

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TESIS

**“RED DE ACCESO A LA RED DORSAL NACIONAL
DE FIBRA ÓPTICA (RDNFO) EN UNO DE LOS
DISTRITOS MÁS POBRES DEL PERÚ, OXAMARCA –
2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

Bach. ESPINO CARRASCO CARLOS

ASESOR:

Dr. KOO LABRÍN CARLOS JESÚS

CAJAMARCA-PERÚ 2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Carlos Jesús Koo Labrín quién con sus conocimientos me apoyó decididamente en la culminación de esta tesis.

Agradezco a los docentes de la facultad de ingeniería, quienes me impartieron sus experiencias y/o conocimientos, en el transcurso de mi formación profesional

Agradezco a todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en el desarrollo de mi tesis

Agradezco a mi familia y a mis hijas por darme fortalezas para conseguir mi objetivo de lograr realizar mi tesis

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi familia por haberme apoyado en estos largos trajines de mi labor trabajo-educativa sin desmayar en el paso del tiempo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN	xii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	20
2.1.1 A nivel internacional	20
2.1.2 A nivel nacional	22
2.1.3 A nivel local	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.2.1 Definición de fibra óptica.....	25
2.2.2 Transmisión por fibra óptica.....	25
2.2.3 Tipos de fibra óptica	25
2.2.4 Ventajas y desventajas de la fibra óptica:	26
2.2.5 Conectores y empalmes:.....	28
2.2.6 Definición de internet.....	29
2.2.7 Funcionamiento de internet:	29
2.2.8 Servicio de internet:.....	30
2.2.9 Ventajas y desventajas del internet:.....	30
2.2.10Estructura de internet:	31
2.2.11Red de fibra óptica.....	32
2.2.12Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO)	32
2.2.13Red de transportes	34
2.2.14Red de última milla de acceso	35
2.2.15Banda ancha.....	35
2.2.16Brecha digital	35
2.2.17Nodo de red	36
2.2.18Data center	36
2.2.19Lugar de preferente interés social	36
2.2.20DWDM	37
2.2.21CWDM	38

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	38
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1 Procedimiento:	41
3.2 Tratamiento análisis de datos y presentación de resultados.....	42
3.2.1 Diagnóstico desde diferentes perspectivas en Oxamarca	42
3.2.2 Contexto geopolítico y demográfico.....	42
3.2.3 Contexto económico	44
3.2.4 Contexto Económico Social	46
3.2.5 Sistema Educativo	47
3.2.6 Servicios de Telecomunicaciones.....	47
3.2.7 Alcance del Proyecto Regional de Cajamarca	50
3.2.8 Diseño de ingeniería	54
3.2.9 Trazado de la red de fibra óptica y sistema de transmisión.	54
3.2.11 Recomendaciones para identificar el terreno de despliegue de la FO.....	62
3.2.12 Instalación de cable ADSS – Método de instalación.....	63
3.2.13 Red de planta externa	71
3.2.14 Procedimiento de instalación de fibra óptica	74
3.2.15 Zonas de difícil acceso tramo Sucre - Oxamarca	76
3.2.16 Elementos de ferretería	79
3.2.17 Herramientas y equipo para tendido de la fibra Óptica.....	82
3.2.18 Organización de los hilos de fibra óptica en las MUFAS	85
3.2.19 Consolidado de estructura, SE Celendín al nodo de conexión en Oxamarca.	87
3.2.20 Instalaciones.....	88
3.2.21 Nodos	89
3.2.22 Cálculo de la demanda de ancho de banda	91
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	127
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
5.1 Conclusiones.....	132
5.2 Recomendaciones.....	133
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	136
ANEXOS.	141
Anexo 1. Estructura del plan de transmisión troncal de interconexiones.....	141
Anexo 2. “LEY 4860 QUE CREA EL DISTRITO DE OXAMARCA”	142
Anexo 3. Datasheet – Fibra Óptica ADSS.....	143

Anexo 4. Repetidores por CCPP a los que cobertura - Coordenadas	145
Anexo 5. Repetidores y cobertura a CCPP – Protección 10 años.....	148
Anexo 6. Project_Oxamarca_v2_Proposal_Report	150
Anexo 7. Project_Oxamarca linea Repetidor W_Proposal_Report.....	157
Anexo 8. Panel fotográfico - Oxamarca	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Esquema funcional de fibra óptica.....	32
Figura 2:	Diagrama de la capa Core IP de la RDNFO	33
Figura 3:	Diagrama completo de la RDNFO	33
Figura 4:	Red de transporte.....	34
Figura 5:	Red de última milla de acceso.....	35
Figura 6:	Nodo de red.....	36
Figura 7:	DWDM.....	37
Figura 8:	CWDM.....	38
Figura 9:	Mapa de ubicación de la provincia de Celendín.	40
Figura 10:	Mapa de ubicación del distrito de Oxamarca.....	40
Figura 11:	Distancia y tiempo vía terrestre desde Cajamarca a Oxamarca	43
Figura 12:	Distancia y tiempo vía terrestre desde Trujillo a Oxamarca	44
Figura 13:	Cascada La Novia	46
Figura 14:	Mapa de cobertura (los puntos rojos es el operador Claro).....	47
Figura 15:	Mapa de Oxamarca, solo cuenta con 2 BTS de claro	49
Figura 16:	Brecha de inversión en infraestructura de telecomunicaciones.....	50
Figura 17:	Distribución y alcance de la RDNFO	51
Figura 18:	Diseño del proyecto regional (PR) para Cajamarca – Oxamarca	52
Figura 19:	RDNFO y Proyecto Regional Cajamarca.....	53
Figura 20:	Esquema de red de transporte utilizando infraestructura eléctrica	54
Figura 21:	Esquema de la red de acceso inalámbrica.....	55
Figura 22:	Plan de transmisión al 2032.	56
Figura 23:	Ciudad de Oxamarca y trocha a Celendín.....	57
Figura 24:	Ruta de nodo Celendín del Proyecto Regional - RDNFO a Oxamarca	57
Figura 25:	Despliegue de las torres de alta tensión entre Celendín y Oxamarca	58
Figura 26:	Torre MT Villa Cantange.....	59
Figura 27:	Torre MT Trancapampa.....	59
Figura 28:	Torre MT Pajonal.....	60
Figura 29:	Estación Chiquinda.....	60
Figura 30:	Derivación estación Chiquinda, en la parte posterior de la MDO	61
Figura 31:	Recorrido de la FO, siguiendo las torres de alta tensión.	62
Figura 32:	Método del carrete móvil, tramo Celendín – José Gálvez – Sucre.	63
Figura 33:	Tramo Celendín – José Gálvez - Sucre, FO método de carrete móvil	64
Figura 34:	Líneas eléctricas en carretera entre Celendín y José Gálvez.....	64

Figura 35:	Líneas de MT desde Celendín hasta José Gálvez	65
Figura 36:	Líneas de alta tensión desde Celendín hasta José Gálvez	65
Figura 37:	Ruta de José Gálvez a Sucre.	65
Figura 38:	Ruta de Sucre hacia el desvío a Oxamarca.	66
Figura 39:	Tramo Sucre – Oxamarca, FO método carrete estacionario.	67
Figura 40:	Vía de acceso desde Sucre a la parte alta de Oxamarca.	67
Figura 41:	Método de carrete estacionario	68
Figura 42:	Empotramiento de poste.....	69
Figura 43:	Izaje de poste	70
Figura 44:	Poste de hormigón 12m altura.....	71
Figura 45:	Fibra óptica con mensajero tipo ADSS G.652.	72
Figura 46:	Método de carrete móvil, para el tramo Celendín - Sucre	74
Figura 47:	Otra vista del método de carrete móvil	75
Figura 48:	Cuerda de tensión a través de brida para anclar la FO de inicio.....	75
Figura 49:	Instalación de polea de inicio para pasar la fibra óptica.	76
Figura 50:	Polea guía para pasar la fibra óptica.	76
Figura 51:	Traslado bobina, método carrete estacionario, Sucre - Oxamarca.....	77
Figura 52:	Delimitación de bobina	77
Figura 53:	Cuadrilla de trabajadores haciendo el diseño de 8.....	78
Figura 54:	Traslado del cable de Fibra Óptica, método carrete estacionario.....	78
Figura 55:	Flechado de la fibra óptica.....	79
Figura 56:	Instalación de crucetas.....	80
Figura 57:	Preformado.....	80
Figura 58:	Tensado del cable de fibra óptica.....	80
Figura 59:	Herraje de retención (preformado), para vanos de 200 – 400 m.	81
Figura 60:	Herramienta para colocar la cinta band-it alrededor del poste.	81
Figura 61:	Herrajes de suspensión anclado al poste.	81
Figura 62:	Anclaje de herraje de paso al poste.	82
Figura 63:	Brazo de extensión, aleja el herraje de suspensión del poste.	82
Figura 64:	MUFA con el domo y el O-ring hermético.....	84
Figura 65:	MUFA con acometida de la FO por puertos y empalme en bandeja	84
Figura 66:	Disposición de MUFA en poste	84
Figura 67:	Código de colores según TIA/EIA-598-B para FO de 48 hilos.....	85
Figura 68:	Etiqueta externa de Empalme tipo 1.....	86
Figura 69:	Etiqueta externa de cable tipo 2	86

Figura 70:	Caseríos y CCPP del distrito de Oxamarca.....	91
Figura 71:	Ubicación de Oxamarca capital	92
Figura 72:	Repetidores que permiten tener LOS con 64 CCPP de Oxamarca	93
Figura 73:	Enlace Oxamarca – Repetidor N	93
Figura 74:	Enlace Oxamarca – Repetidor S	93
Figura 75:	Enlace Oxamarca – Repetidor NW.....	94
Figura 76:	Enlace Oxamarca – Repetidor W	94
Figura 77:	Enlace Oxamarca – Repetidor SE	94
Figura 78:	Enlace Oxamarca – Repetidor E	94
Figura 79:	Torres de Succhapampa y Shacat	95
Figura 80:	Perfil de elevación de Repetidor N2 a Succhapampa (cerro)	95
Figura 81:	Perfil de elevación de Repetidor E a Shacat (cerro).....	95
Figura 82:	Repetidor SW3 que cobertura Porvenir 2 De Mayo.....	96
Figura 83:	Perfil de elevación de Repetidor SW3 a Porvenir 2 de Mayo	96
Figura 84:	Distribución de los CCPP y repetidores.....	99
Figura 85:	Repetidores N, NW, W, S, SE y E	102
Figura 86:	Antena sectorial, cobertura a Corralpampa, Colpilla y Paycapampa..	103
Figura 87:	Perfil Oxamarca - Corralpampa	104
Figura 88:	Perfil Oxamarca – La Colpilla	104
Figura 89:	Perfil Oxamarca – Paycapampa	105
Figura 90:	Mapa de red	105
Figura 91:	Perfil Oxamarca – Cantagallo.....	106
Figura 92:	Perfil Oxamarca – Colpapucho.....	106
Figura 93:	Perfil Oxamarca – Condorilla.....	107
Figura 94:	Perfil Oxamarca – La Colpa.....	107
Figura 95:	Perfil Oxamarca – Paltarume.....	108
Figura 96:	Perfil Oxamarca – La Laguna	108
Figura 97:	Cobertura a CCPP con 2 antenas sectoriales, una antena directiva ..	109
Figura 98:	Cobertura de repetidores hacia el Oeste y Suroeste.....	110
Figura 99:	Enlace Ptp Oxamarca – RW.....	111
Figura 100:	Enlace Ptp RW – RSW	111
Figura 101:	Enlace Ptp RSW – RSW2.....	112
Figura 102:	Enlace PMtp RSW2 – Nueva Unión	112
Figura 103:	Enlace PMtp RSW2 – Nuevo Progreso Talambo	113
Figura 104:	Enlace Ptp RSW2 – Velo De La Novia	113

Figura 105: Enlace Ptp RSW – RSW3.....	114
Figura 106: Enlace Ptp RSW3 – Yerbabuena	114
Figura 107: Enlace PMtp RSW3 – Alizo	115
Figura 108: Enlace PMtp RSW3 – Cocan.....	115
Figura 109: Enlace PMtp RSW3 – Porvenir 2 De Mayo	116
Figura 110: Enlace Ptp RW – RSW4.....	116
Figura 111: Enlace PMtp RSW4 – La Cárcel.....	117
Figura 112: Enlace PMtp RSW4 – San Isidro.....	117
Figura 113: Enlace PMtp RSW4 – La Quinoa	118
Figura 114: Enlace PMtp RSW4 – San Agustín	118
Figura 115: Enlace PMtp RSW4 – San Juan De Piobamba	119
Figura 116: Enlace PMtp RSW4 – Piobamba.....	119
Figura 117: Enlace PMtp RSW4 – Pozo Verde	120
Figura 118: Enlace Ptp RSW4 – RCamandelas	120
Figura 119: Enlace PMtp RCamandelas – Shillac	121
Figura 120: Enlace PMtp RCamandelas – La Tinaja.....	121
Figura 121: Enlace Ptp Oxamarca – CCPP Camandelas.....	122
Figura 122: Enlace Ptp RSW4 – R Minas.....	122
Figura 123: Enlace Ptp R Minas - Minas	123
Figura 124: Enlace Ptp RW – Dungol.....	123
Figura 125: Enlace Ptp RW – Pajonal	124
Figura 126: Enlace Ptp RW – Yanahuma	124
Figura 127: Enlace Ptp RSW – RSW5.....	125
Figura 128: Enlace Ptp RSW5 – Coshaymullo	125
Figura 129: Enlace Ptp RSW – R Talambo Bajo	126
Figura 130: Enlace Ptp R Talambo Bajo – Talambo Bajo.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Resumen de tipo de nodos.....	34
Tabla 2:	Cobertura del servicio móvil en Oxamarca.....	48
Tabla 3:	Cálculo de cantidad de torres MT tramo Celendín - Sucre.....	63
Tabla 4:	Cantidad de torres MT tramo Sucre – Oxamarca.....	68
Tabla 5:	Especificaciones ópticas	72
Tabla 6:	Fibra y accesorio para planta externa	87
Tabla 7:	Velocidades de transmisión recomendadas por FCC.....	100
Tabla 8:	Población actual y población proyectada a 10 años por repetidor.....	102
Tabla 9:	Repetidores y CCPP, en Oeste, Suroeste, proyección a 10 años.....	109

RESUMEN

El presente proyecto de investigación ha tenido como objetivo principal hacer llegar el internet hasta Oxamarca, Distrito de Celendín, junto con sus 61 localidades entre centros poblados rurales. Dado que se ha considerado a Oxamarca como uno de los 3 distritos más pobres del Perú y con un alto índice de analfabetismo y retraso escolar, así el internet beneficia a muchas familias, e instituciones del estado; además de estar interconectados con los demás caseríos, centros turísticos y aldeaños, reduciendo así esa brecha digital que los separa.

Para tal fin se ha usado la metodología de la Building Industry Consulting Service International que consiste en un manual de gestión de procedimientos de telecomunicaciones de diseño, implementación, instalación de sistemas de transporte de información. El propósito de esta investigación es el diseño de acceso a Internet articulado a la red dorsal nacional de fibra óptica que permite utilizar sus beneficios de contenido y servicios, coadyuvando con una solución oportuna, posteriormente el diseño de las fases ordenadas tales como: Consideraciones de una red de transporte, trazado de la red de fibra óptica y sistema de transmisión a utilizar, interconexión a través de radioenlaces permita focalizar políticas públicas para generar un impacto positivo, en sus ingresos económicos las dirigidas a la reducción de la pobreza y la desigualdad. De esta manera la investigación tuvo como resultados, el cálculo de la banda ancha del distrito de Oxamarca con el diseño de enlaces punto a punto y punto multipunto, realizando la simulación con el Link Planner se mejora la zona Fresnel y la línea de vista por lo que permite una transferencia de tasa máxima de datos porque se obtiene que la demanda de ancho de banda en el distrito de Oxamarca es de 105.79 Gbps.

PALABRAS CLAVE:

Fibra Óptica, Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, Torre de mediana tensión, Estaciones Base de Telecomunicaciones, Manual de Administración de Proyectos de Telecomunicaciones.

ABSTRACT

The main objective of this research project has been to bring the internet to Oxamarca, Celendín District, together with its 61 localities between rural populated centers. Given that Oxamarca has been considered one of the 3 poorest districts in Peru and with a high rate of illiteracy and school delay, thus the Internet benefits many families and state institutions; in addition to being interconnected with the other hamlets, tourist centers and surrounding areas, thus reducing the digital gap that separates them.

For this purpose, the methodology of the Building Industry Consulting Service International has been used, which consists of a management manual for telecommunications procedures for the design, implementation, and installation of information transport systems. The purpose of this research is the design of Internet access articulated to the national fiber optic backbone network that allows the use of its benefits of content and services, helping with a timely solution, subsequently the design of the ordered phases such as: Considerations of a transport network, layout of the fiber optic network and transmission system to be used, interconnection through radio links allow focusing public policies to generate a positive impact, in their economic income, those aimed at reducing poverty and inequality. In this way, the investigation had as results, the calculation of the broadband of the Oxamarca district with the design of point-to-point and multipoint links, performing the simulation with the Link Planner, the Fresnel zone and the line of sight are improved. that allows a maximum data rate transfer, so it is obtained that the demand for bandwidth in the district of Oxamarca is 105.79 Gbps.

KEY WORDS:

Fiber Optic, National Fiber Optic Backbone Network, Medium Voltage Tower, Telecommunications Base Stations, Telecommunications Project Administration Manual.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, la fibra óptica es un canal de transmisión de datos capaz de alcanzar velocidades de bits altas, superando las tecnologías actuales utilizadas en nuestra infraestructura. Este avance ha llevado a una adopción más generalizada de la FO como el principal medio de transporte y acceso a la red de internet [1].

La noción de la "brecha digital" refleja la disparidad entre aquellos que pueden disfrutar de las ventajas de la era digital y aquellos que se quedan rezagados. La falta de conectividad no solo constituye una limitación tecnológica, sino un obstáculo que afecta el acceso a servicios como atención médica, educación, servicios sociales, empleo y participación en las economías globales y locales. En el 2015, Barak Obama subrayó que "la banda ancha ya no es un lujo, sino una necesidad", y en 2016 se estableció oficialmente el internet como un derecho humano [2].

La situación en Alemania se ve marcada por desafíos geográficos y falta de inversión a lo largo de los años. Esta combinación de factores ha resultado en la carencia de un plan estructurado para implementar infraestructuras, lo que ha llevado al país a quedarse atrás en la adopción de redes de esta índole en el panorama europeo. La compleja topografía y las zonas intrincadas presentes en diversas partes del país han dificultado la tarea de desplegar redes de comunicación de alta velocidad. Esta realidad se refleja en la continua búsqueda por alcanzar una conectividad a internet de alta velocidad. En la actualidad, solo 1,6% de los hogares alemanes están conectados a líneas de FO [3].

Es importante señalar que EEUU, de su posición en el continente americano por abordar la desigualdad en el acceso a redes de banda ancha, no está exento de desafíos geográficos. El país cuenta con áreas de relieves complejos que plantean dificultades para el despliegue de redes de acceso a internet de banda ancha. Por ello, ha invertido 275,000 millones de dólares para implementar redes de banda ancha 5G en su territorio. Se espera que esta inversión resulte en beneficios económicos que pueda superar los 500,000 millones de dólares, con analistas proyectando la generación de 3 millones de empleos en esta tecnología [4].

En la investigación sobre la infraestructura de banda ancha en Latinoamérica, la escuela de negocios española EAE [5], indica que ésta representa el 22,5% de la conexión mundial, con la infraestructura de red de banda ancha actual es de 22 Mbit/s en comparación con 74,64 Mbit/s de conexión promedio a nivel mundial, esto demuestra que a nuestra región, le falta mucho para alcanzar el promedio mundial con respecto a la velocidad de conexión a internet.

Ecuador, se enfrenta a obstáculos en el despliegue de servicios de banda ancha, debido a su complejo relieve geográfico. Las tasas de adopción se sitúan en 53% para los servicios móviles y un 10% para los servicios fijos. Solo un 62% de la población cuenta con acceso a redes de alta velocidad, lo que coloca al país en una posición de desventaja en comparación con sus pares tanto a nivel regional como global [6].

Cuba se halla en un proceso de mejora del acceso a este servicio. Uno de sus objetivos primordiales es ampliar la conectividad de la población a internet y otros recursos en línea. No obstante, el país enfrenta limitaciones debido a su infraestructura insuficiente, lo que puede agotar los recursos de su red de datos, dado el incremento de usuarios. Este desafío se ve agravado por las condiciones geográficas y topográficas particulares de la región [7].

Actualmente en el Perú, los dos últimos años los proveedores de internet tanto como en empresas privadas de telecomunicaciones, han ido implementando a lo largo de todo nuestro país despliegues de FO, una parte por iniciativa propia y por otra parte en conjunto con el estado peruano por medio de licitaciones estatales [1]. A pesar de ello Perú se ubica en el séptimo lugar de 10 países de Sudamérica, en accesos a la banda ancha, solo por encima de Ecuador, Bolivia y Venezuela [8].

La situación predominante en muchas ciudades peruanas, situadas en las zonas rurales de la región altoandina, se caracteriza por una problemática compleja. El meollo de esta problemática radica en la complejidad del terreno y la dispersión poblacional en medio de quebradas y enclaves geográficos aislados por imponentes

cerros. Este contexto dificulta considerablemente la implementación de redes de comunicación cableadas debido a lo intrincado e inaccesible del terreno.

Este desafío se ve exacerbado por la falta de interés demostrada por las empresas de telecomunicaciones en establecer una infraestructura viable de radioenlaces. Esta alternativa puede ser una solución potencial para abordar los desafíos topográficos, pero hasta el momento ha habido una reticencia notable por parte de los operadores en comprometerse con tal infraestructura en estas áreas difíciles de alcanzar.

Este panorama se agrava aún más debido a las resoluciones contractuales que afectan el despliegue de redes en el proyecto regional de Cajamarca. La situación es preocupante ya que el contrato con el concesionario no ha sido adjudicado durante más de dos años [9]. Azteca Comunicaciones, no ha logrado los resultados esperados y a través del MTC (2021) el estado peruano, resolvió el contrato de diseño, financiamiento, despliegue, operación y mantenimiento de la RDNFO, debido a su subutilización con solo el 3.2% de su capacidad instalada. Esta demora tiene un impacto directo en la expansión de la conectividad en estas regiones, creando una barrera adicional para el acceso a servicios de comunicación y limitando el desarrollo tecnológico en estas comunidades rurales y dispersas [11].

Los niveles de altitud en la región de Cajamarca varían desde los 400 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en el Distrito de Choros en la Provincia de Cutervo, hasta alturas de hasta 3,502 m.s.n.m. en el Distrito Hualgayoc en la Provincia de Hualgayoc. El paisaje de Cajamarca presenta una topografía accidentada, atribuible a la presencia de la cordillera occidental de los Andes que atraviesa su territorio de sur a norte. [73]

Una consecuencia de esta topografía en Cajamarca, es que los hogares que tienen acceso a internet es el 7 %, otras que también contribuyen es las conexiones deficientes, y la mala administración de las concesiones y proyectos [12]. La conectividad debe alcanzar a todos los ciudadanos de todos los rincones del país y debe hacerlo con mínimos presupuestos de calidad de servicio [11].

El Fondo de Inversión en Telecomunicaciones (FITEL), el 28 de diciembre del 2015 en representación del Estado Peruano firma con Redes Andinas de Comunicaciones S.R.L. (RACSRL), el contrato de financiamiento para la Instalación de la Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de Cajamarca [14]. De los 20 distritos más pobres del Perú, en Cajamarca se encuentran 16 y existe un gran problema de conectividad entre regiones y sectores alejados de la ciudad [13]. Con 334,187 pobladores de la región Cajamarca distribuidos 113 distritos y 811 localidades sin acceso a Internet a través de la RDNFO [15].

Oxamarca, actualmente sin acceso a Internet a través de banda ancha, es uno de los 3 distritos más pobres del Perú, según el mapa de pobreza monetaria 2018 [17],[18], [19]. Debido a su ubicación en la región altoandina también tiene un terreno montañoso y accidentado, con altitudes variables y una topografía marcada por cerros, quebradas y valles, lo que imposibilita el despliegue de redes cableadas y el poco interés del desarrollo de infraestructuras de redes inalámbricas. Los costos de Claro y Movistar, los dos únicos operadores de la zona, a través del servicio móvil son bastantes altos para su economía con pobre cobertura y de muy baja calidad [20].

Oxamarca, además de su localización geográfica, enfrenta dificultades económicas y carece de perspectivas de desarrollo sólidas. La economía es incipiente y los ingresos son inferiores a S/. 344.00. Esto hace que el distrito enfrente altas tasas de analfabetismo y un considerable atraso educativo en secundaria. La gestión presupuestaria de las autoridades también plantea inquietudes, con una ejecución del presupuesto del 11.2%. Oxamarca está enclavado entre cuatro cerros, lo que limita la posibilidad de desarrollo agrícola. Los operadores de telecomunicaciones solo han establecido tres estaciones base (BTS) en todo el distrito, con accesos limitados a 2G y 2.5G (56 kbps a 115 kbps), mientras que ya se están implementando redes móviles de 5G (100 Mbps) que ofrecen telefonía y datos.

En base a lo expuesto formulamos la siguiente pregunta principal, ¿Es posible el diseño de una red de acceso a la RDNFO para el distrito de OXAMARCA? y como pregunta secundaria ¿Se puede alcanzar niveles adecuados de ancho de banda? Planteamos como hipótesis de que, es posible el diseño de una red de acceso a

Internet utilizando la RDNFO, que nos permita brindar adecuados anchos de banda a los usuarios en el distrito de Oxamarca.

La investigación radica en la disponibilidad de un diseño de acceso a Internet que se integra con la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO), aprovechando sus beneficios en términos de contenido y servicios. Este enfoque nos brinda la oportunidad de ofrecer una solución ágil, en contraposición a los procesos a veces burocráticos del estado peruano a través de PRONATEL [16]. Es crucial recordar que el anterior concesionario privado, RACSRL, incumplió su contrato [13], lo que amplifica la necesidad de encontrar una alternativa sólida.

Las fases cuidadosamente planificadas de este diseño, que abarcan desde la consideración de la red de transporte hasta el trazado de la red de fibra óptica y el sistema de transmisión a emplear, tienen el potencial de ser extrapoladas en diseños similares para otras comunidades, particularmente en Cajamarca, donde se localizan los 16 distritos más desfavorecidos del Perú [18]. Un estudio del MTC en el 2018 evaluó el impacto de la accesibilidad a Internet en los ingresos, determinando que esto asciende a S/ 390.90 mensuales en zonas rurales [21].

Se observó que el acceso a Internet fijo en el hogar ejerce un impacto mayor en contraposición a la conectividad a través de diversos dispositivos y ubicaciones, como proporcionan los operadores de telecomunicaciones. La implementación de un diseño de red de acceso a Internet en comunidades rurales tiene el potencial de encauzar políticas públicas [19], sirviendo como base para generar un impacto positivo en los ingresos económicos [21]. Esto resulta especialmente significativo en iniciativas orientadas a reducir la pobreza y la desigualdad. La incorporación de un diseño de red de acceso a Internet en los hogares, con mayor calidad en comparación con el acceso móvil [21], tiene el potencial de acelerar los proyectos de conectividad de la comunidad, facilitando una ejecución ágil y contribuyendo al desarrollo económico y social de sus residentes [22].

Este trabajo se realizó en la primera mitad del año 2022 en el distrito de Oxamarca en Celendín, realizando un estudio del área afectada con el problema de acceso al

servicio de Internet de la RDNFO, se debe hacer un diseño de red con dos componentes, el primero es la red de transporte utilizando la red eléctrica y los derechos de vía hasta el nodo más cercano de la RDNFO y el segundo tramo es la red de acceso desde los hogares. Se utiliza la búsqueda bibliográfica, datos del MTC, INEI, Osiptel, FITEI y el Google Earth para la identificación de los lugares y el recorrido de la red.

Se plantea como objetivo general el, diseñar una red de acceso a Internet para uno de los distritos más pobres del Perú, Oxamarca – Celendín y como objetivos específicos: diagnosticar desde la perspectiva geopolítica, demográfica, socioeconómica y de servicios de telecomunicaciones en el distrito de Oxamarca para conocer su contexto económico y social, elaborar el diseño de ingeniería que permita obtener el trazado de la red de fibra óptica y el sistema de transmisión a utilizar y proyectar la demanda de servicios prioritarios de telecomunicaciones y de banda ancha en el distrito de Oxamarca que permita identificar y seleccionar el equipamiento requerido.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

Como antecedentes teóricos de esta investigación presentamos investigaciones que se alinean con el presente trabajo como la reducción de la brecha digital de comunidades alejadas, la adopción de banda ancha en Latinoamérica e investigaciones específicas que desarrollen la ingeniería del proyecto, tales como:

2.1.1 A nivel internacional

Lazcano, en su investigación “Inclusión de comunidades alejadas en México a través de las telecomunicaciones digitales y servicios de banda ancha” [23], que tiene como objetivo mostrar los múltiples usos de las redes de banda ancha en el contexto de inclusión social tales como: teleeducación, telemedicina, telegobierno, entre otros, en las comunidades rurales y las recomendaciones de los organismos internacionales para inclusión de comunidades rurales. En su investigación evidencia diversos proyectos dedicados a reducir la brecha digital nacional en países con dificultades económicas y sociales parecidas a las de México.

Obtuvo como resultados, que existen diversos proyectos de redes de banda ancha que mejoran las posibilidades de los pobladores de una determinada comunidad, que brindan mayores accesos a servicios y contenidos, además existen diversas estrategias técnicas, económicas y culturales, para empoderar a las poblaciones rurales e indígenas a través de las telecomunicaciones. Estas decisiones deben basarse en el perfil de cada región y buscando minimizar costos de acceso para los usuarios. Recomienda que los programas de inclusión digital a largo plazo estén alineados a una agenda digital nacional congruente y con un comité que evalúe su desempeño para fomentar la innovación tecnológica e incentivar a los grandes proveedores de servicios de telecomunicaciones a cubrir comunidades rurales. La información brindada por esta tesis nos da un alcance sobre como las telecomunicaciones ayudan a reducir la brecha digital implementando diversas estrategias útiles para lo que se plantea en este proyecto.

Alderete, en su investigación “Adopción de banda ancha en países de América Latina: ¿importa la proximidad geográfica?” [24], tiene como objetivo analizar si la adopción

de banda ancha, fija y móvil está relacionada a la proximidad geográfica entre 18 países de Latinoamérica. Se trabajó con un panel de datos de 18 países en un periodo de 5 años (2011 - 2015) para banda ancha fija y un periodo de 3 años (2011 - 2013) para banda ancha móvil, utilizando técnicas de estimación econométrica espacial, el efecto de dependencia espacial y el impacto de la adopción de banda ancha móvil en un país, también se elaboró una matriz de ponderación espacial de contigüidad de 18 filas x 18 columnas, suponiendo que los países interactúan espacialmente con sus vecinos geográficos se emplea la distancia o proximidad geográfica entre los países como criterio para seleccionar las ponderaciones. Utiliza la prueba I de Moran, para medir la presencia de autocorrelación espacial global, y determinar si la penetración de la banda ancha móvil presenta patrones sin estimaciones distorsionadas. Obteniendo como resultado que la penetración de banda ancha de un país se ve afectada por indicadores socioeconómicos y sus límites geográficos, asociado a la demanda, ya que hay problemas relacionados con las políticas de regulación, la asequibilidad del servicio, la falta de contenido local, habilidades digitales, la oferta por las decisiones de inversores en telecomunicaciones que buscan economías de escala y diversificación. Se concluye que la dependencia es negativa tanto para la penetración de la banda ancha fija con respecto al desempleo y la innovación, como para la banda ancha móvil, con respecto a la inversión e innovación en telecomunicaciones, pero positiva a la densidad poblacional. Ante esto propone que el estado debe promover políticas que apoyen la innovación tecnológica, el despliegue del gobierno electrónico para incrementar servicios de banda ancha, creación de programas de adquisición de dispositivos y aplicaciones locales para emprendedores. Esta investigación es útil para nuestro proyecto, ya que muestra información sobre la penetración de la banda ancha fija y móvil asociada a la proximidad geográfica entre países implementando diferentes pruebas de comprobación.

Concha & Tituaña, en su investigación “Diseño de la red GPON de la empresa ATVCABLE para la provisión de Internet y televisión en la ciudad de Pujilí – Ecuador” [25], el objetivo general es igual al título, nace a partir del incremento de la demanda en requerimientos de sus clientes en cuanto a velocidad y confiabilidad de las aplicaciones, debido a que la infraestructura de red de cobre no es suficiente para brindar un óptimo servicio. Para ello inicia con el análisis situacional de red de la

empresa ATVCABLE, infraestructura existente, equipamiento y cobertura, para luego proyectar la demanda existente de los usuarios y zonas que determinen el alcance del proyecto. Seguidamente explica el diseño de la solución de red basada en GPON para lo cual utiliza la metodología TOP-DOWN, define el recorrido, los cálculos de enlace, presupuesto óptico para justificar la viabilidad de la implementación, realiza un estudio económico para verificar la rentabilidad e inversión del proyecto. Finalmente simula con el software Optsim, con pruebas de potencia para comprobar el funcionamiento óptimo de la red. Entre sus conclusiones se tiene que el uso del estándar GPON garantiza que la red diseñada permita altas tasas de tráfico a velocidades asimétricas de 2.5 Gbps para Downstream y 1,25 Gbps para upstream dentro de los 20Km, manejando 78,12Mbps de bajada y 39,06Mbps de subida por usuario, por otro lado la simulación demostró que los niveles de potencia en los enlaces de 1490nm y 1310nm en bajada y subida respectivamente se obtienen niveles de potencia optimas entre -16 y 20 dBm, para la señal de TV en 1550nm sus niveles de potencia entre -3 dBm y 1 dBm también se encuentran en los niveles óptimos. Este trabajo de investigación es importante porque la ingeniería de proyecto y la simulación tienen un desarrollo ordenado y sistemático con presupuestos ópticos y cálculos de atenuación que se tendrán en cuenta en el despliegue de la red de fibra óptica desde el nodo intermedio (entre el nodo de la RDNFO y la ciudad de Oxamarca) hacia los hogares en la ciudad.

2.1.2A nivel nacional

En el contexto nacional se presentan 2 investigaciones cuya metodología se tiene en cuenta para nuestra investigación, tenemos los siguientes:

López, en su investigación de tesis titulada “Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash)” [26], mediante un estudio descriptivo y de campo cualitativo, tiene por objetivo el diseño una red que nos permita mejorar la velocidad y la capacidad de transmisión en internet, televisión digital, telefonía y servicios multimedia que inciden en los niveles de satisfacción de los usuarios de Coishco (Ancash), su resultado fue ver que la potencia reflejada en las fibras ópticas puede ser medida para asegurar un funcionamiento estable del láser (solamente en fibras Monomodo). El umbral de recepción puede ser ensayado y comprobado, así como el BER (Bit error rate/ Tasa de error de bit), los costos de

instalación y equipos de red es de S/. 232, 896. 449. Como conclusión se pudo determinar que el uso de nuevas tecnologías tiene un ancho de banda standard necesario de 2,5 Gbps, entonces los habitantes de Coishco requieren aproximadamente este valor. Este estudio recomienda trabajar con una o más empresas de servicio (operadoras) para que sea más factible el regreso de inversión y haya mayor demanda. Es útil para tener una visión general de cómo se pueden generar estrategias para solventar los gastos de operación y mantenimiento de una red en lugares de preferente interés social.

Huamán, M. H. Y., & Sandoval, P. H., en su investigación “Propuesta de diseño de una red de transporte de fibra óptica para la mejora de la calidad y cobertura de telecomunicaciones en el distrito de Lalaquiz - Piura” [27], cuyo objetivo principal es diseñar una red de transporte de fibra óptica para mejorar la calidad y cobertura de telecomunicaciones de la localidad de Lalaquiz, utilizó como metodología las siguientes fases: definir los problemas de cobertura de las telecomunicaciones en la zona, estudiar el área y sus complicaciones para la ingeniería, trazar el recorrido en el mapa para la implementación de esta red. Presenta la ubicación exacta de los nodos y ruta de la fibra óptica, los costos de la elaboración total que ascienden a S/. 320,185.54. Concluye que su diseño es viable ya que el distrito cuenta con la red eléctrica e infraestructura adecuada, para un menor costo del proyecto, el diseño de la red de transporte de fibra óptica involucra la optimización de factores como la atenuación del enlace, los tipos de cables, tipos de fibras, equipos disponibles, conectores ópticos, empalmes. Finalmente recomienda que se deben contactar con los proveedores directos de los equipos requeridos, ya que los precios presentados son referentes a los precios que tiene una empresa operadora y que pueden variar según la cantidad requerida y la negociación, para una segunda etapa se deben instalar enlaces microondas como complemento a las redes de transporte de fibra óptica planteada. Esta investigación ha guiado al presente estudio en la manera de realizar el recorrido de la fibra óptica, así como en la medición de los parámetros necesarios en un despliegue similar.

2.1.3A nivel local

Monteza & Sandoval, en su investigación titulada: “Diseño de Red de Banda Ancha para los Centros poblados del distrito de Chota” [28], han realizado una investigación que tiene como objetivo diseñar una red de Banda Ancha Inalámbrica, sustentado en la teoría de las redes de comunicación, transmisión de señales, y Calidad de servicio para mostrar la mejora de la cobertura con calidad de servicio al acceso de las redes y servicios de telecomunicaciones en los centros poblados del Distrito de Chota-Cajamarca, ha utilizado como metodología los siguientes aspectos: diagnóstico de los servicios de telecomunicaciones presentes en la zona y el nivel de demanda de los centros poblados, identificando los equipos a utilizar mediante Radio Mobile, trazar el recorrido de la red de banda ancha desde Chota Capital a los centros poblados y el sistema de transmisión a utilizar. Para este diseño se ha obtenido como resultado, que se use el equipo PTP650 de Cambium Networks, que puede manejar un tráfico agregado de hasta 450Mbps, el diseño de esta red debe llegar a 34 localidades, para cada una de ella se ha calculado la demanda estimada de banda ancha. Se usan las frecuencias de rango 5.1GHz a 5.8GHz. Se concluye que el tipo de modulación y codificación de la red debe tener una velocidad de acceso de al menos 2 Mbit/s garantizados por usuario en los centros poblados. Esta investigación es relevante pues nos muestra como se ha diseñado una red de transporte en la región de Cajamarca y presenta el equipamiento que sirve como referencia a nuestro estudio.

Un último estudio sobre diseño de redes de banda ancha es el realizado por Calua, titulado “Red de fibra óptica para proveer servicio de Internet en Granja Porcón” [29], cuyo objetivo principal es proponer un diseño de red de fibra óptica para proveer el servicio de Internet en Granja Porcón, cuyo desarrollo se ha realizado en 4 fases: reconocimiento del lugar, análisis de las necesidades de la red, diseño de la topología y equipamiento y finalmente simulación de la red. Entre sus conclusiones importantes tenemos que mediante la instalación de una red de fibra óptica se obtiene un ancho de banda de 1057.29 Mbps para el 2019 y 1964.61 Mbps para el año 2023, según la proyección de crecimiento de la población, el recorrido de la red es de 19.84 Km con una fibra ADSS con un adicional de 11 postes en tramos de 50m, se debe atender a 181 viviendas con velocidades de 1250 Mbps y atenuación de -11.95dBm. Este trabajo es importante porque plantea la comparación de los servicios actuales con los

servicios proyectados aplicando la T de Student y finalmente con la validación mediante juicio de expertos, como el que se pretende realizar.

2.2 BASES TEÓRICAS

Presentamos las bases teóricas de esta investigación que consiste en llevar el internet a uno de los distritos más alejados del Perú que es Oxamarca, mediante el uso de enlaces de fibra óptica y radio enlace. Por este motivo son expuestos un conjunto de conceptos que constituyen un punto de vista dirigido a explicar el problema planteado.

2.2.1 Definición de fibra óptica.

Definen, la fibra óptica como una nueva tecnología de cable que se utiliza para la instalación de redes locales. Consiste en un núcleo central muy delgado de vidrio con alto índice de refracción de luz. Alrededor de este núcleo hay un revestimiento también a base de vidrio, pero con índice de refracción más bajo que protege al núcleo de contaminación y provoca el fenómeno de reflexión interna, es decir que cuando un rayo de luz (información) entra por un extremo del cable no se disipa hacia el exterior sino mediante reflexiones sucesivas dentro del núcleo se propaga hasta el otro extremo de la fibra [74].

2.2.2 Transmisión por fibra óptica.

La transmisión de información a través de la fibra óptica requiere de tres elementos esenciales: Una fuente de luz, la fibra como medio de transmisión y un detector de luz en el receptor. Para el caso de redes con fibra óptica el medio de transmisión es una fibra ultra delgada de vidrio constituida con la tecnología de la tercera generación de fibras ópticas. Esta consiste en utilizar un núcleo extremadamente delgado por el que puede transmitirse un solo rayo de luz (fibra monomodo). Esta tecnología representa una excelente solución al problema de “Dispersión” de los pulsos que se produce en fibras de primera y segunda generación [75].

2.2.3 Tipos de fibra óptica

Los siguientes tipos de fibra óptica hace referencia a tres tipos:

- **Fibra unimodal de índice escalonado:** Tiene un núcleo central con la pequeñez suficiente como para que en esencia haya una trayectoria que pueda seguir la luz para propagarse por el cable.
- **Fibra multimodal de índice escalonado:** Se parece a la configuración unimodal, pero el núcleo central es mucho mayor. Esta clase de fibra tiene una abertura grande de luz a fibra y en consecuencia permite la entrada de más luz al cable.
- **Fibra multimodal de índice graduado:** Estas fibras se caracterizan por núcleo central cuyo índice de refracción es no uniforme; es máximo en el centro y disminuye en forma gradual hacia la orilla externa. La luz se propaga por esta clase de fibras por refracción. Al propagarse un rayo de luz en dirección diagonal por el núcleo hacia el centro, pasa continuamente de una fase menos densa a una más densa [76].

2.2.4 Ventajas y desventajas de la fibra óptica:

Presenta las siguientes ventajas y desventajas de los sistemas de redes con la utilización del medio de transmisión de FO.

Ventajas:

- **Mayor capacidad de información:** los sistemas de comunicaciones con fibras ópticas tienen mayor capacidad de información que los cables metálicos, debido a los anchos de banda, inherentemente mayores con las frecuencias ópticas. Las fibras ópticas se consiguen con anchos de banda de hasta 10 GHz. Los cables metálicos tienen capacitancia e inductancia a lo largo de sus conductores, que los hacen funcionar como filtros pasa bajas y esto limita sus frecuencias de transmisión, anchos de banda y capacidad de conducción de información.
- **Inmunidad a la diafonía:** Los cables ópticos son inmunes a la diafonía entre cables vecinos, debido a la inducción magnética. Las fibras de vidrio o de plástico no son conductores de electricidad y en consecuencia, no tienen campos magnéticos asociados con ellas. En los cables metálicos la causa principal de la diafonía es la inducción magnética entre conductores ubicados físicamente cercanos entre sí.

- **Inmunidad a la interferencia por estática:** Los cables ópticos son inmunes al ruido de estática que causa la interferencia electromagnética debido a rayos, motores eléctricos, luces fluorescentes y otras fuentes de ruido eléctrico. Esta inmunidad también se debe a que las fibras ópticas no son conductores de electricidad, ya que el ruido eléctrico no afecta la energía en las frecuencias luminosas. Los cables de fibra tampoco irradian energía de RF y, en consecuencia, no pueden interferir con otros sistemas de comunicaciones.
- **Inmunidad al ambiente:** Los cables ópticos son más resistentes a los extremos en el ambiente que los cables metálicos. También los cables ópticos funcionan dentro de variaciones más amplias de temperatura y son menos afectados por líquidos y gases corrosivos.
- **Seguridad:** Los cables ópticos son más seguros y fáciles de instalar y mantener que los cables metálicos debido a que las fibras de vidrio y plástico no son conductoras, no se asocian con ellas corrientes ni voltajes eléctricos. Las fibras ópticas se pueden usar cerca de líquidos volátiles y de gases, sin preocuparse porque no pueden causar explosiones o incendios. Las fibras ópticas son menores y mucho más ligeras que los cables metálicos. En consecuencia, es más fácil trabajar con ellas y se adaptan mucho mejor a aplicaciones aéreas. También los cables de fibra requieren menos espacio de almacenamiento y son más fáciles de transportar. Es virtualmente imposible entrar a un cable de fibra sin que sepa el usuario, y los cables de fibra no se pueden detectar con buscadores de metales a menos que tengan refuerzo de acero para mantener mayor resistencia. Estas son las cualidades que hacen atractivas a las fibras ópticas para aplicaciones militares.
- **Duran más:** Aunque todavía no se ha demostrado, se anticipa que los sistemas de fibra óptica durarán más que las instalaciones metálicas. Esta hipótesis se basa en las mayores tolerancias que tienen los cables de fibra frente a cambios de condiciones ambientales y en su inmunidad a las sustancias corrosivas.

- **Economía:** El costo de los cables de fibra óptica es aproximadamente igual al de los cables metálicos. Sin embargo, los cables de fibra tienen menores pérdidas y en consecuencia requieren menos repetidoras. Esto equivale a menores costos de instalación y del sistema en general, así como mayor confiabilidad.

Desventajas:

- **Costos de interconexión:** Los sistemas de fibra óptica son virtualmente inútiles por sí mismos. Para ser prácticos se deben conectar a instalaciones eléctricas normales, lo cual requiere con frecuencia interconexiones costosas.
- **Resistencia:** Las fibras ópticas de por sí tienen una resistencia bastante menor a la tensión que los cables coaxiales. Esto se puede mejorar reduciendo la fibra con kevlar normal y una chaqueta protectora de PVC.
- **Potencia eléctrica remota:** A veces es necesario llevar energía eléctrica a un equipo remoto de interconexión o generación. Esto no se puede hacer con el cable óptico, por lo que se deben agregar más cables metálicos en el cableado.
- **No están demostrados:** Los sistemas de cable de fibra óptica son relativamente nuevos y no han tenido tiempo suficiente para demostrar su confiabilidad.
- **Herramientas, equipo y adiestramientos especializados:** Las fibras ópticas requieren herramientas especiales para empalmar y reparar cables y equipos especiales de prueba para hacer medidas rutinarias. También es difícil y costoso reparar cables de fibra, y los técnicos que trabajan con cables de fibra óptica necesitan también destrezas y adiestramientos especiales [77].

2.2.5 Conectores y empalmes:

Definen los conectores y empalmes de la siguiente manera.

- **Conectores:** Se utilizan para acoplar las fibras con el transmisor y/o con el receptor. La conexión entre fibras también es posible con el uso de los conectores a tope. Mediante el acoplamiento a tope de ambas fibras, cuyos extremos deben estar perfectamente cortados y limpios se logra disminuir la pérdida introducida por el conector aproximadamente 0.5 dB. Otro tipo de conectores es el que utiliza lentes

colimadoras. Esta técnica disminuye la posibilidad de degradación dado que, en caso de rayarse la superficie de la lente, no es tan crítico como que se produzca una rayadura en la superficie de la fibra. Con lentes colimadores las pérdidas obtenidas son del orden de 1 dB.

- **Empalmes:** Son interconexiones permanentes entre fibras ópticas. Es importante que el núcleo de fibra esté correctamente alineado con las zonas activas del emisor y del receptor. Existen dos tipos de técnicas para el empalme: Empalme por fusión: Consiste en unir fibras y calentarlas hasta que se obtiene el punto de fusión. Las pérdidas obtenidas son del orden de los 0.2dB. Empalme mecánico: Consiste en unir fibras cuyos extremos debe estar bien cortados, limpios para permitir el pasaje de luz de una fibra a otra. Las pérdidas son del orden de 0.5dB por empalme [78].

2.2.6 Definición de internet.

Define internet como una red de redes, es decir, un conjunto de redes interconectadas a escala mundial con la particularidad de cada una de ellas es independiente y autónomo [79].

Internet es una red mundial de computadoras que permite a sus usuarios, mediante una computadora o una terminal, conectarse hacia servidores localizados en instituciones educativas proveedores comerciales otras organizaciones para la obtención de información [80]. El internet hace que gran cantidad de información esté expresada en imágenes. Ahora más que nunca se requiere ver “visualmente alfabetos” para poder obtener sentido de las imágenes cada vez más complejos, así como para crear y transmitir mensajes, comunicarse, haciendo uso de estos medios. Expresiones tales como “una imagen vale más que 1000 palabras”, “si lo puede ver lo puedo aprender”, “muéstramelo y lo recordaré” [81].

2.2.7 Funcionamiento de internet:

El funcionamiento de internet se basa en tres factores que se analiza a continuación:

- **Protocolos de comunicación:** Un protocolo es un conjunto consensuado de normas que determinan como debe funcionar algo. Estos hacen posible que

distintos ordenadores repartidos por todo el mundo puedan intercambiar datos. El protocolo utilizado en internet es el TCP/IP.

- **Dirección IP:** A cada ordenador se le asigna una dirección o un nombre que se conoce como dirección IP, y que es única para cada uno de ellos. Las direcciones IP están compuestas por cuatro cifras numéricas separados por puntos, cada una de ellas puede tomar valores comprendidos entre 0 y 255.
- **Servidores:** Es necesario que exista algún ordenador que organice un poco la comunicación entre unos equipos y otros para garantizar de este modo el funcionamiento de la red. A los ordenadores que se encargan de prestar algún tipo de servicio al resto de los usuarios se conoce como servidores.

2.2.8 Servicio de internet:

El servicio de internet es un privilegio que presta un proveedor del mismo por lo tanto según un proveedor de servicios de internet, es una compañía que ofrece un acceso a internet. Su abreviatura es ISP o PSI y en ocasiones se les denomina también proveedores de acceso a internet. Estas compañías ofrecen conexión a la WORD WIDE WEB, un espacio en un servidor web para que sus clientes puedan crear su propio sitio web [82].

2.2.9 Ventajas y desventajas del internet:

Menciona las siguientes ventajas, desventajas del internet:

Ventajas:

- **Acceso inmediato a la información:** Internet es un medio rápido y económico, más que el fax o los módems para el acceso de manera inmediata a una gama muy amplia de información. Así como la carga y descarga de datos de red.
- **Análisis de productos y mercados:** Es posible encontrar en internet información acerca del producto que se desea adquirir hasta información comparativa entre productos similares que compiten. También es posible localizar estudios de mercado sobre determinada región para detectar la factibilidad de introducir algún

producto. Internet permite rastrear actividades de los competidores consultando continuamente la información que publican para sus clientes y prospectos.

- **Correo electrónico:** Representa en la actualidad la forma más productiva de comunicación con personas de todo el mundo. En cuestión de minutos la información llega a su destino.
- **Publicidad:** Mediante una página web millones de usuarios de internet tiene a su disposición la descripción de los productos y servicios deseados. Si bien es posible usar gráficos, su empleo se limita a los anchos de banda con los que los usuarios se conectan a internet.

Desventajas:

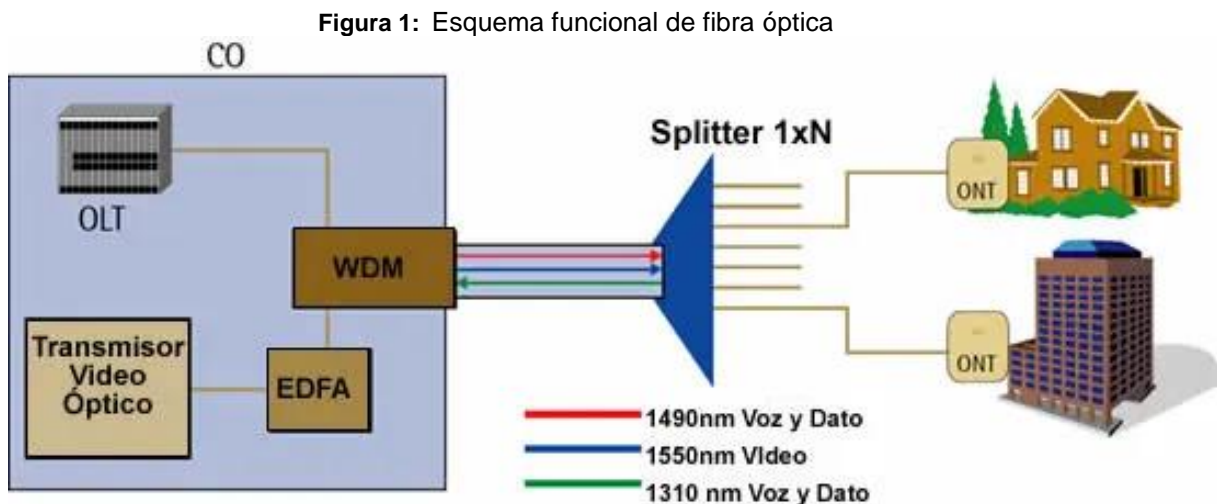
- **Inseguridad:** La presencia de hackers y la tendencia de internet a convertirse en el medio común de transmisiones comerciales, la seguridad que se requiere se vuelve un problema por resolver.
- **Información nociva:** En internet existen información pornográfica diversa en forma de imágenes voz y video. El acceso y el manejo de esta información se realizan sin restricción alguna de edad u otra índole. Esto representa un serio peligro para la integridad moral de los menores de edad que se exponen a tal información [83].

