280	\$350.00	\$98,000.00
3.4.1.7	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	280	\$200.00	\$56,000.00
3.4.1.8	Gabinetes de protección	Unidad	280	\$100.00	\$28,000.00
3.4.2	Kit de energía solar (Paneles Solares + Baterías + Inversor, etc.) - Para el EESS y comisarias (Incluye instalación)	Unidad	39	\$2,222.93	\$94,299.27
3.4.2.1	Panel YINGLI poli cristalino 36 Celdas 150 W Clase A.	Unidad	39	\$416.94	\$16,260.66
3.4.2.2	Batería Ritar RA12-150 Libre Mantenimiento 12V150Ah 483*170*240 44.5Kg	Unidad	39	\$1,052.56	\$41,049.84
3.4.2.3	Inversor Onda Pura 12V 250W 230V/50Hz Phoenix Victron (Holandés)	Unidad	39	\$120.34	\$4,693.26
3.4.2.4	Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-20A	Unidad	39	\$43.09	\$1,680.51
3.4.2.5	Estructura para paneles solares	Unidad	39	\$240.00	\$9,360.00
3.4.2.6	Servicio de instalación	Unidad	39	\$350.00	\$13,650.00
3.4.2.7	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	39	\$150.00	\$5,850.00
3.4.2.8	Gabinetes de protección	Unidad	39	\$45.00	\$1,755.00
4	Sistema de energía para cargadores de Tablet, celulares	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$518,221
4.1	Panel SOLAR WORLD Monocristalino 80W (Aleman)	Unidad	274	\$107.16	\$29,363.11
4.2	Batería Multifuncional 12V / 36 Ah doble USB / 12V output	Unidad	274	\$438.41	\$120,125.61
4.3	Controlador Victron Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-10A	Unidad	274	\$58.00	\$15,892.00
4.4	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	274	\$198.00	\$54,252.00
4.5	Poste de hierro galvanizado 3mt./ Ø3" /3mm con gabinete central para batería	Unidad	274	\$381.20	\$104,449.13
4.6	Obra Civil	Unidad	274	\$251.52	\$68,917.68
4.7	Servicio de instalación	Unidad	274	\$365.55	\$100,160.37
4.8	Servicio de Transporte a Zona Rural en Selva	Unidad	274	\$91.46	\$25,060.98
5	Equipos de trabajo para Población Estudiantil	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$2,251,594
5.1	Tablet y software	Unidad	2610	\$288.77	\$753,679.47
5.2	Aulas prefabricadas de cómputo y mobiliario	Unidad	274	\$4,955.89	\$1,357,914.56
5.3	Televisor 55" FHD	Unidad	280	\$500.00	\$140,000.00
6	Sistema de energía para CPE	UNIDAD	CANTIDAD	CU	\$345,589
6.1	Panel YINGLI Poli cristalino. 36 Celdas 100 W Clase A	Unidad	319	\$91.53	\$29,198.07
6.2	Batería Ritar RA12-100 Libre Mantenimiento 12V100Ah 328*172*222 30 Kg	Unidad	319	\$308.90	\$98,539.10
6.3	Inversor Onda Pura 12V 250W 230V/50Hz Phoenix Victron (Holandés)	Unidad	319	\$120.34	\$38,388.46
6.4	Blue Solar PWM-Light Charge Controller 12/24v-10A	Unidad	319	\$32.58	\$10,393.02
6.5	Estructura para paneles solares	Unidad	319	\$100.00	\$31,900.00
6.6	Accesorios (Cables, terminales y conectores)	Unidad	319	\$80.00	\$25,520.00
6.7	Servicio de instalación	Unidad	319	\$350.00	\$111,650.00
SUB - TOTAL RED DE ACCESO					\$21,066,843
Contingencia general de la Red de Acceso					\$632,005
TOTAL RED DE ACCESO					\$21,698,849
GRAN TOTAL RED DE ACCESO (RED DE BACHAUL Y ACCESO)					\$50,576,800
18% IGV					\$9,103,823.93
TOTAL RED DE BACKHAUL Y ACCESO CON IGV					\$59,680,624
TOTAL RED DE TRANSPORTE (FO) Y RED DE ACCESO (I) (SIN IGV)					\$96,880,315
IGV					\$17,438,456.74
GRAN TOTAL RED DE TRANSPORTE Y ACCESO					\$114,318,771.98

Elaboración: FITEL (2018).