2.2.10 Estructura de internet:

Internet está conformado esencialmente, por un gran conjunto de redes de comunicación de datos que se interconectan mediante computadoras de propósito especial para resultar en una gran y única red mundial. El mérito de internet es proporcionar la solución al problema de interconexión de redes, por lo general incompatibles entre sí y al problema de dirigir a través de esta red compleja y enorme, la información desde su punto de origen hasta su destino final. Para adoptar muchos tipos de redes, internet proporciona un mecanismo para interconectar redes arbitrarias, así como el software para transferir datos a través de las conexiones [84].

2.2.11 Red de fibra óptica.

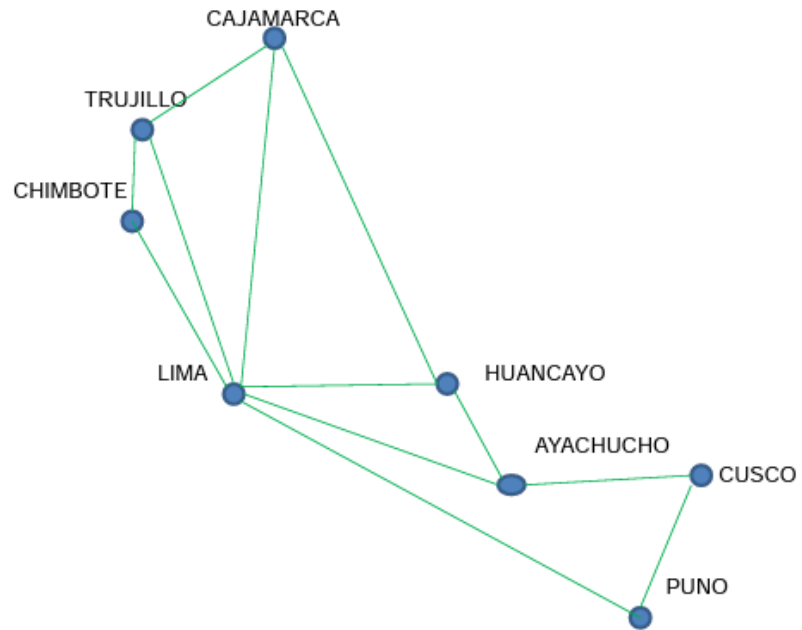
Las redes de fibra óptica son el medio por excelencia para las telecomunicaciones y comunicación digital ya que permiten el envío de grandes volúmenes de información a velocidades similares a las utilizadas en radio o cable. Son inmunes a las interferencias electromagnéticas ya que el medio de transmisión son pulsos de luz. Los cables son delgados, flexibles y ligeros, lo que permite un alto grado de satisfacción en las instalaciones [30].



2.2.12 Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO)

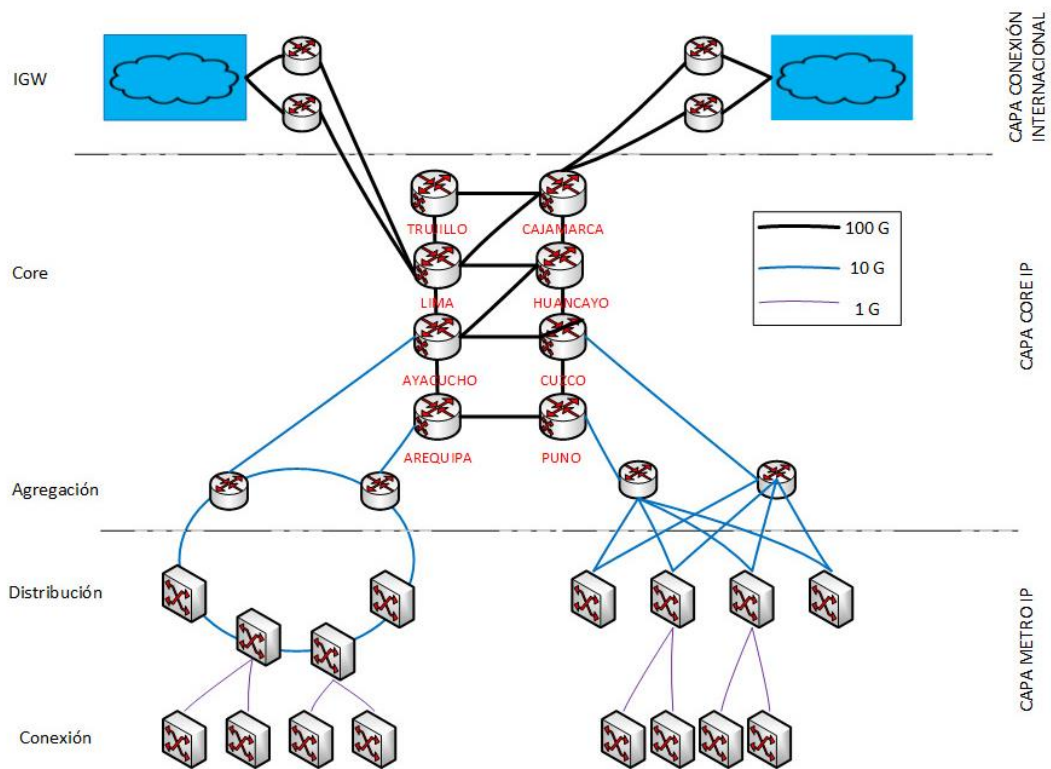
Es una red de fibra óptica con tecnología DWDM desplegada en el territorio peruano donde se proyecta la instalación, operación y mantenimiento de 13,400 km de fibra óptica para conectar a 22 capitales de región y 180 capitales de provincia del país que permitirá dar servicios de Telefonía Pública, Telefonía de Abonados y acceso a Internet a 782, 90 y 758 centros poblados respectivamente. Tiene dos componentes: el componente de transporte y el componente de acceso de señales de telecomunicaciones, el componente de transporte, consiste en el diseño, construcción y operación de la RDNFO para conectar Lima con las capitales de región y éstas con sus capitales de provincia a través del tendido de red de fibra óptica y el componente de acceso consiste en el diseño, la construcción y operación de sistemas inalámbricos y de microondas en los centros poblados cercanos a la ruta de la red de fibra óptica, y en la prestación de servicios de telefonía fija, telefonía de abonados y acceso a Internet a sus habitantes, a través de una red de enlaces de radio frecuencia [31].

Figura 2: Diagrama de la capa Core IP de la RDNFO



Fuente: Proyectos RDNFO [31]

Figura 3: Diagrama completo de la RDNFO



Fuente: Propuesta técnica RDNFO [31]

Tabla 1: Resumen de tipo de nodos

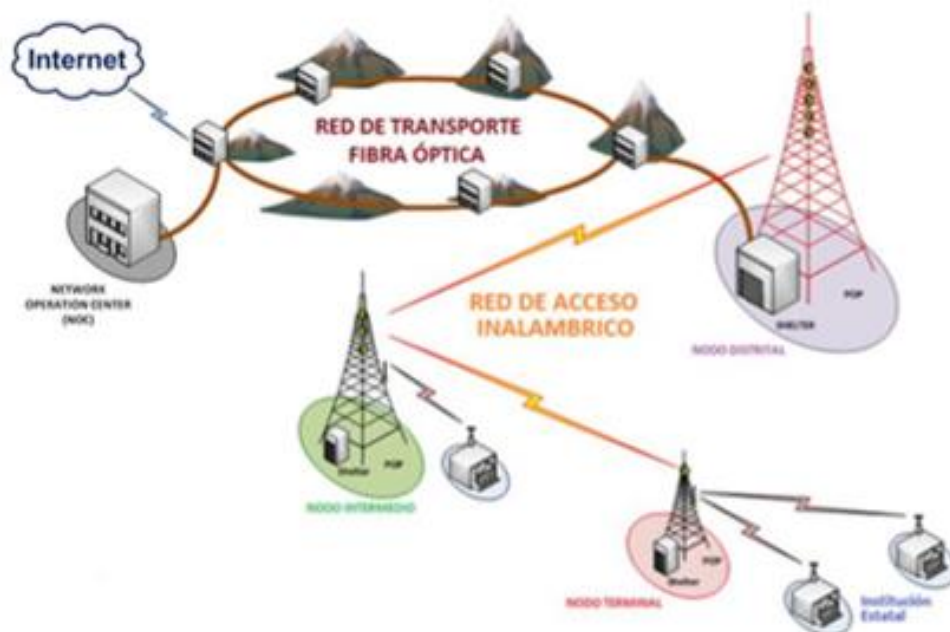
TIPO DE NODO	NÚMERO DE LOCALIDADES
AGREGACIÓN-DISTRIBUCIÓN	13
AGREGACIÓN-DISTRIBUCIÓN-INTERNACIONAL	1
CONEXIÓN	129
CONEXIÓN-REGENERACIÓN	1
CORE-AGREGACIÓN-DISTRIBUCIÓN	4
CORE-AGREGACIÓN-DISTRIBUCIÓN-INTERNACIONAL	4
DISTRIBUCIÓN	154
DISTRIBUCIÓN-CONEXIÓN	6
INTERNACIONAL	1
REGENERACIÓN	10
Total General	323

Fuente: Resumen de nodos RDNFO [31]

2.2.13 Red de transportes

Son redes que interconectan un país y permiten el transporte de grandes cantidades de información. En el Perú, el mayor componente de costos en redes de fibra óptica son las obras civiles que se requieren: ductos y postes. Las redes de transporte usualmente son subterráneas y aéreas, las cuales usan infraestructura de las empresas de transmisión de electricidad. [32]

Figura 4: Red de transporte

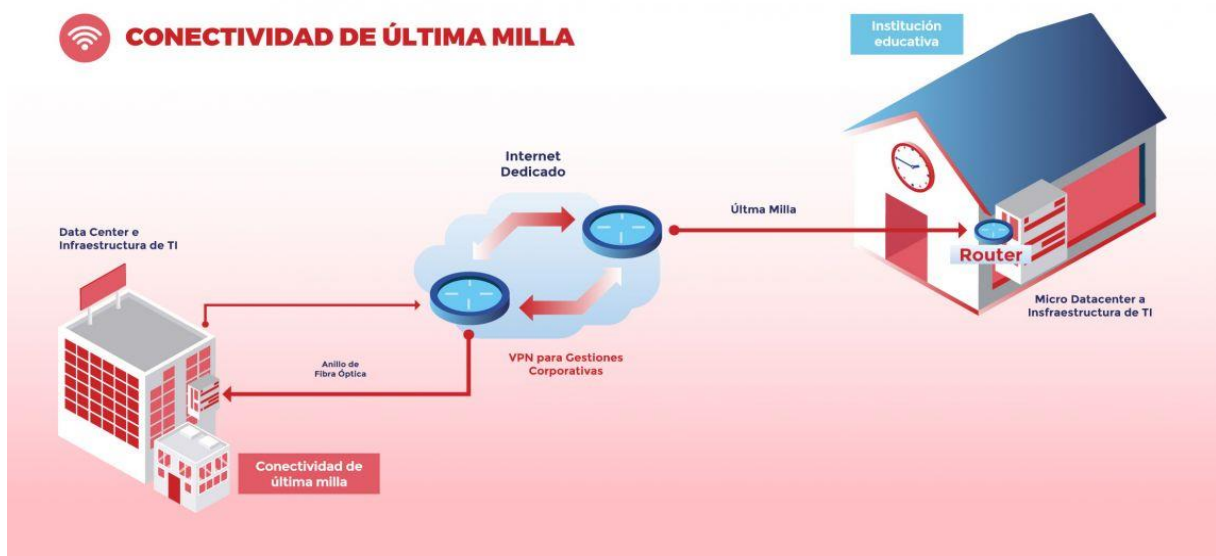


Fuente: Proyectos regionales "Gilat"

2.2.14 Red de última milla de acceso

El término red de última milla o red de acceso se comenzó a utilizar en telecomunicaciones para referirse a la conexión entre el usuario y la central que brinda acceso a la telefonía e internet. A esta conexión también se la conoce como bucle de abonado. Todas las conexiones entre los usuarios y las centrales forman la llamada red de acceso [33].

Figura 5: Red de última milla de acceso



Fuente: Ministerio de tecnologías de información y comunicación

2.2.15 Banda ancha

Es la conectividad de transmisión de datos permanente hacia Internet, que le permite al usuario estar en línea, a altas velocidades para la recepción y emisión de información multimedia, y para el acceso y uso adecuado de diversos servicios y aplicaciones de voz, datos y contenidos audiovisuales. [34]

2.2.16 Brecha digital

Se refiere a la desigualdad que existe entre individuos, hogares, negocios y áreas geográficas de diferentes niveles socioeconómicos con relación a sus oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como su uso para una extensa variedad de actividades. Existen tres principales niveles de brecha digital: Acceso, uso y adquisición de tecnologías de la información y la comunicación por individuos y organizaciones; sean públicas o privadas, que retrasan la utilización de estas tecnologías [35].

2.2.17 Nodo de red

Un nodo de red es un punto de intersección donde varios elementos convergen en el mismo lugar. Puede recibir, almacenar o enviar datos a lo largo del trayecto de red distribuidas. Cada nodo de la red, ya sea un punto final o un punto de redistribución, tiene la capacidad para reconocer, procesar y reenviar los datos a otros nodos de la red. El concepto de nodos de red apareció con el uso de redes distribuidas y conmutación de paquetes. Dependiendo de su aplicación, los nodos de red realizan una variedad de funciones [36].

Figura 6: Nodo de red



Fuente: Pana informático

2.2.18 Data center

Se denomina data center o centro de procesamiento de datos a aquella ubicación física donde se encuentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización, allí los datos son almacenados, tratados y asignados al personal o procesos autorizados para consultarlos o modificarlos, además los servidores en los que se guardan estos datos se mantienen en funcionamiento óptimo, gracias a la infraestructura tecnológica, escalable e independiente que cuenta con una ingeniería muy acorde a la tecnológica actual, [37].

2.2.19 Lugar de preferente interés social

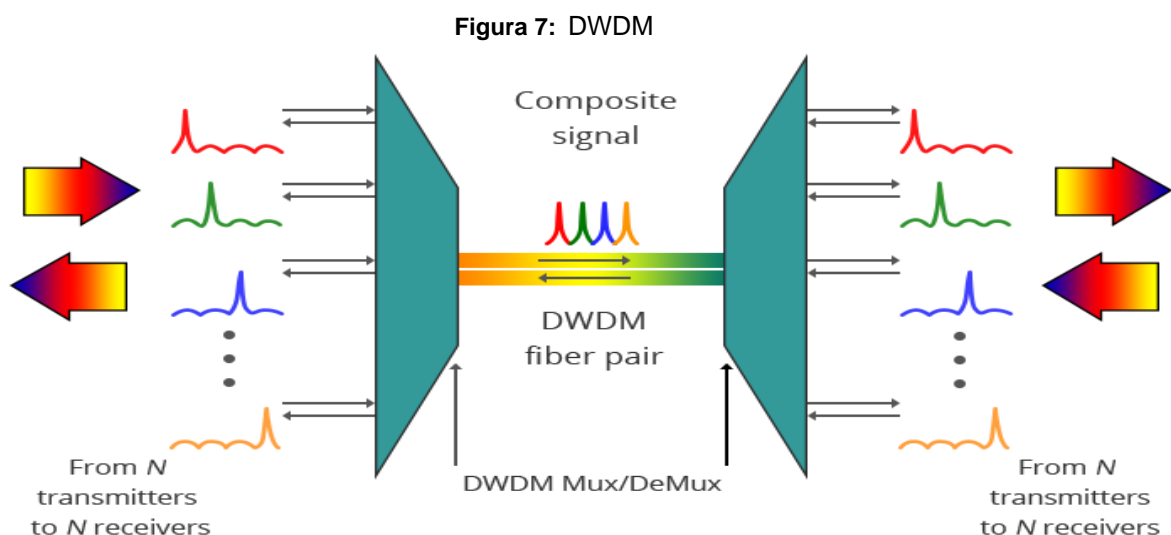
Se consideran lugares de preferente interés social a las localidades que no califican como áreas rurales y que cumplan con los siguientes criterios de manera simultánea:

- 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.
- 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 [38].

2.2.20 DWDM

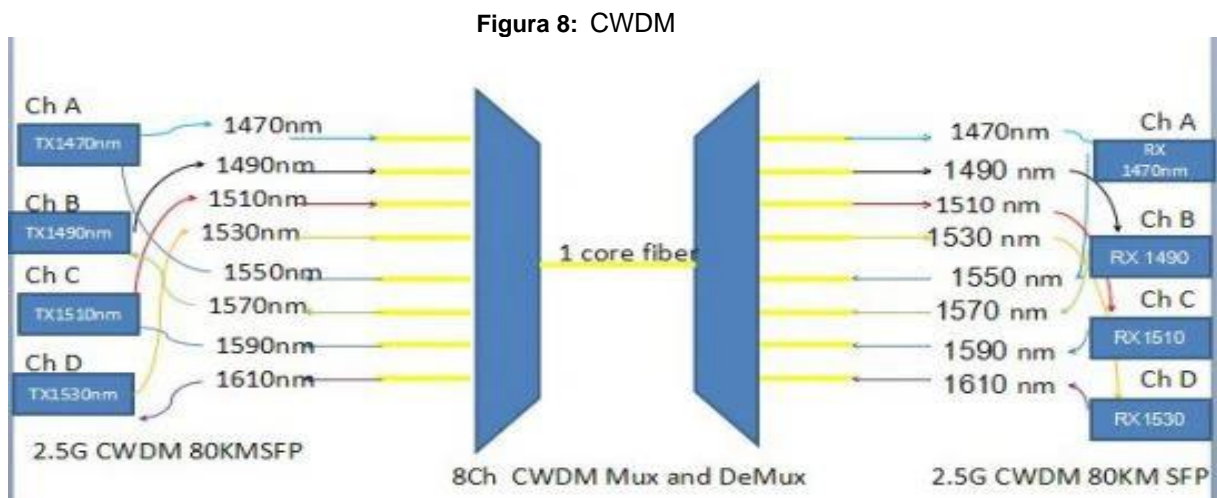
Dense Wavelength División Multiplexing(DWDM), o multiplexación por división de longitud de onda es una técnica que permite aprovechar al máximo la capacidad del canal de fibra óptica. Según Mateo, Losada, & López (2009), se establece que esta tecnología es una técnica que nos permite, a las salidas de diferente fuentes emisoras de luz en diferentes longitudes de onda, ser acopladas para poder transmitirse a través de una sola.



Fuente: Fs community

2.2.21 CWDM

La tecnología CWDM es una tecnología de multiplexación por división en longitud de onda para redes de metro y regionales. Esta tecnología está estandarizada por la normativa ITU-T G.694.2 que establece una separación de 20 nm en el rango de 1270–1610 nm. Lo anterior permite emitir hasta 18 longitudes de onda CWDM por medio de un par de fibras. Cada señal se asigna a una longitud de onda de luz diferente y de esta forma, se evita que las longitudes de onda no se vean afectadas entre sí.



Fuente: Optico communication

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Enlace punto a punto: Los enlaces punto a punto permiten interconectar dos redes remotas como si fueran una misma, mediante un canal de comunicación inalámbrica

Enlace punto multipunto: Se utilizan para comunicar varios nodos entre sí de forma inalámbrica, teniendo en común un único punto de acceso, a corta o mediana distancia

Zona Fresnel: Consiste en determinar qué zona del espacio entre emisor y receptor debe estar libre para evitar que ondas reflejadas o refractadas produzcan interferencia que cause reducción de la potencia de la señal

Línea de vista: Camino limpio sin obstrucciones de señales entre las antenas transmisoras y receptoras

Radio enlace: Sistema electrónico de comunicación inalámbrica mediante ondas de radio que permite la transferencia de información entre dos o más puntos

Equipos transmisores: Son los que producen la señal microondas de cierta potencia y frecuencia

Equipos receptores: Se encuentran apuntando a la del emisor por lo que finalmente recoge la energía de la señal y la envía a la línea de transmisión que es la que conecta con el receptor

Red: Se denomina red a aquella estructura formada por dos o más equipos y/o dispositivos intercomunicados entre si a través de medios físicos o inalámbricos

Red dorsal nacional de fibra óptica: Es el diseño, despliegue y operación de una red de fibra óptica de más de 13500 km para brindar acceso de internet de alta velocidad en todo el país

Distrito: Centro poblado o núcleo urbano en el cual se instala la sede administrativa de un gobierno local o regional

Infraestructura de soporte eléctrico: Es todo poste, ducto, conducto, cámara, torre, y derechos de vía, asociados a la prestación de servicios de transmisión y distribución de energía eléctrica

Telecomunicación: Sistema de comunicación a distancia que se realiza por medios eléctricos

Tendido de fibra óptica: Acción propia de desplegar el cable de fibra óptica entre los extremos a conectar

Torre de montaña: Es el poste de infraestructura eléctrica para la instalación de la fibra óptica ubicadas en las partes altas del cerro

Estación Base: Estación de transmisión y recepción situada en un lugar fijo, compuesta de una o más antenas

Red cableada: Usa cables para conectar dispositivos a internet u otras redes

Red inalámbrica: Permite que los dispositivos permanezcan conectados a la red, pero sin usar cables

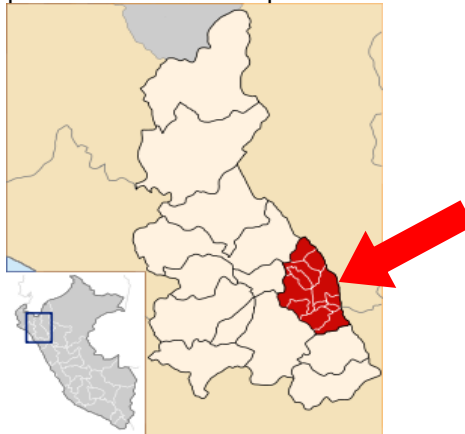
Método carrete móvil: Es el recorrido del cable de fibra óptica por el margen de la carretera a través de un remolque

Método carrete estacionario: Es el recorrido del cable de fibra óptica por la zona alejada de la carretera se puede usar en cualquier lugar ya que no requiere un derecho de paso sin obstrucciones, camino o acceso vehicular a la línea de postes

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el distrito de Oxamarca, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, en el primer semestre del año 2022. Este distrito, creado mediante Ley N° 4860 del 27 de diciembre de 1923, en el gobierno de Augusto B. Leguía. Tiene una extensión de 2641.59 kilómetros cuadrados. Oxamarca es uno de los 12 distritos de que comprende la provincia de Celendín, bajo la administración del Gobierno Regional de Cajamarca, limita al norte con los distritos de Sucre y Jorge Chávez, al este con los departamentos de Amazonas y La Libertad, al sur con la provincia de San Marcos, al oeste con la provincia de Cajamarca, se ubica en las coordenadas 7°05'53" S y 78°04'23"O, a una altitud de 2820 msnm. Es considerado distrito de pobreza extrema dentro de la provincia de Celendín.

Figura 9: Mapa de ubicación de la provincia de Celendín.



Nota. Mapa de ubicación de la provincia de Celendín, extraída de Google maps.

Figura 10: Mapa de ubicación del distrito de Oxamarca



Nota. Mapa de ubicación del distrito de Oxamarca, extraída de Google maps.

3.1 Procedimiento:

El procedimiento seguido para obtener el diseño se basa principalmente en el Project Flow chart o flujo de proyecto, del manual de administración de proyectos de telecomunicaciones (TPMM) [39], de la Building Industry Consulting Service International, Inc. (BICSI), entidad que ayuda con el desarrollo y diseño de sistemas de transporte de información (ITS) implementación / instalación de un proyecto con sus límites y restricciones con sus objetivos específicos, cronograma, seguridad, antecedentes, métodos y técnicas, estándares, evaluación del proceso, gestión de riesgos, una estructura de TIC debe poder soportar aplicaciones actuales y futuras. Se detalla a continuación de las responsabilidades de un Project manager de diseño de telecomunicaciones:

- Expresión de interés del cliente.
- Análisis de las necesidades del usuario.
- Encuestas en el sitio y reuniones con el cliente.
- Generar presentaciones preliminares de diseño.
- Responder/incorporar comentarios de clientes.
- Preparar los documentos finales de la solicitud de propuesta (Request For Proposal - RFP)

El Project Flow chart, considera otras responsabilidades que para los objetivos de este trabajo de investigación no se consideraran, sin embargo, se detallan a continuación:

- Emitir el paquete final de RFP al cliente.
- El cliente pone la RFP a disposición de los posibles postores.

Las tres primeras responsabilidades: expresión de interés del cliente, análisis de las necesidades del usuario, encuestas en el sitio y reuniones con el cliente se enmarcan dentro del primer objetivo que es diagnosticar desde la perspectiva geopolítica, demográfica, socioeconómica y de servicios de telecomunicaciones en el distrito de Oxamarca para conocer su contexto económico y social. El segundo objetivo que se plantea, el trazado de la red de fibra óptica y el sistema de transmisión a utilizar es indispensable cumplir para salvar la cuarta y quinta responsabilidad del Flow chart de la BICSI que indica: generar presentaciones preliminares de diseño y

responder/incorporar comentarios de clientes. Finalmente cumplir las responsabilidades de preparar los documentos finales de la solicitud de propuesta (Request For Proposal - RFP) la alinearemos con el tercer objetivo de la investigación, proyectar la demanda de servicios prioritarios de telecomunicaciones y de banda ancha en el distrito de Oxamarca, a través de un informe final de proyecto.

3.2 Tratamiento análisis de datos y presentación de resultados.

Para esta investigación cualitativa, los datos obtenidos de la geografía del lugar, del soporte y longitud de la fibra que interconecta Celendín, desde donde se provee la señal con Oxamarca, los perfiles de los radioenlaces entre Oxamarca y sus CCPP, el posicionamiento de las torres para las redes de acceso y repetidores, el cálculo del throughput y el equipamiento de los enlaces, se convierten en datos no estructurados y heterogéneos, son principalmente productos de la observación y ordenados en imágenes y figuras. Con la ayuda del simulador Link Planner, se proyecta los enlaces para determinar el equipamiento de las redes inalámbricas punto-multipunto y punto a punto, estos datos expresados de forma numérica se ordenan en tablas y cuadros.

3.2.1 Diagnóstico desde diferentes perspectivas en Oxamarca

Aquí se desarrolla el primer objetivo de diagnóstico desde la perspectiva geopolítica, demográfica, socioeconómica y de servicios de telecomunicaciones en el distrito de Oxamarca. Es importante tener una visión amplia de la situación actual en diferentes contextos, eso permite establecer oportunidades a través del establecimiento de servicios de telecomunicaciones de calidad que permitan mejorar el PBI [40], con servicios finales tales como: servicio fijo, servicio móvil, servicios públicos, servicios privados, servicios de difusión, así como los servicios de valor añadido donde destaca el servicio de Internet. Es preciso que el aporte del sector Telecomunicaciones es mayor que el de los servicios financieros, agricultura, ganadería, alojamiento y restaurantes, pesca, electricidad, gas y agua, entre otros [40].

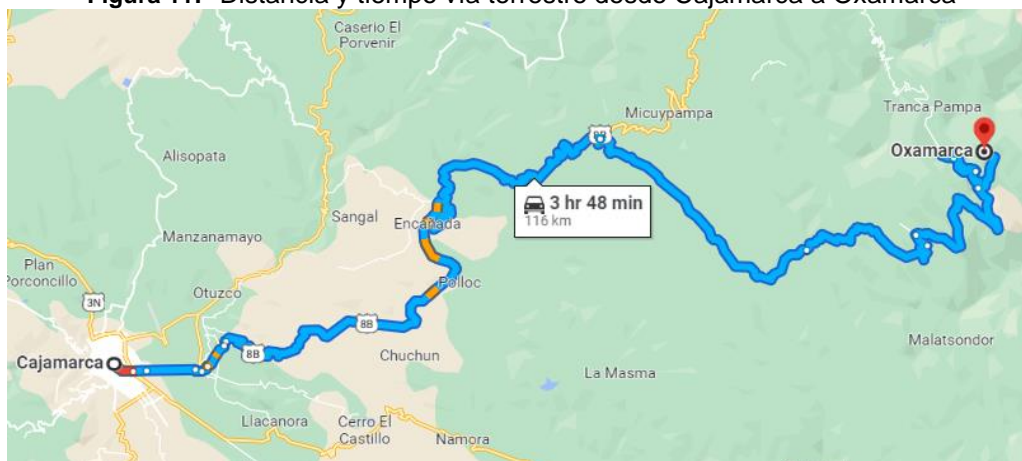
3.2.2 Contexto geopolítico y demográfico

Oxamarca, cuenta con una población de 5394 habitantes distribuidos en 2,396 viviendas [41]. Está conformado por 59 centros poblados [42] entre los principales tenemos: Saucepampa, Conga del Granero, Pajonal, Oxamarca (capital), La Quinoa,

Choctapampa, Quillamachay, Majadapampa, Piobamba (Centro Poblado), Yanahuma, San Agustín, Cocan, Hierba Buena, Tallambo, Dos de Mayo y El porvenir [43], que corresponde a las zonas naturales de Quechua, Rupa Rupa, Yunga Fluvial y Suni. El distrito de Oxamarca está dominado por los efectos moderados de los andes con climas cálido (en las partes más bajas conocidas como temple o quechua), templado y en los meses de noviembre a abril, cayendo fuertes lluvias. Una de las infraestructuras más importantes de la región se encuentra en Celendín y El Tingo, en la jurisdicción del distrito de Oxamarca, sirve para irrigar 61 has.

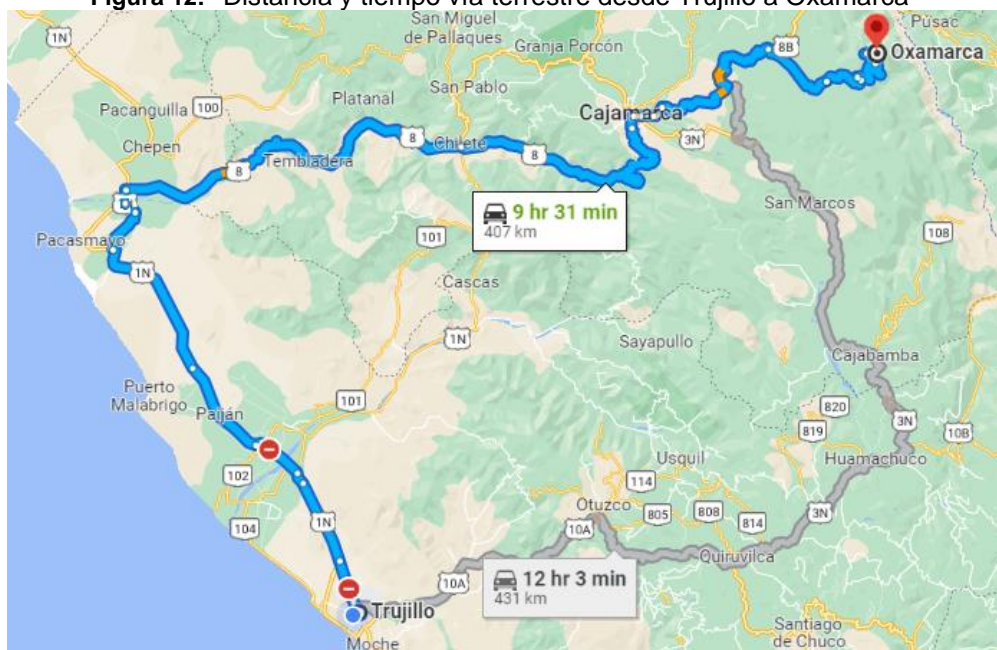
Cuatro cerros cuidan el pueblo: El callejón, Poyo Ñato, Santa Cruz, La Punta. Estos cerros son de regular altura, poco aptos para la agricultura por la presencia de piedras y erosiones que los inhabilitan. Los pastos que los cubren crecidos en épocas de lluvia, son aprovechados por el ganado. Para llegar a Oxamarca podemos hacerlo por vía aérea y aterrizar en cualquiera de los tres aeropuertos cercanos: En Cajamarca, el aeropuerto Mayor General FAP Armando Revoredo Iglesias a 47.4 km, el aeródromo Rodríguez de Mendoza en la misma ciudad de Rodríguez de Mendoza y a 95.8 km de distancia y por último a través del aeropuerto de Chachapoyas ubicado a 96.3 km de Oxamarca. Por tierra se puede alcanzar desde Lima y Trujillo vía terrestre con distancias de 569 Km y 116 Km, como se puede visualizar en el mapa de la figura 12

Figura 11: Distancia y tiempo vía terrestre desde Cajamarca a Oxamarca



Nota. Para trazar el recorrido vía terrestre que hay desde Cajamarca a Oxamarca se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

Figura 12: Distancia y tiempo vía terrestre desde Trujillo a Oxamarca



Nota. Para trazar el recorrido vía terrestre que hay desde Trujillo a Oxamarca se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

En el sub modelo de valor bioecológico del proceso de zonificación ecológica y económica (ZEE) [44] del departamento de Cajamarca se identifican 15 zonas prioritarias para la conservación de la biodiversidad; siendo la cuenca de los ríos Muyoc y Cantange en Oxamarca una de las que albergan los mayores valores de la diversidad biológica en el territorio departamental [45]. En contraste con ello el Ministerio de Energía y Minas, revela que Oxamarca presenta altos niveles de vulnerabilidad, los que están estrechamente relacionados con las características socio-económicas que presenta la población de este distrito; es decir, altos niveles de pobreza, menor índice de desarrollo humano y mayor número de necesidades básicas insatisfechas, ya que no cuenta con una buena cobertura de programas sociales y no ha logrado asociarse con otros con el fin de impulsar procesos de desarrollo mancomunado, sin embargo se encuentra entre los tres distritos de Celendín con mayor crecimiento poblacional [44].

3.2.3 Contexto económico

La escasa economía de los pobladores se sustenta en sus parcelas, que dedicados a la crianza de animales y que en poca escala la dedican a la siembra los convierte en altamente vulnerables en su desarrollo, las principales producciones agrícolas son de

papa, maíz, legumbres, entre otros. El 87% de su población económicamente activa ocupada de 14 años a más se dedica a la agricultura, en ganadería la crianza de vacunos a pequeña escala es para la producción de leche distribuida a empresas como Gloria S.A y Nestlé S.A, tanto para el consumo local, como para elaboración de queso [44], de los 2,000 Kg. al mes que se comercializan en el mercado de Celendín, Oxamarca junto a Sorochuco son los mayores aportantes [44]. Existen las plantas medicinales como el culén muy usado para curar la disentería y males estomacales, el romero que cura los males del aire; la canchalagua calmante de cólicos; el orégano de la ladera; el pie de perro, usado contra el dolor de los riñones; la landacushma utilizada como agua oxigenada para lavar heridas; el chinchimal un antigripal muy efectivo; la achicoria; la hierba mora empleada como parche para el dolor de cabeza, esta variada flora podría ser aprovechada y aportar en la economía familiar.

Entre sus atractivos turísticos, Oxamarca cuenta con las chullpas La Chocta, comprenden edificios que alcanzan los dos pisos de altura y que se encuentran hechos con el uso de piedras de gran tamaño que se unen entre sí con piedras menores, tenemos también el Complejo Turístico Villa Cantange dedicada a la producción de trucha arco iris, presenta áreas muy atractivas para realizar turismo agroecológico y vivencial. Uno de sus recursos más visitados es la catarata el Velo de la Novia, recurso turístico que genera un gran interés en la población amante de la naturaleza, reconocida por su impresionante belleza al mostrar no solo un velo, sino la imagen completa de una novia; tiene dos trajes nupciales, uno de color verde (con el caudal bajo), su vestido parece pintarse del color de la vegetación, lo que no desdibuja su figura, y el de gala en temporada de lluvias cuando el caudal de la catarata incrementa.

Este fantástico lugar que hace poco se volvió viral consiguiendo más de 1.6 millones de reproducciones en Twitter [47] . Desde entonces se ha convertido en la nueva joya turística de Celendín y Cajamarca.

Figura 13: Cascada La Novia



Fuente: Cajamarca Destinos [47].

3.2.4 Contexto Económico Social

En Oxamarca, la mayor parte de la población vive con menos de S/ 344 mensuales, el nivel de pobreza de este distrito ubicado en zona altoandina, afecta entre el 71.7% y el 89.3% de su población es decir entre 7 y 9 personas de cada 10. El distrito cuenta con 47 instituciones educativas las cuales están distribuidas en 20 centros poblados; en inicial hay un total 297 estudiantes, en primaria hay 766 estudiantes y en secundaria hay 551 estudiantes [46]. También se cuenta con los valores altos de atraso escolar, definido como el porcentaje de matriculados en primaria o secundaria con edad mayor en dos o más años a la edad establecida para el grado en curso, con 18.0 % de atraso escolar en primaria, y con 44.7% de atraso en secundaria [50], el 72% de sus habitantes de 15 años a más tiene primaria como máximo nivel educativo, y un 23% es analfabeta [18]. Tiene un índice de desarrollo humano (IDH) muy bajo y necesidades básicas insatisfechas (NBI) [44]. La cobertura de alcantarillado por red pública no supera el 10% y en el caso de agua por red pública domiciliaria el 50%. En alumbrado eléctrico muestra mayores avances gracias a los programas focalizados de electrificación rural. La municipalidad distrital presenta picos preocupantes de ejecución del presupuesto de 11.2% y lo gastado nunca ha sido para cerrar brechas, los recursos devengados fueron invertidos en la construcción de una losa deportiva multiusos (S/ 168,164) y el mejoramiento del local de la municipalidad distrital (S/ 139,291). La municipalidades no ha planteado un proyecto amplio de mejora de la

productividad agrícola, a pesar de que la población en estas zonas se dedica mayoritariamente a esa actividad [18], [48].

El distrito cuenta con una municipalidad distrital en el jr. 2 de mayo, un agente del BN en la misma esquina, un puesto de salud y un puesto policial que se encuentra ubicado en Jr. Ayacucho al costado de la plaza de armas de la capital del distrito Oxamarca.

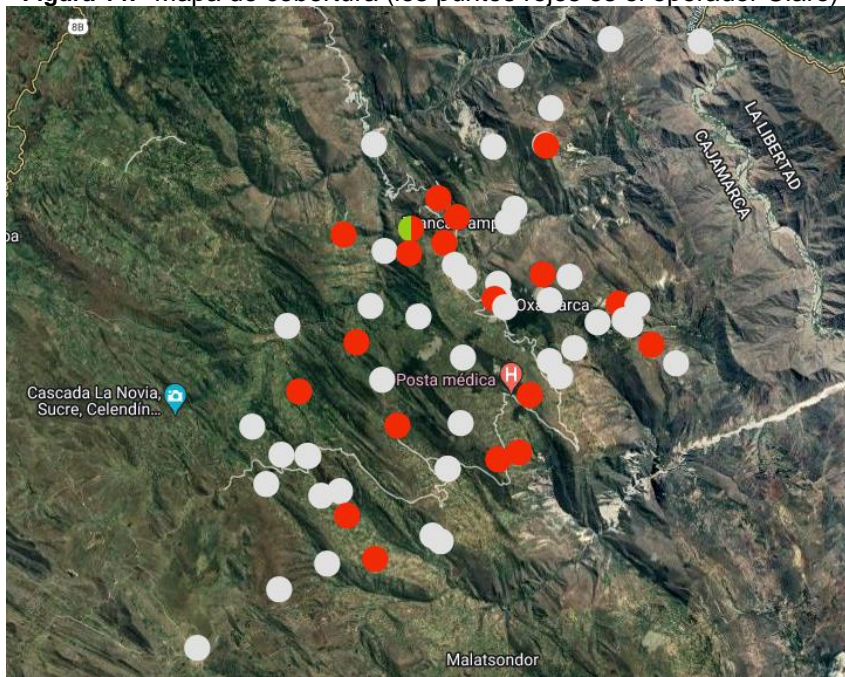
3.2.5 Sistema Educativo

En el nivel inicial el distrito de Oxamarca cuenta con 8 centros educativos, en el nivel primario 16 instituciones y en secundaria 6 colegios.

3.2.6 Servicios de Telecomunicaciones

Según el mapa interactivo de cobertura móvil del OSIPTEL. En el distrito de Oxamarca existen dos operadoras de que brindan telefonía móvil y datos: Claro y Movistar, la primera con mayor cobertura, aproximadamente el 90%. Dichas operadoras cuentan con tecnologías de acceso para telefonía móvil y datos de 2 y 2.5G.

Figura 14: Mapa de cobertura (los puntos rojos es el operador Claro)



Fuente: OSIPTEL [57].

La siguiente tabla extraída de la cobertura móvil de los servicios web de OSIPTEL muestra las estaciones base (BTS), entre caseríos o CCPP en el distrito de Oxamarca, se puede notar una deficiente cobertura por localidades.

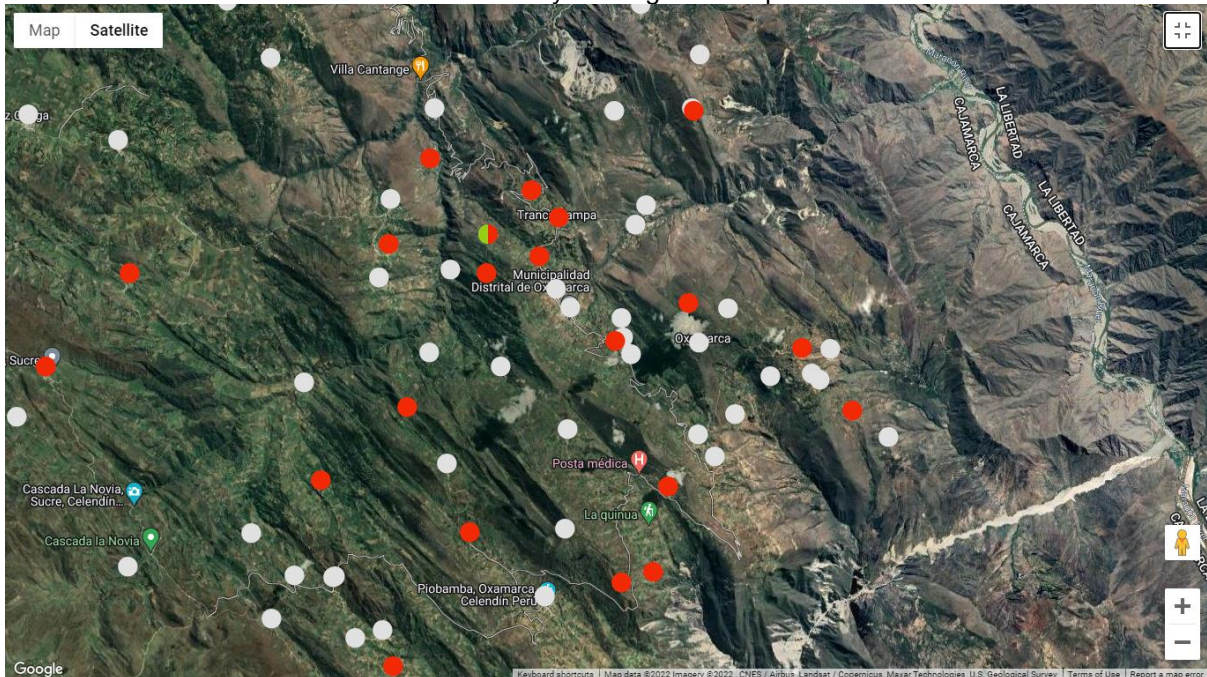
Tabla 2: Cobertura del servicio móvil en Oxamarca.

Localidad	CLARO	MOVISTAR
ALGODON	No	No
ALIZO	No	No
CAMANDELAS	No	No
CANTAGALLO	No	No
CHOCTAPAMPA	No	No
COCAN	No	No
COLPACUCHO	No	No
CORRALPAMPA	No	No
COSHAYMULLO	No	No
DUNGOL	No	No
LLIMBE	No	No
LUGMILLA	No	No
MAJADAPAMPA	No	No
MALATSONDOR	No	No
MINAS	No	No
NUEVA UNION	No	No
TALLAMBO	No	No
OXAMARCA	No	No
PACAYPAMPA	No	No
PACHACH	No	No
PAJONAL	No	No
PATUCHA	No	No
PIOBAMBA	No	No
PORVENIR DOS DE MAYO	No	No
POZO VERDE	No	No
ERAPATA	No	No
IRAGRUME	No	No
LA CARCEL	No	No
LA COLPA	No	No
LA COLPILLA	No	No
LA ESCALERA	No	No
LA IRACA	No	No
LA LAGUNA	No	No
LA PAUCA	No	No
LA QUINUA	No	No
LA TINAJA	No	No
SAUCEPAMPA	No	No
SHACAT	No	No
SHACATILL	No	No
SUCCHA PAMPA	No	No
TALLAMBO BAJO	No	No
TRAPICHE	No	No
YANAHUMA	No	No
YUNGAPAT	No	No
ALIZUY	Si	No
CHUPICAPAMPA	Si	No
COCHORCO	Si	No
CONDORILLA	Si	No
CONGA DEL GRANERO	Si	No
MASMA	Si	No
PALTARU	Si	No
EL VERDE	Si	No
LA CHOCTA	Si	No
LA GARROCHA	Si	No
LA LIBERTAD	Si	No
QUILLAMACHAY	Si	No
REJO	Si	No
SAN AGUSTIN	Si	No
SAN ISIDRO	Si	No

SAN JUAN DEPIOBAMBA	Si	No
SAPOTE PAMPA	Si	Si
SHILLAC	Si	No
TRANCAPAMPA	Si	No

Fuente: OSIPTEL [57].

Figura 15: Mapa donde se puede apreciar que el distrito de Oxamarca, solo cuenta con 2 BTS de Claro y de ningún otro operador.



Fuente: OSIPTEL [57].

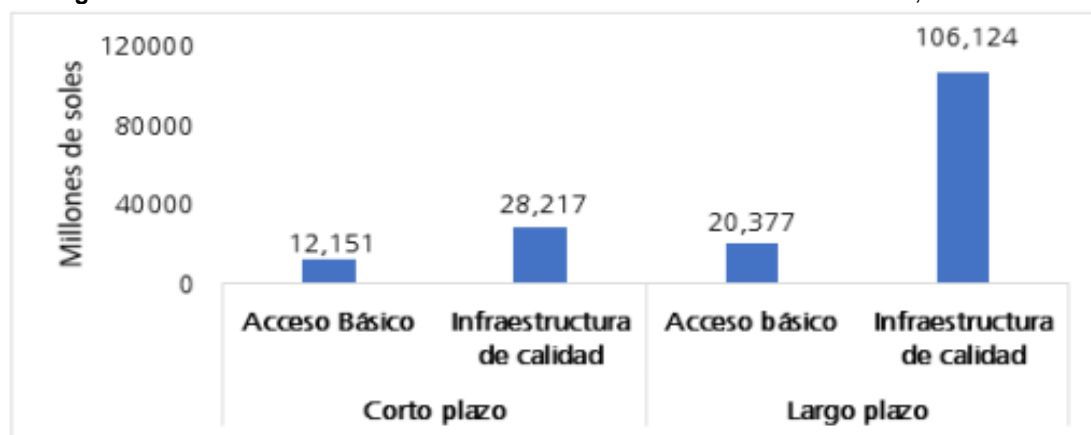
En este contexto de pandemia y de clases remotas que se han desarrollado en el sistema educativo peruano, los alumnos del colegio de Oxamarca se conectan al servicio de Internet a través de una red WI-FI, de la municipalidad distrital a la cual tiene acceso en las inmediaciones de la plaza de armas. Actualmente, la municipalidad obtiene el servicio de un operador privado, por lo que no existe servicio de Internet en otros lugares y menos en los hogares.

Podemos consolidar lo siguiente sobre el distrito de Oxamarca, no cuenta con una economía sólida menos aun con proyección de desarrollo, es incipiente y viven con menos de S/. 344.00, tiene un alto índice de analfabetismo y un gran retraso escolar de cerca el 45% en secundaria, economía agudizada con autoridades que tienen preocupantes niveles de ejecución del presupuesto del 11.2%. Oxamarca atrapado entre cuatro cerros que no permiten desarrollar la agricultura y con operadores de telecomunicaciones que no han ampliado su cobertura con únicamente tres BTS en

todo el distrito y con accesos de 2 G y 2.5 G (56 kbps a 115 kbps), cuando ya se despliegan redes móviles que proveen telefonía y datos de 5 G (100 Mbps).

Contar con más hogares que tengan acceso a Internet permite elevar el valor del Producto Bruto Interno (PBI) convirtiéndose en unos de los pilares fundamentales de la economía [49]. El grafico siguiente presenta un déficit en la infraestructura de calidad de telecomunicaciones de 28,217 y 106,217 millones de soles en el corto y largo plazo respectivamente [50] y a través de un proyecto regional.

Figura 16: Brecha de inversión en infraestructura de telecomunicaciones, 2019-2038.



Fuente: Universidad del Pacífico [50].

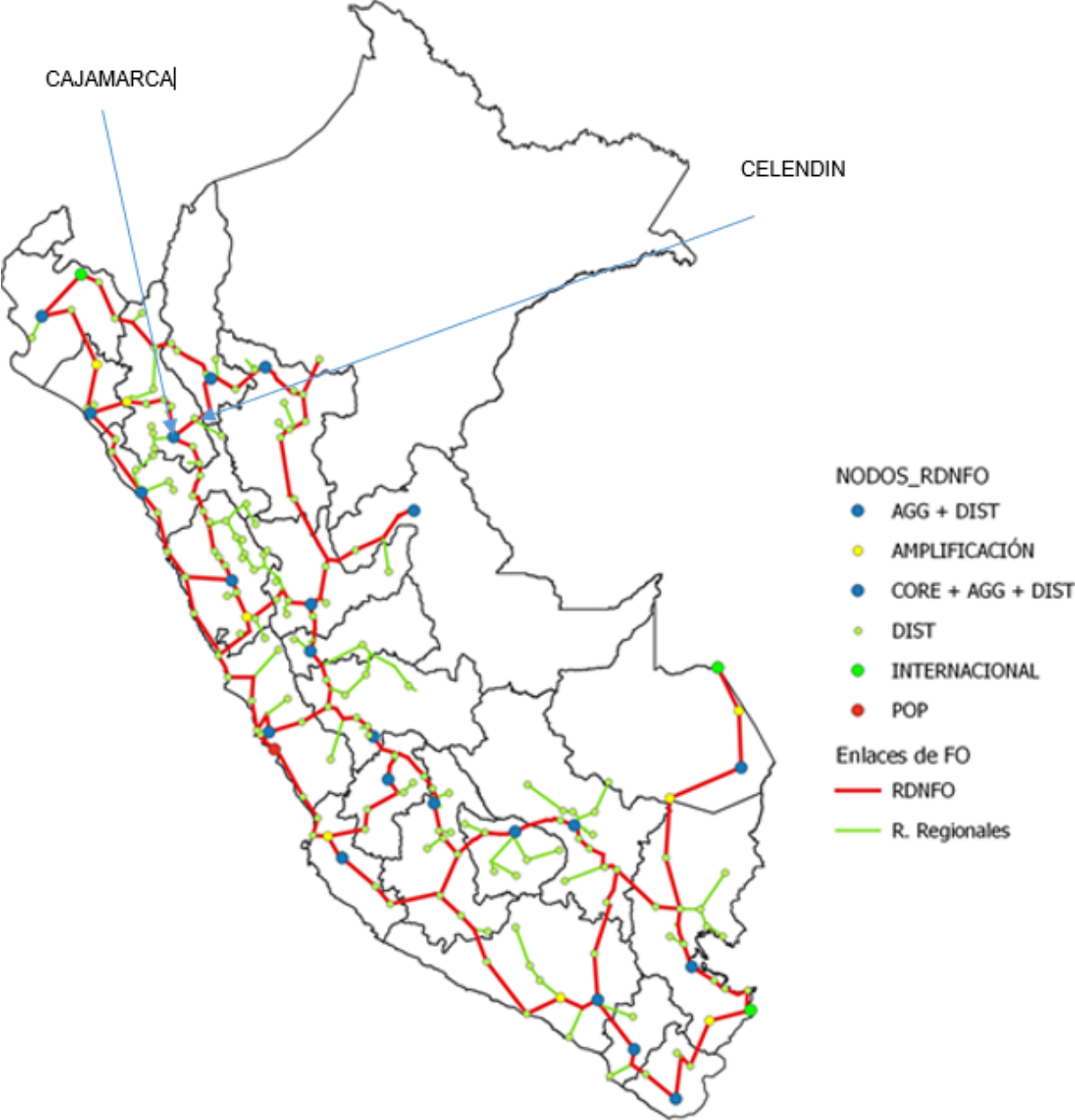
Cabe precisar que el 24 de abril de 2019 se resolvieron los contratos de los proyectos regionales de Cajamarca (actualmente en reformulación), Piura y Tumbes ante la dificultad del operador para cumplir con lo establecido en los contratos de financiamiento [10], [44], [51] y a la fecha de acuerdo a lo manifestado por PRONATEL no hay quien se haga cargo de la concesión de la RDNFO [54], quedando poblaciones como Oxamarca (proyecto regional de Cajamarca, aún en reformulación [55]) y otras similares en el “limbo”, al no estar definido el cómo y cuándo deben realizar sus operaciones con esperanzas mínimas en la reducción de la brecha digital, las oportunidades que facilita en acceso a Internet y por consiguiente en el crecimiento de su PBI [12].

3.2.7 Alcance del Proyecto Regional de Cajamarca

Cajamarca y Celendín como capitales de provincia son parte de la RDNFO que interconecta 22 capitales regionales (22 nodos de agregación) y 158 capitales de

provincia, adicionalmente en Cajamarca existe uno de los 8 nodos Core (CORE+AGG+DIST) de la RDNFO, más el nodo de agregación (AGG+DIST), en Celendín existe un nodo de distribución (DIST), como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 17: Distribución y alcance de la RDNFO

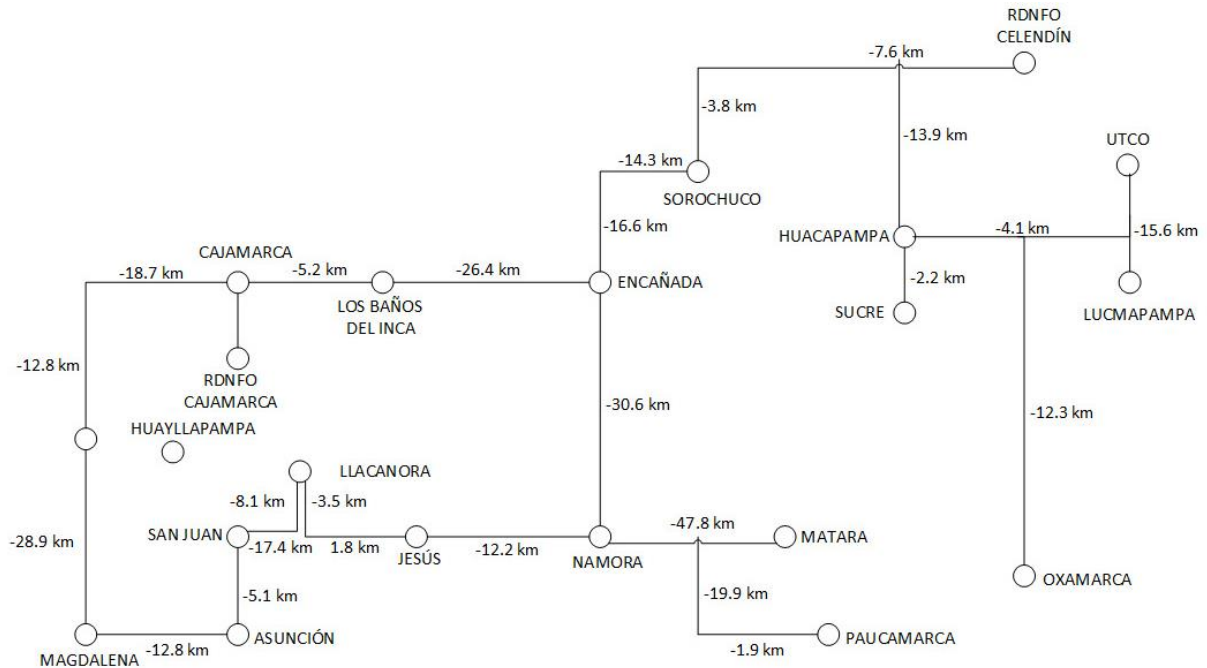


Fuente: Red RDNFO [53].

A partir de la distribución de la RDNFO mostrada en la anterior figura, se extienden las 21 redes de transporte regional llamados proyectos regionales (PR). El proyecto regional Cajamarca considera 12 nodos de agregación y 113 nodos de distribución [53], uno de los nodos de distribución debería estar en Celendín y otro en Oxamarca.

En Celendín se encuentra uno de los 180 nodos de distribución desde donde se puede elaborar el diseño de ingeniería en base al esquema planteado en las bases del proyecto de la RDNFO [56], en la figura siguiente se presenta el despliegue del proyecto regional, tramo Cajamarca (RDNFO) – Celendín (RDNFO) – Oxamarca (PR).

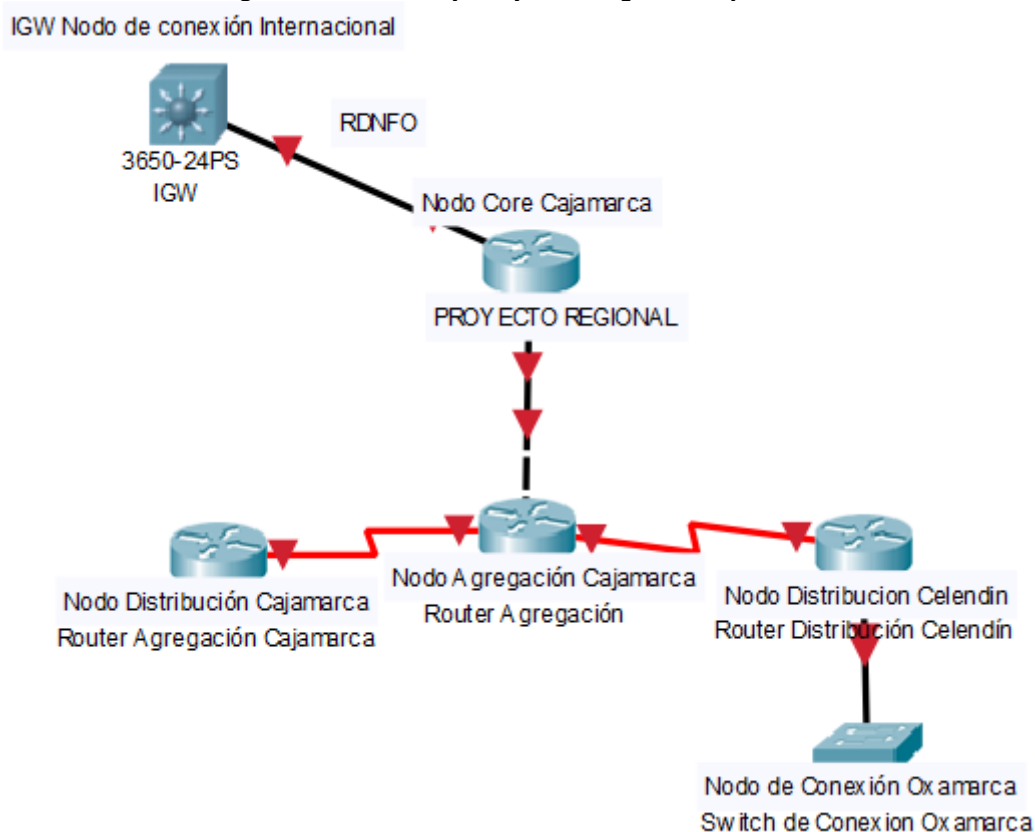
Figura 18: Diseño del proyecto regional (PR) para Cajamarca (Nodo Core / Agregación / Distribución) – Celendín (Nodo Agregación/Distribución) – Oxamarca (Distribución).



Fuente: Diagrama de la red de transporte, nodos e infraestructura de soporte Región Cajamarca [56].

Como parte del diagnóstico, detallamos a continuación la distribución de la RDNFO y del proyecto regional Cajamarca (fig. 19). De los 8 nodos Core de la RDNFO, se identifica un nodo Core en la ciudad de Cajamarca, que permite el ingreso y salida de tráfico, este nodo permite que la red de fibra óptica se conecte con otras redes de acceso o transporte que pueden ser de cualquier tecnología. Móvil, Microondas e inclusive satelital (para los Hubs). En este nodo se tiene un effective throughput de 100 Gbps con protocolos de red, enrutamiento y monitoreo de red tales como: IPv4 y IPv6, ICMP, BGPv4, OSPFv2 y v3, IS-IS, MPLS y SNMP. En seguridad el nodo Core de Cajamarca cuenta con los protocolos: MD5, Ipsec, SSHv2, SFTP, SSL.

Figura 19: RDNFO y Proyecto Regional Cajamarca



Fuente: Detalle de distribución de la RDNFO [56]

Uno de los 22 nodos de agregación, se encuentra instalado y conectado, en Cajamarca, junto al nodo Core con una capacidad de enlace de 100/10 Gbps es controlado por software y soporta servicios de Carrier Ethernet incluyendo Conexiones Virtuales de Internet, IEEE Bridging, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree, Access Gateway, VPNs de nivel 2, Servicios de Virtual Private LAN jerárquico, Virtual Private Wire Service, Ethernet sobre MPLS, redundancia de pseudowire y conmutación multisegmento pseudowire, además de soportar servicios de nivel 3, servicios IPv4 e IPv6, protocolos de enrutamiento (BGP, Intermediate System-to-Intermediate System, y Open Shortest Path First (OSPF), Route Policy Language (RPL), Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP), BGP Prefix Independent Convergence (PIC) y servicios a base de MPLS, como parte de este equipamiento también existe un nodo de distribución que es uno de los 180 nodos en capitales de provincia, otro de los nodos de distribución se encuentra en la capital de la Provincia de Celendín, tal como se expuso en la introducción y desde allí se proporcionará capilaridad a la RDNFO [55].

Los enrutadores de distribución deben estar controlados por software y tienen interfaces de subida con los enrutadores de agregación de como mínimo 10 Gbps, según los requisitos de rendimiento hasta/desde sitios individuales, estos deben soportar servicios de Carrier Ethernet E-Line, E-LAN, E-Tree según lo definido por el Metro Ethernet Forum (MEF), QoS Calidad de Servicio, incluyendo Conexiones Virtuales de Ethernet (Ethernet Virtual Connections, EVCs), flexibles, IEEE Bridging, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MST).

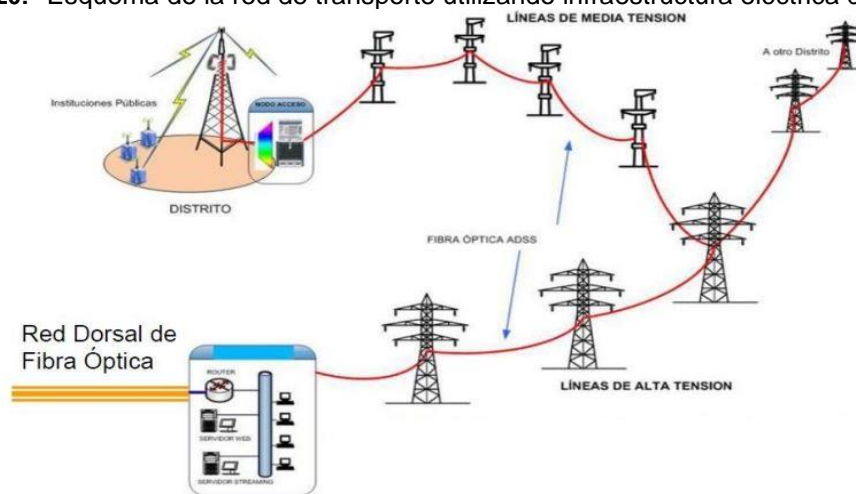
3.2.8 Diseño de ingeniería

Con el diseño de ingeniería se desarrolla el **segundo objetivo** elaborar el diseño de ingeniería que permita obtener el trazado de la red de fibra óptica, para ello se realiza el levantamiento de la información de todas las rutas y la ubicación exacta georreferenciadas de los nodos e infraestructura de soporte existente (torres de MT).

3.2.9 Trazado de la red de fibra óptica y sistema de transmisión.

Presentamos los esquemas de interconexión para la red de transporte (fibra óptica) y la red de acceso (inalámbrica), los que se pueden soportar en la infraestructura eléctrica nacional y que el concesionario debe en contraprestación pagar por los derechos de uso tal como lo refiere el contrato de acceso y uso de infraestructura de energía Eléctrica — Compartición de Infraestructura Eléctrica de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley No. 29904 [54].

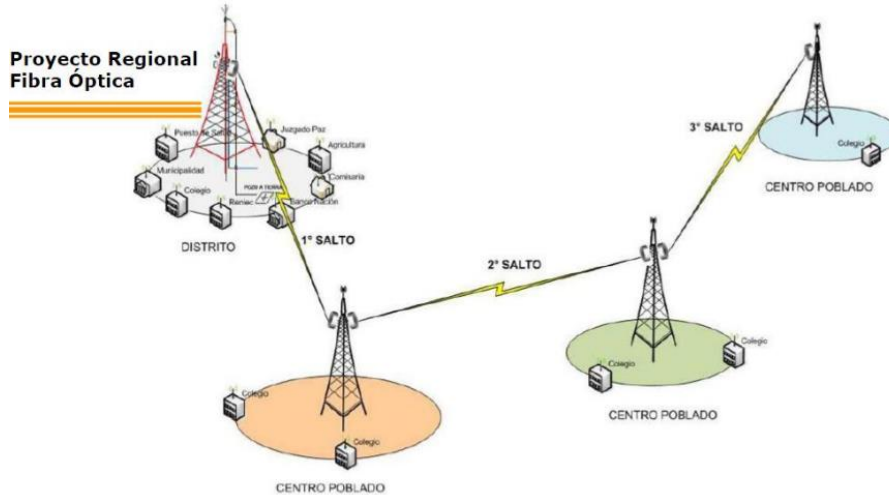
Figura 20: Esquema de la red de transporte utilizando infraestructura eléctrica de soporte



Fuente: Reglamento de la ley No. 29904 [54].

El tramo entre Cajamarca y Celendín, se ha desplegado utilizando la red eléctrica, A.T. de 60kV de Hidrandina a través de 59 KM, desde la S.E. Cajamarca hasta la S.E. Celendín [59].

Figura 21: Esquema de la red de acceso inalámbrica.



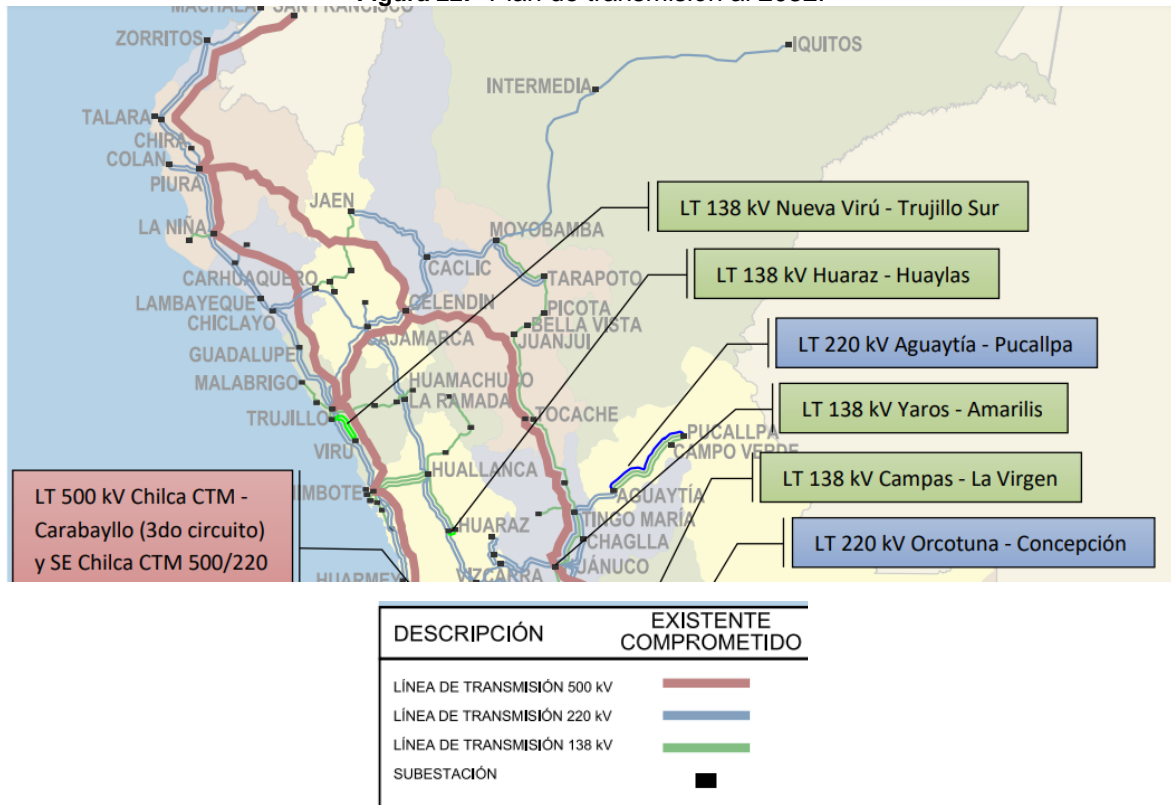
Fuente: Proyecto Regional Fibra Óptica [59].

Red eléctrica de MT desde Celendín hasta Oxamarca.

De acuerdo al diagrama de la red de transporte para la región Cajamarca, se pretende realizar el diseño desde el nodo de distribución en Celendín, hay que recordar que Celendín es parte de los 180 capitales de provincia de la RDNFO, hasta Oxamarca, una de las 1516 capitales de distrito, que se integra como parte de la red de transporte regional de la región Cajamarca. Es necesario aclarar que en la fig. 18 el diseño contempla a Oxamarca, capital del distrito de Oxamarca, sin embargo no se encuentra en el detalle de capitales de distrito [58] más aún cuando la empresa concesionaria del proyecto regional en Cajamarca no ha cumplido con el proyecto en la región y este ha sido resuelto [16].

El tramo entre Cajamarca y Celendín, se ha desplegado utilizando la red eléctrica AT, a través de una estructura de 59 KM de torres, que llega hasta la SE Celendín [59], esto se puede apreciar en la figura 20, donde se presenta el tramo del sistema de transmisión troncal entre Cajamarca y Celendín con líneas de 500 KV y 220V.

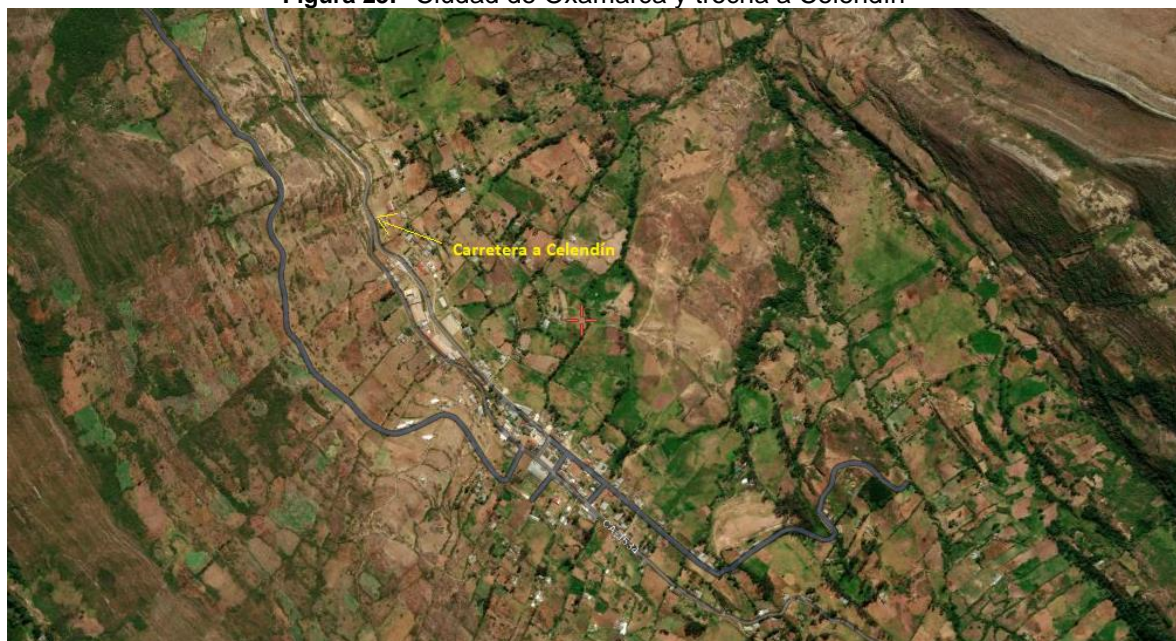
Figura 22: Plan de transmisión al 2032.



Fuente: COES-SINAC (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional) [59].

En la fig. 23, podemos apreciar la extensión de la capital del distrito de Oxamarca, la ciudad de Oxamarca, que se extiende a lo largo y sobre laderas de cerros. La carretera que une a Celendín con Oxamarca es una trocha carrozable de aproximadamente 4 m de ancho, en la que los vehículos deben transitar con mucho cuidado. Esto hace que no existan derechos de vía, quedando como única opción el despliegue de fibra óptica auto soportada en las torres MT del sistema eléctrico que se deriva del sistema troncal, al SE Celendín hasta Oxamarca.

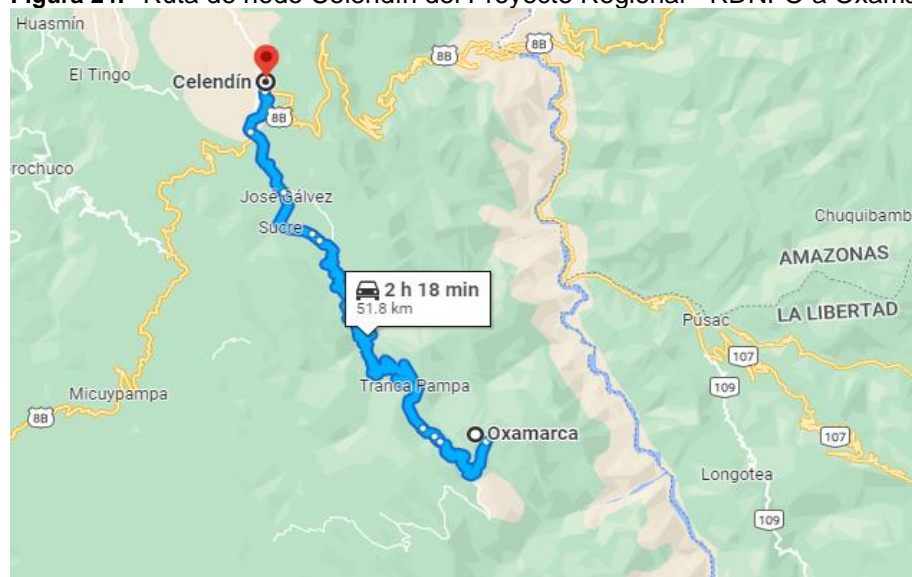
Figura 23: Ciudad de Oxamarca y trocha a Celendín



Nota. Para saber la extensión de la ciudad de Oxamarca, se toma como referencia la foto de la vista aérea extraída del Google maps.

En la fig. 24, se observa el camino, desde Celendín hasta Oxamarca, pasando por José Gálvez y Sucre, con una distancia de 51.8 Km, por cuyas inmediaciones también se despliega la red eléctrica que llega hasta Oxamarca.

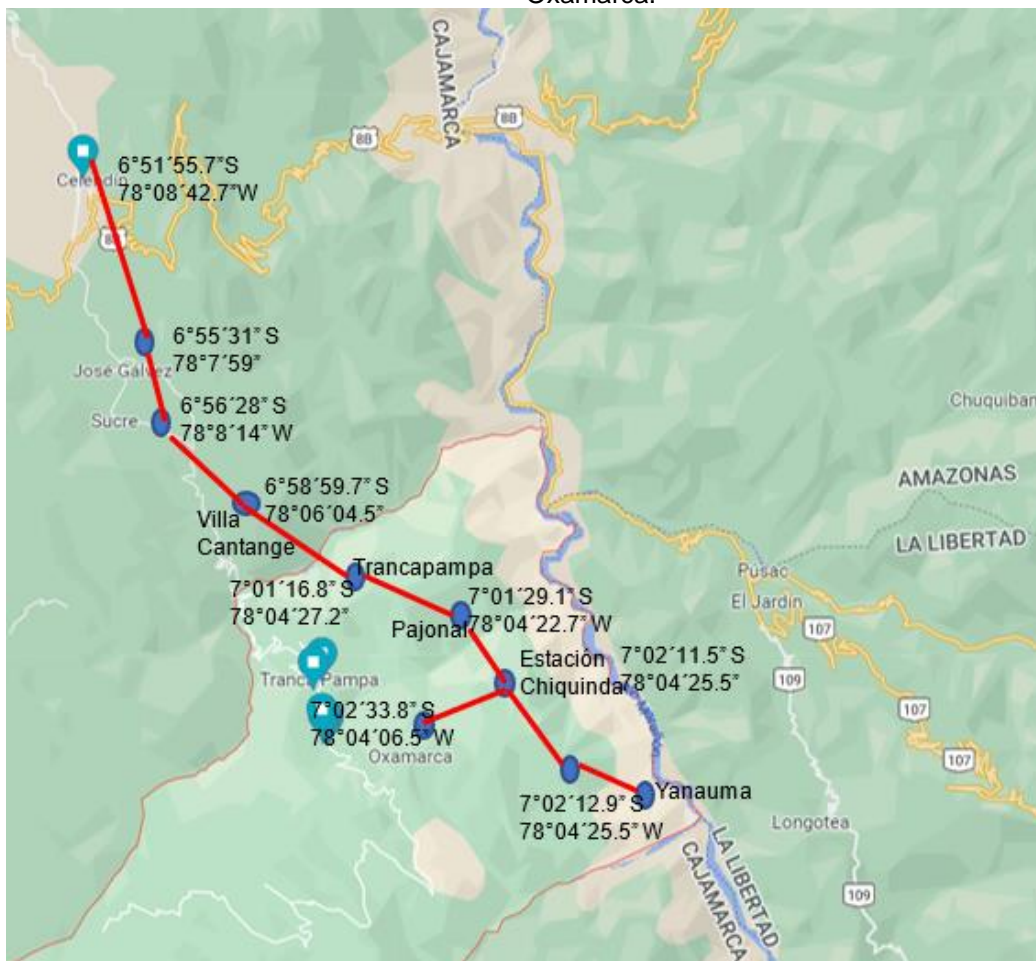
Figura 24: Ruta de nodo Celendín del Proyecto Regional - RDNFO a Oxamarca



Nota. Para trazar el recorrido que hay desde Celendín a Oxamarca usando el despliegue de la red eléctrica, se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

En la fig.25, se puede observar las coordenadas aproximadas de algunas torres MT entre Celendín y la Estación Chiquinda, desde donde se deriva una red monofásica hasta la ciudad de Oxamarca. Este plano se levantó en una visita de campo a la zona de estudio y se realizó el recorrido desde Celendín hasta Oxamarca. Según el estudio de campo realizado, se observaron postes de MT con vanos aproximados de 200 m.

Figura 25: Despliegue de las torres de alta tensión entre la subestación eléctrica en Celendín y Oxamarca.



Nota. Para trazar el recorrido que hay desde Celendín a Oxamarca usando el despliegue de la red eléctrica, se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

Panel fotográfico de las principales torres MT Celendín – Oxamarca

A continuación, se presentan las torres de distribución eléctrica entre Celendín y Oxamarca, cercanas a las localidades de Villa Cantange, Trancapampa y Pajonal.

Figura 26: Torre MT Villa Cantange.



Nota. Torre de red eléctrica Villa Cantange tomada de la ruta Celendín a Oxamarca [fotografía].

Figura 27: Torre MT Trancapampa



Nota. Torre de red eléctrica Trancapampa tomada de la ruta Celendín a Oxamarca [fotografía].

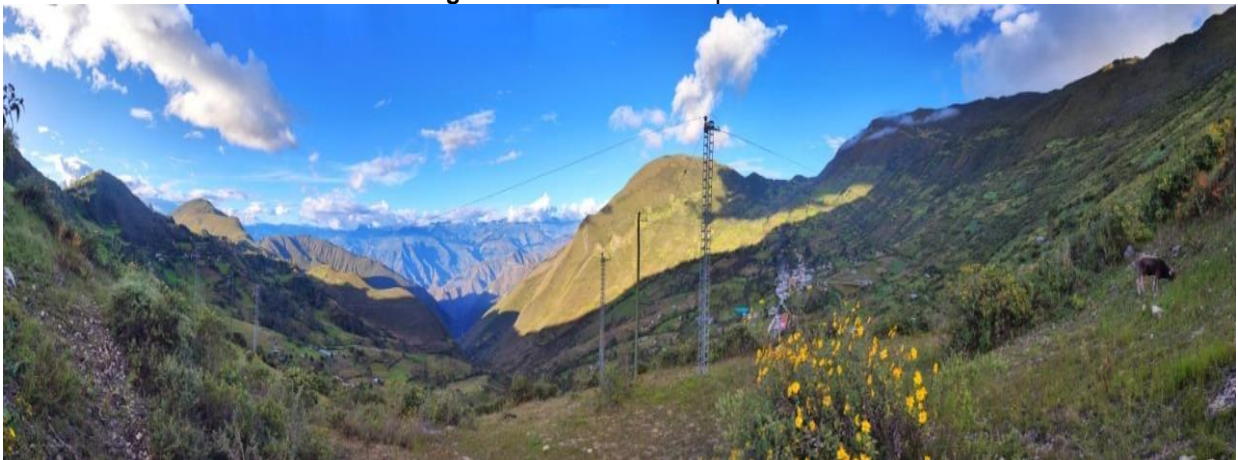
Figura 28: Torre MT Pajonal



Nota. Torre de red eléctrica Pajonal tomada de la ruta Celendín a Oxamarca [fotografía].

En la siguiente figura, se observa una foto panorámica de la estación trifásica Chiquinda, en la parte derecha sobre las flores amarillas, se puede apreciar la ciudad de Oxamarca, que se extiende en las laderas de un cerro, hacia la parte derecha continua la red eléctrica hacia el departamento de La Libertad.

Figura 29: Estación Chiquinda.



Nota. Estación de red eléctrica Chiquinda tomada de la ruta Celendín a Oxamarca [fotografía].

En la figura siguiente podemos observar, la torre de media tensión que recibe el tramo de derivación desde la estación Chiquinda, hasta Oxamarca, dicho poste se encuentra en la parte posterior de la municipalidad distrital de Oxamarca

Figura 30: Poste de media tensión que recibe la derivación desde la estación Chiquinda, en la parte posterior de la municipalidad distrital de Oxamarca.

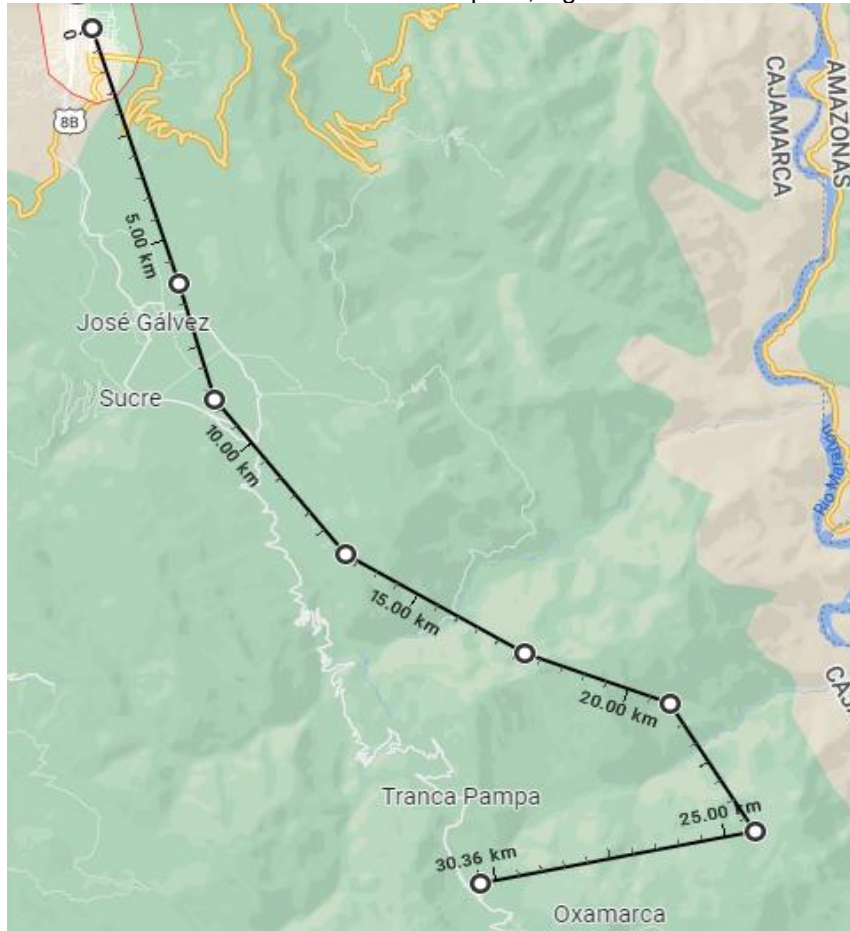


Nota. Torre de media tensión de red eléctrica, tomada detrás de la municipalidad de Oxamarca [fotografía].

3.2.10 Diseño y Cálculo de la longitud de la fibra óptica

Con ayuda del Google Maps obtenemos fig. 31, se establece el diseño para el recorrido de la fibra óptica, auto soportada en las torres MT de distribución eléctrica entre la SE Celendín y Oxamarca, una vez establecido el recorrido se puede calcular la longitud de la fibra óptica desde la SE Celendín, hasta la estación Chiquinda en Oxamarca, conformada por tres torres MT en configuración trifásica, dando como resultado 30.36 Km.

Figura 31: Estimación del recorrido de la fibra óptica, siguiendo las torres de alta tensión.



Nota. Para trazar la estimación del recorrido de la fibra óptica que hay desde Celendín a Oxamarca usando el despliegue de la red eléctrica, se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

3.2.11 Recomendaciones para identificar el terreno de despliegue de la fibra óptica

Es necesario seguir procedimientos que permitan identificar el escenario del despliegue de la fibra óptica. Estos son los siguientes:

- Con el apoyo del Google Earth y Google Maps y otros elementos, realizar una verificación de la ruta en mapas, ubicando los lugares cercanos a los tramos y/o vías de acceso.
- Realizar un recorrido a la ruta, haciendo un reconocimiento del lugar, además verificar la factibilidad de la construcción, identificando las características del tramo y ubicando puntos críticos.
- Verificar la viabilidad de realizar el tendido por la ruta según diseño e identificar la ubicación de las bobinas a instalar según span.
- Realizar replanteo de ruta si fuese necesario.

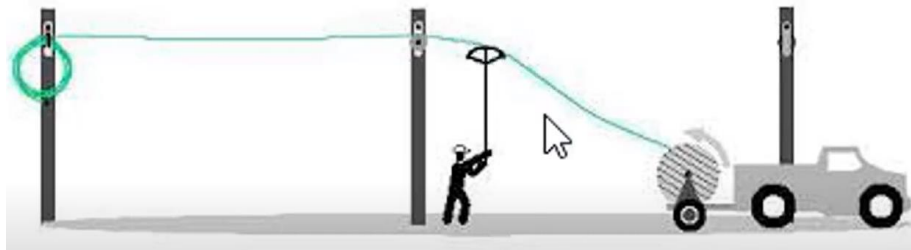
3.2.12 Instalación de cable ADSS – Método de instalación

El cable ADSS se puede colocar utilizando tanto el método de carrete estacionario como el de carrete móvil. El método del carrete móvil es mucho más fácil de configurar y es más rentable que el método del carrete estacionario para cable auto soportado.

Tramo Celendín – José Gálvez – Sucre. Carrete móvil

El método del carrete móvil (fig. 32), se utiliza desde la salida de Celendín (fig. 34 - 38) hasta Sucre pasa por la Av. La Purísima en José Gálvez y siguiendo el recorrido a lo largo de 1 km hasta Sucre, ya que el derecho de paso generalmente está libre de obstrucciones que inhiben el movimiento del carrete del cable, como se aprecia en la fig. 35. El recorrido del cable de fibra óptica ADSS será por los postes y/o torres a la margen de la carretera, ruta José Gálvez a Sucre (fig. 37). En la fig. 38, se visualiza los postes de distribución eléctrica que salen de Sucre hasta el desvío a Oxamarca.

Figura 32: Método del carrete móvil, tramo Celendín – José Gálvez – Sucre.



Fuente: Procedimiento de construcción e instalación de fibra óptica [63].

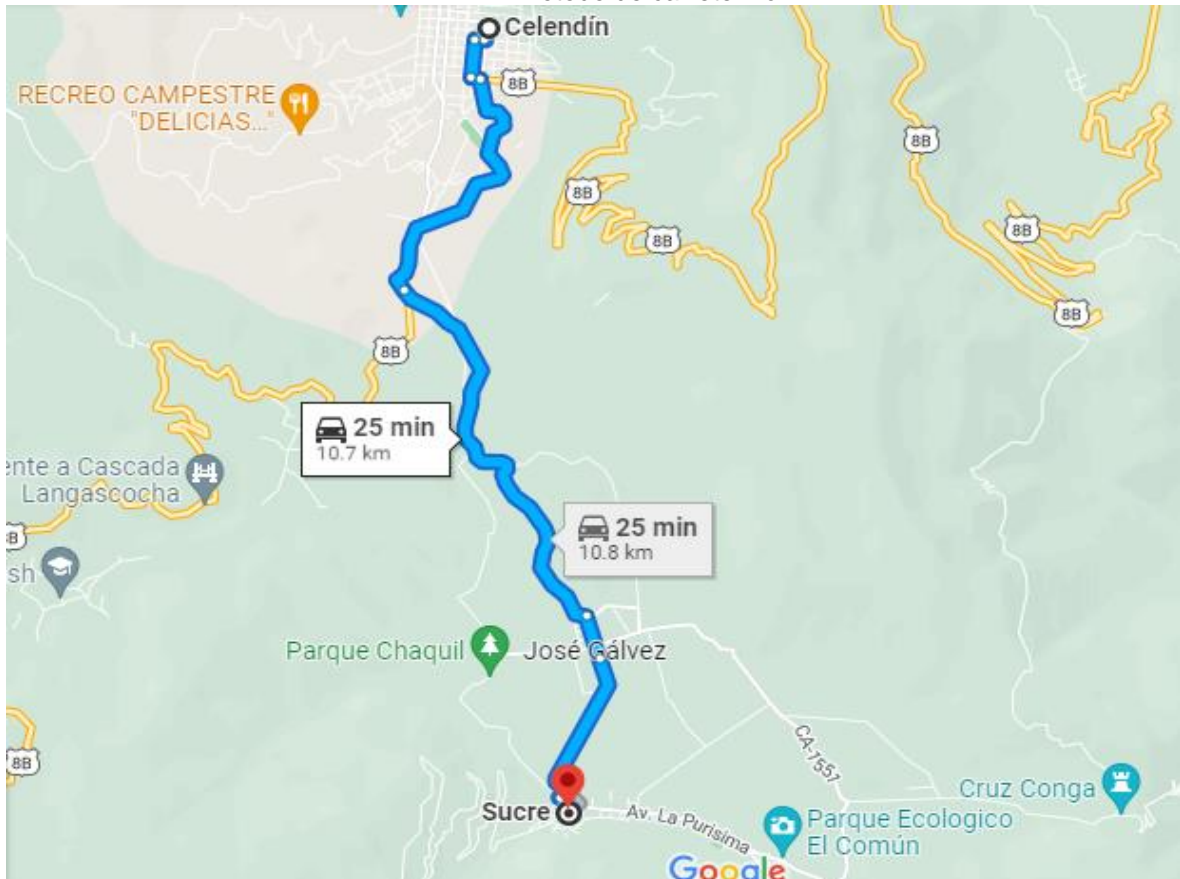
Entre Celendín y Sucre, existe una distancia de 10 Km, el camino libre y despejado tal como se mencionó es propicio para utilizar el método de carrete móvil en el tendido de fibra óptica. La estructura del tendido eléctrico de MT es de estructura punta poste (fig. 35), con aproximadamente 200 m de separación, que se extienden a lo largo de la carretera, lo que hace estimar aproximadamente 50 torres de MT.

Tabla 3: Cálculo de cantidad de torres MT tramo Celendín - Sucre

Distancia Celendín - Sucre	10,000	m
Distancia entre Torres de MT	200	m
Cantidad de Torres	50	Punta poste

Nota. La estructura del tendido eléctrico de MT es de estructura punta poste, con separación de 200m entre postes.

Figura 33: Tramo Celendín – José Gálvez - Sucre, donde se puede colocar la fibra óptica con el método de carrete móvil



Nota. Para trazar el recorrido de fibra óptica que hay del tramo Celendín - José Gálvez – Sucre, usando el despliegue de la red eléctrica con el método de carrete móvil, se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

Figura 34: Distribución de las líneas eléctricas a lo largo de la carretera entre Celendín y José Gálvez



Nota. Red eléctrica por la vía Celendín - José Gálvez, extraída del Google maps [fotografía].

Figura 35: Líneas de MT desde Celendín hasta José Gálvez



Nota. Red eléctrica por la vía Celendín - José Gálvez, extraída del Google maps [fotografía].

Figura 36: Líneas de alta tensión desde Celendín hasta José Gálvez



Nota. Red eléctrica por la vía Celendín - José Gálvez, extraída del Google maps [fotografía].

Figura 37: Ruta de José Gálvez a Sucre.



Nota. Red eléctrica por la vía José Gálvez- Sucre, extraída del Google maps [fotografía].

Figura 38: Ruta de Sucre hacia el desvío a Oxamarca.

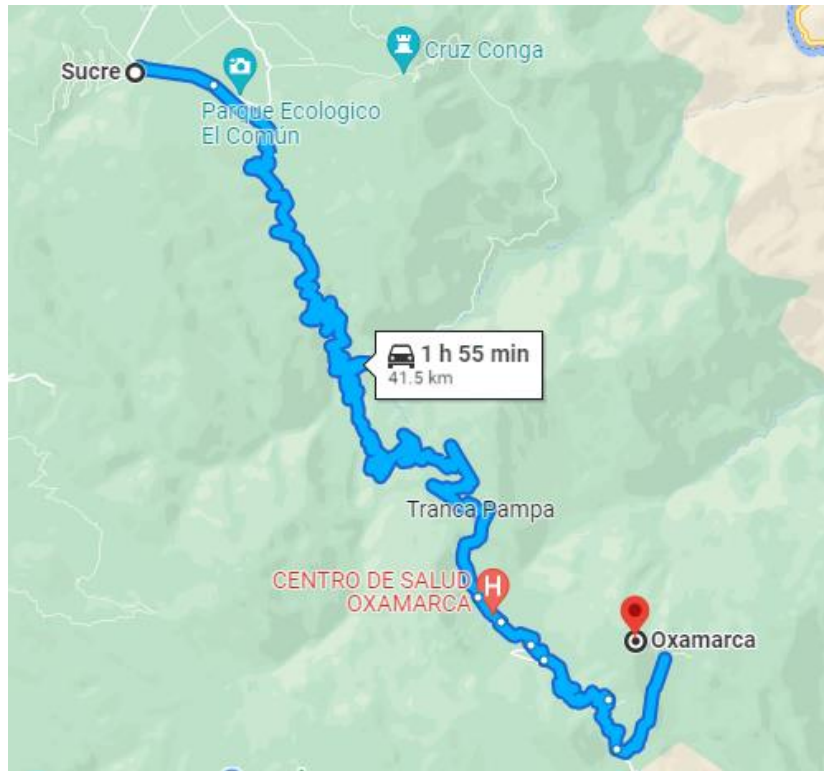


Nota. Red eléctrica por la vía Sucre – desvío Oxamarca, extraída del Google maps [fotografía].

Tramo Sucre – Oxamarca. Carrete Estacionario

Ya que la carretera es serpenteante (fig. 39 y 40) y las torres y/o postes que distribuyen las líneas eléctricas no se encuentran a la margen de la carretera y se abren de ésta, entre 500 a 1000 m, como se puede apreciar en la fig. 40, se utilizará el método del carrete estacionario (fig. 41). Este método suele ser más lento y más costoso que el método del carrete móvil, pero se puede usar en cualquier lugar ya que no requiere un derecho de paso sin obstrucciones, camino o acceso vehicular a la línea de postes. Los costos más altos son impuestos por la dificultad de establecer y coordinar la operación de tracción a lo largo de la ruta del cable.

Figura 39: Tramo Sucre – Oxamarca, donde se puede colocar la fibra óptica con el método de carrete estacionario.



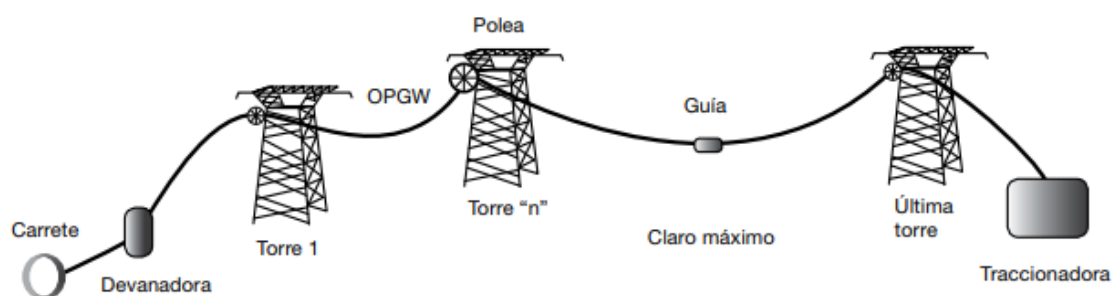
Nota. Para trazar el recorrido de fibra óptica que hay del tramo Sucre - Oxamarca, usando el despliegue de la red eléctrica con el método de carrete estacionario, se toma como referencia el plano extraído del Google maps.

Figura 40: Vía de acceso desde Sucre a la parte alta de Oxamarca.



Nota. Vía de acceso desde Sucre a la parte alta de Oxamarca, extraída del Google maps [fotografía]

Figura 41: Método de carrete estacionario



Fuente: MINEM [61]

Estimación de cantidad de torres MT en el tramo Sucre – Oxamarca.

El método de carrete estacionario, se puede utilizar cuando exista dificultad para llevar la bobina por la ruta que conecta las torres eléctricas de MT como las que se despliegan entre Sucre y Oxamarca, con una longitud estimada de 20 Km. Considerando una separación de torres de MT o distancia interpostal de 200 m para estructuras de paso TS (T Sencilla), según el código nacional eléctrico [61], puede existir aproximadamente 100 torres MT.

Tabla 4: Cantidad de torres MT tramo Sucre – Oxamarca

Distancia Sucre - Oxamarca	20,000	m
Distancia entre Torres de MT	200	m
Cantidad de Torres	100	TS

Nota. La estructura del tendido eléctrico de MT es de estructura de paso TS, con separación de 200m entre postes.

Infraestructura eléctrica

En una visita a la zona se ha detectado postes MT entre Celendín y Oxamarca (Estación Chiquinda) con vanos entre 200 m a 400 m por lo que no es necesario instalar postes adicionales ni realizar zanjas para despliegue de la red de FO por los derechos de vía. Para el ingreso a Oxamarca existen postes de BT hasta la municipalidad distrital donde se puede instalar el nodo. Sin embargo, en caso sea necesario la instalación de algunos postes se sugiere instalar postes de 12 m siguiendo las siguientes recomendaciones:

- La instalación del poste se puede realizar con grúa o de manera manual.

- La excavación se puede realizar evitando causar daños a la infraestructura de otros servicios públicos (agua, alcantarillado, electricidad, alumbrado, gas, semaforización, otros operadores de telecomunicaciones, etc.).
- Se puede apisonar con piedra de consistencia maciza (firme).
- Posteriormente se debe instalar material de relleno o extraído y apisonar.

Continuar alternando la colocación de material de relleno con su correspondiente compactación, hasta lograr uniformidad en la superficie, si es necesario preparar suelo-cemento para terminar de compactar. Los postes se apisonarán con material proveniente de la misma excavación.

Figura 42: Empotramiento de poste



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Como herramientas y equipos para instalación de postes se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Cinta de peligro
- Malla de seguridad
- Conos de seguridad
- Pala de mano largo
- Barreta
- Pico
- Comba
- Rotomartillo
- Carretilla

- Flexómetro
- Sogas para izaje
- Plomada
- EPPS por trabajador

Figura 43: Izaje de poste



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Para su instalación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$t = D + 0,1 \text{ m}$$

$$D = H/10 + 0,6 \text{ m}$$

Donde:

t: profundidad de la cimentación

D: Profundidad de enterramiento del poste

H: Altura del poste

Características de los postes de concreto

En la visita de campo se observó que el tendido la infraestructura eléctrica se encuentra instalado en su totalidad con vanos entre 200 a 400 m, sin embargo, eventualmente, se podría instalar algunos postes para un mejor despliegue de la fibra óptica, como complemento y deberán ser “dedicados” de hormigón de 12 m [59]. Se está considerando 20% para el primer tramo y 30% adicional para el segundo tramo.

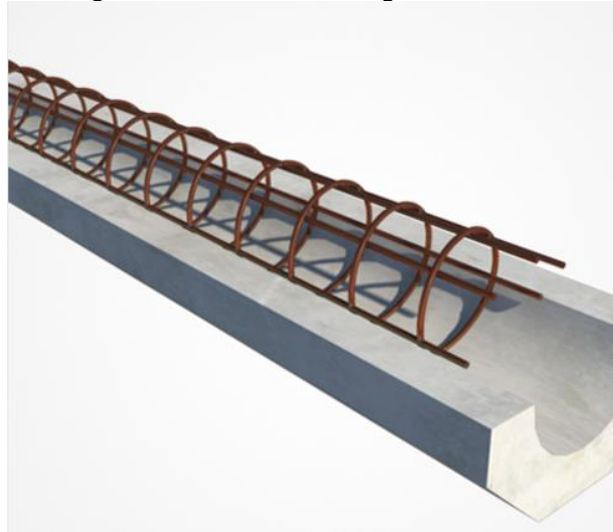
Altura: 12 mts

Resistencia: 750 kg

Diámetro en punta: 150 mm.

Diámetro en base: 330 mm.
Empotramiento: 1

Figura 44: Poste de hormigón 12m altura



Fuente: COPROSEF [59].

3.2.13 Red de planta externa

Se detalla las características de la fibra óptica y la descripción física de cada elemento de sujeción, método de instalación, dimensiones de obras civiles, altura de instalación de cable y otras condiciones a considerar.

Selección de Fibra óptica.

Los requisitos técnicos que debe cumplir la fibra óptica deben estar alineados con las bases para los proyectos regionales [58], por lo que se considera fibra óptica con requisitos iguales o superiores a los señalados en las recomendaciones G.652.D o G.655 de la UIT-T para fibra monomodo tiene una dispersión por modo de polarización (PMDQ) menor o igual a cero entero con un décimo (0.1) y la atenuación de toda la fibra instalada debe ser inferior o igual a cero entero con treinta y cinco centésimos (0.35) dB por Km a 1310 nm de longitud de onda y a cero entero con veinticinco centésimos (0.25) dB por Km a 1550 nm, ver tabla 5 de especificaciones ópticas.

Tabla 5: Especificaciones ópticas

Parámetros		Unidad	Especificaciones
Atenuación	1310nm	dB/km	< 0.36
	1383 ± 3nm		≤ 0.36
	1550 nm		< 0.22
Puntos de discontinuidad	1310 & 1550nm	dB	≤ 0.1
Diámetro del campo modal	1310 nm	um	9.2 ± 0.4
Longitud de onda de corte del cable		nm	≤ 1260
Dispersión	1285~ 1330nm	Ps/(nm.km)	≤ 3.5
	1550 nm		< 18
	Longitud de onda de dispersión cero	nm	1302 ~ 1332
	Pendiente de dispersión cero	Ps/(nm ² .km)	≤ 0.092
PMD(Valor de diseño de enlace)	1550 nm	Ps/km ^{1/2}	≤ 0.36

Fuente: Propuesta técnica RDNFO [58].

La fibra es auto soportada de tipo All Dielectric Self Supported (ADSS) [60], 100% dieléctricos y deberán soportar voltajes de línea mayores a 60 Kv (ACP) por lo que su cubierta debe ser de mayor resistencia al efecto tracking (AT) y de tipo núcleo seco (Dry Core) con un gel de relleno en los tubos que contienen los hilos de fibra, teniendo en cuenta las condiciones del entorno donde se instala el cable de fibra óptica a fin de que las características físicas del cable ADSS sean adecuadas. Los vanos máximos admisibles son de seiscientos (600) y doscientos (200) metros, teniendo en cuenta que los postes son de MT entre Celendín y Estación Chiquinda, estos están espaciados aproximadamente entre 150 m y 500 m, el cable debe tener una vida útil de por lo menos 20 años (se tiene en consideración las recomendaciones del fabricante, de tal forma que asegure su vida útil). Al instalar el cable sobre redes eléctricas por debajo de los conductores no debe haber necesidad de desenergizarlos.

Figura 45: Fibra óptica con mensajero tipo ADSS G.652.



Fuente: Sterlite Tech AERIAL-LITE [Anexo 3].

Embalaje y marcado de preinstalación

Deben seguirse los métodos estándares en la industria para embalaje y marcado de los carretes de FO. Un único segmento de cable sin empalmes, será montado en cada carrete; los extremos de este cable deben estar disponibles para las pruebas.

Pruebas

Se deben seguir los métodos estándares en la industria para las pruebas previas y posteriores a la instalación del cable de FO. Deben comprender, pruebas en carrete, de post-emplame, de post-conexión, y de aceptación.

Requisitos de distancia al suelo, de pando (Sag) y de tensión

La altura libre sobre el suelo de cable ADSS debe cumplir con la normativa nacional y local y con las normas de construcción observadas por las distintas empresas eléctricas a lo largo de cuya infraestructura el cable se puede desplegar en ausencia de las normas se debe considerar una distancia mínima de 5 metros. Los requisitos que proporcione el fabricante del cable respecto al pando y tensión deben ser garantizado por el instalador. Los vanos han sido obtenidos en una inspección de campo donde se puede apreciar distancias de la estructura de MT entre 200 a 400 m, el concedente, en este caso Hidrandina, hará sus mejores esfuerzos para facilitar el acceso a los datos detallados sobre las longitudes de los vanos en las rutas de transmisión eléctrica involucradas que tengan dicha información.

Presupuestos de pérdida de fibras y tramos

Se debe asegurar que cada segmento de ruta de fibra óptica está diseñado e implementado con el fin de que se cumplan los requisitos de presupuesto de pérdida necesarios para ese segmento, se debe considerar el mantenimiento de los dispositivos repetidores necesarios y los equipos asociados.

Numero de fibras

El número de hilos de fibra óptica para la RDNFO es de cuarenta y ocho hilos [63], aunque en [58], indica que podría ser como mínimo 24 hilos.

3.2.14 Procedimiento de instalación de fibra óptica

La instalación de la fibra óptica se realiza siguiendo los procedimientos de instalación seguidos por Amitel Telecomunicaciones Perú S.A.C, realizados en la región Puno [63], con el objetivo de que los aspectos técnicos, ambientales y de seguridad del tendido del conductor de fibra óptica sobre líneas de tensión energizada, garantice eficiencia y minimización de riesgos, priorizando la salud e integridad física del personal que participan en el proyecto. La instalación de poleas de inicio y de fin y las poleas guías intermedias para el tendido de cables aéreos provisionalmente suspendidas y/o sujetas a las torres MT por donde se instala el cable de fibra óptica, debe cumplir las condiciones mínimas de curvatura de instalación ($20 \times OD$) y operación ($10 \times OD$) con diámetros mínimos y máximos entre 10",13" hasta 23".

Para el tramo Celendín – Sucre, con 10 Km de longitud, la instalación se realiza con el método del carrito móvil (fig. 46, 47). por estar la estructura eléctrica al borde de la carretera.

Figura 46: Método de carrito móvil, para el tramo Celendín - Sucre



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Figura 47: Otra vista del método de carrete móvil



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

En las figuras 48, 49 y 50, se puede apreciar cómo se coloca a través de la brida, la cuerda de tensión, un enmallado de alambre hacia la fibra óptica y las poleas para aplicar la técnica del carrete estacionario al tramo Sucre - Oxamarca.

Figura 48: Cuerda de tensión a través de brida para anclar la fibra óptica de inicio.



Nota. Cuerda de tensión, tomada de "YouTube" [video]. HUAWEI, 2020,
https://www.youtube.com/watch?v=gIUqU2_pOG0&t=828s

Figura 49: Instalación de polea de inicio para pasar la fibra óptica.



Nota. Instalación de polea, tomada de “YouTube” [video]. HUAWEI, 2020,
https://www.youtube.com/watch?v=gIUqU2_pOG0&t=828s

Figura 50: Polea guía para pasar la fibra óptica.



Nota. Polea guía, tomada de “YouTube” [video]. HUAWEI, 2020,
https://www.youtube.com/watch?v=gIUqU2_pOG0&t=828s

3.2.15 Zonas de difícil acceso tramo Sucre - Oxamarca

Para el tramo Sucre – Oxamarca, con 20 Km de longitud el método de instalación es el de carrete estacionario como se aprecia en la fig. 51 y 52, se debe trabajar con cuadrillas de instaladores ya que hay que mover el carrete de forma manual.

Figura 51: Traslado de bobina, método carrete estacionario, para el tramo Sucre - Oxamarca



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Figura 52: Delimitación de bobina



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Figura 53: Cuadrilla de trabajadores haciendo el diseño de 8



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

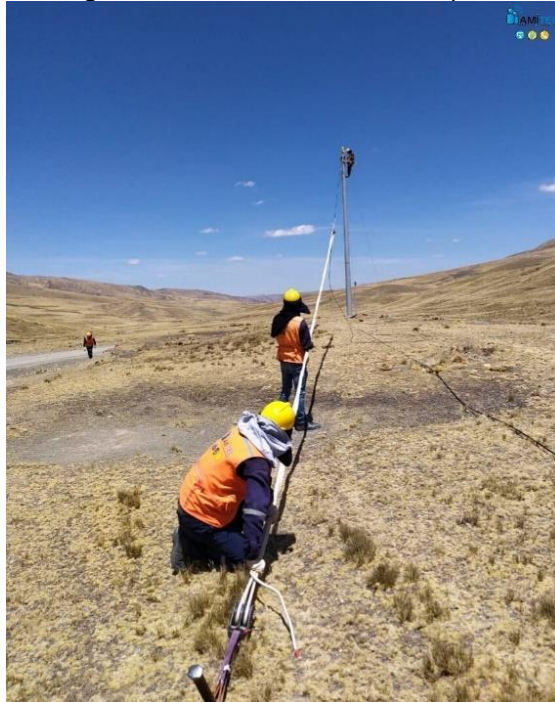
Figura 54: Traslado del cable de Fibra Óptica, método carrete estacionario



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

Una vez se tenga el cable de fibra óptica tendido, se procede a instalar la ferretería según el diseño previo y a realizar el flechado.

Figura 55: Flechado de la fibra óptica



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

3.2.16 Elementos de ferretería

Indica que una vez se tenga el cable de fibra óptica tendido se procede a instalar la ferretería que sujete el cable a los postes y/o torres eléctricas con el siguiente procedimiento [61]:

- En la última estructura donde se realizó el tendido se arma la primera cruceta y se instala el preforme (fig. 57) correspondiente.
- Las crucetas se usan para el almacenamiento de reservas de fibra óptica a lo largo del tramo, se debe colocar un soporte de fijación en el poste.

Figura 56: Instalación de crucetas



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63].

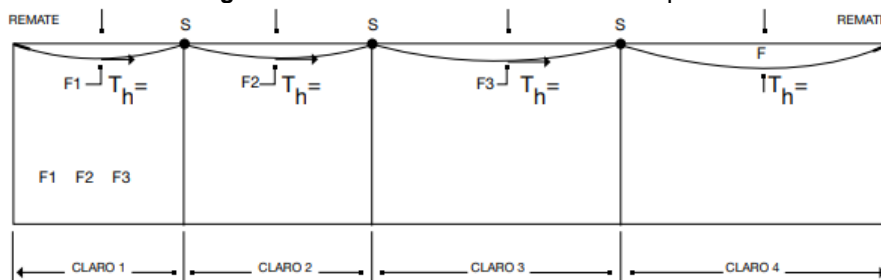
Figura 57: Preformado



Fuente: MINEM [61]

- Los operarios y algunos ayudantes de la cuadrilla realizan el flechado con ayuda del cáncamo, realizando las maniobras respectivas. Esta operación debe efectuarse con tensión controlada para tal fin

Figura 58: Tensado del cable de fibra óptica



Fuente: MINEM [61]

- Cuando el cable este tensado, si al operario le resulta difícil colocar el conjunto de anclaje subido al poste, se marca la posición de aquél, se suelta la tracción del cable y se pone la ferretería en el suelo volviéndolo a tensar de nuevo para anclarlo al poste.

Figura 59: Herraje de retención (preformado), para vanos de 200 – 400 m.



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63]

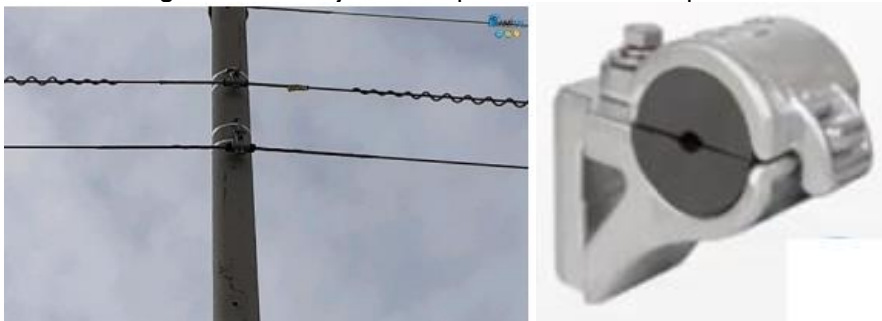
Figura 60: Herramienta para colocar la cinta band-it alrededor del poste. a) flejadora, b) fleje con despachador y c) hebilla.



Nota. Las herramientas para colocar la cinta band-it han sido extraída del catálogo de productos BAND-IT [Ferretería]

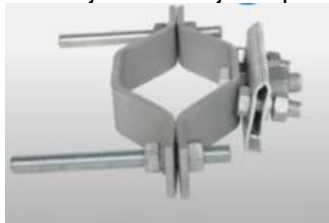
- En el tramo Celendín – Sucre, donde los vanos son de Aprox. 150 m se pueden colocar herrajes de suspensión.

Figura 61: Herrajes de suspensión anclado al poste.



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63]

Figura 62: Anclaje de herraje de paso al poste.



Nota. Extraída del catálogo de productos INCOM RETAIL [Ferretería].

Figura 63: Brazo de extensión, cuando se pueda requerir alejar el herraje de suspensión del poste.



Nota. Extraída del catálogo de productos INCOM RETAIL [Ferretería].

- El supervisor debe verificar que se tenga la flecha adecuada, y cumpla DMS respecto al suelo, y líneas eléctricas.

3.2.17 Herramientas y equipo para tendido de la fibra Óptica

La Cuadrilla de tendido y canalizado, debe tener los siguientes elementos:

- Sonda dieléctrica para ducterías mínimo de 100 m
- Manila para halado de cable
- Poleas para tendido aéreo
- Extensión eléctrica mínimo de 30 metros.
- Flexómetro.
- Odómetro.
- Tijeras
- Cortafrío.
- Juego de llaves expansivas.
- Ratchet con su respectiva extensión y copa.
- Pinza de punta.
- Juego de destornilladores planos.
- Juego de destornilladores estrella.
- Alicates aislados.

- Linterna tipo minero y de mano.
- Taladro percutor.
- Brocas tungsteno (muro).
- Brocas para metal.
- Escalera dieléctrica en fibra de vidrio de 2 cuerpos de mínimo 14 pasos con cordones de 10 metros para asegurar la escalera.
- Rana/Mordaza para tensión.
- Martillo.
- Manila.
- Sunchadora para cinta band-it.
- Juego llaves fijas de varias medidas.
- Pretales
- Cuatro (4) Tacos de madera.
- Pala.
- Pico.
- Pata de cabra.
- Conos de 70 cm.
- Cinta de impacto urbano.
- Mallas.
- Dos (2) Vallas de señalización mínimo.
- Parantes o cachacos.

Cierres Ópticos

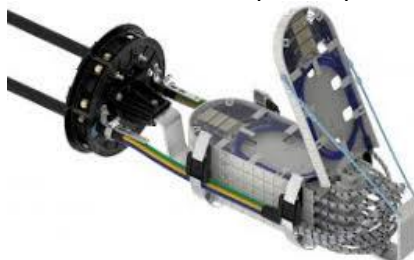
Los empalmes deben ser protegidos en una MUFA estas contienen un domo como tapa de cerrado hermético sobre una base con una abrazadera tipo O-ring, la fibra ingresa a través de los puertos los que se sella con mangas termo contraíbles para evitar el acceso de humedad y el deterioro de los empalmes.

Figura 64: MUFA con el domo y el O-ring hermético



Nota. Extraída del catálogo de productos SCIENTIFIC SATELLITE [Ferretería].

Figura 65: MUFA con acometida de la fibra por los puertos y empalme en bandeja



Nota. Extraída del catálogo de productos SCIENTIFIC SATELLITE [Ferretería].

Figura 66: Disposición de MUFA en poste



Fuente: AMITEL PERÚ TELECOMUNICACIONES S.A.C. [63]

Cuadrilla de Empalme.

Esta cuadrilla es la que realiza las fusiones, la adecuación del cable de fibra óptica en las MUFAS (cierres ópticos), sangrados y/o colocación de splitters.

Puede tener entre otros los siguientes elementos de acuerdo a la actividad a realizar:

- Máquina de Fusión de fibra con alineación de núcleo para monomodo
- Reflectómetros (OTDR).
- Medidor de Potencia.

- Generador de Potencia.
- Cortadora de alta precisión.
- Fuente de Luz visible.
- Sangrador de buffer.
- Cámara fotográfica digital.
- Medios de comunicación (RPC, walkie talkie).
- Sangrador giratorio de cable.
- Pelador de fibra para preparación de buffer e hilos.
- Kit de limpieza de fibra.
- Bobina de lanzamiento para fibra monomodo mínimo 1000 m.
- G.P.S.
- Extensión eléctrica mínimo 30 m.
- Soplete con boquilla y tanque de butano de repuesto.
- Mesa de trabajo en material no conductor, ajustada para sujetar el empalme y ubicar la máquina de fusión.
- Carpa impermeable.
- Sunchadora.

3.2.18 Organización de los hilos de fibra óptica en las MUFAS

La organización de los hilos de fibra óptica debe ser de acuerdo a la norma (TIA/EIA-598-B) en el siguiente orden en las bandejas de la MUFA:

Figura 67: Código de colores según TIA/EIA-598-B para FO de 48 hilos.

ENLACE FIBRA OPTICA DISTRIBUCION DE FIBRAS	BUFFER	No. HILO			ENLACE FIBRA OPTICA DISTRIBUCION DE FIBRA	BUFFER	No. HILO		
		No. HILO	COLOR HILO	COLOR HILO			No. HILO	COLOR HILO	COLOR HILO
AZUL	[Azul]	1	Azul	[Azul]	VERDE	[Verde]	25	Azul	[Azul]
		2	Naranja	[Naranja]			26	Naranja	[Naranja]
		3	Verde	[Verde]			27	Verde	[Verde]
		4	Café	[Café]			28	Café	[Café]
		5	Gris	[Gris]			29	Gris	[Gris]
		6	Blanco	[Blanco]			30	Blanco	[Blanco]
		7	Rojo	[Rojo]			31	Rojo	[Rojo]
		8	Negro	[Negro]			32	Negro	[Negro]
		9	Amarillo	[Amarillo]			33	Amarillo	[Amarillo]
		10	Violeta	[Violeta]			34	Violeta	[Violeta]
		11	Rosado	[Rosado]			35	Rosado	[Rosado]
		12	Aquamarina	[Aquamarina]			36	Aquamarina	[Aquamarina]
NARANJA	[Naranja]	24	Aquamarina	[Aquamarina]	CAFÉ	[Café]	48	Aquamarina	[Aquamarina]
		23	Rosado	[Rosado]			47	Rosado	[Rosado]
		22	Violeta	[Violeta]			46	Violeta	[Violeta]
		21	Amarillo	[Amarillo]			45	Amarillo	[Amarillo]
		20	Negro	[Negro]			44	Negro	[Negro]
		19	Rojo	[Rojo]			43	Rojo	[Rojo]
		18	Blanco	[Blanco]			42	Blanco	[Blanco]
		17	Gris	[Gris]			41	Gris	[Gris]
		16	Café	[Café]			40	Café	[Café]
		15	Verde	[Verde]			39	Verde	[Verde]
		14	Naranja	[Naranja]			38	Naranja	[Naranja]
		13	Azul	[Azul]			37	Azul	[Azul]

Nota. Para el código de colores se tiene en cuenta el estándar TIA/EIA-598-B para FO

Las MUFAS deben estar etiquetadas en la parte externa del domo para su identificación y facilitar el mantenimiento y/o habilitación de nuevos hilos

Figura 68: Etiqueta externa de Empalme tipo 1



Nota. Cada empresa tiene un estándar básico de etiquetado.

Características de la etiqueta de empalme:

- Logotipo de identificación para identificar al propietario de la red.
- Número telefónico del Centro de Operación en caso se requiera atención.
- Es instalada en la salida de la reserva de cada MUFA, sujetándola con cintillos de nylon en el cable de fibra óptica.

Figura 69: Etiqueta externa de cable tipo 2



Nota. Cada empresa tiene un estándar básico de etiquetado.

Características de la etiqueta del cable de FO:

- Logotipo de identificación para identificar al propietario de la red.
- Número telefónico del Centro de Operación en caso se requiera atención.
- Es instalada en el cable de fibra óptica, sujetándola con cintillos de nylon.

3.2.19 Consolidado de estructura, fibra óptica y demás elementos para la interconexión desde SE Celendín hasta el nodo de conexión en Oxamarca.

Tabla 6: Fibra y accesorio para planta externa

Fibra óptica	Longitud(m)	Slack(30%)	Precio unitario	Precio total
Celendín-Sucre FO 4 hilos adss monomodo	10000	13000	S/ 2.00	S/ 26,000.00
Sucre-Oxamarca 4 hilos adss monomodo	20000	26000	S/ 2.00	S/ 52,000.00
Total, fibra óptica (m)		39000	S/ 2.00	S/ 78,000.00
Postes* (12m)	Total	Útiles		
Celendín - Sucre	50	40	S/ 90.00	S/ 3,600.00
Sucre - Oxamarca	100	70	S/ 90.00	S/ 6,300.00
Total, de postes existentes		150	S/ 90.00	S/ 13,500.00
Total, postes por considerar		40	S/ 90.00	S/ 3,600.00
Elementos de Instalación	Cantidad			
Poleas 23"	100	unidad	S/ 100.00	S/ 10,000.00
Poleas 13"	40	unidad	S/ 80.00	S/ 3,200.00
Poleas 10"	20	unidad	S/ 50.00	S/ 1,000.00
Cuerdas de tensión para retenidas	500	m	S/ 40.00	S/ 20,000.00
Bridas para anclaje	20	unidades	S/ 20.00	S/ 400.00
Crucetas	50	unidades	S/ 50.00	S/ 2,500.00
Preformado FO 4 hilos adss monomodo	330	unidades	S/ 30.00	S/ 9,900.00
Herraje de retención	330	unidades	S/ 25.00	S/ 8,250.00
Herraje de suspensión	150	unidades	S/ 25.00	S/ 3,750.00
Brazo de extensión de un metro	30	unidades	S/ 35.00	S/ 1,050.00
MUFA	40	unidades	S/ 250.00	S/ 10,000.00
Etiquetas externas de empalme tipo1	40	unidades	S/ 80.00	S/ 3,200.00
Etiquetas externas para cable	50	unidades	S/ 80.00	S/ 4,000.00
cambium: ePMPForce 200L	1	unidades	S/ 690.00	S/ 690.00
cambium: PMP450i	8	unidades	S/ 3,950.00	S/ 31,600.00
cambium: PTP670	17	unidades	S/ 11,760.00	S/ 199,920.00
Costo de instalacio de FO por metro	39000	m	S/ 1.20	S/ 46,800.00
			Total	S/ 437,860.00

Nota. La lista mencionada anteriormente son herramientas de instalación para FO.

se consideran la mano de obra y costos de instalación desde Celendín hasta Oxamarca algunos postes en caso sea necesario mejorar la infraestructura eléctrica disponible. Los beneficios son cualitativos por el acceso a internet para el desarrollo socioeconómico, cultural, teleeducación, telegobierno, telesalud y aminorar la brecha digital.

3.2.20 Instalaciones

Sistema de transmisión

Los equipos de red óptica instalados en los nodos en los diferentes niveles de la RDNFO y los proyectos regionales y basados en la topología instalada responden a una red de transporte con tecnología de multiplexión por división de onda DWDM por sus siglas en inglés (Dense Wave Division Multiplexing) [61]. En el nodo de conexión a ubicarse en Oxamarca, se puede instalar conmutadores Ethernet mínimo de 24 puertos cada uno que soporten velocidades de bajada de 10 y 100 Mbps, puede contar con interfaz óptica que permita que los operadores de servicios públicos de telecomunicaciones que así lo requieran se conecten a la RDNFO. Los enlaces Ethernet de subida del nodo de conexión en Oxamarca hasta el nodo de distribución ubicado en Celendín deben ser de 1 Gbps, con la posibilidad de incrementar su capacidad de manera progresiva a fin de satisfacer la demanda durante toda la vida operacional de la RDNFO, cabe precisar que este nodo de distribución puede tener la capacidad de enrutar los tráficos desde un nodo de conexión hacia cualquier nodo de distribución o nodo de conexión. A partir del nodo de conexión instalado en Oxamarca se puede brindar acceso inalámbrico a 61 localidades, 59 CCPP rurales y 2 CCPP urbanos, extendiendo las capacidades del nodo de distribución [42].

Parámetros de Red

Se puede apreciar en [63], Proinversión no ha considerado un nodo de conexión en Oxamarca, éste enlace de la red de fibra óptica que une el nodo de conexión en Oxamarca con el nodo de distribución puede ser de 99.6% medida en base anual, el promedio de la latencia puede ser menor de 30 mseg, el promedio mensual de pérdida de paquetes a través de toda la red dentro del Perú puede ser menor de 0,3%, no especifica el jitter para el enlace de conexión sin embargo podemos considerar el jitter establecido para la red Core, menor que 10 mseg.

Interrupciones del servicio

En caso de que se produzca alguna interrupción de los sistemas o equipos del nodo de conexión, éste puede ser restablecido dentro de las 24 horas siguientes a la ocurrencia de la falla, en cuanto al corte de fibra óptica esta se pueda reparar dentro

de las 12 horas siguientes a la ocurrencia de dicho corte el 90% de las veces de ocurrencia por año.

3.2.21 Nodos

Generalidades

El nodo de conexión que alberga los equipos activos de red puede estar en la parte posterior de la Municipalidad Distrital de Oxamarca, esta ubicación debe ser diseñada tomando como guía los criterios establecidos en el Manual R56 de Motorola [65]. Los nodos deben estar diseñados para resistir los movimientos telúricos, las estructuras deben incorporar un marco de puerta de acero y una puerta de acero por fines de seguridad e integridad sísmica, un hardware de soporte sísmo resistente específicamente diseñado para refuerzos sísmicos, utilizar bastidores y baterías y soportes sismorresistentes, los armarios de almacenamiento debe ser capaz de cerrarse firmemente y ser sujetados firmemente a las paredes. Los edificios o estructuras para equipos deben ser construidos en terreno alto con baja probabilidad de inundación o sobre muelles cuando estos estén ubicados en zonas expuestas a inundaciones. La temperatura de los nodos debe ser mantenida por una infraestructura entre 16°C y 26°C y la HR entre 40% y 50%. Se debe garantizar que el personal técnico tenga acceso las 24x7x365 a todos los espacios de equipos sin necesidad de autorización previa por parte de terceros.

Específicas

El espacio físico donde se alberga el nodo de conexión debe ser de tamaño suficiente para soportar equipos inicialmente instalados más un mínimo de 50% de crecimiento. Se debe disponer de un sistema de UPS con capacidad de soportar las operaciones por un mínimo de doce (12) horas. La capacidad de HVAC del nodo de conexión debe ser la suficiente para soportar la operatividad de los equipos electrónicos propuestos en relación a las condiciones locales del medio ambiente y las especificaciones técnicas de operación de dichos equipos. Además, debe disponer de un sistema de alarma que se controle a distancia desde el NOC, puede ser parte de un sistema de gestión de red (NMS) o un sistema independiente, alguna de sus capacidades debe ser: detección de intrusiones, temperaturas altas y bajas, fuera de los umbrales

establecidos, agua en el suelo, corte de energía comercial, UPS activo/inactivo, nivel de potencia del UPS, detección de calor/humo.

Dispositivos electrónicos activos

Todos los equipos electrónicos activos deben ser nuevos de “Carrier-grade” y de última generación en la línea de productos comerciales del fabricante y debe tener una vida útil mínima de 10 años, debe cumplir las recomendaciones del UIT-T y observar la normatividad nacional aplicable para la importación de dichos equipos. Los equipos de este nodo deben de contar con un tiempo promedio entre fallos (MTBF) certificado por el fabricante de 65,000 horas o más. Todos los equipos deben ser capaces de operar a altitudes de hasta 4,400 metros, el reloj primario de referencia para la sincronización de la red debe ser igual o mejor que 1×10^{-11} .

Enrutador de Distribución en Celendín

Si bien esta investigación se centra en el nodo de conexión a ubicarse en Oxamarca, es pertinente indicar las características que debe tener el nodo de distribución en Celendín, al cual se conecta el nodo de Oxamarca. El enrutador de distribución instalado en el nodo de Celendín debe contar con interfaz y recopilar el tráfico de proveedores individuales de servicios a través de conexiones Ethernet de como mínimo 1 Gbps, sin embargo, también se debe conectar a switches de red de conexión en el nodo en Oxamarca, para extender su cobertura a sus CCPP y/o localidades remotas. En este nivel los enrutadores deben ser controlados por software y deben tener interfaces de subida con los enrutadores de agregación de como mínimo 10 Gbps, deben ser conectados a múltiples routers de agregación redundantes, los enrutadores de distribución pueden estar colocados con los enrutadores de agregación o pueden ser instalados en lugares remotos, pueden ser gestionados de manera independiente o a través de los enrutadores de agregación asociados.

Switches de red de Conexión en Oxamarca

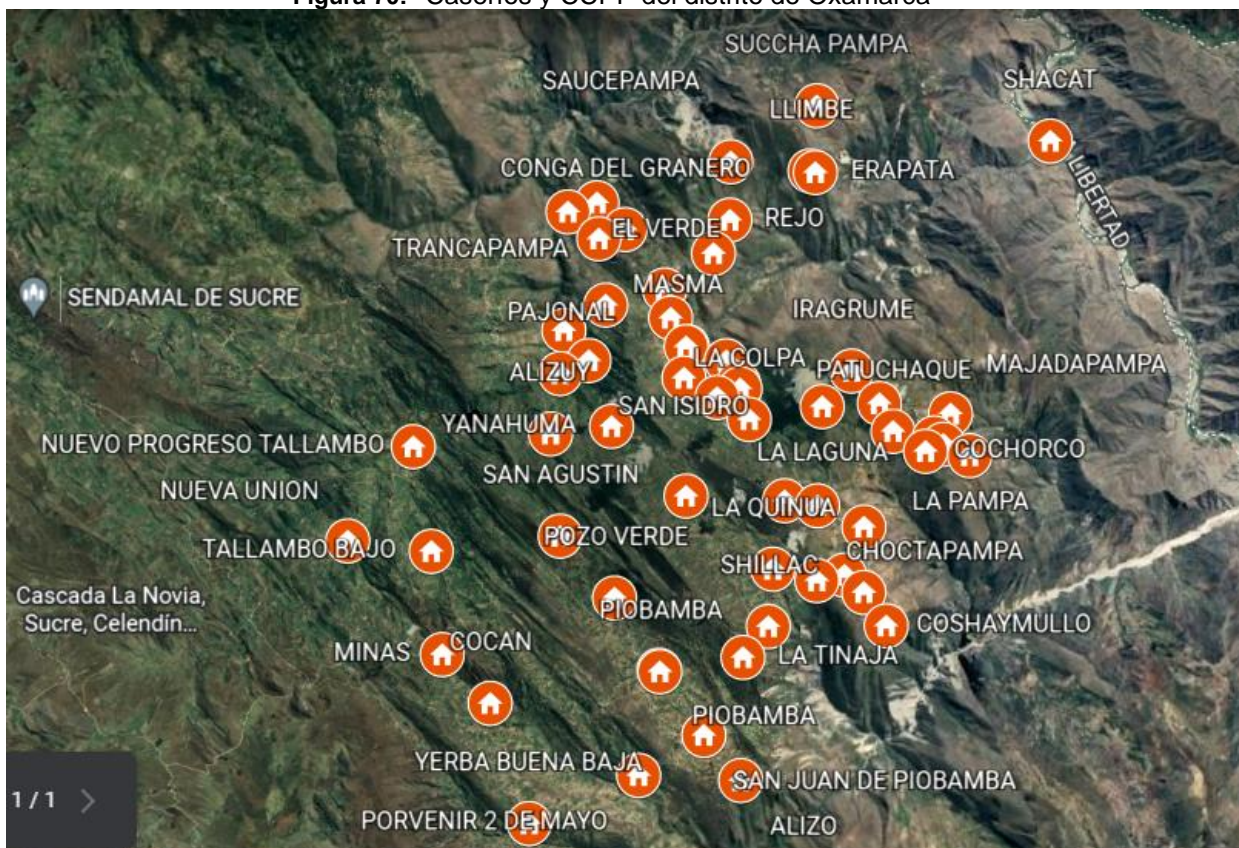
Los switches de red de conexión deben contar con un mínimo de 24 puertos de bajada capaces de soportar Ethernet a 10 Mbps y 100 Mbps. Estos switches de red de conexión deben contar con puertos de subida capaces de soportar Ethernet de como mínimo 1 Gbps y debe soportar el protocolo SNMP.

3.2.22 Cálculo de la demanda de ancho de banda

Oxamarca al ser capital de distrito, le corresponde una red de conexión, cuyo nodo principal está compuesto por equipos de conmutación. Calcularemos la capacidad de conmutación de los switches de acceso, de núcleo y de backbone para la red LAN del nodo de conexión en Oxamarca, que permitan el funcionamiento de aplicaciones y servicios futuros, se utiliza los métodos de diseño de las mejores prácticas de Cisco [66] y el método basado en la fórmula de distribución de Poisson.

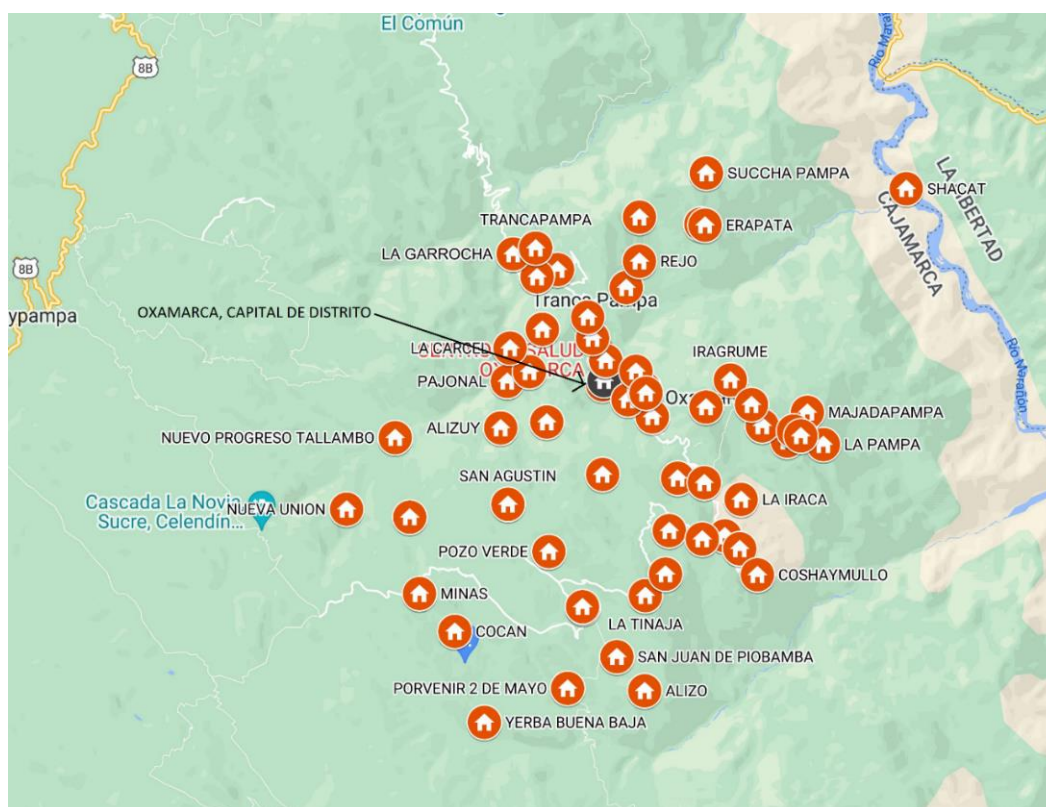
El distrito de Oxamarca tiene las siguientes características: 5,394 habitantes distribuidos en 2,396 viviendas [49], estos hogares se encuentran distribuidos en las 61 localidades del distrito de Oxamarca, entre caseríos y CCPP, tal como se parecía en la siguiente figura.

Figura 70: Caseríos y CCPP del distrito de Oxamarca



Nota. Coordenadas con sus Caseríos y CCPP del distrito de Oxamarca, con el programa de Ubiquiti Inc. "ISP Design Center".

Figura 71: Ubicación de Oxamarca capital

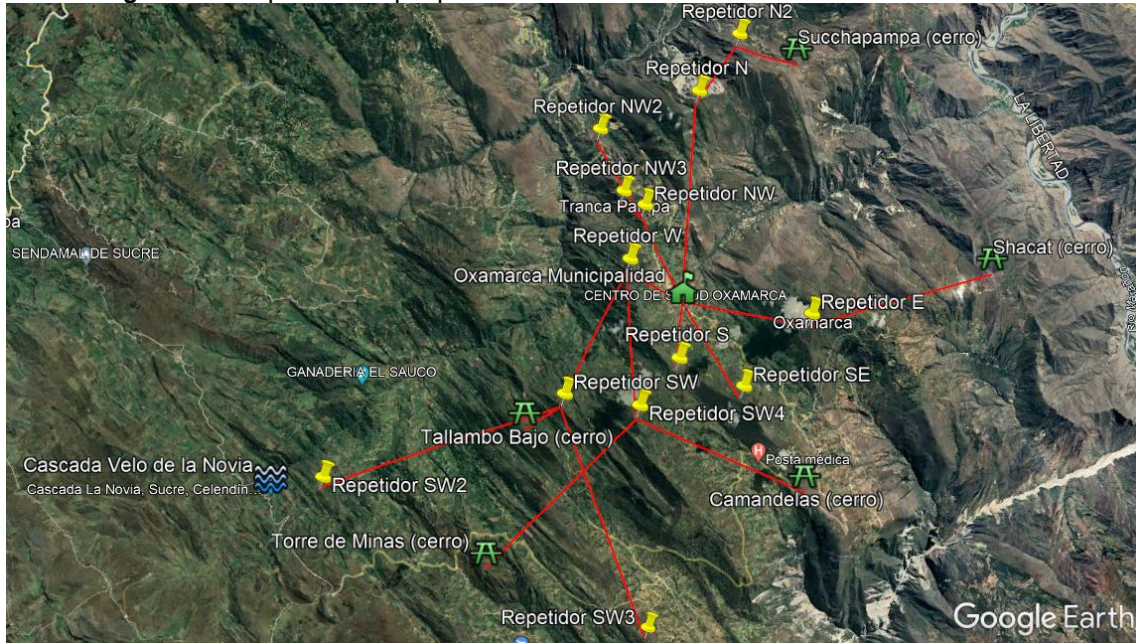


Nota. Ubicación de Oxamarca capital, con el programa de Ubiquiti Inc "ISP Design Center".

La ciudad de Oxamarca, está rodeada de cerros que impiden LOS con los demás lugares, caseríos o CCPP, por lo que se colocan los repetidores N (norte), S (sur), NW (noroeste), W (oeste), SE (sureste) y E (este), además de algunas extensiones de repetidores como N2, SW, SW2, SW3, SW4, NW2 y NW3, a través de los cuales se pueda lograr el alcance a las 61 localidades del distrito de Oxamarca, esto se puede apreciar en la fig. 72. También se identifican los tres CCPP más alejados de Oxamarca, los cuales son Porvenir 2 de mayo, Succhapampa y Shacat a 8Km, 9Km y 10Km respectivamente. En las cercanías de esos CCPP se han ubicado los repetidores N para Succhapampa, repetidor SW3 para el CCPP Porvenir 2 de mayo y el repetidor E para el CCPP Shacat.

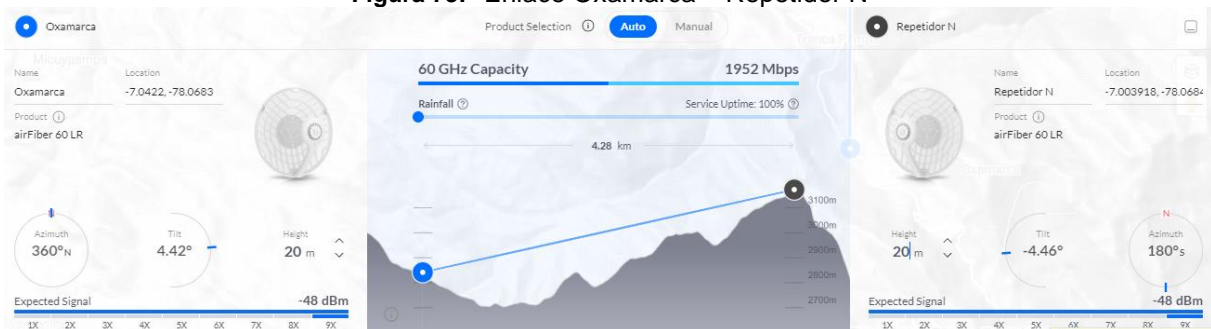
En las fig. 73, 74, 75, 76, 77 y 78 se detallan los perfiles de elevación de los repetidores alrededor de Oxamarca.

Figura 72: Repetidores que permiten tener LOS con los 64 CCPP de Oxamarca



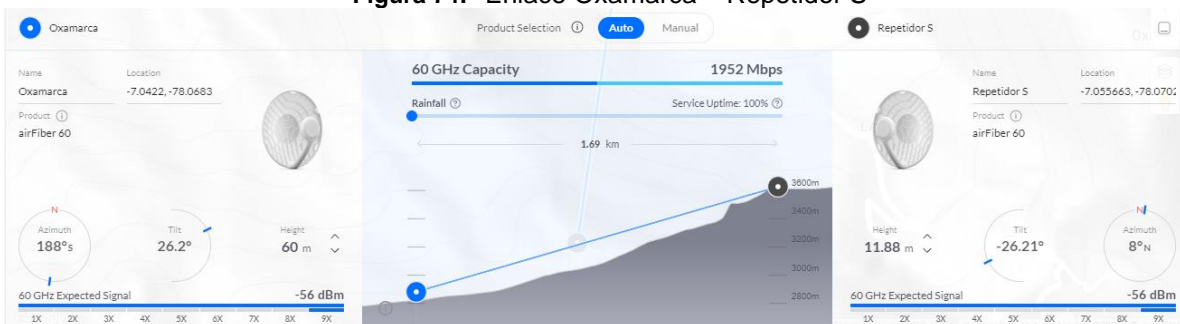
Nota. Ubicación de repetidores en los 64 CCPP de Oxamarca, con el programa de Ubiquiti Inc “ISP Design Center”.

Figura 73: Enlace Oxamarca – Repetidor N



Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor N con el programa de Ubiquiti Inc “ISP Design Center”.

Figura 74: Enlace Oxamarca – Repetidor S



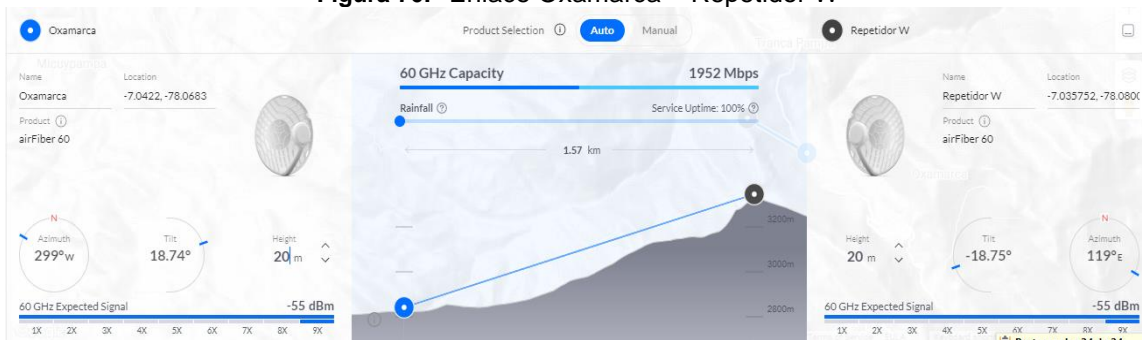
Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor S, con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

Figura 75: Enlace Oxamarca – Repetidor NW



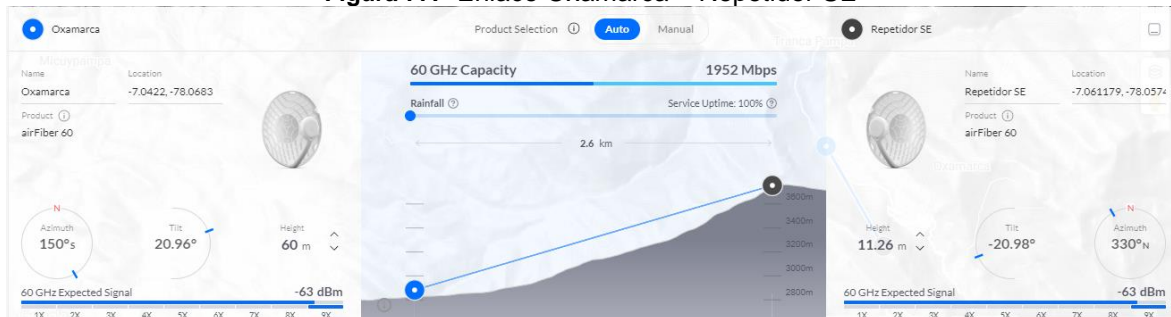
Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor NW con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

Figura 76: Enlace Oxamarca – Repetidor W



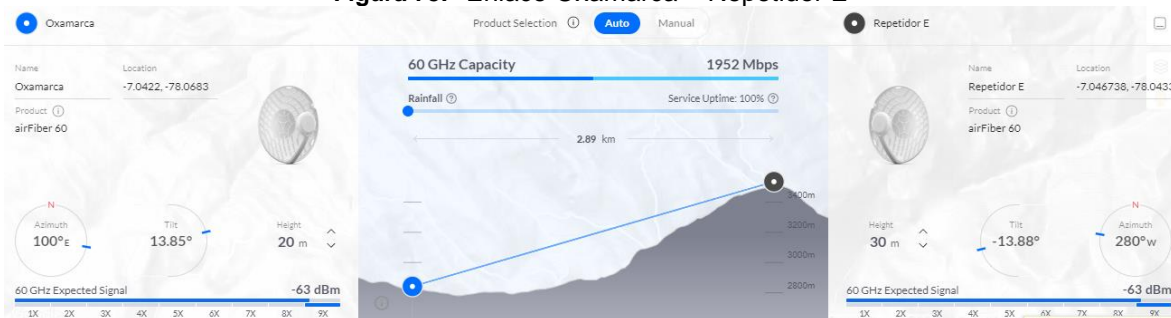
Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor W con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

Figura 77: Enlace Oxamarca – Repetidor SE



Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor SE con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

Figura 78: Enlace Oxamarca – Repetidor E



Nota. Simulación del enlace Oxamarca – Repetidor E con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

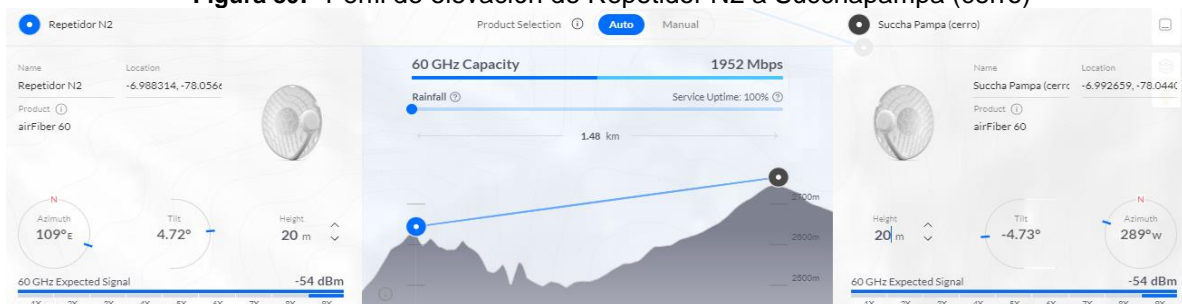
A Succhapampa y Shacat se puede llegar a través de torres Succhapampa (cerro) y Shacat (cerro), estas se pueden apreciar en la parte derecha de la fig. 79 de color verde y Porvenir 2 de mayo, cuya cobertura es a través de la repetidora SW3. Podemos apreciar los perfiles de elevación de Succhapampa (cerro), Shacat (cerro) en las fig. 80 y 81. A través del Repetidor SW3 podemos dar cobertura al tercer CCPP más alejado, Porvenir 2 De mayo, ver fig. 82 y en la fig. 83 se muestra su perfil de elevación.

Figura 79: Torres de Succhapampa y Shacat



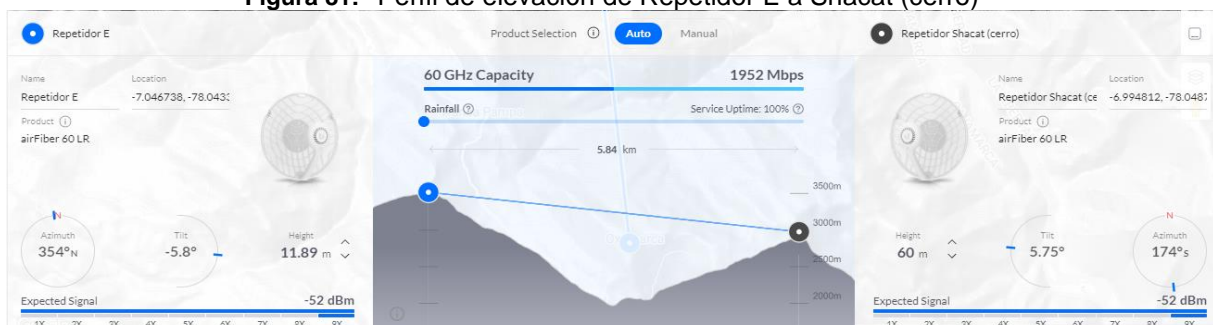
Nota. Ubicación de Torres de Succhapampa y Shacat, con el programa de Ubiquiti Inc "ISP Design Center".

Figura 80: Perfil de elevación de Repetidor N2 a Succhapampa (cerro)



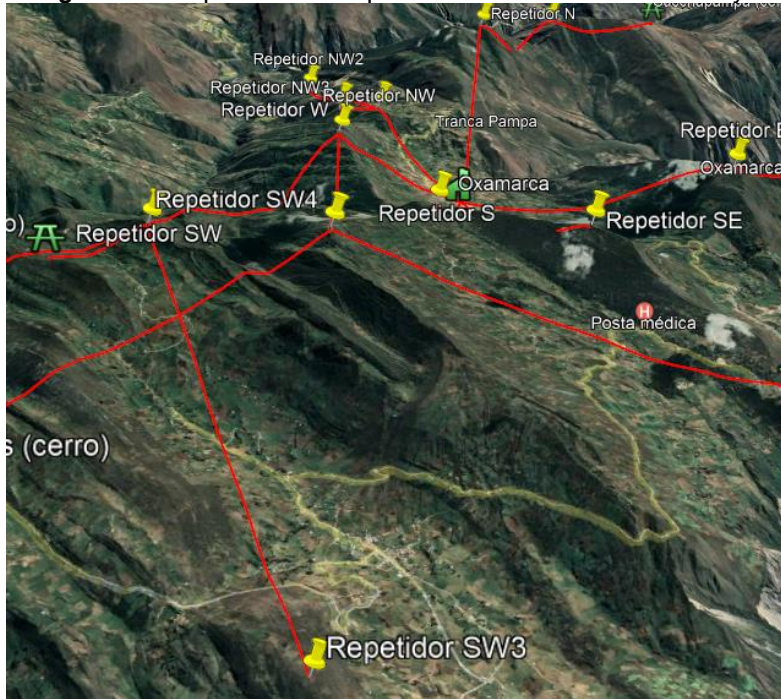
Nota. Simulación del perfil de elevación de repetidor N2 a Succhapampa, con el programa de Ubiquiti Inc. "ISP Design Center".

Figura 81: Perfil de elevación de Repetidor E a Shacat (cerro)



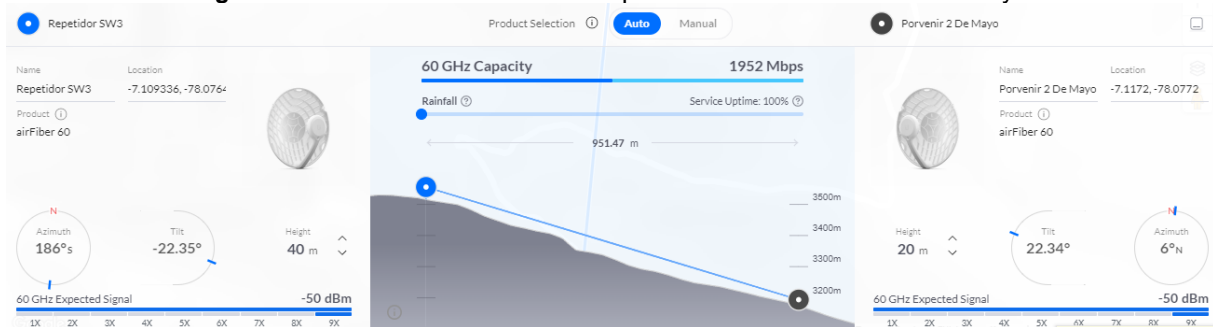
Nota. Simulación del perfil de elevación de repetidor E a Shacat, con el programa de Ubiquiti Inc. "ISP Design Center".

Figura 82: Repetidor SW3 que cobertura Porvenir 2 de mayo



Nota. Ubicación de SW3 que cobertura porvenir 2 de mayo, con el programa de Ubiquiti Inc “ISP Design Center”.

Figura 83: Perfil de elevación de Repetidor SW3 a Porvenir 2 de Mayo



Nota. Simulación del perfil de elevación de repetidor SW3 a Porvenir 2 de mayo, con el programa de Ubiquiti Inc. “ISP Design Center”.

Los CCPP de Tallambo Bajo, Minas, Camandelas, y los ya mencionados Succhapampa y Shacat, necesitan una antena en la parte más alta de dichas localidades y a partir de allí entregar cobertura, las torres que las soportan se pueden apreciar de color verde en la fig. 72. Los demás CCPP puede tener cobertura desde los repetidores (íconos amarillos). Los repetidores que pueden entregar cobertura a las 61 localidades o CCPP, se puede observar su distribución en el mapa en la fig. 84, las coordenadas de cada CCPP o localidad se han extraído del sistema de consultas de centros poblados del INEI [42]. A continuación, se listan por repetidor:

Repetidor N

- 1.-Erapata
- 2.-Llimbe
- 3.-Saucepampa
- 4.-El Rejo

Repetidor NW2

- 5.-La Garrocha
- 6.-Trancapampa
- 7.-Conga del Granero

Repetidor NW3

- 8.-Masma

Repetidor W

- 9.-Dungal
- 10.-Yanahuma
- 11.-Pajonal

Repetidor SW4

- 12.-San Isidro
- 13.-La Cárcel
- 14.-San Agustín
- 15.-San Juan de Piobamba
- 16.-La Quinoa
- 17.-Camandelas

Repetidor SE

- 18.-Lugmillas

Repetidor E

- 19.-Iragrume
- 20.-Patuchaque
- 21.-Quilimachay
- 22.-La Escalera
- 23.-Choctapampa
- 24.-La Chocta
- 25.-Chupicapampa
- 26.-La Iraca

27.-Cochorco

28.-Yungapata

Repetidor SW

29.-Tallambo Bajo

Repetidor S

30.-El Verde

31.-La Libertad

32.-Trapiche

33.-Alizuy

Repetidor SW2

34.-Velo De La Novia

35.-Nuevo Progreso Tallambo

36.-Nueva Unión

Repetidor SW3

37.-Cocan

38.-Piobamba

39.-Pozo Verde

40.-Alizo

41.-Porvenir 2 de mayo

42.-Yerba Buena

43.-Minas

Camandelas (cerro)

44.-Camandelas

45.-Coshaymullo

46.-Shillac

47.-La Tinaja

Shacat (cerro)

48.-Shacat

49.-La Pauca

50.-Majadapampa

Oxamarca

51.-Oxamarca

52.-Colpa

53.-Colpapucho

54.-Condorilla

55.-Cantagallo

56.-Paltarume

57.-La Colpilla

58.-Corralpampa

59.-Paycapampa

60.-La Laguna

Succhapampa (cerro)

61.-Succhapampa

Figura 84: Distribución de los CCPP y repetidores



Nota. Distribución de los CCPP y repetidores, con el programa de Ubiquiti Inc. "ISP Design Center".

Con ayuda de un software de diseño propietario [67], se han obtenido los perfiles de elevación para determinar las alturas de cada antena, emisor y receptor así como el posicionamiento de las mismas, tilt y azimut. Luego de haber obtenido las posiciones de las repetidoras en base a la cobertura de los 59 CCPP del distrito de Oxamarca, donde viven sus 5,394 habitantes en 2,396 viviendas, vamos a determinar la demanda de ancho de banda.

Cálculo de ancho de banda del distrito de Oxamarca

Como primer punto es preciso manifestar lo ideal de un acceso a Internet que realmente sea inclusivo y contribuya a disminuir la brecha digital y a mejorar las oportunidades de los usuarios y de su entorno debe considerar hoy en día, en medio

de un escenario de mayor demanda de velocidad de transmisión, alterado abruptamente por la pandemia de la Covid-19, no solo servicios prioritarios de telecomunicaciones sino también obtener de Internet mayores servicios y contenido. Los servicios y sus anchos de banda listados a continuación están proyectados a partir de las recomendaciones de la Comisión Federal de las Comunicaciones (FCC) [68]:

Tabla 7: Velocidades de transmisión recomendadas por FCC

Actividad	Velocidad Mínima de Descarga (Mbps)
Uso General	
Navegación General y Correo	1
Descarga de Radio por Internet	0.5
Llamadas por Internet (VoIP)	0.5
Estudiante*	15
Trabajo a Distancia*	15
Descarga de Archivo	10
Medios Sociales	1
Mirar Videos	
Descargar Video de Definición Estándar*	4
Descargar Video de Alta Definición (HD)*	7
Descargar Video de Definición Ultra HD 4K	25
Videoconferencia	
Llamada Personal con Video Estándar (Skype/Zoom)	1
Llamada Personal con Video HD (Skype/Zoom)	1.5
Teleconferencia con Video HD	6
Juegos	
Consola de Juegos Conectada a Internet	3
Multijugador ("Multiplayer") Conectado a Internet	4
TOTAL (Mbps)	94.5

*se han tomado los valores promedios

Fuente: Comisión Federal de Comunicaciones: FCC [68]

Otros autores coinciden con este valor [69], y con un ancho de banda proyectado para un uso futuro se estiman en 95,9 Mbps, se incluyen funciones como audio, video, actualización de software (tráfico de administración o descarga de archivo) y control de tráfico multicapa directamente sobre el puerto del usuario, esto último puede llegar a consumir casi el 50% del ancho de banda requerido por usuario. Sin embargo, lo indicado se puede proyectar en redes FFTX, con accesos directamente de los operadores o ISP, sin etapas inalámbricas.

En las zonas rurales las redes se despliegan redes inalámbricas, como se ha proyectado previamente, las etapas para llegar al ISP son muchas, principalmente por

Lo difícil de los accesos hasta las localidades donde se tienen que colocar hasta 2 y a veces hasta 3 repetidores, como se puede apreciar en la fig. 84, entre ellos Succhapampa, Shacat, Camandelas, Minas y Piobamba, otras veces por que la población está muy dispersas y el costo de infraestructura, operación y mantenimiento muchas veces tiene que estar subvencionado o por el estado o por otras organizaciones. Para accesos de última milla, es decir en los puntos en que los usuarios acceden al servicio de Internet, básicamente en los CCPP se pueden considerar accesos por vivienda de 20 MB, o en su defecto accesos públicos WIFI, mediante HOT SPOT, pudiendo ser su instalación en zonas céntricas del CCPP, en las plazas principales o según convenga en algún lugar adecuado que provea la mayor cantidad de accesos con el mayor.

Una vez contextualizado ello, vamos a obtener el ancho de banda o rendimiento en Mbps de los enlaces multipunto de Oxamarca y los enlaces punto a punto de Oxamarca hacia el oeste, a partir de esto se puede colocar puntos de acceso en los CCPP para accesos públicos de los usuarios, y luego proyectamos los características y perfiles de elevación, altura de las torres, tipo de antena y posición de estas (azimut y tilt).

3.2.23 Cálculo de la cantidad de usuarios proyectados

Podemos apreciar que alrededor de la capital del Distrito, Oxamarca, existen los repetidores N, NW, W, S, SE y E los cuales a la vez se interconectan con otros para lograr LOS a todas las localidades y/o CCPP del distrito de Oxamarca.

Figura 85: Repetidores N, NW, W, S, SE y E



Nota. Ubicación de repetidores N, NW, W, S, SE y E con el programa de Ubiquiti Inc “ISP Design Center”

Según el Banco Mundial, la tasa de crecimiento poblacional en el Perú es de 1,2% anual [70] por lo que proyectada a 10 años, utilizamos la fórmula de crecimiento Poblacional Compuesto $P_t = P_0 (1 + r)^t$, vamos a utilizar esto datos para Oxamarca haciendo una excepción.

Datos:

$P_0 = 5,394$

$P_{10} = ?$

$t = 10$ años

$r = 0,012$

$P_{10} = 6074$

Tabla 8: Población actual y población proyectada a 10 años por repetidor

Repetidores y cobertura a los CCPP	Interconexiones	Población	Población a 10 años
Repetidor N	Oxamarca - Repetidor N - Repetidor N2	66	74
Repetidor NW	Oxamarca - Repetidor NW	225	254
Repetidor W	Oxamarca - Repetidor W	3214	3621
Repetidor S	Oxamarca - Repetidor S	410	462
Repetidor SE	Oxamarca - Repetidor SE	50	56
Repetidor E	Oxamarca - Repetidor E - Shacat (cerro)	680	766
Oxamarca. Municipalidad	Oxamarca - interconecta a N, S, W, E, NW y SE	678	764

Fuente: Banco mundial [70]

En la tabla N° 8 se indica los repetidores y la cantidad de población que hay en cada uno de ellos haciendo un total de 5597 pobladores, si conformamos familias de 5 integrantes, tenemos 1120 hogares. De la tabla N° 8 se estima por hogar 94.5 Mbps por lo que es un total de ancho de banda de 105.79 Gbps. A continuación, se puede estimar el ancho de banda que se puede alcanzar por cada radioenlace

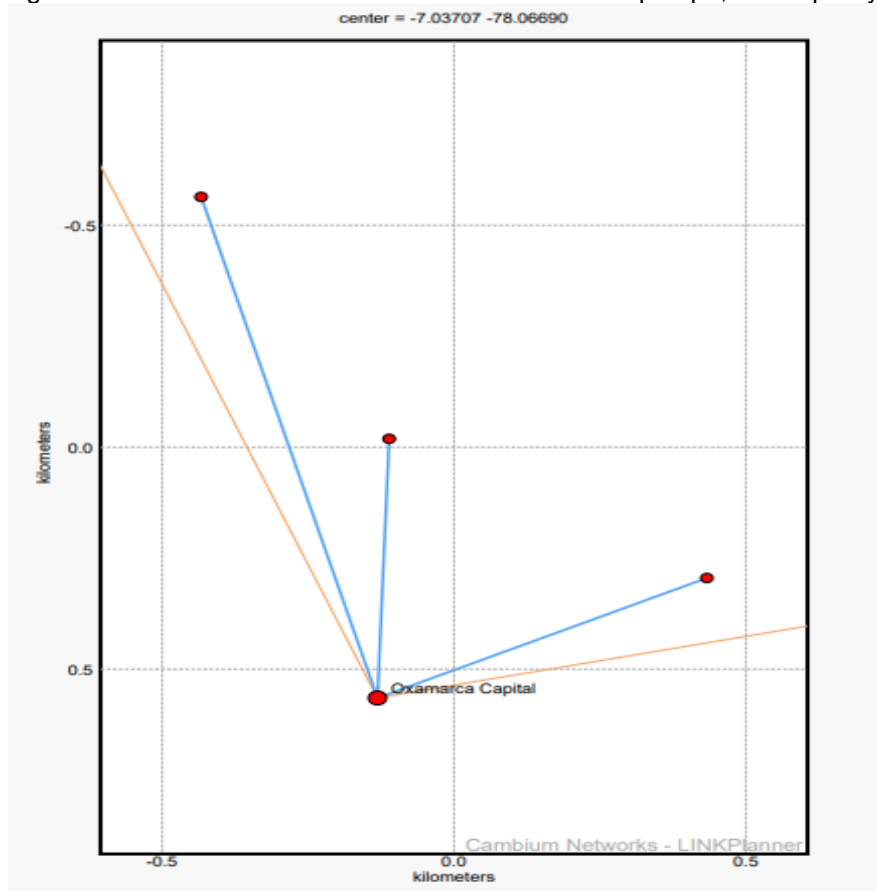
Diseño de los enlaces Punto a Punto (Ptp) y Punto Multipunto (PMtp)

Desde la torre ubicada en la Municipalidad de Oxamarca (MO) se puede realizar los enlaces a todos los demás repetidores para llegar hasta el CCPP más alejado.

Enlace PMtp Oxamarca a CCPP cercanos con LOS

En la torre ubicada en la MO se hace una conexión punto multipunto para entregar cobertura a los siguientes CCPP: Corralpampa, La Colpilla y Paycapampa

Figura 86: Diagrama de antena sectorial dando cobertura a Corralpampa, La Colpilla y Paycapampa

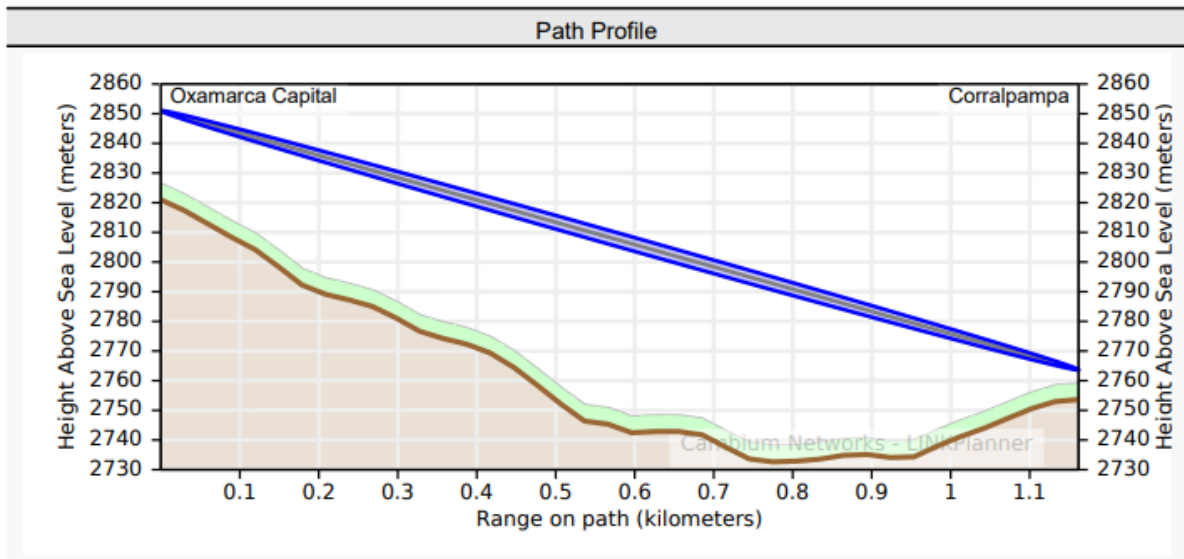


Nota. Diagrama de antena sectorial modelado con el programa Cambium Networks.

Corralpampa

Tasa máxima de datos 231.83 Mbps a 256QAM MIMO-B, para 34 usuarios (Anexo 4)

Figura 87: Perfil Oxamarca - Corralpampa

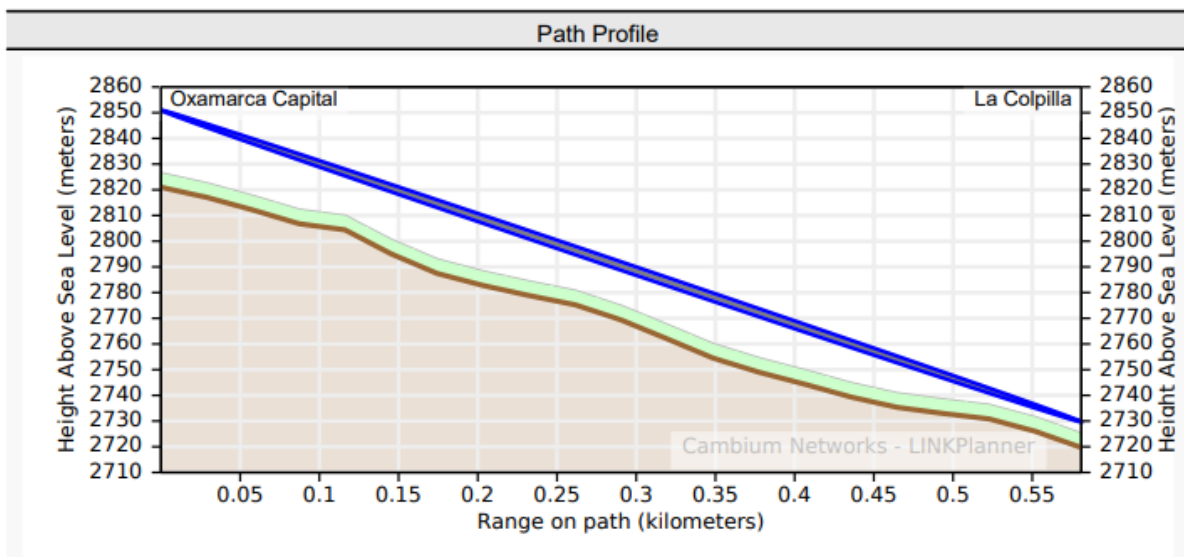


Nota. Perfil Oxamarca – Corralpampa, modelada con el programa Cambium Networks.

La Colpilla

Tasa máxima de datos 115.92 Mbps a 16QAM MIMO-B, para 65 usuarios (Anexo 4)

Figura 88: Perfil Oxamarca – La Colpilla

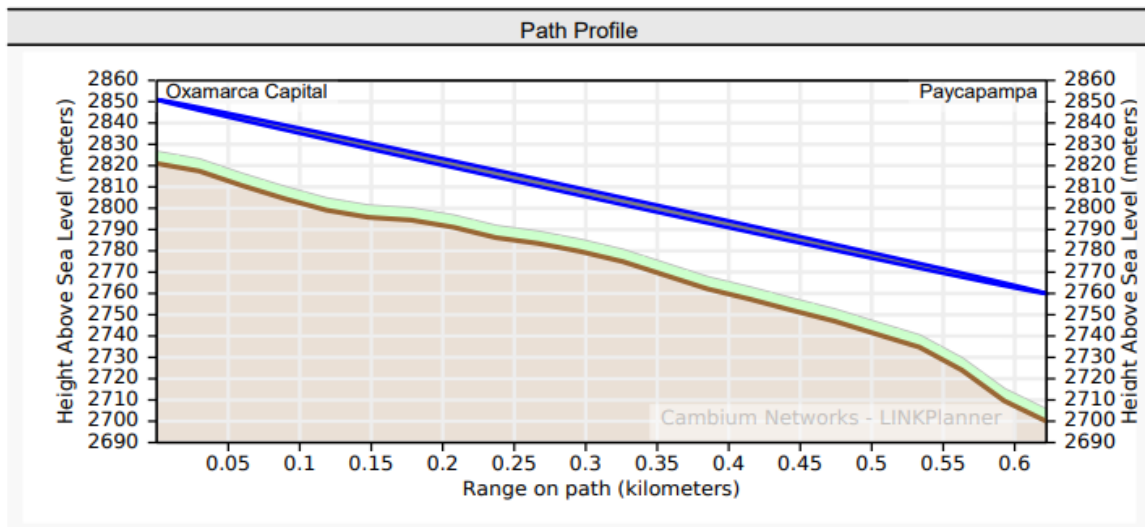


Nota. Perfil Oxamarca – Colpilla, modelada con el programa Cambium Networks.

Paycapampa

Tasa máxima de datos 57.96 Mbps a 16QAM MIMO-A, para 65 usuarios (Anexo 4)

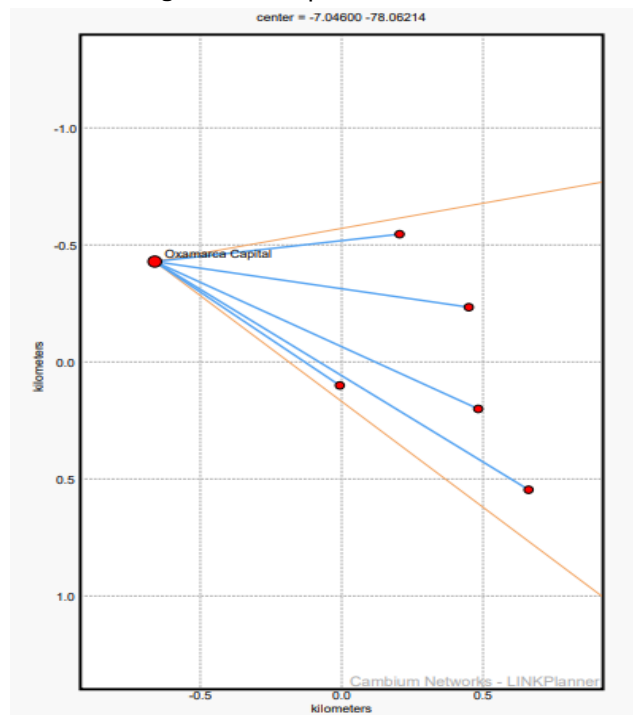
Figura 89: Perfil Oxamarca – Paycapampa



Nota. Perfil Oxamarca – Paycapampa, modelada con el programa Cambium Networks.

En la torre ubicada en la MO se hace una conexión punto multipunto para entregar cobertura a los siguientes CCPP: Cantagallo, Colpapucho, Condorilla, La Colpa, Paltarume

Figura 90: Mapa de red

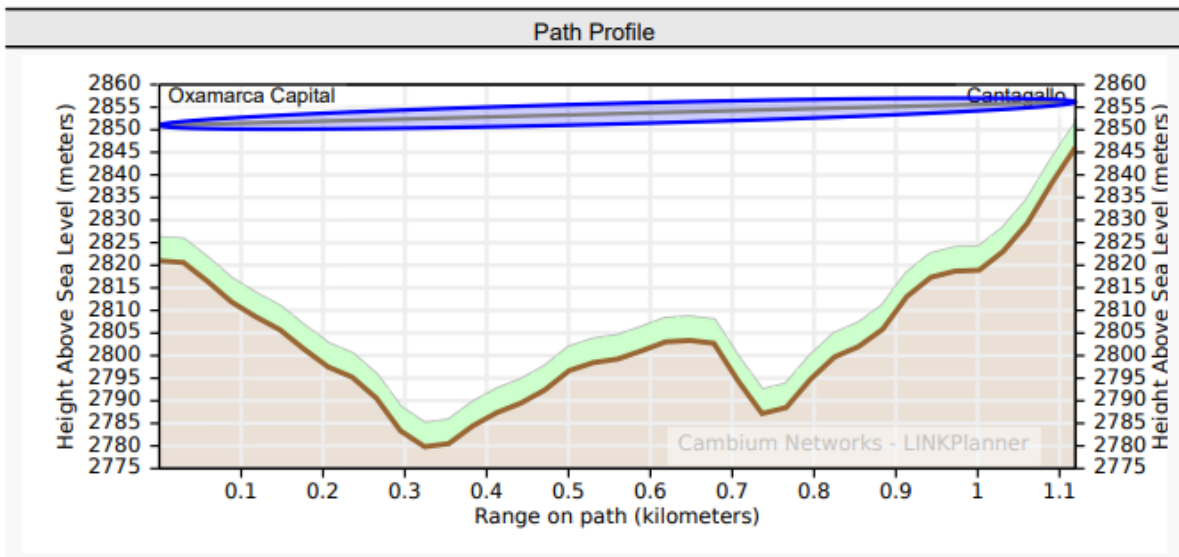


Nota. Mapa de red modelada con el programa Cambium Networks.

Cantagallo

Tasa máxima de datos 144.90 Mbps a 32 QAM MIMO-A, para 5 usuarios (Anexo 4)

Figura 91: Perfil Oxamarca – Cantagallo

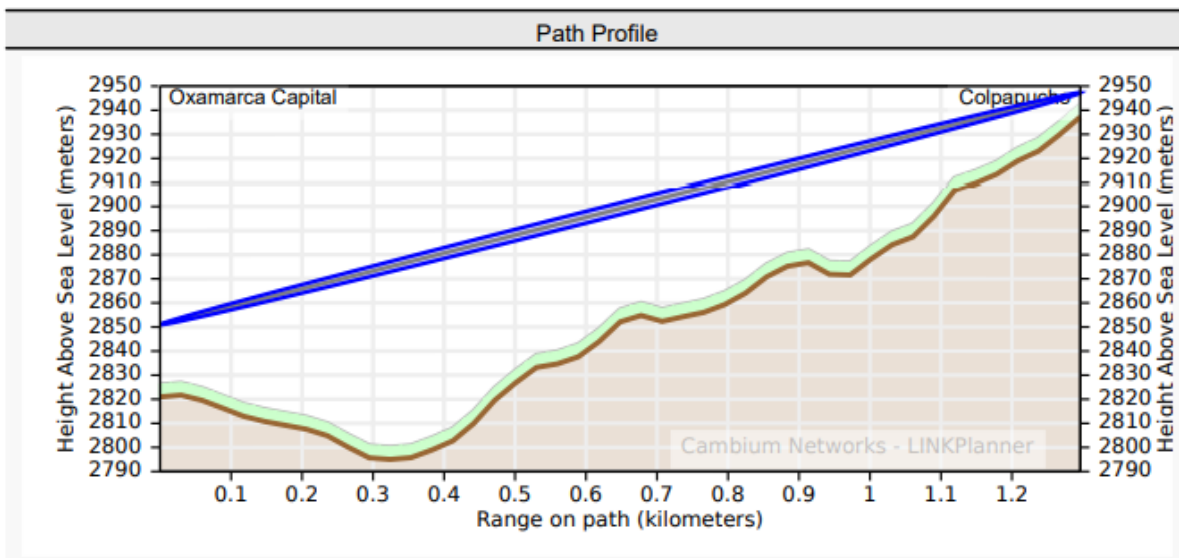


Nota. Perfil Oxamarca – Cantagallo, modelada con el programa Cambium Networks.

Colpapucho

Tasa máxima de datos 144.90 Mbps a 32 QAM MIMO-A, para 5 usuarios (Anexo 4)

Figura 92: Perfil Oxamarca – Colpapucho

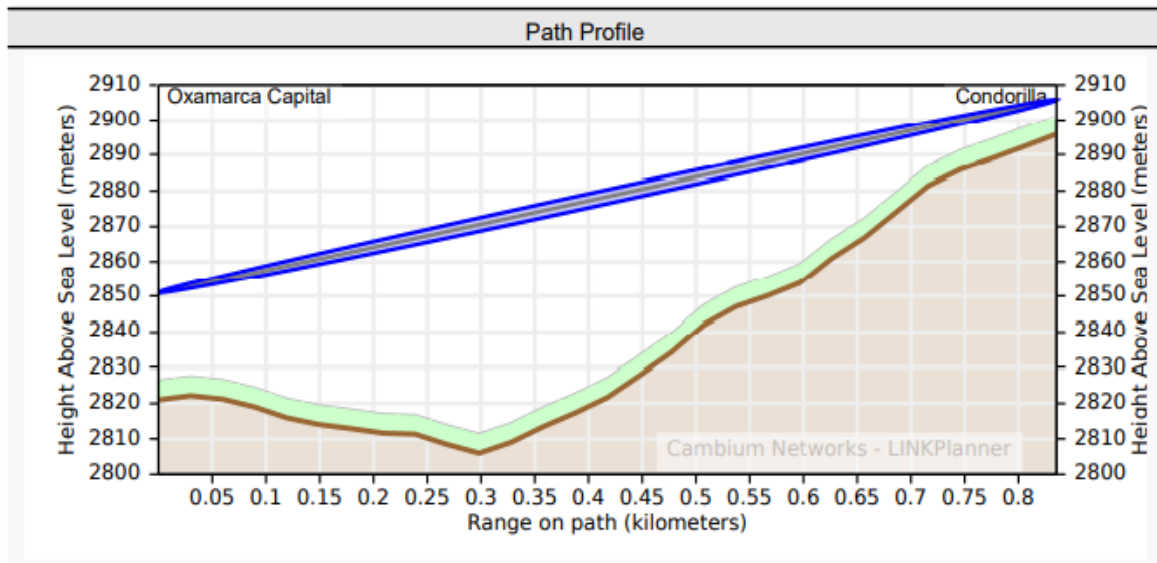


Nota. Perfil Oxamarca – Colpapucho, modelada con el programa Cambium Networks.

Condorilla

Tasa máxima de datos 115.92 Mbps a 150 QAM MIMO-A, para 5 usuarios (Anexo 4)

Figura 93: Perfil Oxamarca – Condorilla

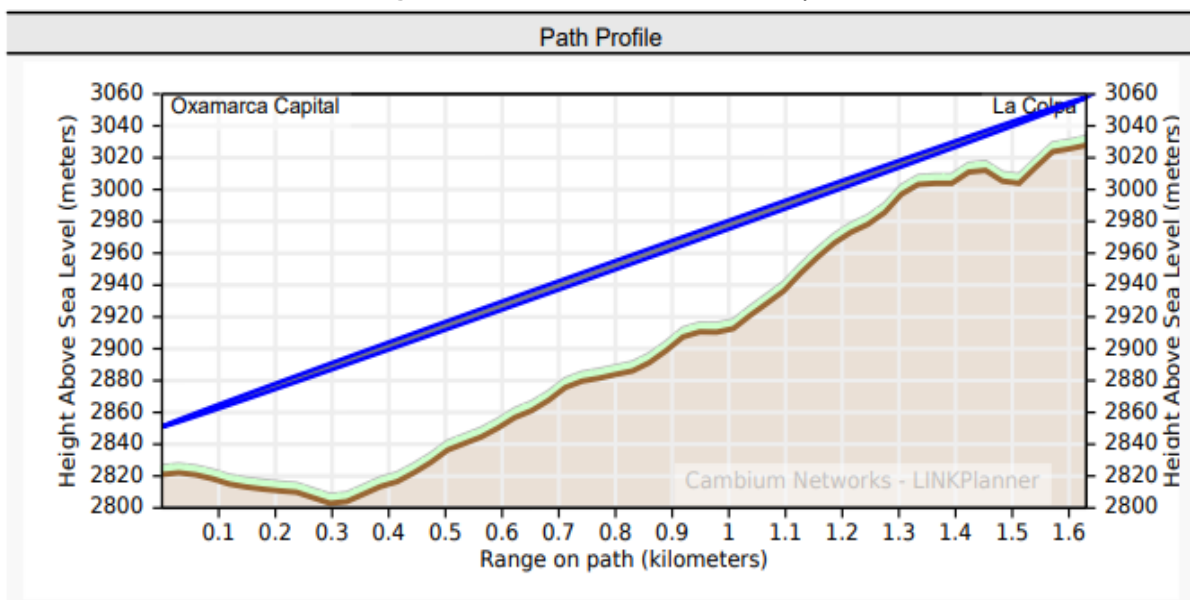


Nota. Perfil Oxamarca – Condorilla, modelada con el programa Cambium Networks.

La Colpa

Tasa máxima de datos 28.98 Mbps a 32 QPSK MIMO-A, para 14 usuarios (Anexo 4)

Figura 94: Perfil Oxamarca – La Colpa

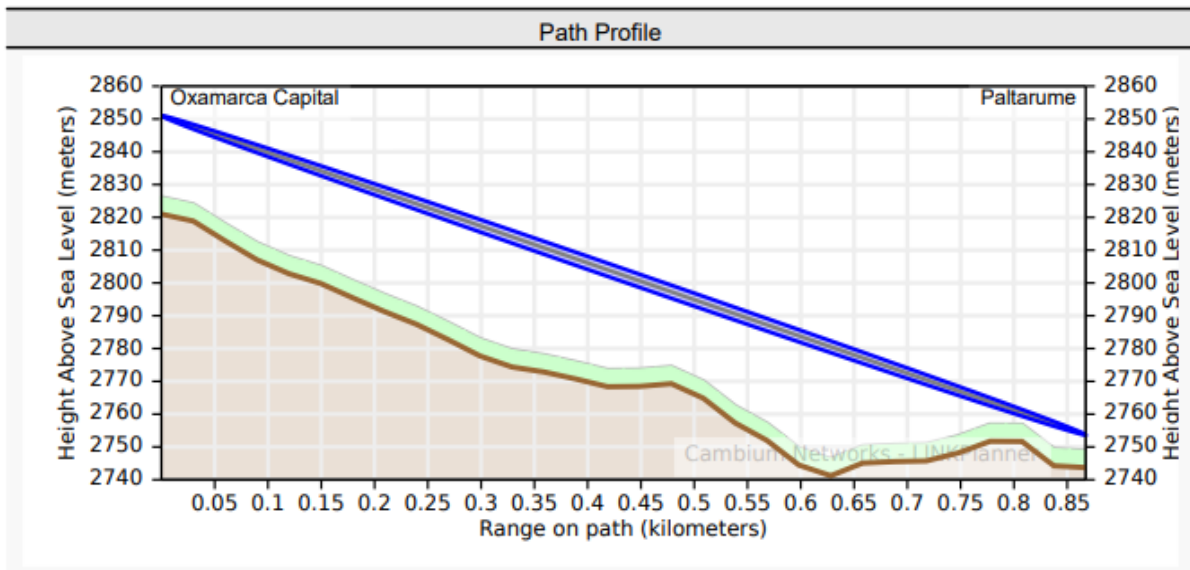


Nota. Perfil Oxamarca – La Colpa, modelada con el programa Cambium Networks.

Paltarume

Tasa máxima de datos 86.94 Mbps a 8 QAM MIMO-A, para 46 usuarios (Anexo 4)

Figura 95: Perfil Oxamarca – Paltarume

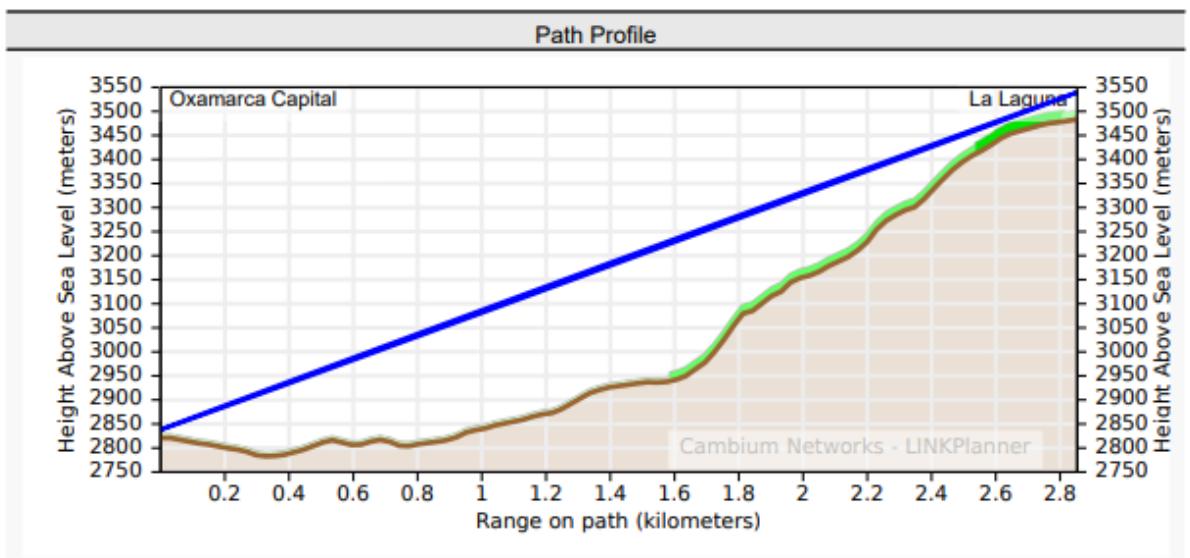


Nota. Perfil Oxamarca – Paltarume, modelada con el programa Cambium Networks.

Enlace Ptp Oxamarca – La Laguna

Tasa máxima de datos 131.89 Mbps a MCS15 (64QAM), para 56 usuarios (Anexo 4)

Figura 96: Perfil Oxamarca – La Laguna

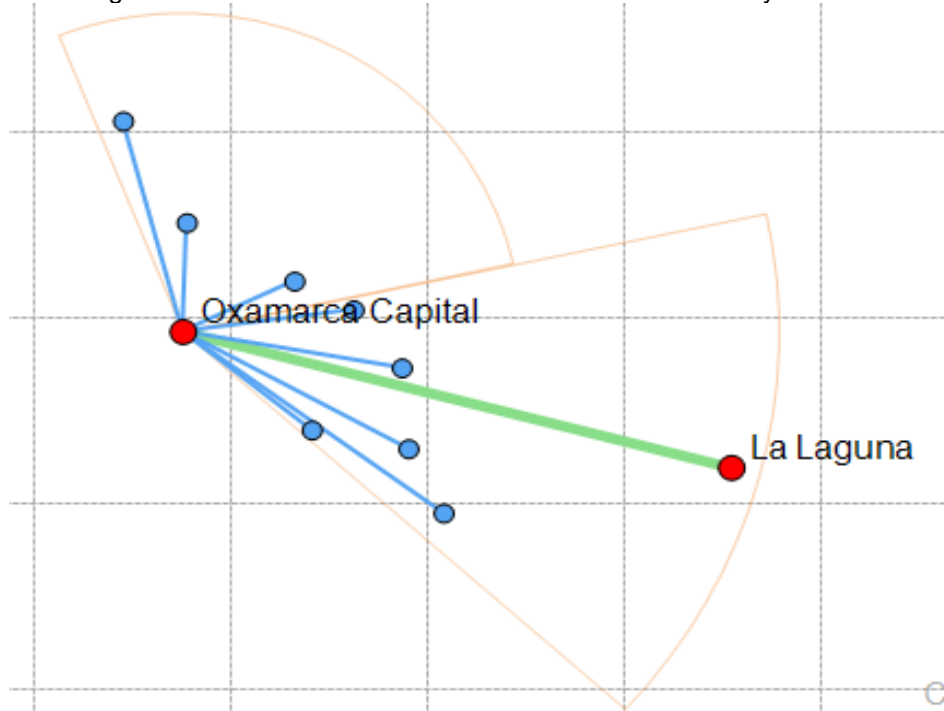


Nota. Perfil Oxamarca – La laguna, modelada con el programa Cambium Networks.

En la figura siguiente podemos observar el diagrama completo desde MO (Municipalidad de Oxamarca), a todos los CCPP cercanos con LOS, con 2 antenas sectoriales para una cobertura PMtp con los CCPP Cantagallo, Colpapucho,

Condorilla, Paltarume, La Colpilla, Corralpampa y Paycapampa y una antena direccional para una cobertura Ptp con el CCPP La Laguna

Figura 97: Diagrama de cobertura a CCPP con 2 antenas sectoriales y una antena direccional



Nota. Diagrama de cobertura a CCPP, modelada con el programa Cambium Networks.

Enlace Oxamarca hacia repetidores Oeste (W) y Suroeste (SW)

Desde Oxamarca hacia el Oeste y Suroeste, se encuentra la mayor cantidad de población, 3214 habitantes [42], por otro lado como ya se comentó, las redes inalámbricas tienen muchas limitaciones sobre el throughput a diferencia de las redes cableadas. Por lo que en redes basadas en radio solo se debe proveer la mayor capacidad que estas puedan ofrecer, en potencia, modulación y eficiencia en la cobertura (Ptp y PMtp). A continuación, vemos una tabla N° 9 con los CCPP que se conectan a través del repetidor W y una proyección de su población a 10 años.

En la fig. 98, se puede observar la distribución de los repetidores y la cobertura a los CCPP, hay que precisar que puede existir otros modelos de cobertura, aquí se ha esbozado uno cuya premisa fue principalmente tener LOS y la menor altura de torres.

Tabla 9: Repetidores y CCPP hacia el Oeste, Suroeste, proyección de usuarios a 10 años

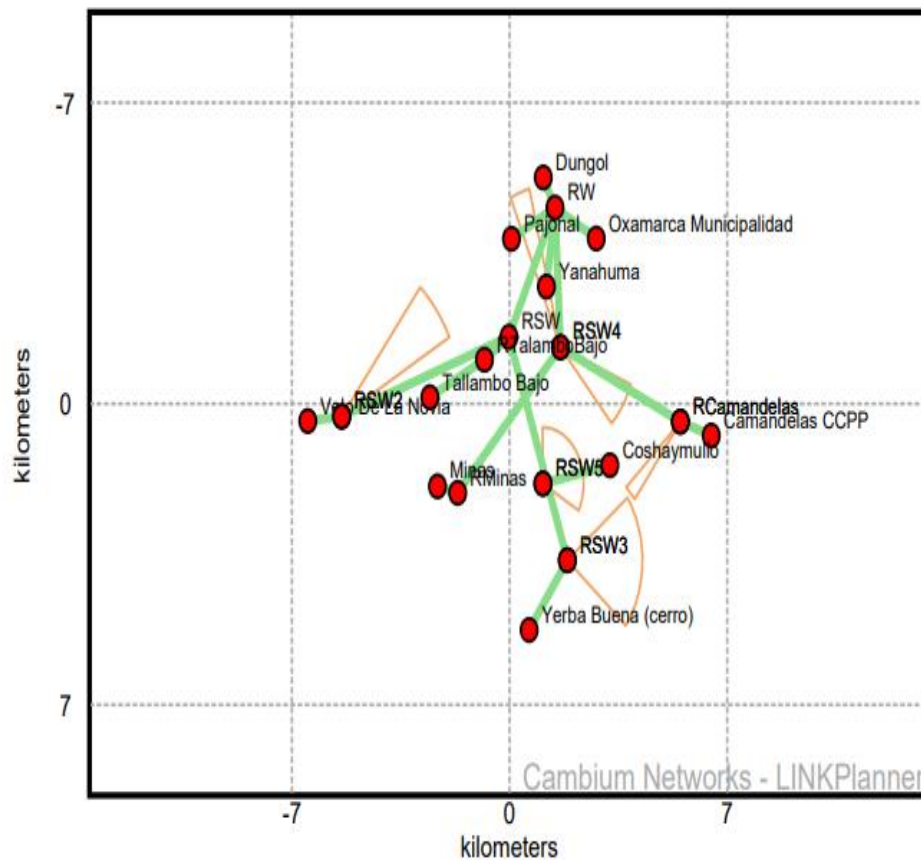
Repetidor W	Oxamarca - Repetidor W	3214	3621
9.-Dungal		62	70
10.-Yanahuma		104	117
11.-Pajonal		45	51

12.-San Isidro	A través del repetidor SW4	36	41
13.-La Cárcel	A través del repetidor SW4	8	9
14.-San Agustín	A través del repetidor SW4	138	155
15.-San Juan de Piobamba	A través del repetidor SW4	314	354
16.-La Quinoa	A través del repetidor SW4	334	376
17.-Camandelas	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	27	30
18.-Coshaymullo	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	23	26
19.-Shillac	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	113	127
20.-La Tinaja	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	6	7
21.-Tallambo Bajo	A través del repetidor SW y Tallambo Bajo (cerro)	278	313
22.-Velo De La Novia	A través del repetidor SW y SW2	300	338
23.-Nuevo Progreso Tallambo	A través del repetidor SW y SW2	60	68
24.-Nueva Unión	A través del repetidor SW y SW2	99	112
25.-Cocan	A través del repetidor SW y SW3	279	314
26.-Piobamba	A través del repetidor SW y SW3	591	666
27.-Pozo Verde	A través del repetidor SW y SW3	123	139
28.-Alizo	A través del repetidor SW y SW3	27	30
29.-Porvenir 2 De Mayo	A través del repetidor SW y SW3	39	44
30.-Yerba Buena	A través del repetidor SW y SW3	166	187
31.-Minas	A través del repetidor SW y SW3	42	47

Fuente: INEI [42]

Figura 98: Cobertura de repetidores hacia el Oeste y Suroeste

center = -7.07666 -78.09316

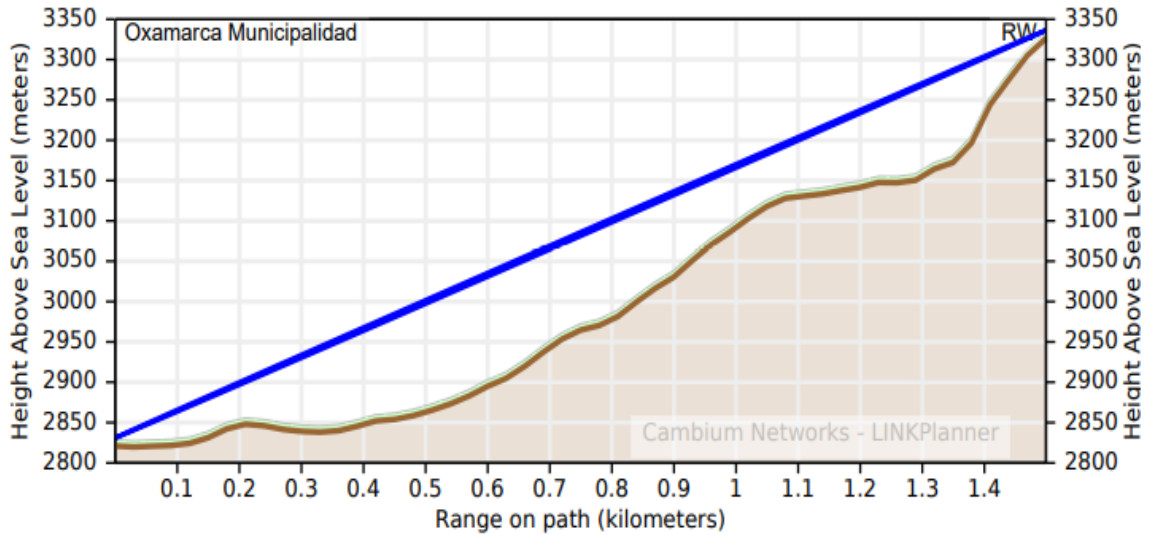


Nota. Diagrama de cobertura de repetidores hacia el oeste y sur oeste, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp Oxamarca – RW

Tasa máxima de datos 452.23 Mbps a 256 QAM Dual.

Figura 99: Enlace Ptp Oxamarca – RW

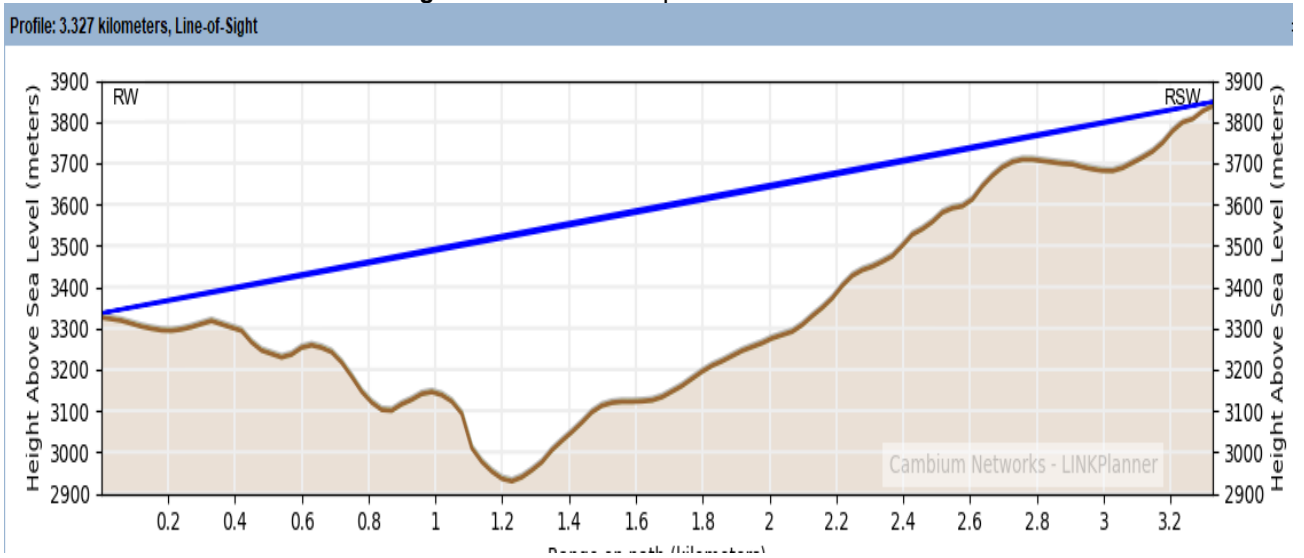


Nota. Enlace Ptp Oxamarca - RW, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RW – RSW

Tasa máxima de datos 225.34 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10m en cada punto.

Figura 100: Enlace Ptp RW – RSW

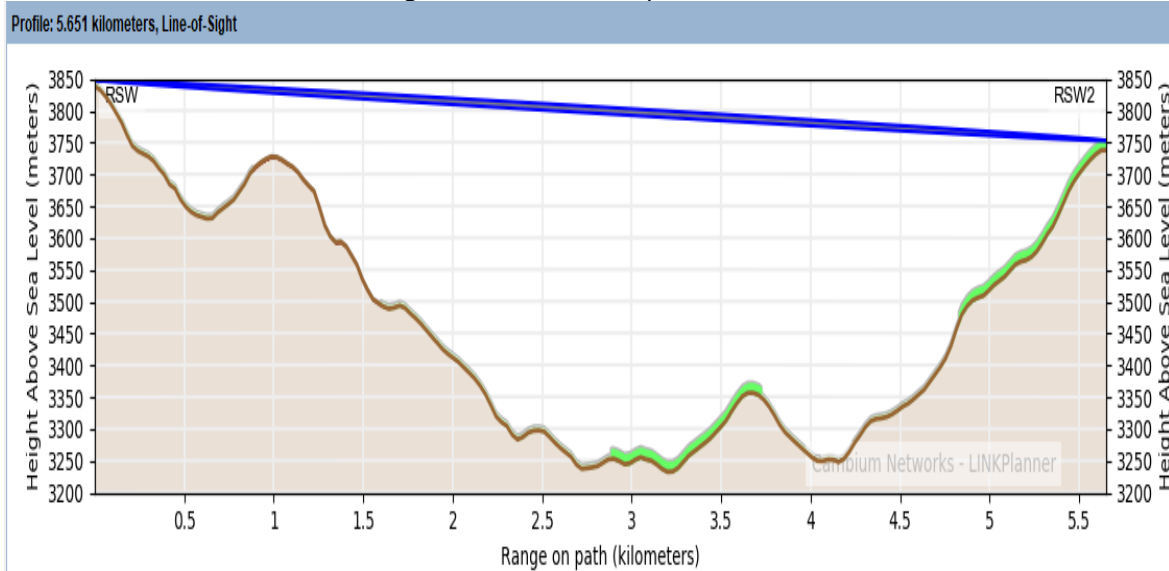


Nota. Enlace Ptp RW - RSW, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW – RSW2

Tasa máxima de datos 224.83 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10 y 15 m en cada punto respectivamente.

Figura 101: Enlace Ptp RSW – RSW2

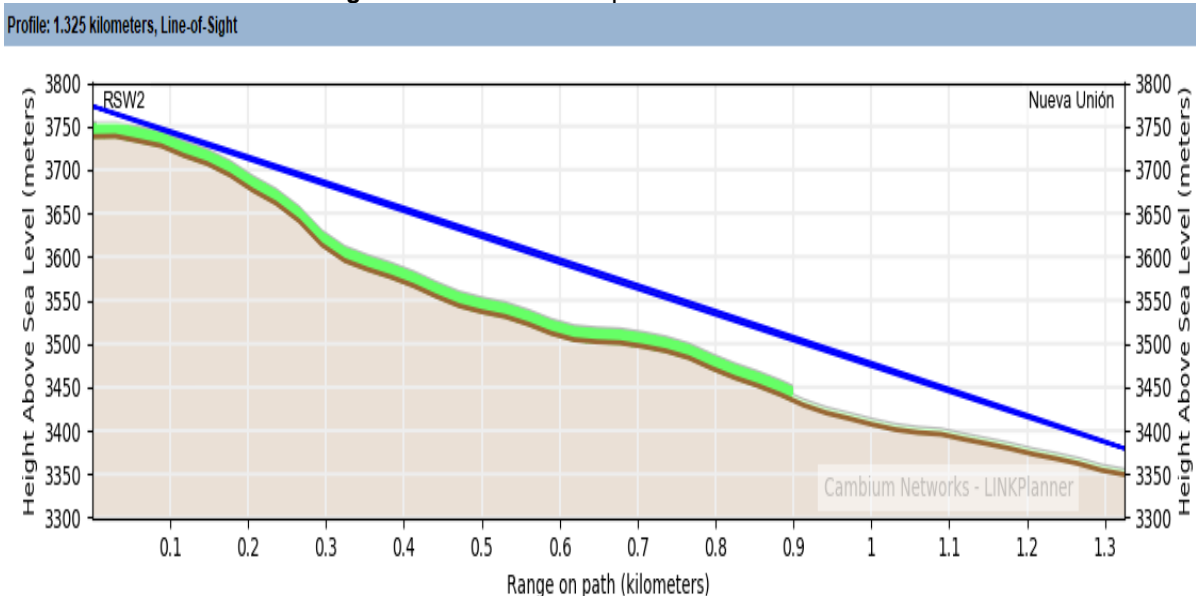


Nota. Enlace Ptp SRW – RSW2, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW2 – Nueva Unión

Tasa máxima de datos 452.23 Mbps a QPSK MIMO A, tamaño de torres 30 y 35m en cada punto respectivamente. Para 112 usuarios.

Figura 102: Enlace PMtp RSW2 – Nueva Unión

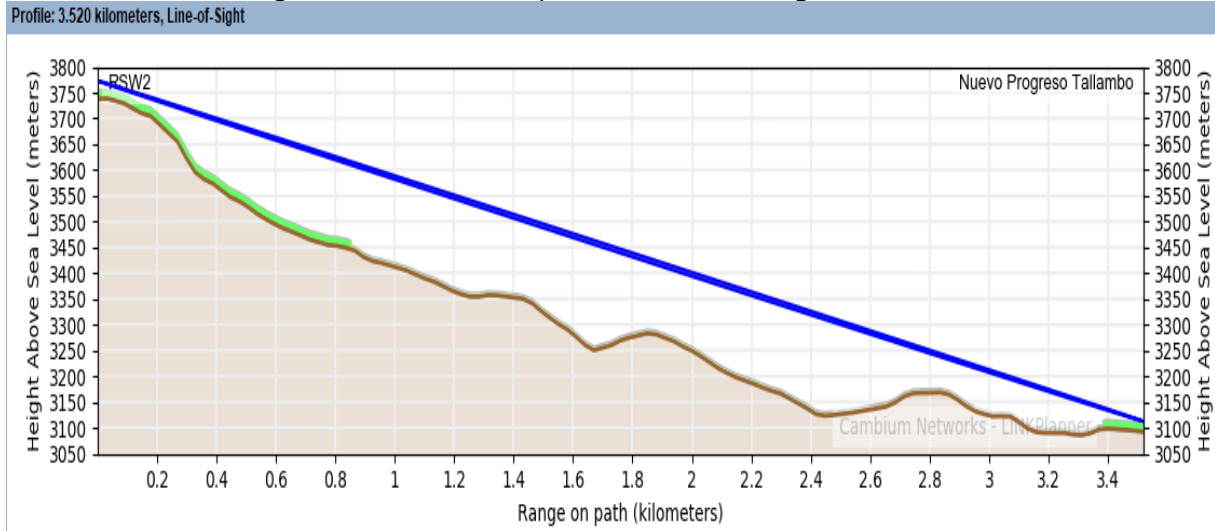


Nota. Enlace PMtp RSW2 – Nueva Unión, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW2 – Nuevo Progreso Talambo

Tasa máxima de datos 139.26 Mbps a QPSK MIMO A, tamaño de torres 30 y 20m en cada punto respectivamente. Para 68 usuarios.

Figura 103: Enlace PMtp RSW2 – Nuevo Progreso Talambo

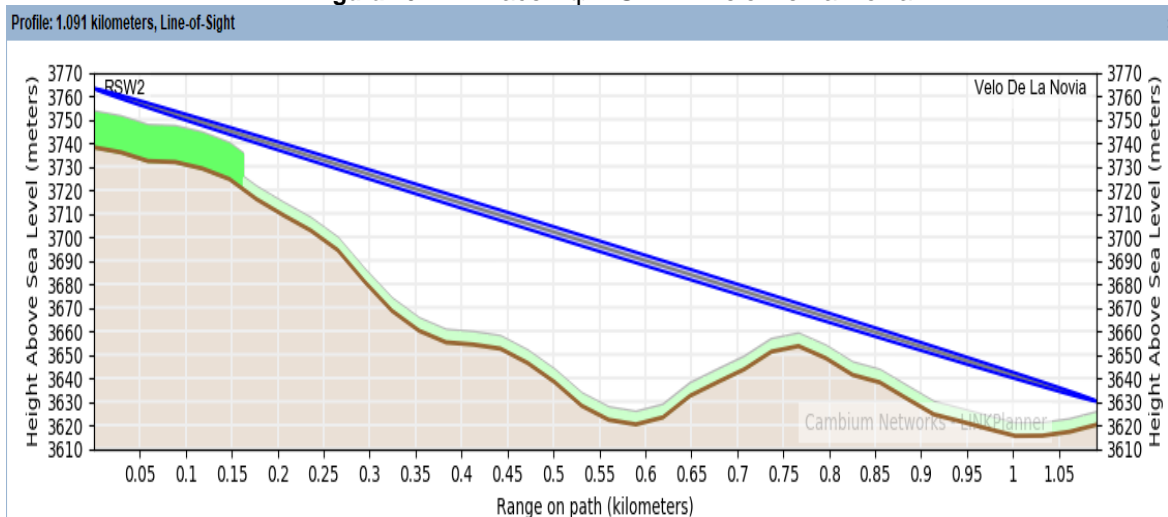


Nota. Enlace PMtp RSW2 – Nuevo progreso Talambo, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW2 – Velo De La Novia

Tasa máxima de datos 452.23 Mbps a 256 QAM Dual, tamaño de torres 25 y 10m en cada punto respectivamente. Para 50 visitantes.

Figura 104: Enlace Ptp RSW2 – Velo De La Novia

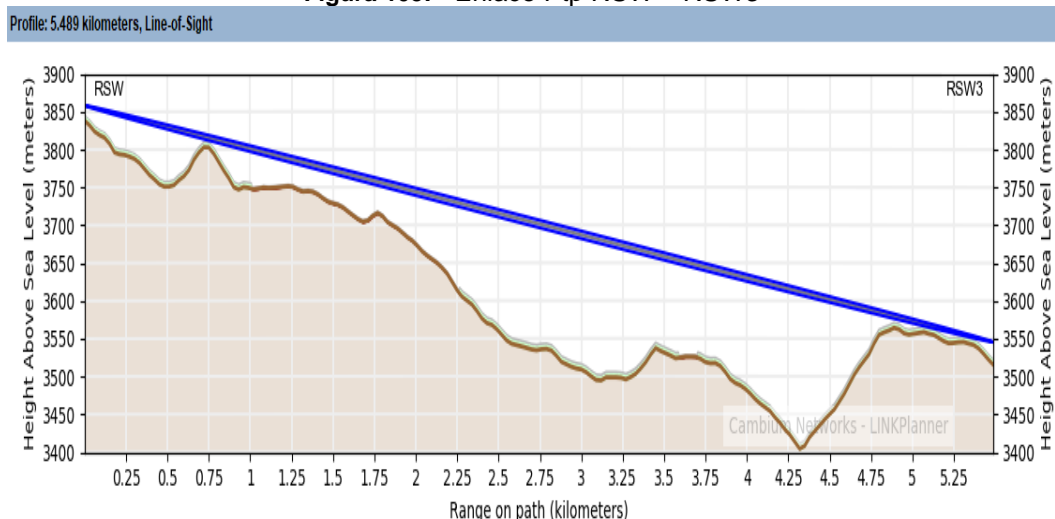


Nota. Enlace Ptp RSW2 – Velo de Novia, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW – RSW3

Tasa máxima de datos 449.66 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 20 y 30 m en cada punto respectivamente.

Figura 105: Enlace Ptp RSW – RSW3

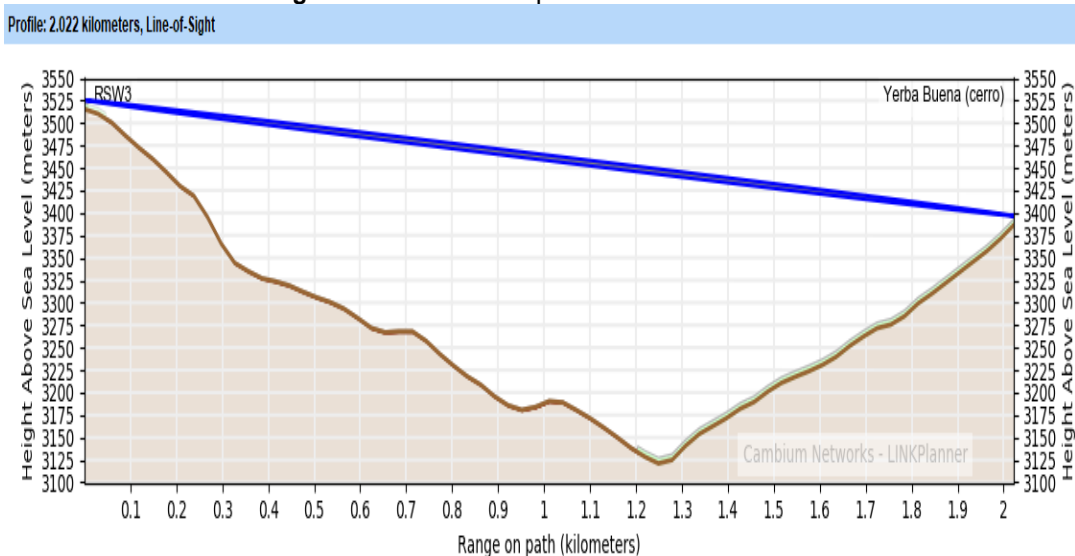


Nota. Enlace Ptp RSW – RSW3, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW3 – Yerbabuena

Tasa máxima de datos 451.71 Mbps a 256 QAM Dual, tamaño de torres 10m en cada punto. Para 166 usuarios

Figura 106: Enlace Ptp RSW3 – Yerbabuena

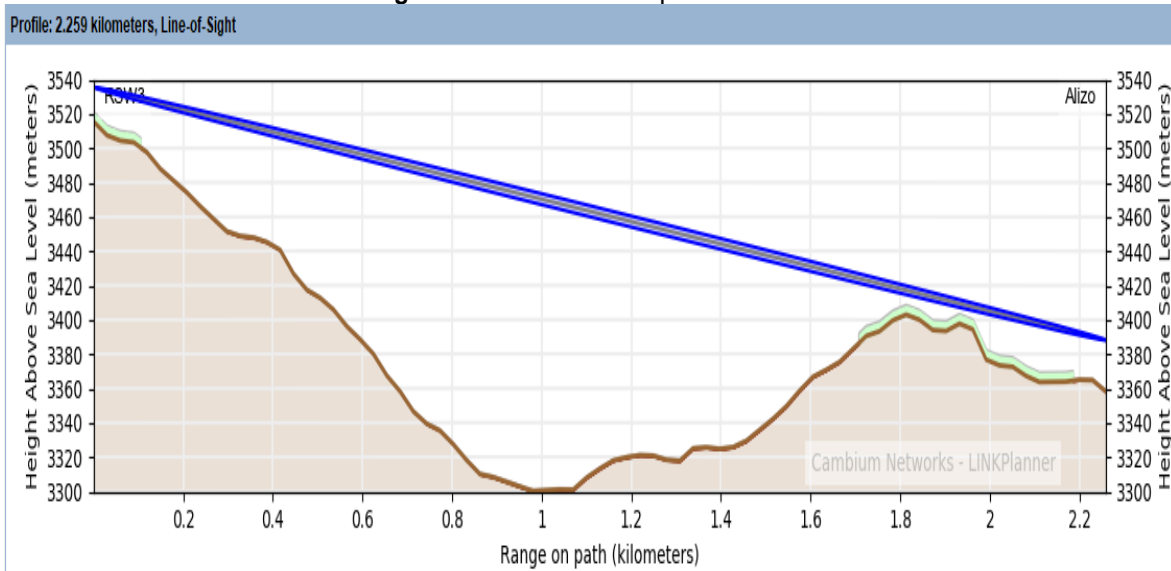


Nota. Enlace Ptp RSW3 - Yerbabuena, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW3 – Alizo

Tasa máxima de datos 110.79 Mbps a 64 QAM MIMOB, tamaño de torres 20m y 30 m en cada punto respectivamente. Para 30 usuarios.

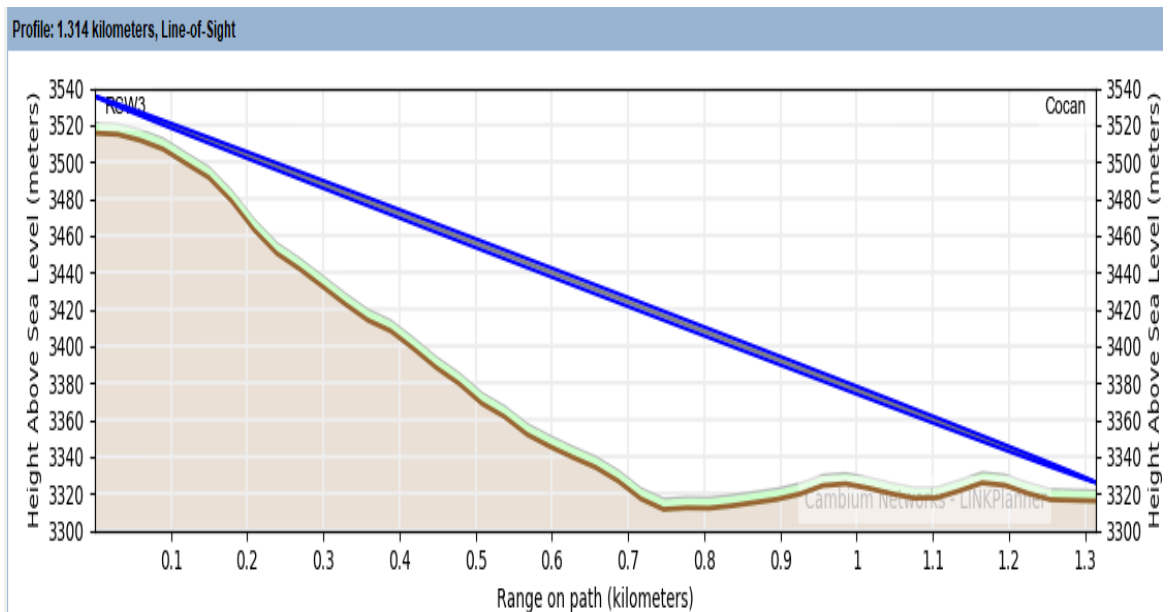
Figura 107: Enlace PMtp RSW3 – Alizo



Nota. Enlace PMtp RSW3 - Alizo, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW3 – Cocan

Tasa máxima de datos 110.79 Mbps a 64 QAM MIMOB, tamaño de torres 20m y 10 m en cada punto respectivamente. Para 314 usuarios Enlace PMtp RSW3 – Cocan

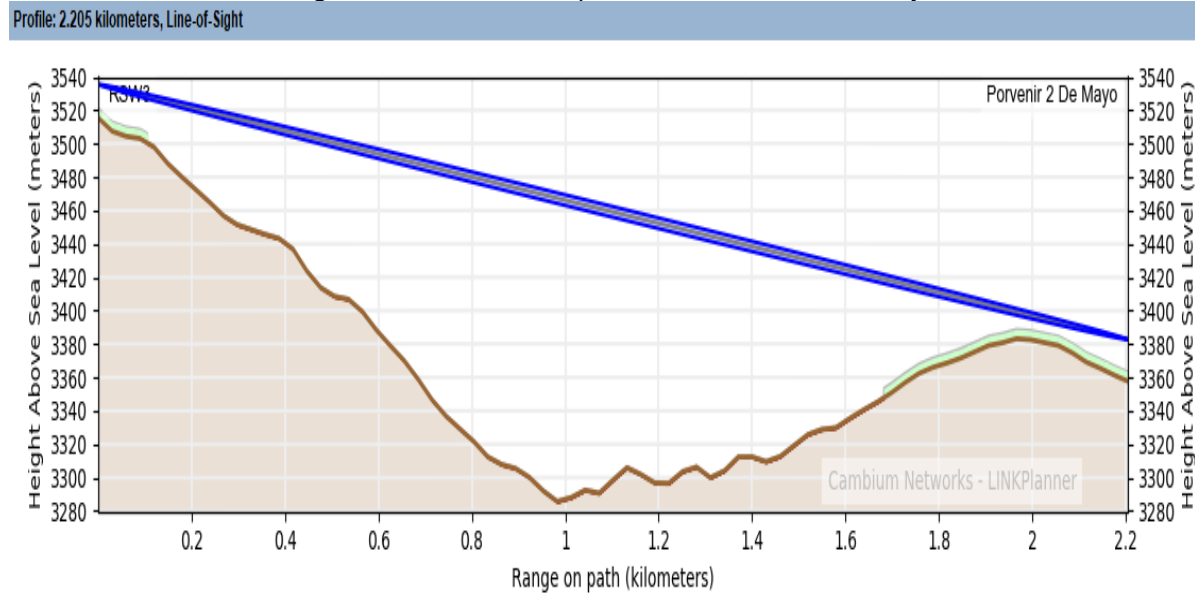


Nota. Enlace PMtp RSW3 - Cocan, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW3 – Porvenir 2 de mayo

Tasa máxima de datos 184 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 20m y 25 m en cada punto respectivamente. Para 44 usuarios

Figura 108: Enlace PMtp RSW3 – Porvenir 2 de mayo

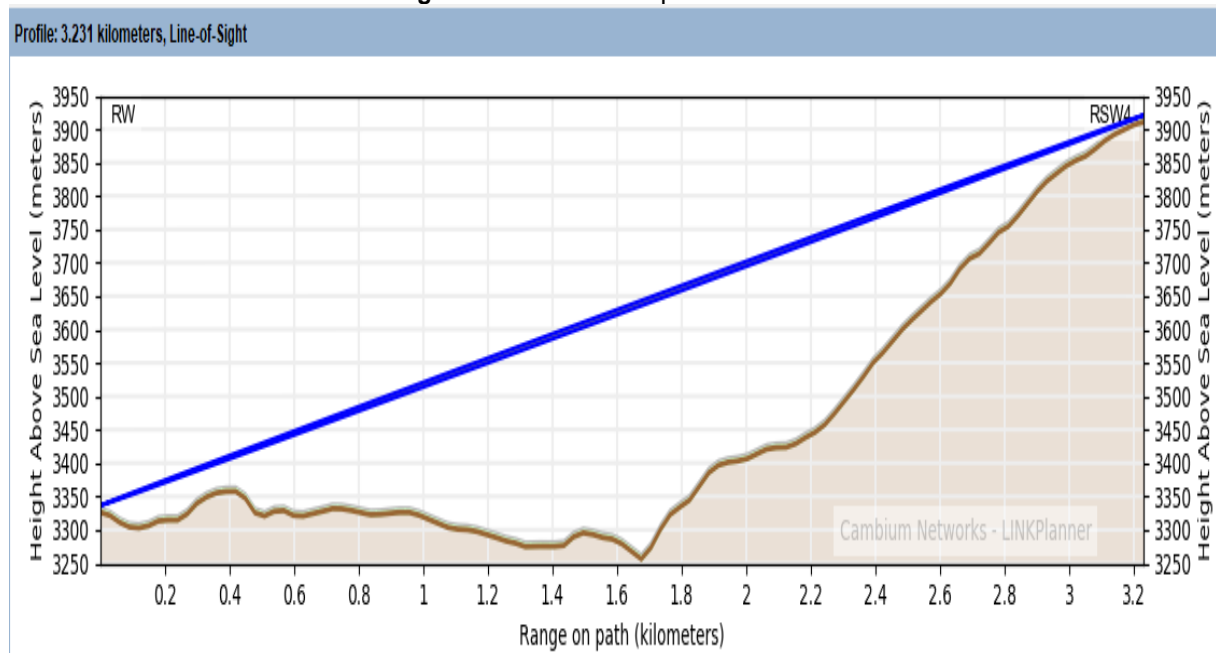


Nota. Enlace PMtp RSW3 – Porvenir 2 de mayo, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RW – RSW4

Tasa máxima de datos 450.68 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10m en cada punto.

Figura 109: Enlace Ptp RW – RSW4

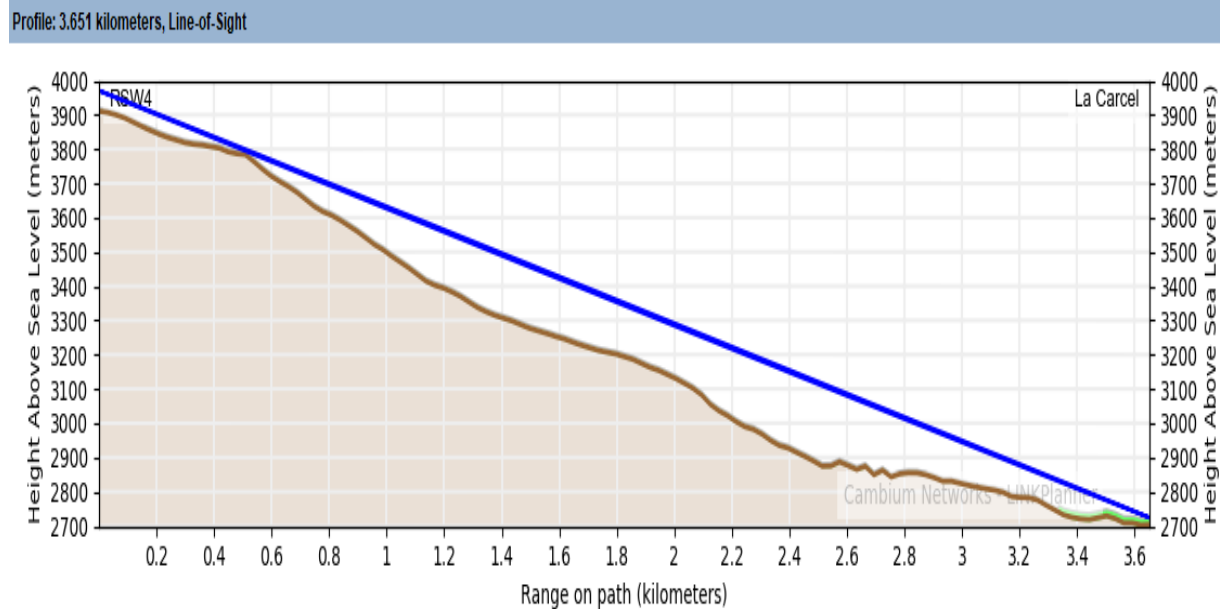


Nota. Enlace Ptp RW – RSW4, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – La Cárcel

Tasa máxima de datos 157 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 20 m en cada punto respectivamente. Para 9 usuarios

Figura 110: Enlace PMtp RSW4 – La Cárcel

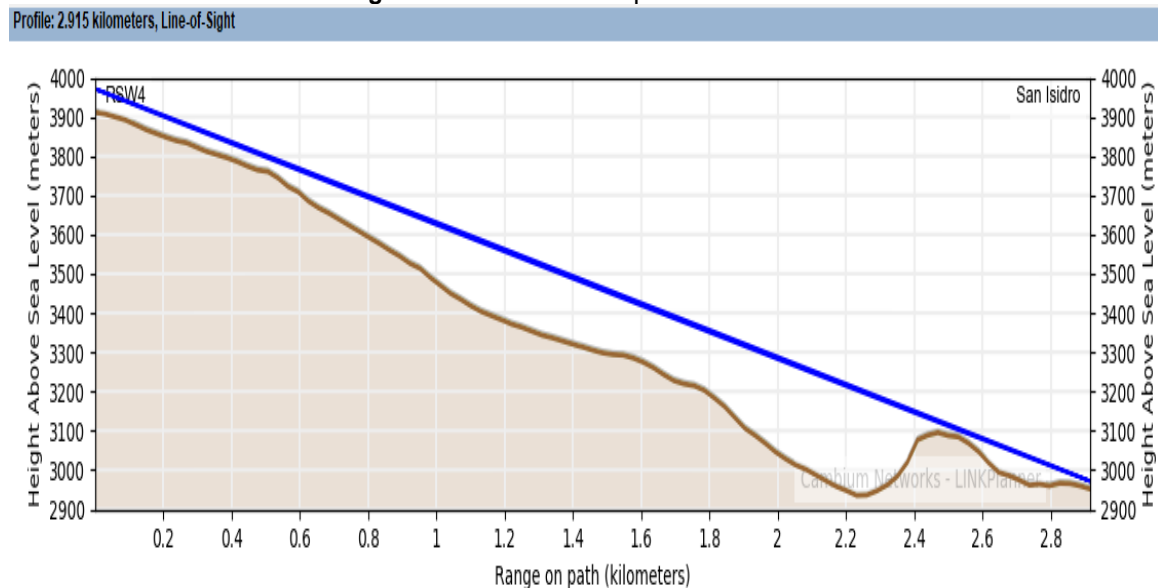


Nota. Enlace PMtp RSW4 – La Cárcel, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – San Isidro

Tasa máxima de datos 131 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 20 m en cada punto respectivamente. Para 41 usuarios

Figura 111: Enlace PMtp RSW4 – San Isidro

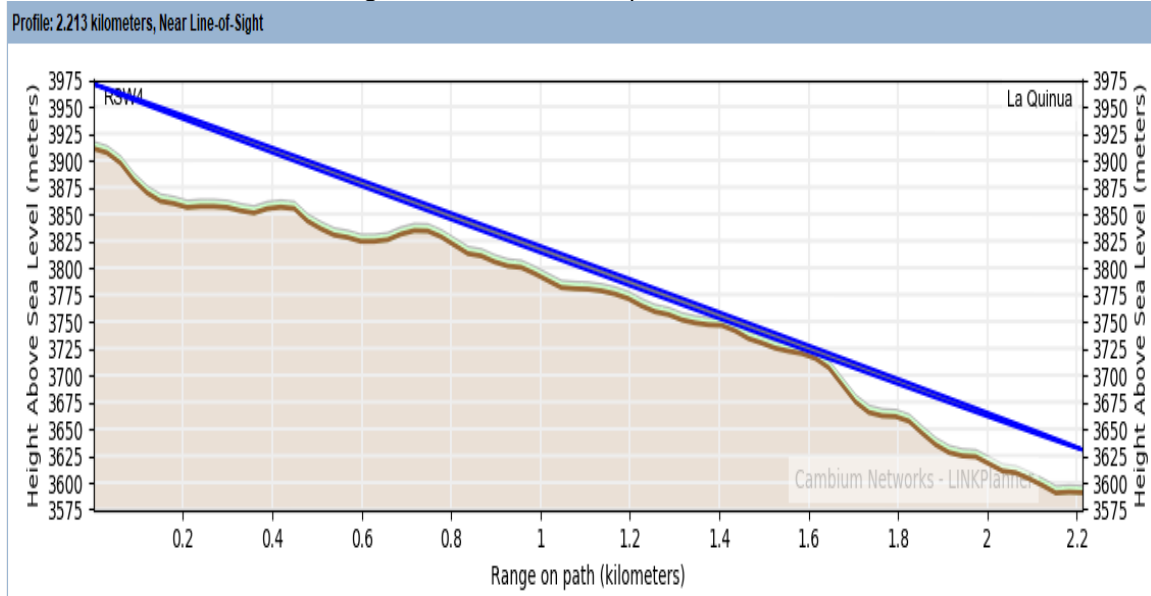


Nota. Enlace PMtp RSW4 – San Isidro, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – La Quinua

Tasa máxima de datos 210 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 40 m en cada punto respectivamente. Para 376 usuarios

Figura 112: Enlace PMtp RSW4 – La Quinua

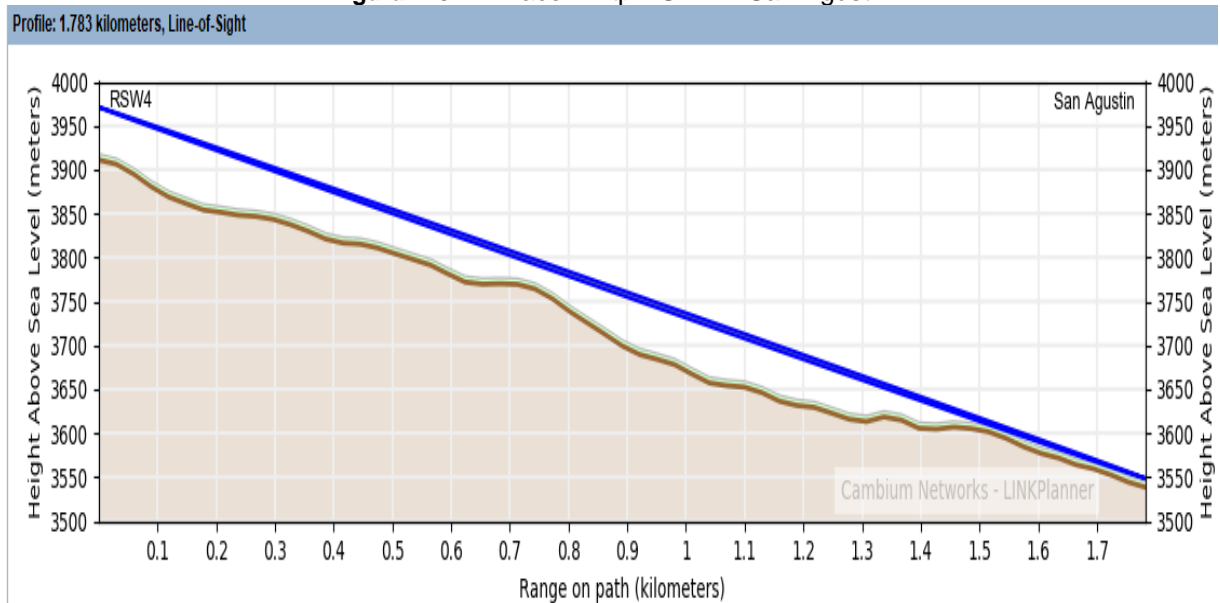


Nota. Enlace PMtp RSW4 – La Quinua, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – San Agustín

Tasa máxima de datos 184 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 10 m en cada punto respectivamente. Para 155 usuarios

Figura 113: Enlace PMtp RSW4 – San Agustín

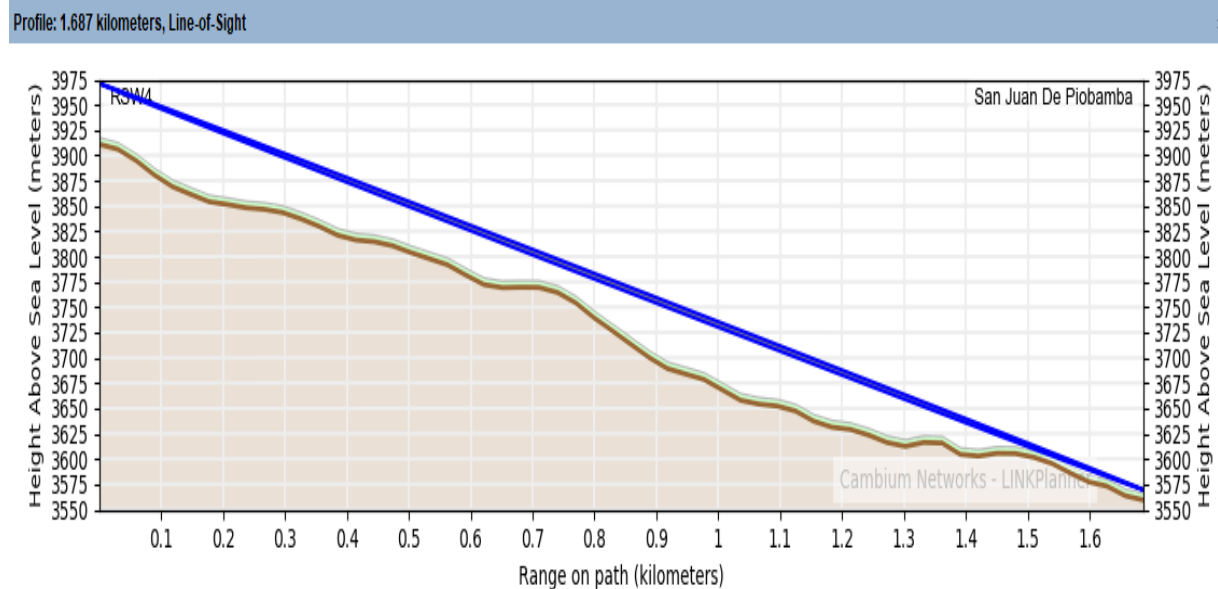


Nota. Enlace PMtp RSW4 – San Agustín, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – San Juan De Piobamba

Tasa máxima de datos 210 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 10 m en cada punto respectivamente. Para 354 usuarios

Figura 114: Enlace PMtp RSW4 – San Juan De Piobamba

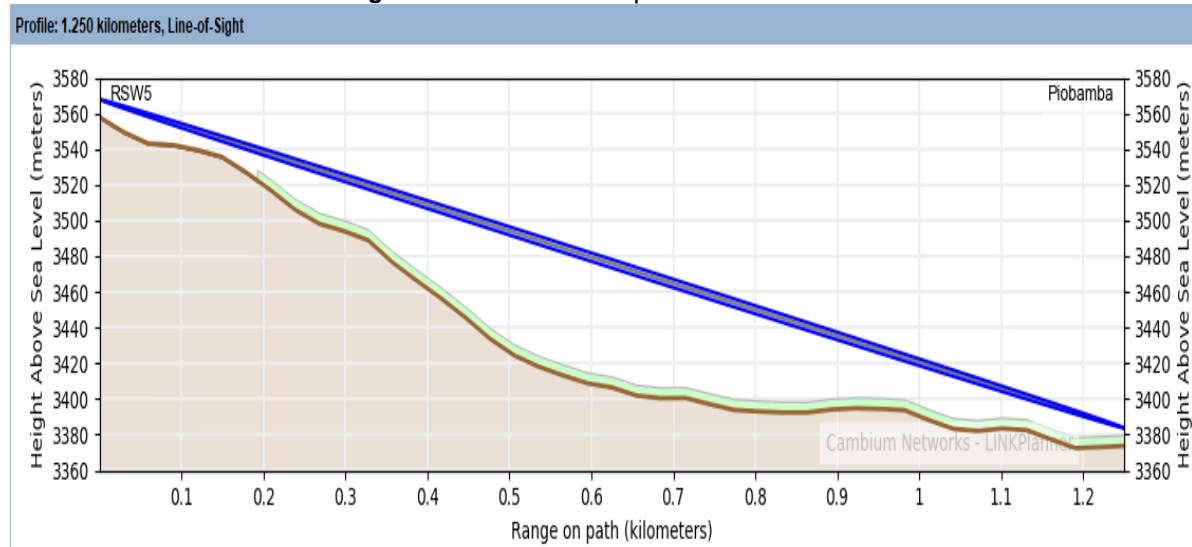


Nota. Enlace PMtp RSW4 – San Juan De Piobamba, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – Piobamba

Tasa máxima de datos 184 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 10 m en cada punto respectivamente. Para 666 usuarios

Figura 115: Enlace PMtp RSW4 – Piobamba

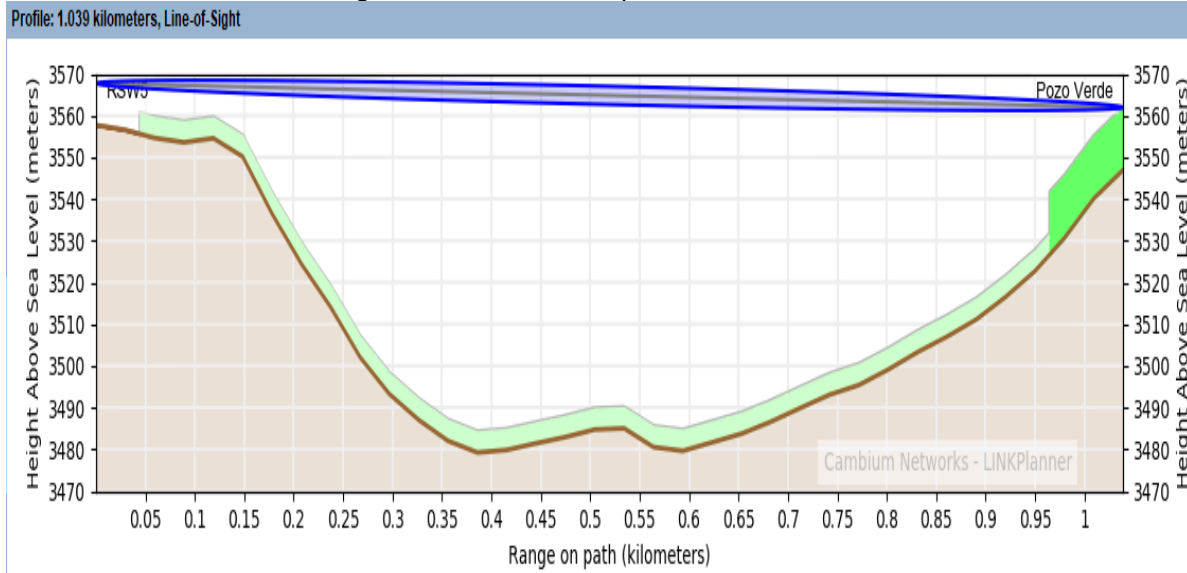


Nota. Enlace PMtp RSW4 - Piobamba, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RSW4 – Pozo Verde

Tasa máxima de datos 159 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 60m y 15 m en cada punto respectivamente. Para 139 usuarios

Figura 116: Enlace PMtp RSW4 – Pozo Verde

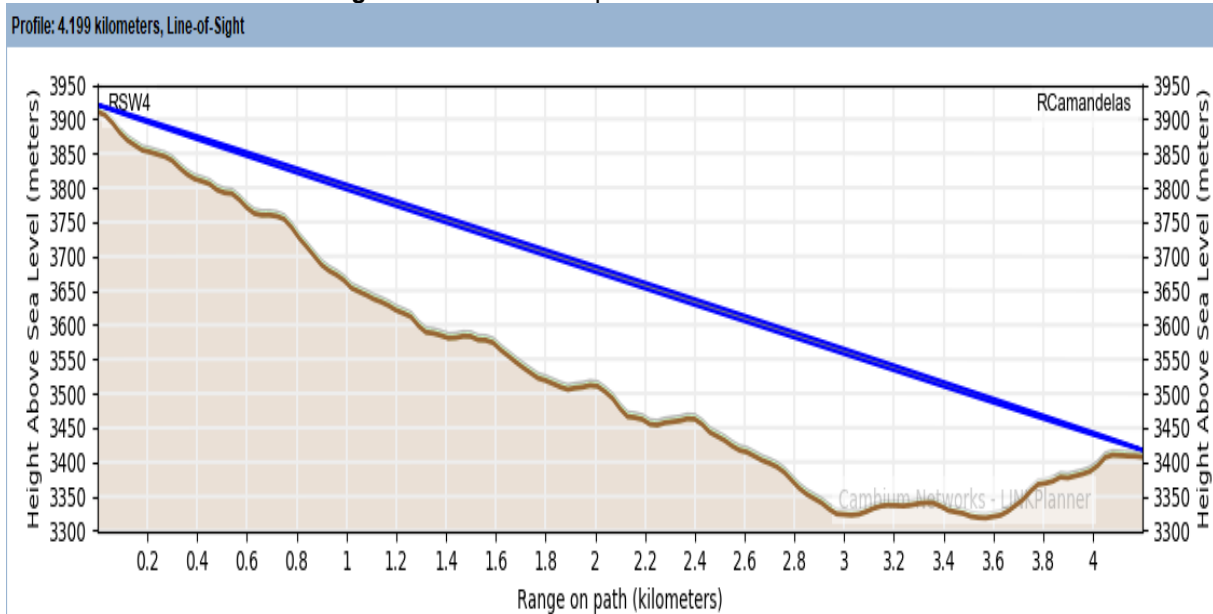


Nota. Enlace PMtp RSW4 – Pozo Verde, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW4 – RCamandelas

Tasa máxima de datos 450.7 Mbps a 256QAM – MIMO, tamaño de torres 10m en cada punto.

Figura 117: Enlace Ptp RSW4 – RCamandelas

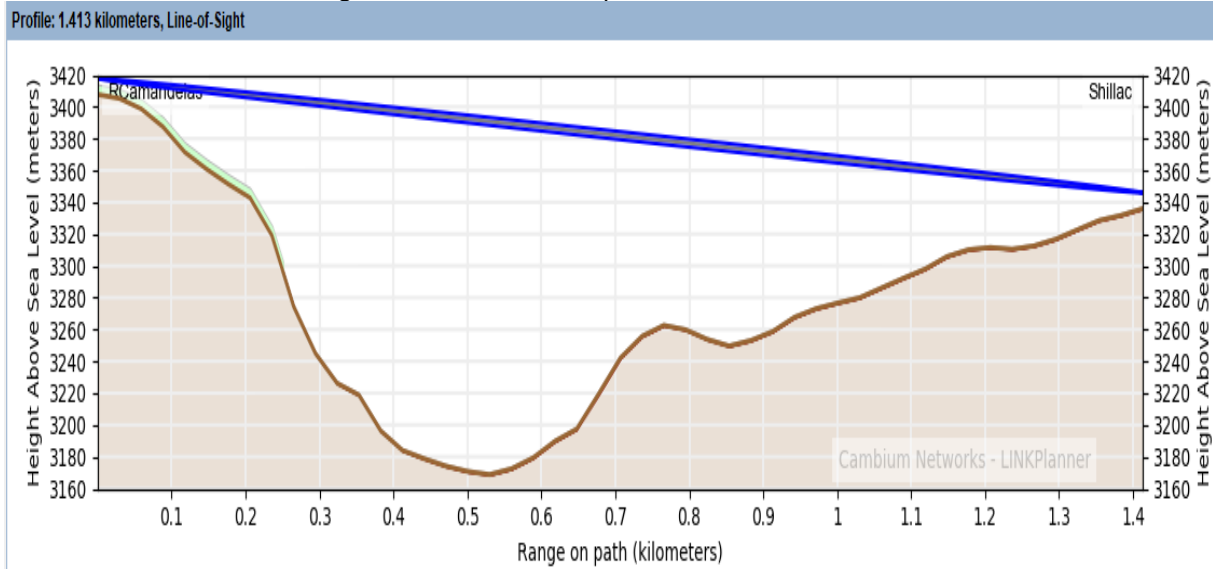


Nota. Enlace Ptp RSW4 - RCamandelas, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RCamandelas – Shillac

Tasa máxima de datos 210 Mbps a QPSK MIMO, tamaño de torres 10m y 10 m en cada punto respectivamente. Para 127 usuarios.

Figura 118: Enlace PMtp RCamandelas – Shillac

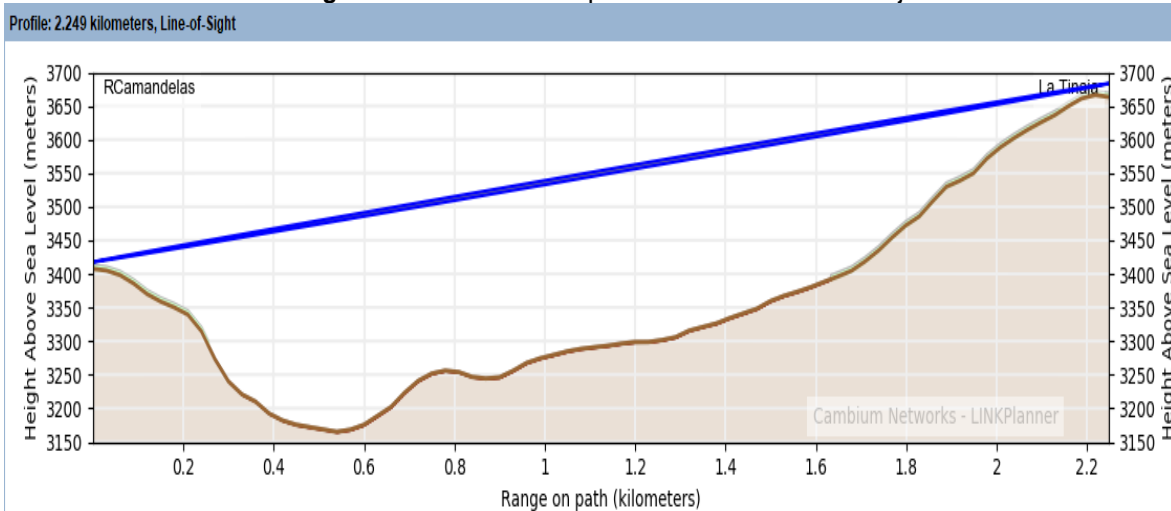


Nota. Enlace PMtp RCamandelas - Shillac, modelada por el programa cambium networks.

Enlace PMtp RCamandelas – La Tinaja

Tasa máxima de datos 157.7 Mbps a QPSK MIMA, tamaño de torres 10m y 20 m en cada punto respectivamente. Para 7 usuarios.

Figura 119: Enlace PMtp RCamandelas – La Tinaja

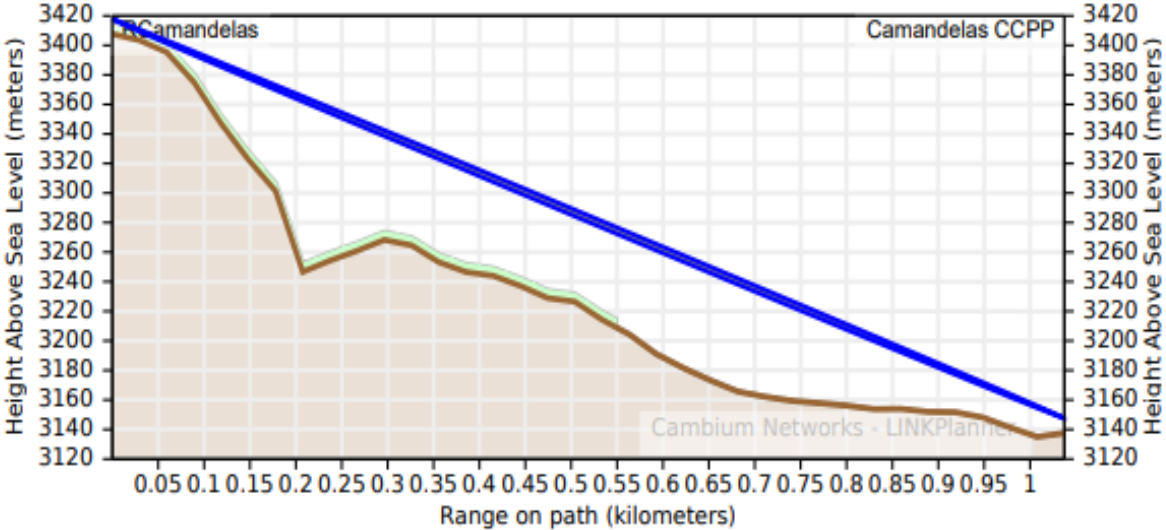


Nota. Enlace PMtp RCamandelas - La Tinaja, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RCamandelas – CCPP Camandelas

Tasa máxima de datos 425.23 Mbps a 256 QAM Dual, tamaño de torres 10m en cada punto. Para 30 usuarios.

Figura 120: Enlace Ptp Oxamarca – CCPP Camandelas

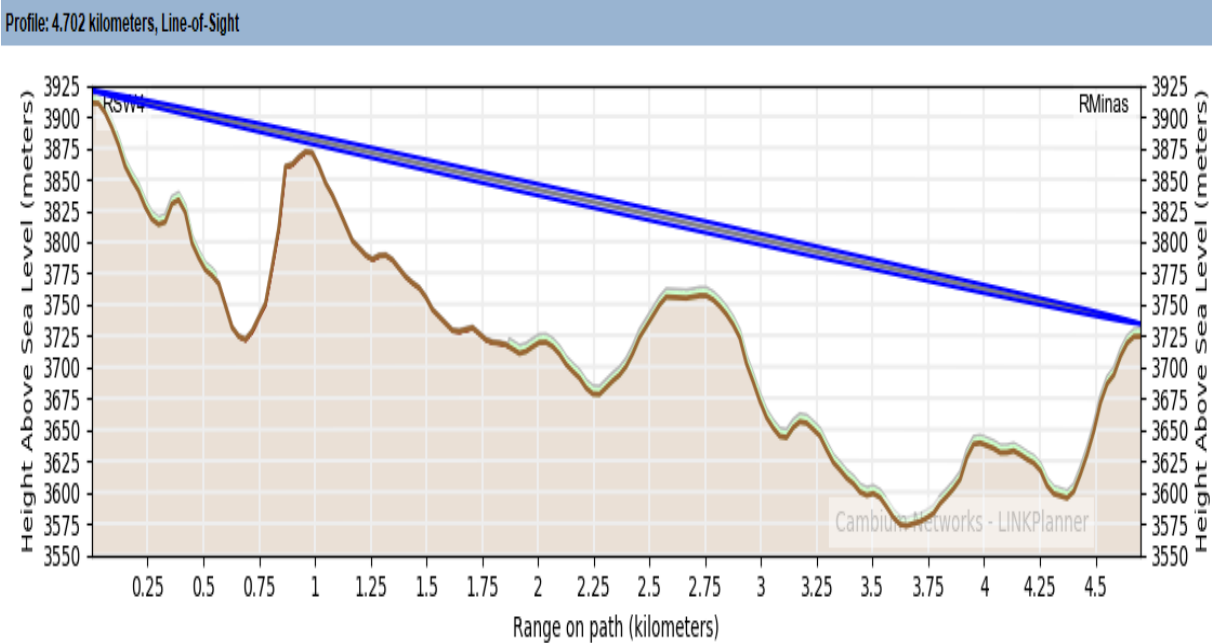


Nota. Enlace Ptp Oxamarca - CCPP Camandelas, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW4 – R Minas

Tasa máxima de datos 450.17 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10m en cada punto.

Figura 121: Enlace Ptp RSW4 – R Minas

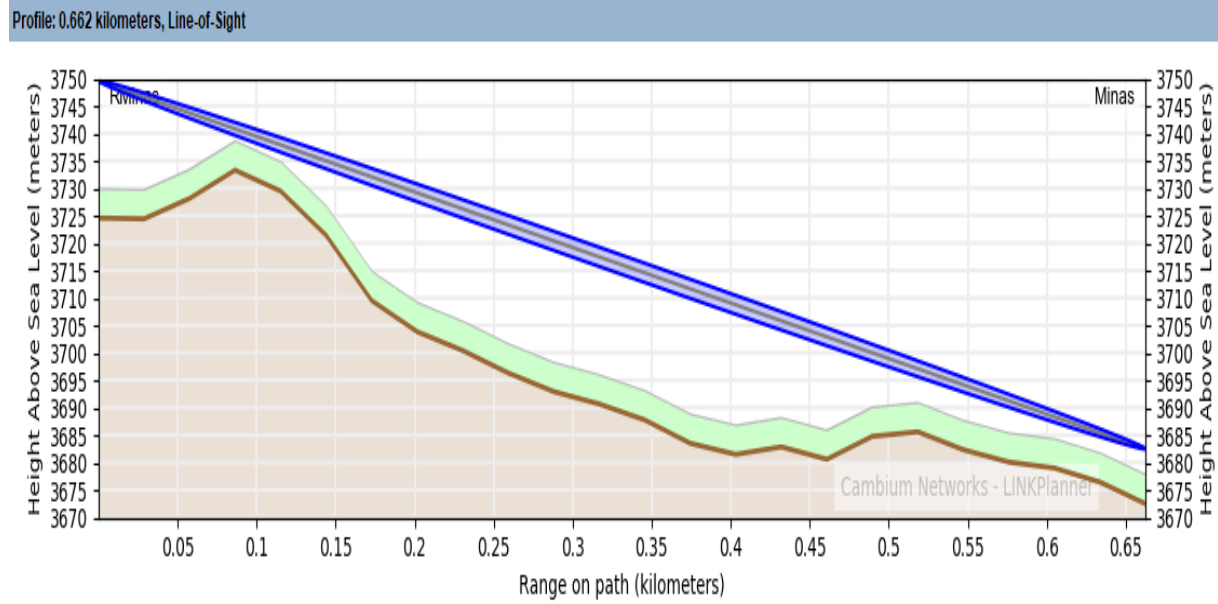


Nota. Enlace Ptp RSW4 – R Minas, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp R Minas - Minas

Tasa máxima de datos 450.23 Mbps agregados a 256 QAM, tamaño de torres 25 m y 10 en cada punto respectivamente. Para 47 usuarios.

Figura 122: Enlace Ptp R Minas - Minas

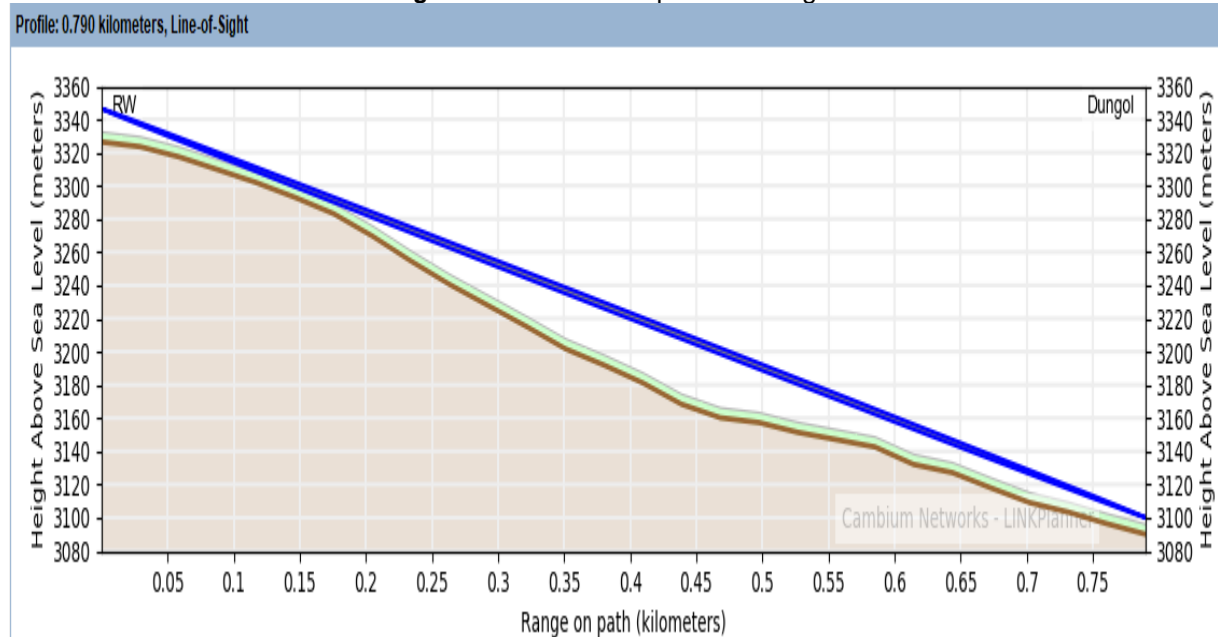


Nota. Enlace Ptp R Minas - Minas, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RW – Dungol

Tasa máxima de datos 226.11 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 20 y 10 m en cada punto respectivamente. Para 70 usuarios.

Figura 123: Enlace Ptp RW – Dungol

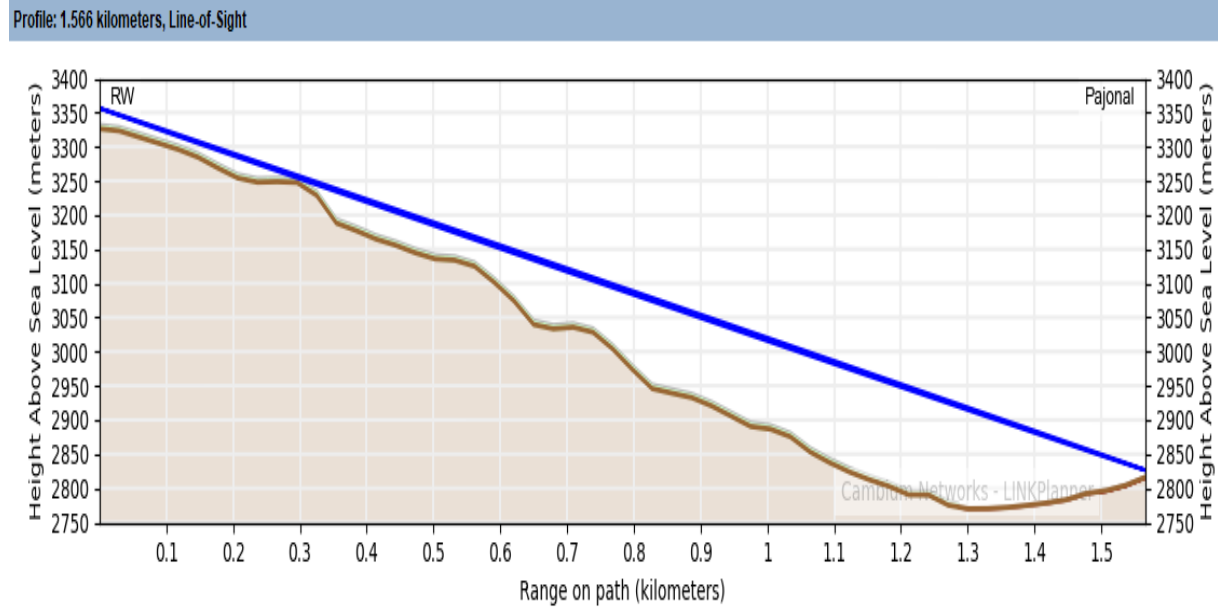


Nota. Enlace Ptp RW - Dungol, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RW – Pajonal

Tasa máxima de datos 226.11 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 20 y 10 m en cada punto respectivamente. Para 51 usuarios.

Figura 124: Enlace Ptp RW – Pajonal

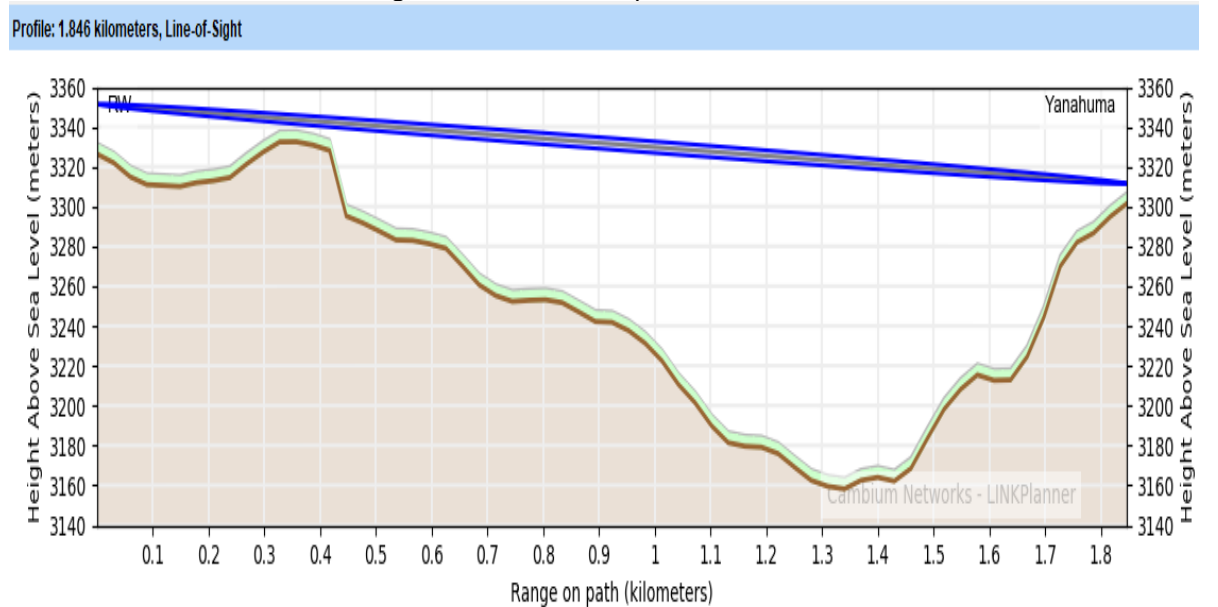


Nota. Enlace Ptp RW - Pajonal, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RW – Yanahuma

Tasa máxima de datos 225.86 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 25 y 10 m en cada punto respectivamente. Para 117 usuarios.

Figura 125: Enlace Ptp RW – Yanahuma

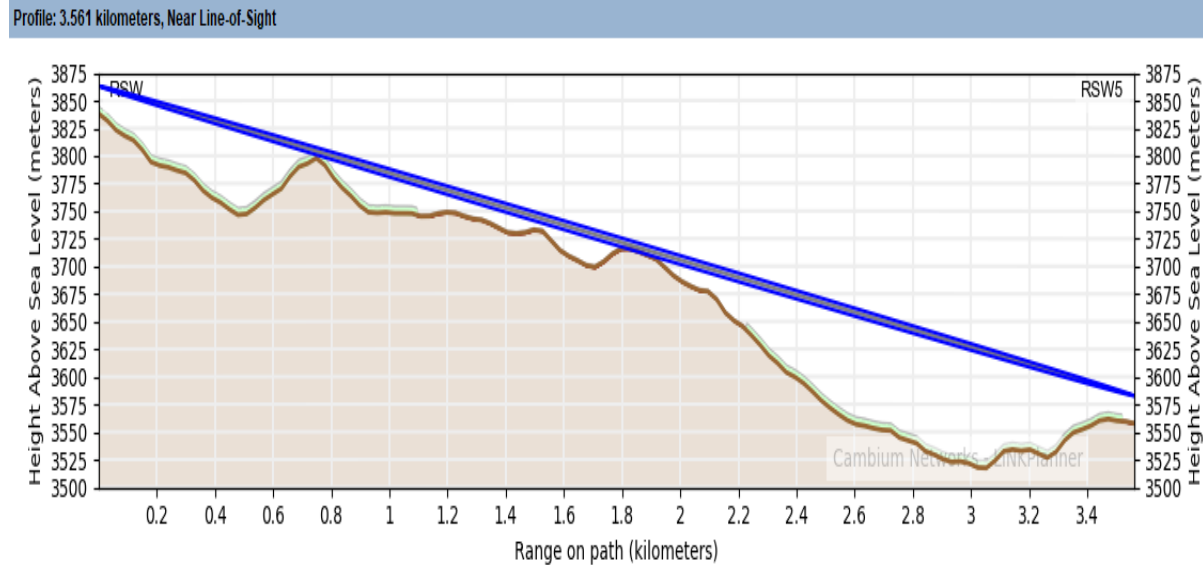


Nota. Enlace Ptp RW - Yanahuma, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW – RSW5

Tasa máxima de datos 446.47 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 25 m en cada punto.

Figura 126: Enlace Ptp RSW – RSW5

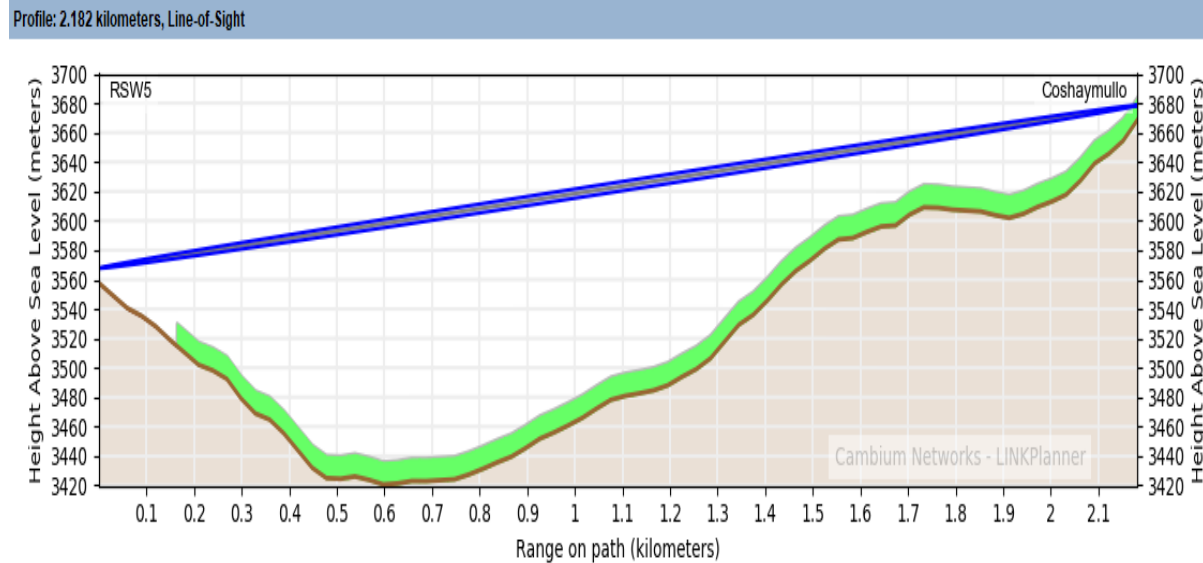


Nota. Enlace Ptp RSW – RSW5, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW5 – Coshaymullo

Tasa máxima de datos 451.71 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10 m en cada punto. Para 26 pobladores.

Figura 127: Enlace Ptp RSW5 – Coshaymullo

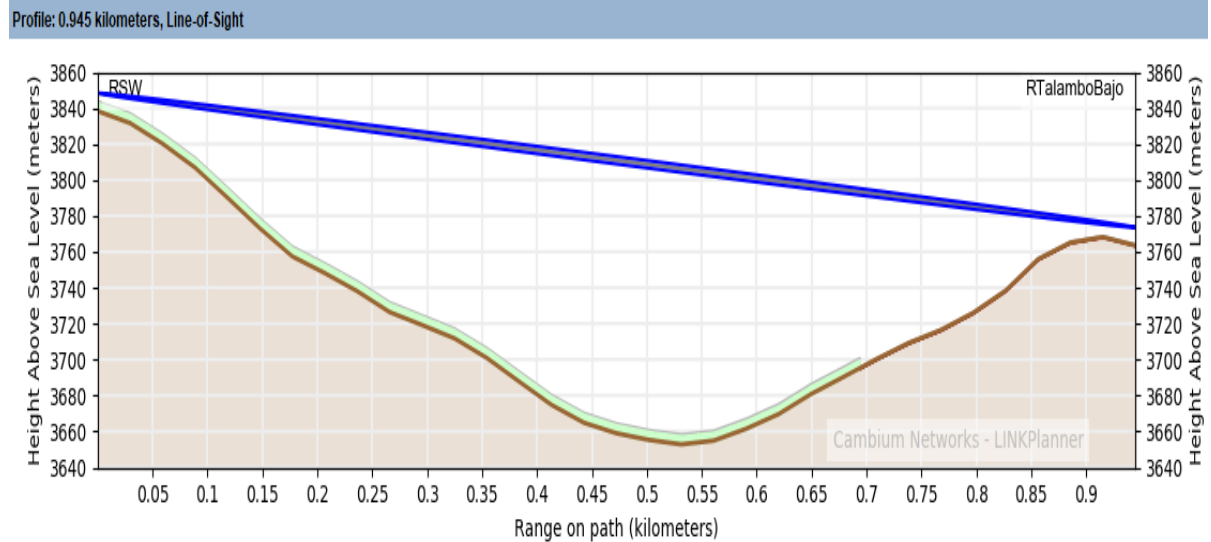


Nota. Enlace Ptp RSW5 - Coshaymullo, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp RSW – R Talambo Bajo

Tasa máxima de datos 226.11 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10 m en cada punto.

Figura 128: Enlace Ptp RSW – R Talambo Bajo

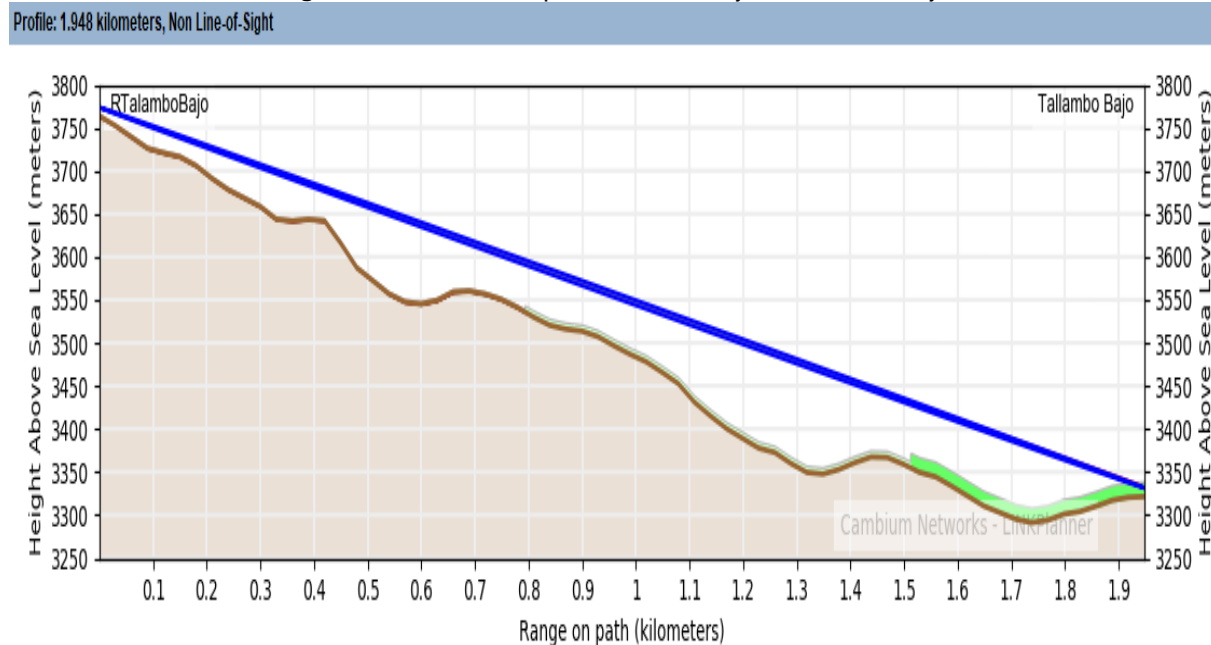


Nota. Enlace Ptp RSW – R Talambo Bajo, modelada por el programa cambium networks.

Enlace Ptp R Talambo Bajo – Talambo Bajo

Tasa máxima de datos 315.97 Mbps a 256 QAM, tamaño de torres 10 m en cada punto. Para 313 pobladores.

Figura 129: Enlace Ptp R Talambo Bajo – Talambo Bajo



Nota. Enlace Ptp R Talambo Bajo – Talambo Bajo, modelada por el programa cambium networks.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al concluir la investigación se observa que Claro y Movistar son los únicos operadores que se encuentran en la zona, que solo llegan con señales de 2 y 2.5 G, cuando ya en otras zonas se manejan accesos móviles 4 G, esto hace que los accesos a Internet sean lentos y no proporcionen el grado de ayuda que los servicios y/o aplicaciones de Internet logran en otras zonas.

Además con esta investigación se ha dispuesto de un diseño de acceso a Internet articulado a la RDNFO, que permita utilizar sus beneficios principalmente de contenido y servicios, nos permite coadyuvar con una solución oportuna, que nos esperanzan en los procedimientos, muchas veces burocráticos, del estado peruano a través del PRONATEL [16], cabe recordar, que el anterior concesionario RACSRL, empresa privada incumplió el contrato [13]. Las fases ordenadas de este diseño tales como: Consideraciones de una red de transporte, trazado de la red de fibra óptica y sistema de transmisión a utilizar, puede ser extrapolada en diseños similares para otras comunidades, principalmente en Cajamarca, donde se encuentran los 16 distritos más pobres del Perú [18]

Se ha indicado que la conexión matriz parte desde Celendín desde donde existe, hasta Oxamarca capital, una carretera que a su lado se despliegan torres de MT de energía eléctrica, esta infraestructura es aprovechada para proyectar el recorrido de la fibra óptica que interconectan los nodos de Celendín y Oxamarca, con una longitud de aproximadamente 39 Km, soportada por 150 torres de Electro Norte, instaladas el 70%, quedando por instalar el 30% con vanos de 200 metros. Se pretende realizar el tendido de fibra óptica en dos tramos. Tramo - Jose Gálvez – Sucre por el método de carrete móvil se utiliza la salida de Celendín hasta Sucre, pasando por la Av. La Purísima en José Gálvez siguiendo a lo largo de 1 km hasta Sucre abarcando 50 torres. El tramo sucre Oxamarca se utiliza el método de carrete estacionario abarcando 100 torres.

A partir del diseño obtenido se acepta la hipótesis de que, es posible el diseño de una red de acceso a Internet utilizando la RDNFO, que nos permita brindar un adecuado

ancho de banda a los usuarios en el distrito de Oxamarca, con el fin de dar solución al deficiente servicio actual. A través de radioenlaces que exige que entre el transmisor y receptor no haya obstáculos, además no se interfiera en la zona de Fresnel, todos estos requisitos, además de conservar un throughput adecuado, para que los usuarios puedan acceder a los servicios más prioritarios que provee el Internet, nos ha dado como resultado el posicionamiento de las torres para el soporte de los transmisores, repetidores y receptores. Claro está que este posicionamiento puede variar también ya que los 59 CCPP se pueden agrupar en diversidad de clústers.

La estimación del ancho de banda, se ha realizado en base a la cantidad de población de Oxamarca y sus CCPP, dividido entre los 3.94 integrantes promedio de una familia del nivel socioeconómico [71], y teniendo en cuenta los 94.5 Mbps recomendado por el FCC para un hogar promedio, se obtiene que la demanda de ancho de banda en el distrito de Oxamarca es de 105.79 Gbps. Evidentemente el equipamiento entre el nodo de Celendín y Oxamarca, interconectado con fibra óptica debe entregar esta capacidad, la RDNFO y el proyecto regional Cajamarca no lo entrega.

Sin embargo, vamos a proponer un conmutador de red Infinera DTN-X® [72], conocido como DTN-X, como plataforma de red de transporte óptico de paquetes (P-OTN) de varios terabits de próxima generación que proporciona transporte de multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM) y adición óptica digital reconfigurable. Servicio /Drop Multiplexor (ROADM). Su estructura de conmutador de una sola etapa de granularidad ODU0 (Unidad de Datos de Canal Óptico) puede proporcionar etapas desde el 50% de una STM-16 (2,5 Gbps). A este equipo hay que adicionarle 5 tarjetas de 40 Gbps, con lo que se puede obtener la demanda de ancho de banda necesario.

Por otro lado, es necesario volver a precisar que el ancho de banda (throughput) de cada enlace que sale desde el nodo central en Oxamarca, es dependiente de la distancia, del pan-tilt de la antena, de las variables climatológicas, de la altura de la antena, y en el caso de los enlaces punto a multipunto, de la posición dentro del diagrama de radiación de la antena multipunto. Los equipos de interconexión, transmisor/receptor en las torres dependen si son punto a punto o punto multipunto, los que se detallan junto a un listado completo (Bill of materials) que incluye Gigabit

Surge Suppressor (30V), Unspecified Power Lead, Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable, LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU), PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector, Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP), entre otros, el detalle de cada enlace se puede apreciar en el anexo 6 y anexo 7, así como el throughput down y up link y su tasa de disponibilidad.

Como se indicó el detalle de los equipos se detallan en los anexos correspondientes, esto fue extraído, como ya se indicó del simulador Link Planner. Sin embargo, vamos a detallar un radioenlace punto a multipunto desde Oxamarca a Corral pampa, La Colpilla y Paycapampa. Identificando en Oxamarca un transmisor/receptor PMP450i (running Release 21.1) con una antena Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna, posicionada 28.00° para True North 31.27° y para Magnetic North, consiguiéndose 98.31 Mbps y como suscriptor el PMP 450b Mid-gain, con una antena de 16.0 dBi en cada punto. En la misma torre en Oxamarca capital se coloca otro equipo con una cobertura sectorial de 58°, con una orientación de antena de 105.00° para True North y 108.27° para Magnetic North, se puede conseguir 111.99 Mbps de throughput, para los CCPP de Cantagallo, Colpapucho, Condorilla, La Colpa y Paltarume. Todos ellos trabajando en la banda de 5.8 GHz para un ancho de banda de canal de 40Mhz.

Para todos los demás CCPP, Oxamarca los interconecta a través del radioenlace Oxamarca a Repetidor W, en una configuración punto a punto con el equipo PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord), en ambos lados, alcanzándose un throughput total agregado de 452.23 Mbps, en la banda de 5.8 GHz para un ancho de banda de canal de 45 MHz, existen otros 16 radioenlaces punto a punto, que se detallan en el anexo 7, con los mismos equipos y throughput promedios de 450 Mbps, a excepción del repetidor Talambo Bajo al CCPP Talambo, donde se consiguen 183.15 Mbps. Para finalizar puedo indicar que los perfiles de cada enlace inalámbrico, también se han obtenido, mejorando la altura de las torres para evitar obstáculos y cumplir con los requisitos mínimos de LOS.

Con la presente investigación pretendo mejorar la calidad de vida de uno de los distritos más pobres del Perú siendo para este caso Oxamarca que se le puede facilitar con el diseño el servicio telecomunicaciones e internet y como indica Renan Lazcano Salazar [23] se pretende reducir la brecha digital en localidades con dificultades económicas y sociales parecidas a las de México mostrando los múltiples usos de las redes de banda ancha en el contexto de inclusión social como lo son: Teleeducación, telemedicina, telegobierno, entre otros, dentro de una comunidad rural.

En concordancia con la investigadora María Verónica Alderete [24] la dependencia es negativa tanto para la penetración de la banda ancha fija con respecto al desempleo y la innovación, como para la banda ancha móvil, con respecto a la inversión e innovación en telecomunicaciones, pero positiva a la densidad poblacional. Ante esto propone que el estado debe promover políticas que apoyen la innovación tecnológica, el despliegue del gobierno electrónico para incrementar servicios de banda ancha, creación de programas de adquisición de dispositivos y aplicaciones locales para emprendedores

En concordancia con Katherine Andreina Concha Asadobay y Ana Valeria Tituaña Canchig [25]. Este trabajo de investigación es importante porque la ingeniería de proyecto y la simulación tienen un desarrollo ordenado y sistemático con presupuestos ópticos y cálculos de atenuación que se tiene en cuenta en el despliegue de la red de fibra óptica desde el nodo intermedio (entre el nodo de la RDNFO y la ciudad de Oxamarca) hacia los hogares en la ciudad. Se difiere al explicar el diseño de la solución de red debido a que la presente investigación está basada en la metodología BICSI y uso del software Link Planner para la simulación de infraestructura de telecomunicaciones.

En concordancia con López Polo, Elliot Darwin [26] en el campo cualitativo es útil para tener una visión general de cómo se pueden generar estrategias para solventar los gastos de operación y mantenimiento de una red en lugares de preferente interés social, para ello al realizarse el estudio recomienda trabajar con una o más empresas de servicio para que sea más factible el regreso de inversión y haya mayor demanda.

Se puede señalar que con Hernandez Sandoval Pablo. Yovera Huamán Mijail Hebert [27] se debe contactar con los proveedores de los equipos requeridos ya que los precios son referentes a los precios que tiene una empresa operadora y que pueden variar según la cantidad requerida y la negociación, para una segunda etapa se debe instalar enlaces microondas como complemento a las redes de transporte de fibra óptica planteada. Esta investigación ha guiado al presente estudio en la manera de realizar el recorrido de la fibra óptica, así como en la medición de los parámetros necesarios en un despliegue similar. Además, concluye que el diseño es altamente viable cuando el distrito cuenta con red eléctrica e infraestructura adecuada, siendo el diseño del proyecto de menor coste, la optimización de factores como: atenuación del enlace, tipos de cable, equipos disponibles, conectores, etc.

En concordancia con Monteza Salazar, Julio Cesar. Sandoval Ramírez, José Baltazar [28]. Esta investigación es relevante pues nos muestra como se ha diseñado una red de transporte en la región de Cajamarca y presenta el equipamiento que sirve como referencia a nuestro estudio. Usando como aspectos en su metodología el diagnóstico de los servicios de telecomunicaciones presentes en la zona de estudio y el nivel de demanda de los centros poblados

En líneas generales con Jonny Robert Calua Tasilla [29] “Red de fibra óptica para proveer servicio de Internet en Granja Porcón” coincido ya que este trabajo plantea la comparación de los servicios actuales con los servicios proyectados y difiero que en mi investigación no utilizo la prueba T de Student, finalmente con la validación mediante juicio de expertos, como el que se pretende realizar.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Al finalizar con esta investigación se concluye que Oxamarca es uno de los 3 distritos más pobres del Perú con alto índice de analfabetismo, retraso escolar y necesidades básicas insatisfechas (NBI). Al proyectar los radioenlaces con línea de vista (LOS), se observa que la zona en estudio, tiene una geografía muy accidentada, para instalar enlaces inalámbricos a través de fibra óptica, para accesos a Internet existen dos estaciones base de telecomunicaciones (BTS) del operador claro con accesos de 2 G y 2.5 G con velocidades de 56 kbps a 115 kbps, siendo la oferta de Internet escasa, lenta y con precios elevados. Oxamarca, si bien está considerada en el proyecto regional de la RDNFO, se afectó por la resolución del contrato con el concesionario Andina Telecomunicaciones, por incumplimiento contractual y sin fecha para una nueva licitación.
- Se concluye además que se comprobó la existencia de 150 torres MT de distribución eléctrica entre la SE Celendín y Oxamarca (estación Chiquinda), una vez establecido el recorrido, se pudo calcular la longitud de la fibra óptica conformada por tres torres MT en configuración trifásica, dando como resultado 39 Km, la fibra óptica es auto soportada de tipo All Dielectric Self Supported (ADSS) existiendo aproximadamente un 70% de esta infraestructura.
- También se concluye que según FCC recomienda 94.5 Mbps por hogar y entre los servicios prioritarios tenemos navegación general, correo electrónico, descarga de radio por Internet, llamadas por Internet (VoIP), se reserva un ancho de banda por estudiante, trabajo a distancia, descarga de archivos y medios sociales, video conferencia y sin ser prioritario se ha considerado 7Mbps para juegos. Los que hace un total de 105.79 Gbps para la estimación de 1120 hogares. El nodo en Celendín debe proveer esa demanda de ancho de banda (105.79 Gbps) a través de equipamiento DWDM, al nodo en Oxamarca, y con radioenlaces a los 59 CCPP, Los radioenlaces tienen una limitante para el rendimiento, impuesto por la distancia de las torres, la altura, la inclinación de las antenas y la zona de Fresnel.

- Al haber realizado la proyección con el simulador Link Planner, se puede concluir que el equipamiento principal de la mayoría de los radioenlaces está compuesto por equipos Cambium del modelo ePMP Force 200L y PMP450i, para enlaces punto multipunto y modelo PTP670 para punto a punto.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda conformar un equipo de personas de soporte a operaciones y sistema de soporte al negocio (OSS/BSS), deben tener capacidades y funcionalidades adecuadas para garantizar el funcionamiento eficiente, eficaz y sensible de la red y de los procesos operativos, comerciales y administrativos asociados.
- Se debe implementar estrategias y enfoques integrales para el mantenimiento preventivo y correctivo. Este debe consistir entre otros, la inspección física de cada tramo de fibra óptica aérea instalada, por lo menos 1 vez cada 12 meses.
- Se recomienda que todos los componentes electrónicos activos, ubicados o no en sitios con personal, deben tener la facilidad de ser gestionados remotamente por el NOC.
- Se recomienda identificar procesos, procedimientos, sistemas y herramientas, para asegurar el soporte de políticas de seguridad, para que la red esté protegida contra la introducción de virus y contra el acceso inapropiado, con esquemas de segregación física y lógica.
- Se recomienda establecer un sistema de video vigilancia para el control de las entradas a las instalaciones del nodo, con tiempos de mantenimiento de imágenes mínimo de 30 días calendarios y con capacidad de archivar segmentos seleccionados de video por un tiempo mínimo de 12 meses.
- Los enlaces Ptp y PMtp, se han proyectado para los CCPP cercanos a Oxamarca en un radio de 3 Km y para el repetidor oeste, donde se concentra el 73% de la población, se recomienda proyectarlos para los enlaces de los repetidores norte, sur y este (27%).
- Se pueden hacer pruebas adicionales, cambiando los equipos de radio, antenas, o posición, no existe un único diseño.
- En los CCPP con mayor densidad poblacional, se debe establecer políticas de acceso a la red, para dar prioridad a los estudiantes.

GLOSARIO DE TERMINOS

ADSS	: All Dielectric Self Supported (Dieléctrico auto soportado)
AT	: Alta tensión
BT	: Baja tensión
BER	: Bit error rate (Tasa de error de bit)
BICSI	: Building Industry Consulting Service International (Servicio Internacional de Consultoría de la Industria de la Construcción)
BTS	: Base telecommunication station (Estaciones base de telecomunicaciones)
CWDM	: Coarse Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por división de longitud de onda para redes de metro y regionales)
CCPP.	: Centros poblados
DWDM	: Dense Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por división de longitud de onda densa)
EAE	: Escuela de Administración de Empresa
FITEL	: Fondo de Inversión en Telecomunicaciones
FTTX	: Fiber to the x (Fibra a un lugar x)
FO	: Fibra Óptica
GPON	: Gigabit-capable Passive Optical (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit)
HVAC	: Heating, ventilation and air conditioning (Aire acondicionado ventilación calefacción)
ISP	: Internet service protocol (Proveedor de servicios de internet)
ITS	: Information transport System (Sistema de transporte de información)
IDH	: Índice de desarrollo humano
IGW	: Internet gate way (Puerto internacional)
LAN	: Local access network (Red de acceso local)
LOS	: Line of sight (línea de vista)
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
MTC	: Ministerio de transportes y comunicaciones
MTBF	: Mean time between failures (Tiempo promedio entre fallos)
MT	: Media tensión
MIMO	: Multiple input Multiple output (Múltiples entradas múltiples salidas)

MO	: Municipalidad de Oxamarca
MINEM	: Ministerio de energía y minas
NBI	: Necesidades básicas insatisfechas
NOC	: Network Operations Center (Centro de operaciones de red)
NMS	: Network management system (Sistema de gestión de red)
OSS/BSS	: Operations support systems and business support system (Sistemas de soporte a operaciones y Sistema de soporte al negocio)
ODUO	: Optical Channel Data Unit (Unidad de Datos de Canal Óptico)
OD	: Optic diameter (Diámetro óptico)
OSIPTEL	: Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones.
PR	: Proyectos regionales
P-OTN	: Packet optical transport network (Red de transporte óptico de paquetes)
PRONATEL	: Programa Nacional de Telecomunicaciones
RDNFO	: Red dorsal nacional de fibra óptica
ROADM	: Addition Reconfigurable Optical Multiplexer (Multiplexor óptico reconfigurable de adición)
RACSRL	: Redes Andinas de comunicaciones S.R.L.
SNMP	: Simple network management protocol (Protocolo de gestión de red simple)
TPMM	: Manual de administración de proyectos de telecomunicaciones
TIC	: Telecommunications Project Management Manual (Tecnología de información y comunicación)
UPS	: Supply power unit (Unidad de potencia de suministro)
UIT	: Unión Internacional de Telecomunicaciones
VoIP	: Voice over Internet Protocol (Voz sobre Protocolo de Internet)
ZEE	: Zonificación ecológica y económica

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] L. Pacheco, «Hacia un mayor desarrollo de la Banda Ancha en el Perú», no Revistas PUCP Perú, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/13515/14141>
- [2] C. de D. H. ONU, «Promoción, protección y disfrute de los derechos humanos en Internet.» 27 de junio de 2016. [En línea]. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fap.ohchr.org%2Fdocuments%2FS%2FHRC%2Fd_res_dec%2FA_HRC_32_L20.pdf&clen=125053&chunk=true
- [3] C. P. Bou, «Alemania, un gigante sin buena conexión a Internet», elperiodico, 15 de diciembre de 2019. <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20191215/alemania-un-gigante-sin-buena-conexion-a-internet-7586709> (accedido 12 de septiembre de 2020).
- [4] BBC, «La carrera de Estados Unidos y China por instalar primero la red 5G de dispositivos móviles», BBC News Mundo, 3 de mayo de 2018. Accedido: 12 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43970784>
- [5] EAE, «El uso de dispositivos tecnológicos para el teletrabajo y el ocio ha aumentado casi un 40% en promedio durante el confinamiento | EAE», 2020. <https://www.eae.es/actualidad/noticias/el-uso-de-dispositivos-tecnologicos-para-el-teletrabajo-y-el-ocio-ha-aumentado-casi-un-40-en-promedio-durante-el-confinamiento> (accedido 12 de noviembre de 2021).
- [6] Christian Rivera Zapata, Enrique Iglesias Rodríguez, y Antonio García Zaballos, «Estado actual de las telecomunicaciones y la banda ancha en Ecuador», Banco Iberoamericano de Desarrollo, ECUADOR, DOCUMENTO PARA DISCUSIÓN IDB-DP-747, feb. 2020. [En línea]. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estado_actual_de_las_telecomunicaciones_y_la_banda_ancha_en_Ecuador.pdf
- [7] Yussel Castrizano Jimenez y Ivette Moreno Montero, «SOLUCIÓN TÉCNICA PARA EL SERVICIO DE ALTA VELOCIDAD DE INTERNET EN UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA», Revista Telemática, vol. 18, n.o 3, p. 7, dic. 2019.
- [8] Andina Perú, «Agencia Peruana de Noticias | ANDINA», 23 de octubre de 2021. <https://andina.pe/agencia/> (accedido 12 de noviembre de 2021).
- [9] MTC, «Resolución ministerial N° 718-2013-MTC/03, que aprueba los criterios para la determinación de áreas rurales y lugares de preferente interés social.» 2013. [En línea]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/radiodifusion/documentos/RM_718-2013-MTC_03.pdf
- [10] MTC, «Declaran la resolución del Contrato de Concesión para el Diseño, Financiamiento, Despliegue, Operación y Mantenimiento del Proyecto “Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica: Cobertura Universal Norte, Cobertura Universal Sur y Cobertura Universal Centro”-RESOLUCION MINISTERIAL-N° 689-2021-MTC/01», 13 de julio de 2021. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/declaran-la-resolucion-del-contrato-de-concesion-para-el-dis-resolucion-ministerial-n-689-2021-mtc01-1972523-1/> (accedido 12 de noviembre de 2021).
- [11] A. Catalano, «Perú: entre el futuro de la Red Dorsal y la necesidad de expandir conectividad», Lima, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.telesemana.com/blog/2021/07/16/peru-entre-el-futuro-de-la-red-dorsal-y-la-necesidad-de-expandir-conectividad/>
- [12] ENAHO, «PERÚ Instituto Nacional de Estadística e Informática», 2020. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/encuestas/> (accedido 12 de noviembre de 2021).
- [13] M. Mendoza, «Se resolvió contrato de tendido de fibra óptica de Cajamarca». El Comercio - Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/negocios/mtc-cajamarca-resolvio-contrato-fibra-conectividad-noticia-632184-noticia/>

- [14] FITEL, «Contrato de la Instalación de la Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de Cajamarca». 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.pronatel.gob.pe/sproyectos/archivos/Contrato-cajamarca.pdf>
- [15] PRONATEL, «PROYECTOS REGIONALES», 2021. http://www.pronatel.gob.pe/sproyectos/proy_regional_cajamarca.html (accedido 9 de agosto de 2022).
- [16] GRC, «Nota de prensa N° 1711 - Gobierno Regional de Cajamarca.» 24 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/pdf/4265>
- [17] L. A. eBIZ, «“Hicimos todo lo posible para que Azteca fuera feliz” - Virginia Nakagawa, ex viceministra de comunicaciones del MTC», eBIZ Noticias, 15 de febrero de 2021. <https://noticias.ebiz.pe/contrato-azteca-nakagawa/> (accedido 10 de agosto de 2022).
- [18] INEI, «Mapa de pobreza en el Perú». 2018. Accedido: 9 de febrero de 2022. [En línea]. Disponible en: http://iinei.inei.gob.pe/microdatos/Consulta_por_Encuesta.asp
- [19] IIMP, «Ayacucho y Cajamarca tienen los 3 distritos más pobres del Perú.», 2021. [https://iimp.org.pe/raiz/ayacucho-y-cajamarca-tienen-los-3-distritos-mas-pobres-del-peru#:~:text=AyacuchoyCajamarcatienenlos3distritosm%C3%A1spobresdelPer%C3%BA,-Compartir%20en%3A&text=Los%20distritos%20de%20Uchuraccay%20\(Ayacucho,Estad%C3%A](https://iimp.org.pe/raiz/ayacucho-y-cajamarca-tienen-los-3-distritos-mas-pobres-del-peru#:~:text=AyacuchoyCajamarcatienenlos3distritosm%C3%A1spobresdelPer%C3%BA,-Compartir%20en%3A&text=Los%20distritos%20de%20Uchuraccay%20(Ayacucho,Estad%C3%A) Dstica%20e%20Inform%C3%A1tica%20(INEI).
- [20] NPERF, «Red de cobertura de telefonía móvil y datos. Mapa de velocidades 3G / 4G / 5G en Celendín, Perú.», Celendín, Oxamarca., 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.nperf.com/es/map/PE/3698608.Celendin/163659.Movistar-Movil/signal/?ll=-7.00140063335305&lg=-78.08738708496095&zoom=11>
- [21] MTC, «Impacto económico del acceso a Internet en los hogares peruanos.» 2020. [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fcdn.www.gob.pe%2Fuploads%2Fdocument%2Ffile%2F1458230%2FImpacto%2520econ%25C3%25B3mico%2520del%2520acceso%2520a%2520internet%2520en%2520los%2520hogares%2520peruanos%2520-%2520DGPRC%2520-%2520MTC%2520%2528Espa%25C3%25B1ol%2529.pdf&clen=1356984&chunk=true>
- [22] CEPAL, «Población y Desarrollo - Comisión económica para América latina y El Caribe.» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/areas-de-trabajo/poblacion-y-desarrollo>
- [23] R. Lazcano, «Inclusión de comunidades geográficamente alejadas en México a través de las telecomunicaciones digitales y servicios de banda ancha», Universidad Nacional Autónoma de México, 2017. Accedido: 1 de octubre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13720/tesis.pdf?sequence=1>
- [24] M. V. Alderete, «Broadband adoption in Latin American countries: does geographic proximity matter?», Problemas del desarrollo, vol. 50, no 198, pp. 31-56, Sep. 2019, doi: 10.22201/iiec.20078951e.2019.198.67411.
- [25] K. Concha y A. Tituaña, «Diseño de la red GPON de la empresa ATVCABLE para la provisión de Internet y TeV en la ciudad de Pujulí - Ecuador.», Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2021.
- [26] E. D. López, «Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash)», UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES, 2016, Accedido: 23 de septiembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uch.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/uch/47/lopez-polo-elliott.pdf?sequence=1>
- [27] M. H. Y. Huamán y P. H. Sandoval, «Propuesta de diseño de una red de transporte de fibra óptica para la mejora de la calidad y cobertura de telecomunicaciones en el distrito de Lalaquiz - Piura.», UNPRG, Lambayeque, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3654/BC-TES-TMP-2461.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

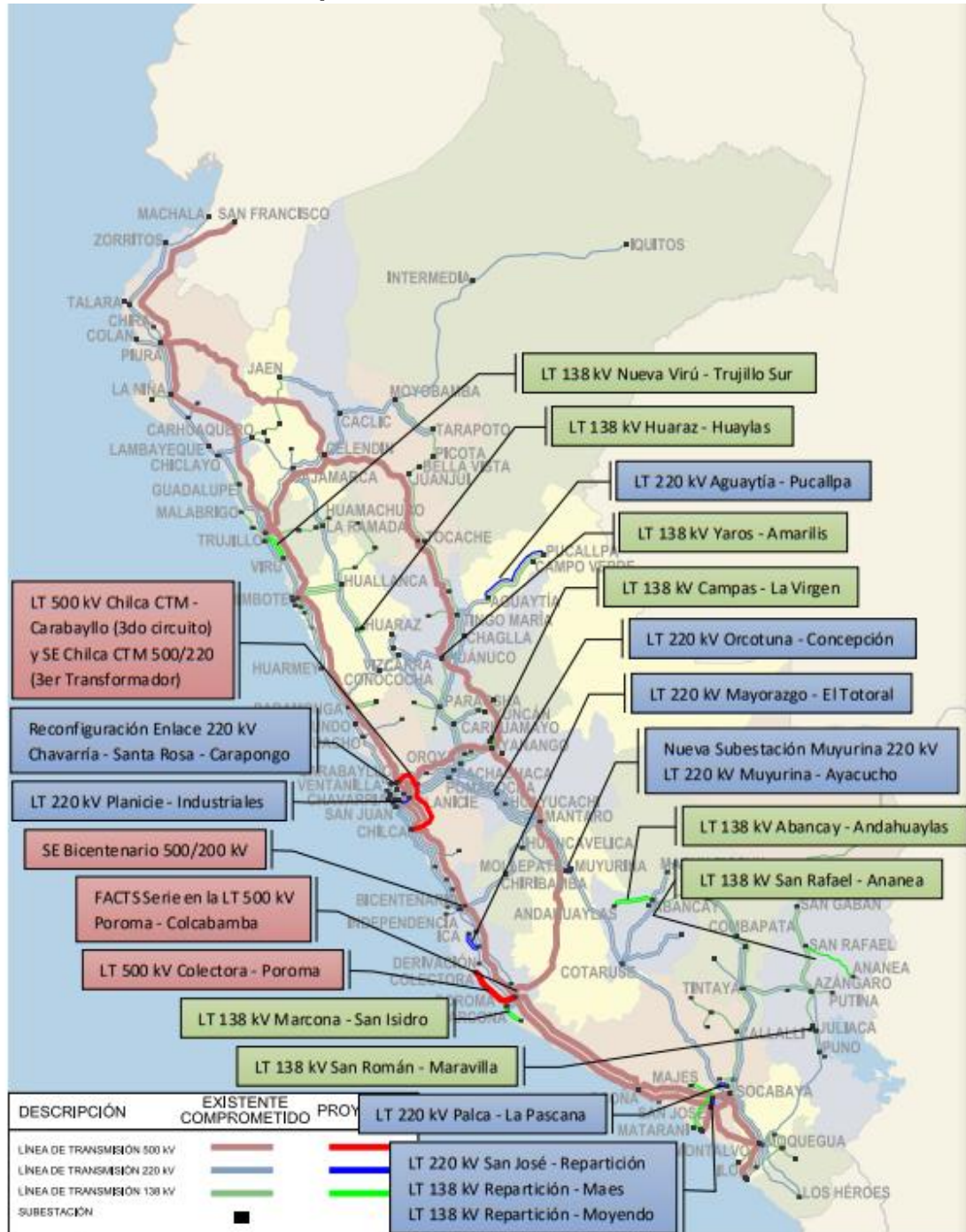
- [28] J. C. Monteza Salazar y J. B. Sandoval Ramírez, «Diseño de Red de Banda Ancha Inalámbrica para mostrar la mejora de la cobertura con calidad de servicio al acceso de las redes y servicios de telecomunicaciones en los centros poblados del Distrito de Chota-Cajamarca», Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2018. Accedido: 4 de octubre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/2442>
- [29] J. Calua, «Red de fibra óptica para proveer servicio de Internet en Granja Porcón.», Universidad Nacional de Cajamarca, Porcón-Cajamarca, 2020.
- [30] Internet Society, «Construyendo redes Inalámbricas Comunitarias. Estándares para redes inalámbricas – IEEE», Internet Society, 2018. <https://www.internetsociety.org/es/tutorials/wireless-community-networks/module-1-wireless-networking-standards/> (accedido 21 de julio de 2020).
- [31] Proinversión, «Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica: Cobertura Universal Norte, Cobertura Universal Sur y Cobertura Universal Centro», 2020. <https://www.investinperu.pees/app> (accedido 25 de abril de 2022).
- [32] E. Zubizarreta San Román y C. San Román, «Redes de acceso y transmisión de Fibra Óptica: alternativas de políticas y regulaciones», vol. 2, no 12, p. 10, 2012.
- [33] M. Gonzales, «La última milla, tecnologías de acceso | Redes Telemáticas», 2012. <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/> (accedido 23 de octubre de 2020).
- [34] G. R. Díaz, «GLOSARIO DE TÉRMINOS DE TELECOMUNICACIONES EN PERÚ», p. 381, 2015.
- [35] D. A. Gómez Navarro, R. A. Alvarado López, M. Martínez Domínguez, y C. Díaz de León Castañeda, «La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio de México», Entreciencias, vol. 6, no 16, mar. 2018, doi: 10.22201/enesl.20078064e.2018.16.62611.
- [36] D. M. Jorquera y F. M. Pérez, «Sistema de Regeneración de Nodos de Red», p. 22, 2014.
- [37] V. G. Galvan, DATACENTER - UNA MIRADA POR DENTRO. Ediciones Índigo., 2013. doi: 10.13140/RG.2.1.3434.8401.
- [38] MTC, «RESOLUCION MINISTERIAL-N° 245-2017 MTC/01.03», 12 de abril de 2017. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-criterios-para-la-determinacion-de-areas-rurales-y-resolucion-ministerial-n-245-2017-mtc0103-1509286-1/> (accedido 12 de noviembre de 2021).
- [39] BICSI, Telecommunications Project Management Manual, 1ra ed. Tamps, USA, 2016.
- [40] PUCP, «Observatorio Laboral. Informe del análisis sectorial: Sector Telecomunicaciones.» 2019.
- [41] INEI, «Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Departamento de Cajamarca: Resultados Definitivos 2017». 2018.
- [42] INEI, «Sistema de consultas de centros poblados - Sistema de información geográfica», 2022. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- [43] proyectos wikimedia. WD datos: Q6319807. CommonsCat Multimedia: Oxamarca district/ Q6319807. INEI Perú. 19 de abril del 2019. Extraído de la pagina web https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Oxamarca.
- [44] GRC, «Zonificación Ecológica y Económica - Gobierno Regional de Cajamarca.», Ordenamiento Territorial, 2020. <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/presentacion-zee> (accedido 25 de abril de 2022).
- [45] MINAM, «Diagnóstico Territorial del Departamento de Cajamarca Noviembre 2014». 2014. [En línea]. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/20141128_Diagnostico_Territorial_Cajamarca_V1.pdf
- [46] GRC, «Informe económico del departamento de Cajamarca para la zonificación ecológica y económica.» 2016.
- [47] El comercio, «Cajamarca | La Cascada de la Novia en Cajamarca y por qué se hizo viral un video de esta maravilla del Perú | Turismo | Viajes | Perú | VAMOS», El Comercio Perú, 13 de julio de 2020. <https://elcomercio.pe/vamos/consejos-de-viajes/cajamarca-la-cascada-de-la-novia-en->

- cajamarca-y-por-que-se-hizo-viral-un-video-de-esta-maravilla-del-peru-turismo-viajes-peru-noticia/ (accedido 25 de abril de 2022).
- [48] MINEDU, «Mapa de escuelas», 2022. <http://sigmed.minedu.gob.pe/mapaeducativo/> (accedido 25 de abril de 2022).
- [49] INEI, «Sistema de Consulta de Centros Poblados», 2015. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/> (accedido 8 de noviembre de 2020).
- [50] MINEDU, «ESCALE - Estadística de la calidad educativa.» 2016.
- [51] ComexPerú, «¿Cómo se han venido gestionando los recursos en las zonas más pobres del país?» 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/como-se-han-venido-gestionando-los-recursos-en-las-zonas-mas-pobres-del-pais>
- [52] MTC, «Impacto del acceso a internet en el crecimiento económico del Perú: Un enfoque ARDL». 2021. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1635730/MTC%3A%20Impacto%20del%20internet%20en%20el%20PBI.pdf>
- [53] UP, «Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad.» 2019. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1635730/MTC%3A%20Impacto%20del%20internet%20en%20el%20PBI.pdf>
- [54] «Programa Nacional de Telecomunicaciones - Pronatel», 2021. <https://www.gob.pe/pronatel> (accedido 16 de agosto de 2021).
- [55] R. Gold, «Alternativas para mejorar la situación de las redes de transporte nacional», 2017. https://bellcons.com/RNT_V1-3.htm#_edn9 (accedido 3 de mayo de 2022).
- [56] FITEL, «Octava adenda al contrato no reembolsable del proyecto “Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la Región Cajamarca”.» 2018.
- [57] Osiptel, «Conectividad a nivel nacional y regional.» 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Documents/EVENTS/2014/0804-PY-Cnntvity/5_S2_Present_Gonzalo_Ruiz_OSIPTEL.pdf
- [58] Azteca, «Contrato de Acceso y Uso de Infraestructura de Energía Eléctrica — Compartición de Infraestructura Eléctrica de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley No. 29904». 2016.
- [59] Osinermin, «Osinermin, Mapa interactivo de distribución eléctrica.», Osinermin SEIN, 2022. <https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/MapaSEIN/#>
- [60] Proinversión, «Especificaciones técnicas del concurso de proyectos integrales. "Red dorsal nacional de fibra óptica: cobertura universal Sur, Norte y Centro. Anexo 12.» 2014.
- [61] MINEM, «Código Nacional de Electricidad». 2021.
- [62] MTC, «Propuesta Técnica de la RDNFO. Referencia: Numeral 7.1 de las Bases, Anexo 10.» 2014.
- [63] AMITEL PERU, «Procedimientos para la instalación de fibra óptica.», Osiptel, p. 30, 2021.
- [64] «"Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de las Regiones Tumbes, Piura, Cajamarca y Cusco :: Proinversión». <https://www.proyectosapp.pe/modulos/JER/PlantillaProyecto.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=8297&SEC=24> (accedido 17 de septiembre de 2020).
- [65] Motorola. Inc., «STANDARDS AND GUIDELINES FOR COMMUNICATION SITES». 2005. [En línea]. Disponible en: <https://s3.amazonaws.com/ngc-downloads/Motorola-Standards-and-Guidelines-for-Communication-Sites-R56-Manual.pdf>
- [66] Cisco, «Cisco. Architecture brief. Using Cisco Catalyst 6500 and Cisco Nexus 7000 Series Switching Technology in Data Center Networks.» 2010. Accedido: 29 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps9441/ps9402/ps9512/White_Paper_C17-449427.pdf
- [67] Ubiquiti Inc., «ISP Design Center». 2020. [En línea]. Disponible en: <https://ispdesign.ui.com/#>
- [68] FCC, «Guía de Velocidades de Banda Ancha», 2018. <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>

- [69] A. Chinchero, «Cálculo de la capacidad de conmutación de los equipos activos para una Red LAN Corporativa.» 2015.
- [70] Banco Mundial, «Crecimiento Poblacional en Perú (%anual)», Banco Mundial Datos, 2022. <https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.pop.grow?locations=PE>
- [71] U. Torrado, «Nuevas Dinámicas en las Familias Peruanas». Anda Perú, 2017.
- [72] Infinera, «Infinera DTN and DTN-X. Hardware Description Guide». 2018. [En línea]. Disponible en: <https://andovercrg.com/datasheets/infinera-608E596A-40CC-44A3-B00A-67683D3A2AFC.pdf>
- [73] BCR, «Caracterización del departamento de Cajamarca».2011. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/Cajamarca-Characterizacion.pdf>
- [74] Herrera Pérez, Enrique. «Tecnología y redes de transmisión de datos», p. 85, México Lisuma 2003.
- [75] Herrera Pérez, Enrique. «Tecnología y redes de transmisión de datos», p. 86, México Lisuma 2003.
- [76] Tomasi, Wayne. «Sistemas de comunicación electrónica», p. 435-437, 4ª ed. Mexico: Prentice Hall. 2003.
- [77] Tomasi, Wayne. «Sistemas de comunicación electrónica», p. 423-425, 4ª ed. Mexico: Prentice Hall. 2003.
- [78] Castro Lacher, Antonio Ricardo y Fusario, Rubén Jorge. «Teleinformática para ingenieros en sistemas de información », p. 468, 2ª ed. Barcelona España: Editorial Revertél. 1999
- [79] Rodríguez ávila, Abel. «Iniciación a la red internet, concepto, funcionamiento, servicios y aplicaciones de internet », p. 2, España: Editorial Ideas Propiasl. 2007.
- [80] Herrera Pérez, Enrique. «Tecnología y redes de transmisión de datos», p. 271, México Lisuma 2003.
- [81] Campos Arenas, Agusitín. «Mapas Comceptuales, Mapas Mentales», p. 14, Perú 2005.
- [82] Ontalba, Jorge. «Diccionario de internet», p. 337, España: ed. Cumplutence 2002.
- [83] Herrera Pérez, Enrique. «Tecnología y redes de transmisión de datos», p. 139-140, México Lisuma 2003.
- [84] Herrera Pérez, Enrique. «Tecnología y redes de transmisión de datos», p. 272, México Lisuma 2010.

ANEXOS.

Anexo 1. Estructura del plan de transmisión troncal de interconexiones.



Anexo 2. "LEY 4860 QUE CREA EL DISTRITO DE OXAMARCA"

El presidente de la República. Por cuanto: el Congreso ha dado la Ley siguiente:

El Congreso de la República Peruana. Ha dado la Ley siguiente:

Art. 1°: Créase en la Provincia de Celendín, el Distrito de Oxamarca, cuya capital será el pueblo del mismo nombre.

Art. 2°: El Distrito de Oxamarca comprenderá los caseríos de Saucepampa, Quillamachay y La Quinoa, con sus respectivos anexos; y sus límites serán: por el Norte, el río Cantange; por el Sur, el río Miriles; por el Este, el río Marañón; y por el Oeste, la cordillera de Mishacocha.

Art. 3°: El distrito de Huauco se compondrá de los caseríos Conga de Urquí, Calconga y Cajén y tendrá los siguientes límites: por el Sur, el río Cantange, hasta su origen en Pachachaca; por el Oeste, la cordillera entre Mishacocha y Cumullca; por el Norte, desde Cumullca, el camino real que conduce de Cajamarca a la ciudad de Celendín hasta el sitio denominado Loma del Indio, de este punto, una línea que pase por los cerros Coriquinque y Lanchepata hasta la tranca de Lucmapampa, de este punto otra línea que pase por el Poropillo y la línea divisoria de las comunidades de Huacapampa y Huauco, hasta la tranca de Cumbat; por el Este, una línea que partiendo de la tranca de Cumbat, por el primer tragadero de la laguna, situado al pie de la pampa de Huashapampa, la cima del cerro Huaitorco y de este punto en línea directa con dirección sur hasta el río Cantange.

Comuníquese al Poder Ejecutivo para que disponga lo necesario a su cumplimiento.

Dado en la Sala de Sesiones del Congreso, en Lima, a los 22 días del mes de diciembre de 1923.

Guillermo Rey, presidente del Senado. F.A. Mariátegui, presidente de la Cámara de Diputados. E.M. del Prado, Senador secretario. Eduardo C. Basadre, Diputado secretario.
Al Sr. presidente de la República.

Por tanto:

Mando se imprima, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los 27 días del mes de diciembre de 1923.

A.B. LEGUÍA. Pedro José Rada y Gamio.

AERIAL-LITE® Multitube Single Jacket Figure-8 Fibre Optic Cable

Product Details

Sterlite Tech™ AERIAL-LITE® Single Jacket Figure-8 Cables have integrated high strength stranded galvanised steel messenger wire as a support strand which provides high tensile strength to the cable making it suitable for aerial self-supported installations. This cable is a stranded loose tube cable with optical fibre placed inside robust buffer tubes stranded around a fibre reinforced plastic (FRP) central strength member. In addition to optical fibres, the buffer tubes contain water blocking gel, and the cable core is surrounded with water-swallowable tape to prevent water ingress in the interstices of cable core. Thermoplastic jacket is applied over the cable core and integrated stranded steel messenger to form a "Figure-8" configuration.

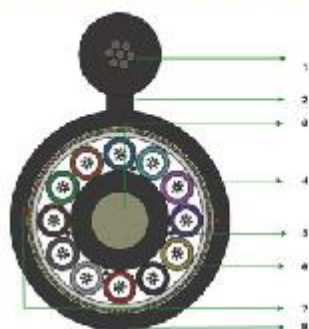
Product Application

This Cable is designed for outside plant (OSP) aerial self-supported applications in distribution as well as local and campus network loop architectures. These cables are used in aerial applications for short to medium span lengths including deployment along existing aerial Rights-of-way. Once detached from the steel messenger wire, cable is suitable for aerial-to-duct /underground transitions. This design provides easy and economical one-step installation and stable performance over a wide temperature range and is compatible with any local distribution telecommunication network.

Features & Benefits

- Available up to 144 fibre count in either single-mode or multi-mode optical fibres
- Figure-8 cable design provides easy and economical one step installation
- Multitube design with ripcords for easy and quick mid span access
- Dry water-blocking technology for gel free core helps in quicker end preparation
- Easily removable rugged thermoplastic jacket
- Flexible, light weight, easy to handle & install
- Tensile and crush resistant
- UV protected
- Tightly controlled physical parameters
- Combination of fibre types available on request

Typical Construction of Cable



1. MESSENGER WIRE
2. NECK
3. CENTRAL STRENGTH MEMBER
4. LOOSE TUBE WITH FIBRES & GEL
5. WS YARNS
6. CORE WRAPPING
7. RIPCORD(S)
8. OUTER SHEATH



Aerial



Water Blocked



UV Protected



Performance Standards

Cable complies to the following main Standards IEC.60794 series, ANS/ICEA S-87-640, Telcordia GR-20, ITU-T Recommendations, IEEE 1222,

Specifications

Physical Characteristics			
Fibre Count	12-72	96	144
Fibres per tube	12	12	12
No. of tubes	1-6	8	12
Nominal Cable Diameter (mm) ± 0.5mm	10.8 x 19.0	12.5 x 20.5	16.0 x 24.0
Nominal Cable Weight (kg/km) ± 10%	170	220	275
Mechanical and Environmental Characteristics*			
Test	Standard / Notes	Product Performance	
Max. Allowable Tensile Strength (N)	IEC-60794-1-21-E1	10000 N	10000 N
Bending Radius	IEC-60794-1-21-E11	Dynamic = 20D, Static = 15D	
Crush Resistance (N/100mm)	IEC-60794-1-21-E3	3000	3000
Impact strength (N.m)	IEC-60794-1-21-E4	25	
Torsion	IEC-60794-1-21-E7	± 180°	
Drip Test	IEC-60794-1-21-E14	30 cm, 70°C, 24 hr	
Temperature Cycling	IEC-60794-1-22-F1	Installation: -20°C to +60°C	Operation: -30°C to +70°C
Water Penetration	IEC-60794-1-22-F5B	1m water head, 3m samples, 24 hrs no water leakage	

** After the test, the change in attenuation shall be ≤ 0.05 dB/km.No damage or crack on cable & no fibre break.

Cabled Optical Fibres Characteristics

The optical fibres are in accordance to the specifications ITU-T G.652D. Refer to specific data sheets for details.

Transmission Characteristics						
Fibre Type	Attenuation coefficient, dB/km (Average/Maximum)			PMD, ps/√km	PMD LDV ps/√km	Cut-off Wavelength (λ _{cc}), nm 1310nm
	1310nm	1550nm	1625nm			
G652D**	≤ 0,35 / 0,36	≤ 0,22 / ≤ 0,23	≤ 0,24 / ≤ 0,26	≤ 0,20	≤ 0,10	≤ 1260

** This fibre is also available as a bend insensitive (Sterlite Tech's NOVA fibre)

Fibre Standard Colour Code (As per EIA/TIA 598)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Blue	Orange	Green	Brown	Grey	White	Red	Black	Yellow	Purple	Pink	Aqua

Tube Standard Color Code (As per EIA/TIA 598)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Blue	Orange	Green	Brown	Grey	White	Red	Black	Yellow	Purple	Pink	Aqua

Packing and Lengths

Packing: Wooden drums

Lengths (tolerance ±5%): 2km, 4km

Note - Customised drum lengths available on request.

Sheath printing details

STERLITE < Fibre Type ><Fibre Count><Product Type ><OFC Laser Symbol ><Telephone Symbol ><Month & Year of Production><Cable ID>< Meter Marking>



Copyright © 2017 Sterlite Technologies Limited. All rights reserved. The word and design marks set forth herein are trademarks and/or registered trademarks of Sterlite Technologies and/or related affiliates and subsidiaries. All other trademarks listed herein are the property of their respective owners.
www.sterlite.com



Anexo 4. Repetidores por CCPP a los que cobertura - Coordenadas

Repetidores por CCPP a los que cobertura	Interconexiones	Altura de las Antenas	Coordenada
Repetidor N	Oxamarca - Repetidor N - Repetidor N2	Recibe de Oxamarca con 20m En Oxamarca se emite con 20m Emite a Repetidor N con 20m	-7.001192,- 78.065653
1.-Erapata		Recibe de Rep. N con 20m. En Rep. N emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0034,- 78.0430
2.-Llimbe		Recibe de Rep. N con 20m. En Rep. N emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0040,- 78.0444
3.-Saucepampa		Recibe de Rep. N con 30m. En Rep. N se emite con 30m. Emite con antena omnidireccional para accesos.	-7.0033,- 78.0596
4.-El Rejo		Recibe de Rep. N con 20m. En Rep. N emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0148,- 78.0596
Repetidor NW2	Repetidor NW - Repetidor NW2	Recibe de Rep. NW con 20m En Rep. NW emite con 80m Emite a los 3 CCPP con 20m	-7.008004,- 78.085884
5.-La Garrocha		Recibe de Rep. NW2 con 20m. En Rep. NW2 emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0132,- 78.0905
6.-Trancapampa		Recibe de Rep. NW2 con 20m. En Rep. NW2 emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0098,- 78.0847
7.-Conga del Granero		Recibe de Rep. NW2 con 20m. En Rep. NW2 emite con 20m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0148,- 78.0795
Repetidor NW3	Repetidor NW - Repetidor NW3	Recibe de Rep. NW con 50m En Rep. NW emite con 80m Emite a Misma con 50m	-7.021467, - 78.081095
8.-Masma		Recibe de Rep. NW3 con 30m En Rep. NW2 emite con 50m Emite a con antena omnidireccional para accesos.	-7.0184,- 78.0847
Repetidor W	Oxamarca - Repetidor W	Recibe de Oxamarca con 20m En Oxamarca se emite con 20m Emite a los 3 CCPP con 20m	-7.035694,- 78.080012
9.-Dungal		Recibe de Rep. W con 20 En Rep. W emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0294,- 78.0834
10.-Yanahuma		Recibe de Rep. W con 20 En Rep. W emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0522,- 78.0825
11.-Pajonal		Recibe de Rep. W con 20 En Rep. W emite con 50m Emite con antena omnidireccional	-7.0422,- 78.0926
Repetidor SW4	Repetidor W - Repetidor SW4 - Camandelas (cerro)	Recibe de Rep. W con 60m En Rep. W se emite con 20m Emite a Camandelas (cerro), San Isidro, La cárcel, La Libertad, San Juan de Piobamba y La Quinoa con 20m y a San Agustín con 30m	-7.064857,- 78.078412
12.-San Isidro		Recibe de Rep. SW4 con 20m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0398,- 78.0866
13.-La Cárcel		Recibe de Rep. SW4 con 20m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0345,- 78.0914
14.-San Agustín		Recibe de Rep. SW4 con 30m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0722,- 78.0919
15.-San Juan de Piobamba		Recibe de Rep. SW4 con 20m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.1096,- 78.0648
16.-La Quinoa		Recibe de Rep. SW4 con 20m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena omnidireccional	-7.0788,- 78.0522
Camandelas (cerro)	SW4 - Camandelas (cerro) - interconecta a Camandelas, Coshaymullo, Shillac, La Tinaja	Recibe de Rep. SW4 con 20m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite con antena a 70m a Camandelas CCPP, Coshaymullo y con antenas de 20 m a Shillac y La Tinaja	
Repetidor SE	Oxamarca - Repetidor SE	Recibe de Oxamarca con 20m En Oxamarca se emite con 20m Emite a los 3 CCPP con 20m	-7.061179, - 78.05742
18.-Lugmillas		Recibe de Rep. SE con 20m Emite Rep. SE con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0547,- 78.0211
Repetidor E	Oxamarca - Repetidor E - Shacat (cerro)	Recibe de Oxamarca con 40m En Oxamarca se emite con 20m Emite a Shacat (cerro) con 20m	-7.046738,- 78.043307

19.-Iragrume		Recibe de Rep. E con 60m En Rep. E se emite con 30m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0420,- 78.0373
20.-Patuchaque		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 30m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0533,- 78.0292
21.-Quilimachay		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 40m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0474,- 78.0317
22.-La Escalera		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 30m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0660,- 78.0501
23.-Choctapampa		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 30m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0669,- 78.0432
24.-La Chocta		Recibe de Rep. E con 60m En Rep. E se emite con 40m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0812,- 78.0437
25.-Chupicapampa		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 40m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0799,- 78.0381
26.-La Iraca		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 40m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.071.-78.0341
27.-Cochorco		Recibe de Rep. E con 20m En Rep. E se emite con 40m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0567,- 78.0227
28.-Yungapata		Recibe de Rep. E con 50m En Rep. E se emite con 50m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0559,- 78.0195
Repetidor SW	Repetidor W - Repetidor SW - interconecta a SW2, SW3 y Tallambo Bajo (cerro)	Recibe de Rep. W con 50m En Rep. W se emite con 20m Se emite con antena a 20m a Tallambo Bajo.	-7.062672,- 78.093328
29.-Tallambo Bajo		Recibe de Rep. SW con 20m En Rep. SW se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0753,- 78.1162
Repetidor S	Oxamarca - Repetidor S	Recibe de Oxamarca con 20m En Oxamarca se emite con 20m Emite a El Verde, La Libertad, Trapiche y Alizuy con 20m	-7.055663,- 78.070247
30.-El Verde		Recibe de Rep. S con 20m En Rep. S se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0268,- 78.0722
31.-La Libertad		Recibe de Rep. S con 20m En Rep. S se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0654,- 78.0685
32.-Trapiche		Recibe de Rep. S con 20m En Rep. S se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0422,- 78.0683
33.-Alizuy		Recibe de Rep. S con 20m En Rep. S se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0536,- 78.0934
Repetidor SW2	Repetidor SW - Repetidor SW2	Recibe de Rep. SW con 20m En Rep. SW se emite con 20m Emite a Velo De La Novia, Nuevo progreso Tallambo y Nueva Unión con 20m	-7.079320,- 78.141690
34.-Velo De La Novia		Recibe de Rep. SW2 con 20m En Rep. SW2 se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.080263,- 78.151520
35.-Nuevo Progreso Tallambo		Recibe de R SW2 con. 20m En Rep. SW2 se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0560,- 78.1200
36.-Nueva Unión		Recibe de Rep. SW2 con 20m En Rep. SW2 se emite con 20m Se emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0730,- 78.1315
Repetidor SW3	Repetidor SW - Repetidor SW3	Recibe de Rep. SW con 40m En Rep. SW se emite con 20m a Cocan, con 40m a Piobamba, con 40 m a Pozo Verde, con 20m a Alizo, con 30m a El Porvenir, con 40 m a Yerba Buena y con 40 m Minas (cerro)	-7.109336,- 78.076429
37.-Cocan		Recibe de SW3 con 20m Emite con antena omnidireccional a 20m	-7.1035,- 78.066070
38.-Piobamba		Recibe de SW3 con 20m Emite con antena omnidireccional a 20m	-7.0978,- 78.0731
39.-Pozo Verde		Recibe de SW3 con 40m Emite con antena omnidireccional a 20m	-7.0841,- 78.0818
40.-Alizo		Recibe de SW3 con 40m	-7.1184,- 78.0581
41.-Porvenir 2 De Mayo		Recibe de SW3 con 20 Emite con antena omnidireccional a 20m	-7.1172,- 78.0772

42.-Yerba Buena		Recibe de SW3 con 50 Emite con antena omnidireccional a 20m	-7.1255,- 78.0969
43.-Minas		Recibe de SW3 con 30m Emite con antena sectorial a 20m	-7.0939,- 78.1140
Camandelas (cerro)	Repetidor SW4 - Camandelas (cerro)	Recibe de Rep. SW4 con 70m En Rep. SW4 se emite con 20m Emite a Camandelas CCPP, Shillac y La Tinaja con 20m y a Coshaymullo con 60m	7.080404, - 78.043726
44.-Camandelas		Recibe de Camandelas (cerro) con 20m En Camandelas (cerro) se emite con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos.	-7.0833,- 78.0348
45.-Coshaymullo		Recibe de Camandelas (cerro) con 60m En Camandelas (cerro) se emite con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos.	-7.0895,- 78.0306
46.-Shillac		Recibe de Camandelas (cerro) con 20m En Camandelas (cerro) se emite con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos.	-7.0891,- 78.0531
47.-La Tinaja		Recibe de Camandelas (cerro) con 20m En Camandelas (cerro) se emite con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos.	-7.0948,- 78.0581
Shacat (cerro)	Repetidor E - Shacat (cerro)	Recibe de Repetidor E con 20m En Repetidor E emite con 20m Emite a Shacat CCPP con 20m, a la Pauca con 60m y a Majadapampa con 80m	-7.036082,- 78.002835
48.-Shacat		Recibe de Shacat (cerro) con 20m En Shacat (cerro) se emite con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-6.998200,- 77.993400
49.-La Pauca		Recibe de Shacat (cerro) con 20m En Shacat (cerro) se emite con 60m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0579,- 78.0144
50.-Majadapampa		Recibe de Shacat (cerro) con 20m En Shacat (cerro) se emite con 80m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0500,- 78.0175
Oxamarca. Municipalidad	Oxamarca interconecta N,S,W,E,NW y SE	Oxamarca emite a N,S,W,E y SE con 20m y a NW con 80m. Oxamarca emite a La Colpa, Colpacuco, Condorilla, Cantagallo, Paltarume, La Colpilla, Corralpampa y La Laguna con 20m y a Paycapampa con 30m	-7.042152,- 78.068081
51.-Oxamarca		Emite con antena omnidireccional para accesos en el pueblo	-7.042200,- 78.068300
52.-Colpa		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0509,- 78.0562
53.-Colpapucho		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0478,- 78.0578
54.-Condorilla		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0469,- 78.0622
55.-Cantagallo		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0439,- 78.0581
56.-Paltarume		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0411,- 78.0603
57.-La Colpilla		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0369,- 78.0679
58.-Corralpampa		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0320,- 78.0708
59.-Paycapampa		Recibe de Oxamarca con 30m Emite con antena omnidireccional para accesos	-70223,- 78.0630
60.-La Laguna		Recibe de Oxamarca con 20m Emite con antena omnidireccional para accesos	-7.0487,- 78.0431
Succhapampa (cerro)	Repetidor N2 - Succhapampa (cerro)	Recibe de Rep. N2 con 20m En Rep. N2 se emite con 20m Se emite con 20m a Succhapampa CCPP	-6.992659,- 78.044030
61.-Succhapampa		Recibe de Succhapampa (cerro) con 20m En Succhapampa (cerro) se emite con 20m Se puede emitir con una antena sectorial ya que la distancia en de 200m	-6.9930,- 78.0430

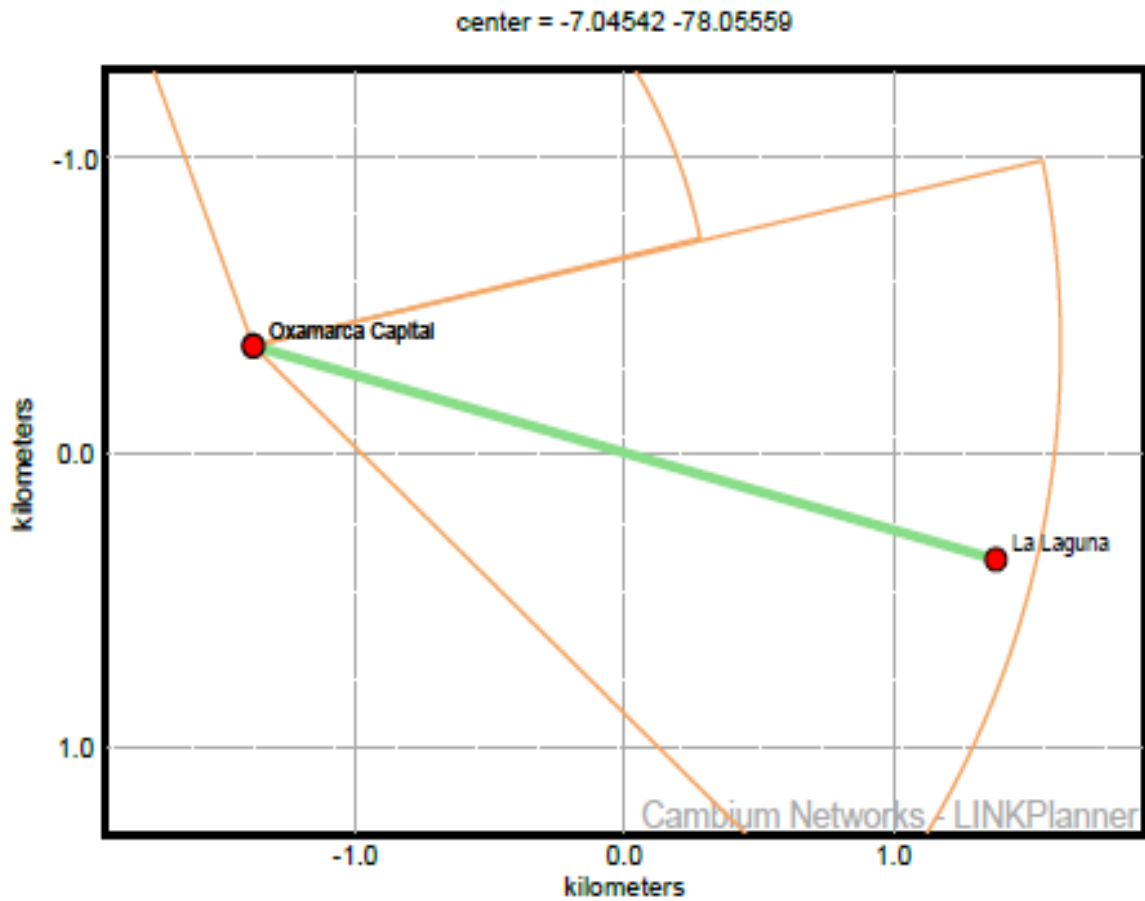
Anexo 5. Repetidores y cobertura a CCPP – Proyección a 10 años

Repetidores y cobertura a CCPP	Interconexiones	Poblac.	Poblac. 10 años
Repetidor N	Oxamarca - Repetidor N - Repetidor N2	66	74
1.-Erapata		2	
2.-Llimbe		2	
3.-Saucepampa		48	
4.-El Rejo		13	
5.-Succhapampa	A través del repetidor N	1	
Repetidor NW		225	254
5.-La Garrocha	A través del repetidor NW2	4	
6.-Trancapampa	A través del repetidor NW2	13	
7.-Conga del Granero	A través del repetidor NW2	202	
8.-Masma	A través del repetidor NW3	6	
Repetidor W	Oxamarca - Repetidor W	3214	3621
9.-Dungal		62	
10.-Yanahuma		104	
11.-Pajonal		45	
12.-San Isidro	A través del repetidor SW4	36	
13.-La Cárcel	A través del repetidor SW4	8	
14.-San Agustín	A través del repetidor SW4	138	
15.-San Juan de Piobamba	A través del repetidor SW4	314	
16.-La Quinoa	A través del repetidor SW4	334	
17.-Camandelas	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	27	
18.-Coshaymullo	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	23	
19.-Shillac	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	113	
20.-La Tinaja	A través del repetidor SW4 y Camandelas (cerro)	6	
21.-Tallambo Bajo	A través del repetidor SW y Tallambo Bajo (cerro)	278	
22.-Velo De La Novia	A través del repetidor SW y SW2	300	
23.-Nuevo Progreso Tallambo	A través del repetidor SW y SW2	60	
24.-Nueva Unión	A través del repetidor SW y SW2	99	
25.-Cocan	A través del repetidor SW y SW3	279	
26.-Piobamba	A través del repetidor SW y SW3	591	
27.-Pozo Verde	A través del repetidor SW y SW3	123	
28.-Alizo	A través del repetidor SW y SW3	27	
29.-Porvenir 2 de mayo	A través del repetidor SW y SW3	39	
30.-Yerba Buena	A través del repetidor SW y SW3	166	
31.-Minas	A través del repetidor SW y SW3	42	
Repetidor S	Oxamarca - Repetidor S	410	462
32.-El Verde		213	
33.-La Libertad		163	
34.-Trapiche		12	
35.-Alizuy		22	
Repetidor SE	Oxamarca - Repetidor SE	50	56
36.-Lugmillas		50	

Repetidor E	Oxamarca - Repetidor E - Shacat (cerro)	680	766
37.-Iragrume		50	
38.-Patuchaque		3	
39.-Quillamachay		155	
40.-La Escalera		6	
41.-Choctapampa		111	
42.-La Chocta		50	
43.-Chupicapampa		82	
44.-La Iraca		38	
45.-Cochorco		24	
46.-Yungapata		50	
47.-Shacat	A través de Repetidor E y Shacat (cerro)	7	
48.-La Pauca	A través de Repetidor E y Shacat (cerro)	23	
49.-Majadapampa	A través de Repetidor E y Shacat (cerro)	81	
Oxamarca. Municipalidad	Oxamarca - interconecta a N,S,W,E,NW y SE	678	764
50.-Oxamarca		324	
51.-Colpa		12	
52.-Colpapucho		25	
53.-Condorilla		133	
54.-Cantagallo		4	
55.-Paltarume		41	
56.-La Colpilla		58	
57.-Corralpampa		30	
58.-Paycapampa		1	
59.-La Laguna		50	



Project Oxamarca_v2
LINK Planner Proposal Report
08 September 2022



Project: Oxamarca_v2

General Information

Customer Name

Company Name

Address

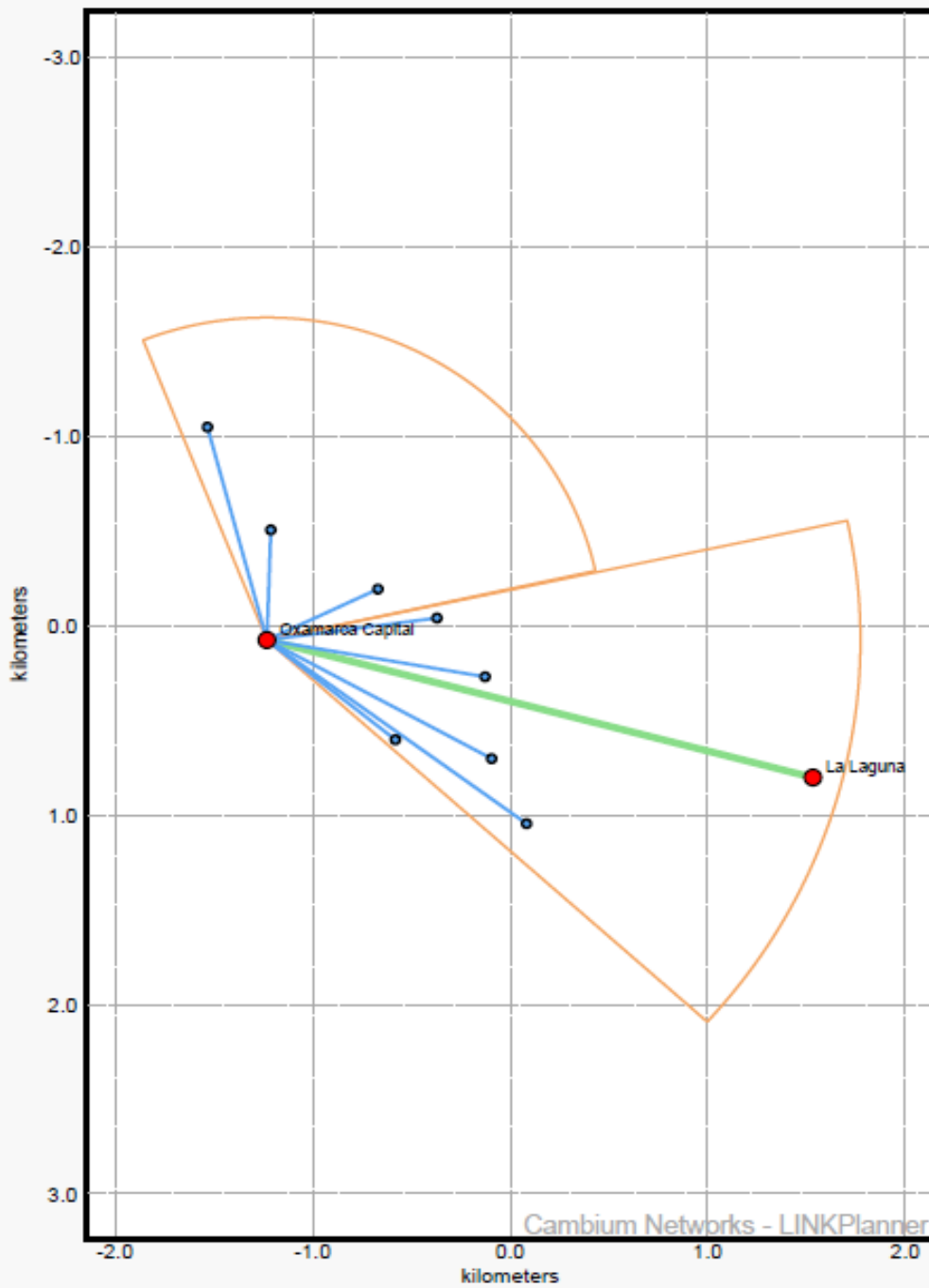
Phone

Cell Phone

Email

Network Map

center = -7.04145 -78.05695



Link name	Product	Local antenna	Remote antenna	Max aggregate IP throughput
Oxamarca Capital to La Laguna	ePMP Force 200L	Cambium NetworksePMP Force 200L	Cambium Networks ePMP Force 200L	131.89 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
Oxamarca Capital 1	PMP450i	28.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	3	98.31 Mbps
Oxamarca Capital :2	PMP450i	105.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	5	111.99 Mbps

Bill of Materials : PTP Network

Part Number	Qty	Description
C000000L065	2	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050900M291	2	ePMP 5 GHz Force 200L SM Bulk Packaging (ROW) (EU cord). Kit includes radio with antenna, power supply, line cord and mounting bracket
EW-E2EPF200-WW	2	ePMP Force 200 Extended Warranty, 2 Addl Years

Bill of Materials : PMP Network

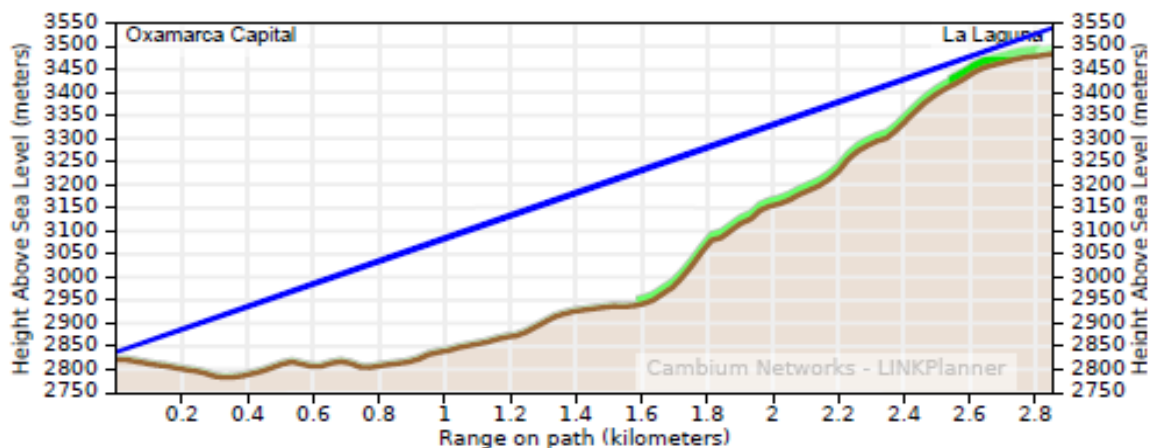
Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	6	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	2	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	2	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	2	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Oxamarca Capital to La Laguna

Equipment: Cambium Networks ePMP Force 200L Integrated

Cambium Networks ePMP Force 200L @ 17 m

Cambium Networks ePMP Force 200L @ 56 m

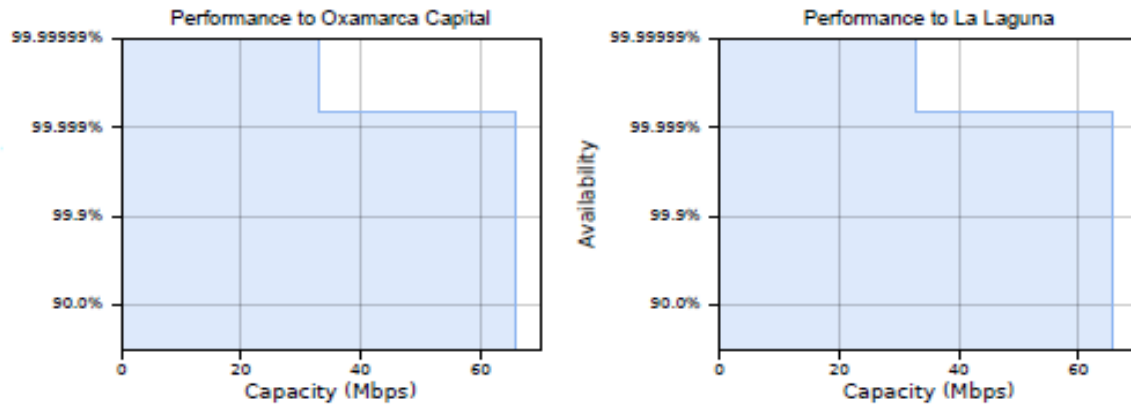


	Performance to Oxamarca Capital	Performance to La Laguna
Mean IP	66.09 Mbps	65.80 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary

Link Length	2.853 km	System Gain Margin	46.56 dB
Band	5.8 GHz	Mean Aggregate Data Rate	131.89 Mbps
Regulation	Other	Annual Link Availability	100.0000 %
Modulation	Adaptive	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Bandwidth	20 MHz	Frame Size	1518 Bytes
Total Path Loss	116.84 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17
System Gain	163.40 dB		

Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards

dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.76 N units/km	Free Space Path Loss	116.82 dB
Area roughness 110x110km	802.05 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.27e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.13e-10	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	245.89 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.46 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

Bill of Materials

Part Number	Qty	Description
C000000L065	2	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050900M291	2	ePMP 5 GHz Force 200L SM Bulk Packaging (ROW) (EU cord). Kit includes radio with antenna, power supply, line cord and mounting bracket
EW-E2EPF200-WW	2	ePMP Force 200 Extended Warranty, 2 Addl Years

Oxamarca Capital

Hub Summary

Hub Name	Oxamarca Capital
Latitude	-7.04215
Longitude	-78.06808
Number of Access Points	2
Number of Connected Subscribers	8
Total Predicted DL Throughput	109.36 Mbps
Total Predicted UL Throughput	100.94 Mbps
Total Throughput	210.30 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
Oxamarca Capital : 1	PMP450i	28.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	3	98.31 Mbps
Oxamarca Capital : 2							111.99 Mbps

PMP450i	105.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	5
Bill of Materials : PMP Network					
Part Number	Qty	Description			
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)			
01010419001	6	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable			
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)			
C050045A005	2	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer			
EW-E2PM45AP-WW	2	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years			
N000000L034	2	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector			
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level			

Oxamarca Capital: 1

Access Point Summary	
AP Name	Oxamarca Capital : 1
Group Name	
Hub Name	Oxamarca Capital
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	99°
Antenna Azimuth	28.00° from True North 31.27° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	3
Max Range	2 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	34.54 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	52.16 Mbps
Total Predicted UL Throughput	46.15 Mbps
Total Predicted Throughput	98.31 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
Corralpampa	-7.03200	-78.07080	PMP 450b Mid-gain	1.162 km	16.0 dBi
La Colpilla	-7.03690	-78.06790	PMP 450b Mid-gain	0.581 km	16.0 dBi
Paycapampa	-7.03972	-78.06300	PMP 450b Mid-gain	0.622 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules		
Part Number	Qty	Description

(no part number)	3	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	3	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	3	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	3	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	3	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	30.77	0	0.0	0.00	2	66.7	30.77
x6 (64QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (8QAM MIMO-B)	34.78	2	66.7	34.78	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	15.38	0	0.0	0.00	1	33.3	15.38
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	17.39	1	33.3	17.39	0	0.0	0.00
Total	98.31	3	100.0	52.16	3	100.0	46.15

Oxamarca Capital: 2

Access Point Summary	
AP Name	Oxamarca Capital 2
Group Name	
Hub Name	Oxamarca Capital
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	54°
Antenna Azimuth	105.00° from True North 108.27° from Magnetic North
Antenna Tilt	3.0° (uptilt)
Connected Subscribers	5
Max Range	3 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	34.47 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	57.20 Mbps
Total Predicted UL Throughput	54.79 Mbps
Total Predicted Throughput	111.99 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
Cantagallo	-7.04390	-78.05810	PMP 450b Mid-gain	1.119 km	16.0 dBi
Colpapucho	-7.04780	-78.05780	PMP 450b Mid-gain	1.296 km	16.0 dBi
Condorilla	-7.04690	-78.06220	PMP 450b Mid-gain	0.835 km	16.0 dBi
La Colpa	-7.05090	-78.05620	PMP 450b Mid-gain	1.631 km	16.0 dBi
Paltarume	-7.04110	-78.06030	PMP 450b Mid-gain	0.867 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

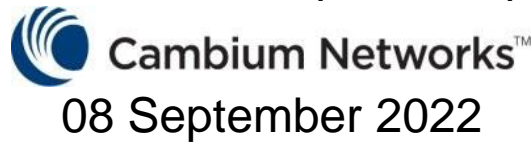
Bill of Materials : Subscriber Modules

Part Number	Qty	Description
(no part number)	5	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	5	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	5	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	5	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	5	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

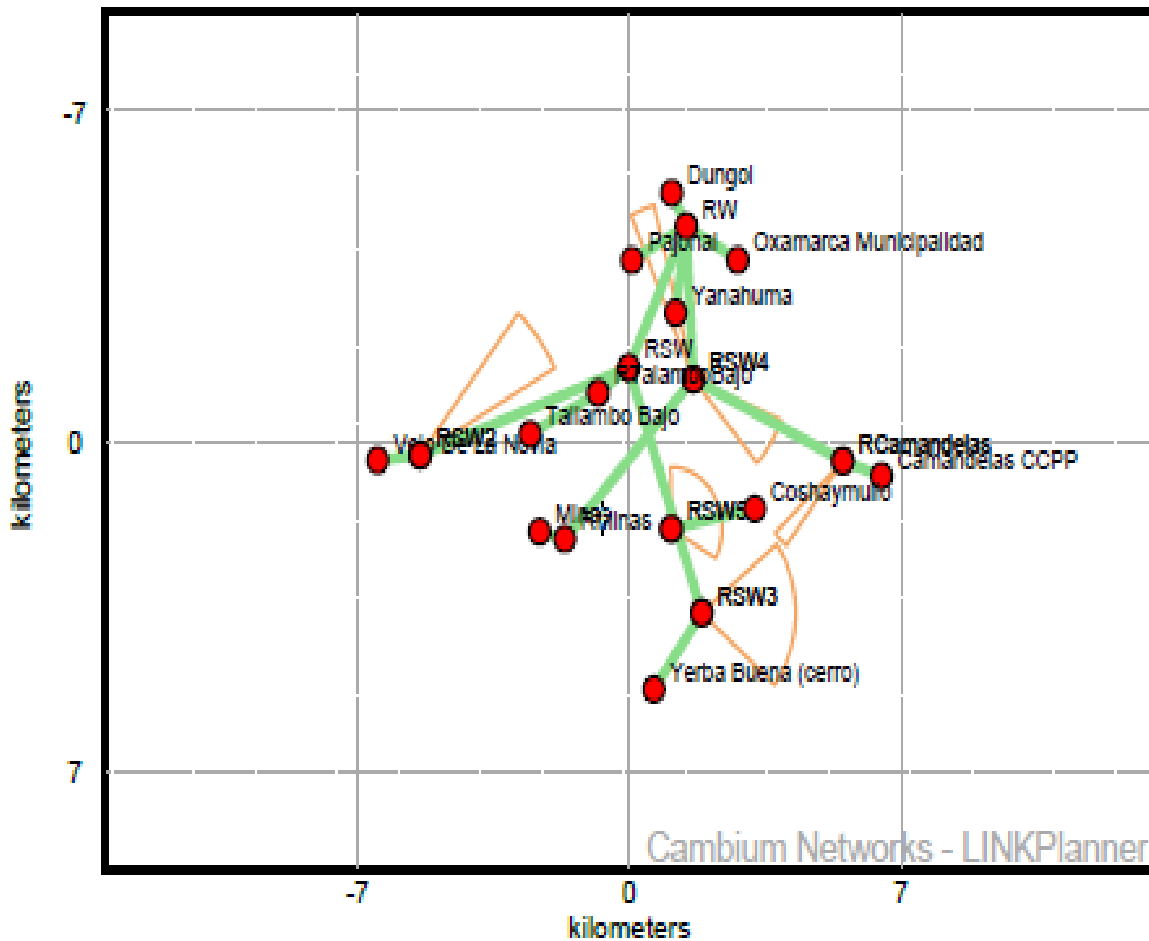
Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	21.92	0	0.0	0.00	2	40.0	21.92
x6 (64QAM MIMO-B)	21.92	0	0.0	0.00	2	40.0	21.92
x5 (32QAM MIMO-B)	11.44	1	20.0	11.44	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	10.96	0	0.0	0.00	1	20.0	10.96
x3 (8QAM MIMO-B)	11.44	1	20.0	11.44	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	22.88	2	40.0	22.88	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	11.44	1	20.0	11.44	0	0.0	0.00
Total	111.99	5	100.0	57.20	5	100.0	54.79



Project Oxamarca linea Repetidor W LINKPlanner Proposal Report



center = -7.07666 -78.09316

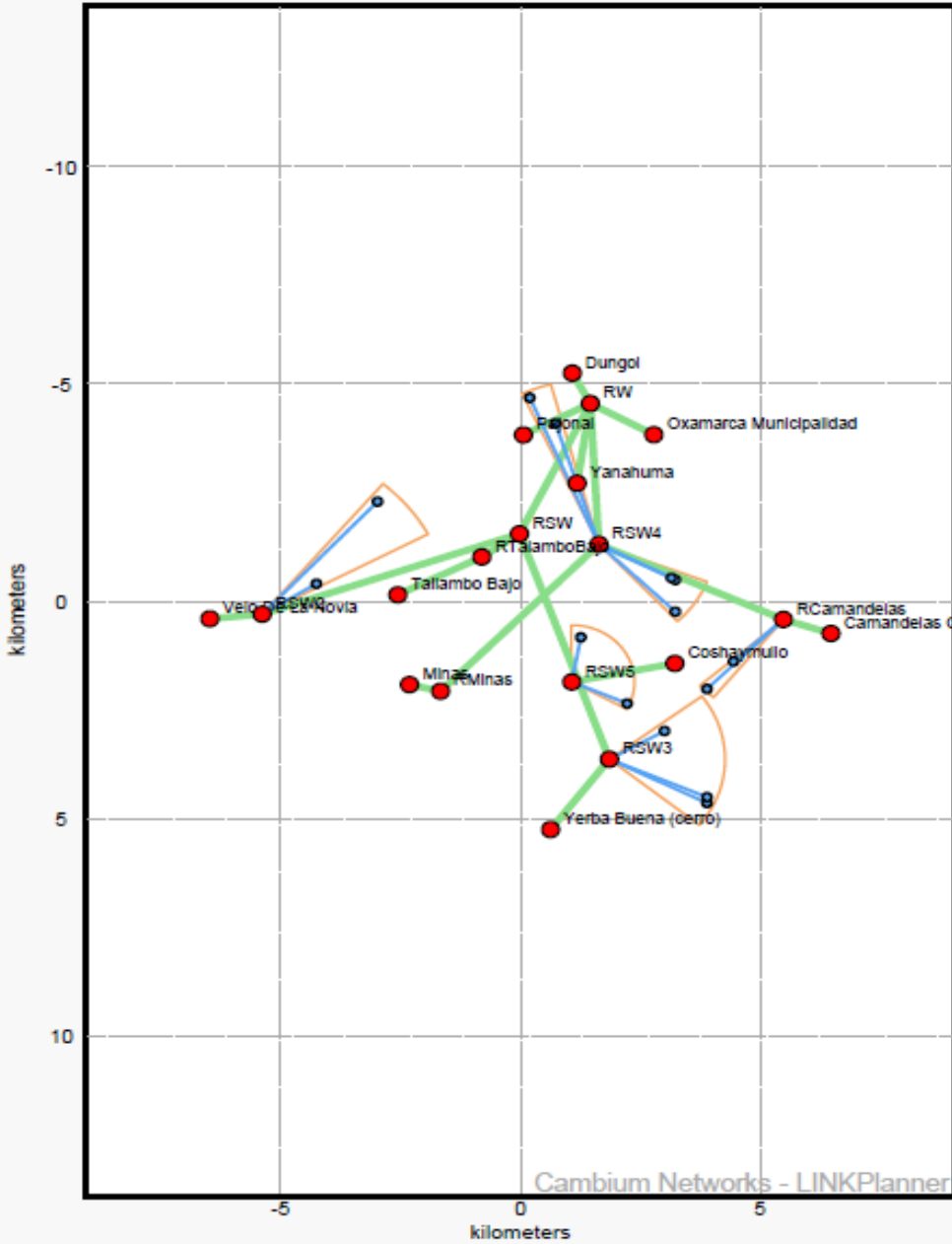


Project: Oxamarca línea Repetidor W

General In	
Customer Name	Proyecto Regional Cajamarca - Celendin - Oxamarca
Company Name	Carlos Espino
Address	Av. vía De Evitamiento - Cajamarca
Phone	
Cell Phone	
Email	

Network Map

center = -7.07666 -78.09316



Cambium Networks - LINKPlanner

Oxamarca Municipalidad to RW	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RCamandelas to Camandelas CCPP	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RMinas to Minas	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RSW2 to Velo De		Cambium	Cambium	

La Novia	PTP670	Networks High Gain Integrated	Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RSW3 to Yerba Buena (cerro)	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	451.71 Mbps
RSW4 to RCamandelas	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	450.17 Mbps
RSW4 to RMinas	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	450.17 Mbps
RSW5 to Coshaymullo	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	451.71 Mbps
RSW to RSW2	PTP670	Cambium Networks 3ft Dual-Polar Parabolic RDH4504C	Cambium Networks 3ft Dual-Polar Parabolic RDH4504C	449.66 Mbps
RSW to RSW3	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	449.66 Mbps
RSW to RTalamboBajo	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RTalamboBajo to Tallambo Bajo	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	183.15 Mbps
RW to Dungol	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RW to Pajonal	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	452.23 Mbps
RW to RSW	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	450.68 Mbps
RW to RSW4	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	450.68 Mbps
RW to Yanahuma	PTP670	Cambium Networks High Gain Integrated	Cambium Networks High Gain Integrated	451.71 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
RCamandelas : 1	PMP450i	224.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	2	212.69 Mbps
RSW2 : 1	PMP450i	51.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	2	139.26 Mbps

Access Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Predicted Name Throughput	Total Point Product
RSW3 : 2	PMP450i	91.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles 3	226.68 Mbps
RSW4 : 1	PMP450i	340.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles 2	92.84 Mbps
RSW4 : 2	PMP450i	124.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles 3	140.08 Mbps
RSW5 : 1	PMP450i	59.0°	90.0°	5.8 GHz	1 miles 2	175.79 Mbps

Bill of Materials : PTP Network

Part Number	Qty	Description
-------------	-----	-------------

01010419001	77	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	34	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	34	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H008	2	PTP 670 Connectorized END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
C050067H010	32	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
RDH4504C	2	Standard Performance 4.9-6 GHz, 3-FT (0.9M), DUAL-POL antenna with 2 x N-type Connector
WB3176	9	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Bill of Materials : PMP Network

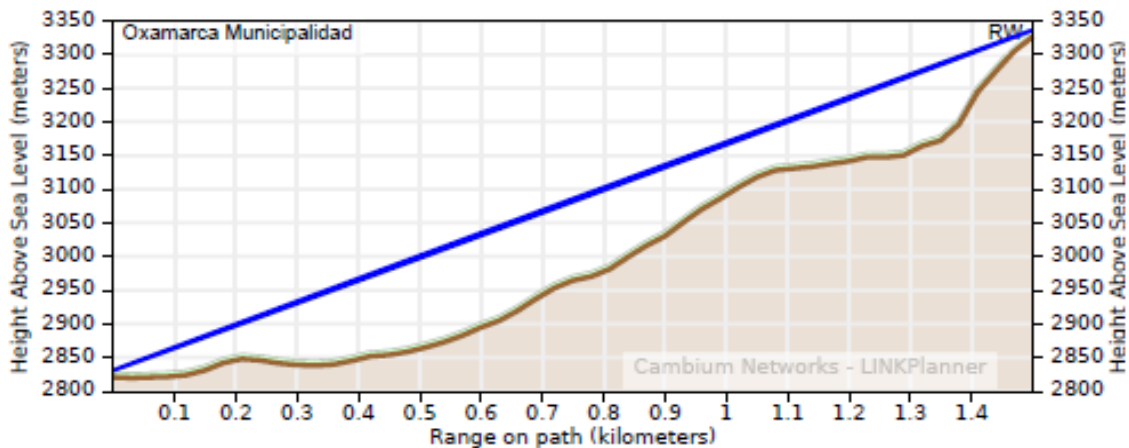
Part Number	Qty	Description
(no part number)	6	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	17	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	6	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	6	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	6	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	6	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	3	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Oxamarca Municipalidad to RW

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

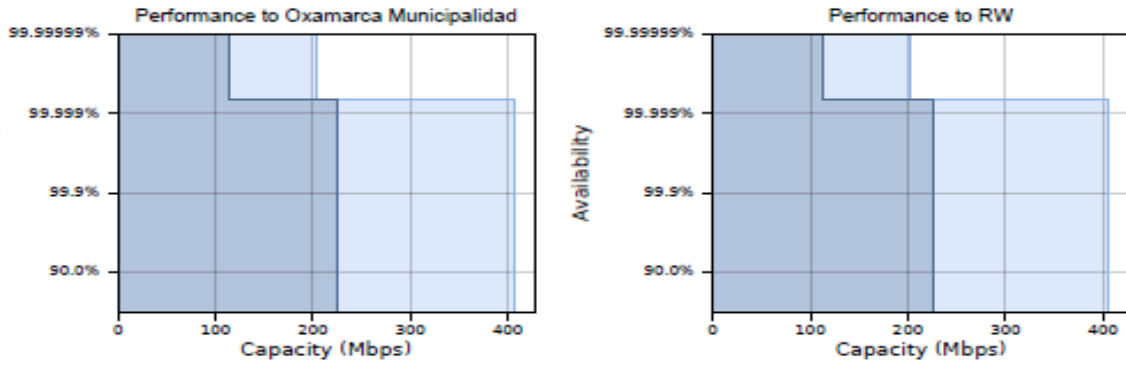
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to Oxamarca Municipalidad	Performance to RW
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.499 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	50.05 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	111.22 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.76 N units/km	Free Space Path Loss	111.22 dB
Area roughness 110x110km	801.05 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.27e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	9.26e-12	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	337.09 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.50 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

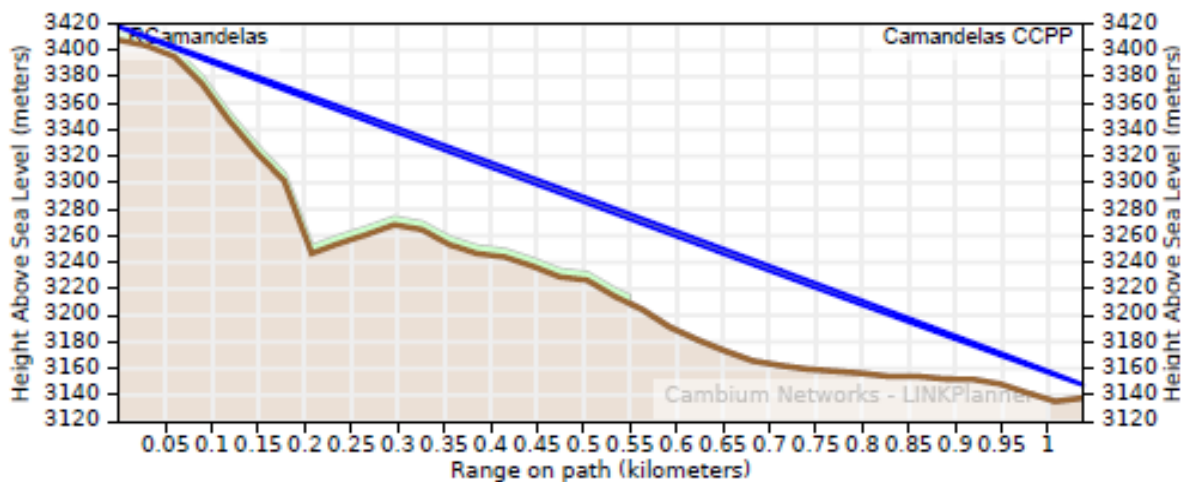
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RCamandelas to Camandelas CCPP

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

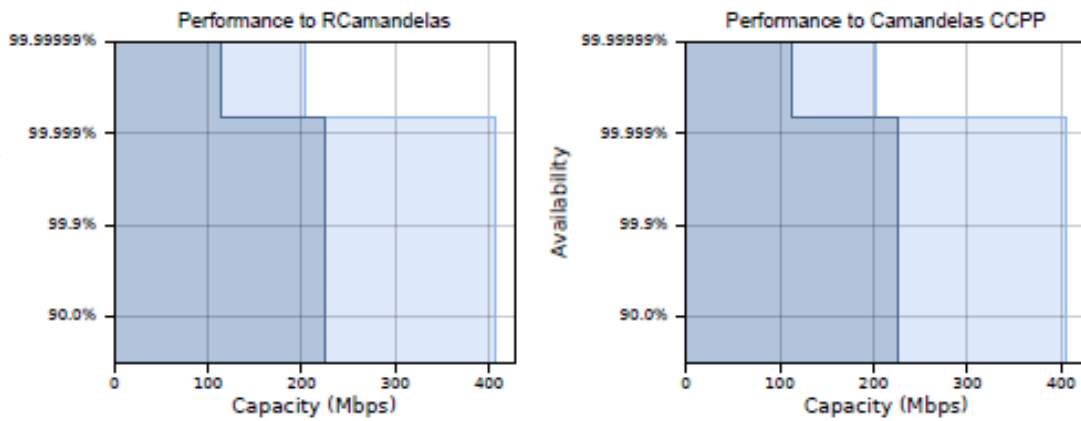
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RCamandelas	Performance to Camandelas CCPP
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.037 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	53.25 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	108.02 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.00 N units/km	Free Space Path Loss	108.02 dB
Area roughness 110x110km	797.50 metre	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	3.28e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.99e-12	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	260.49 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.92 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

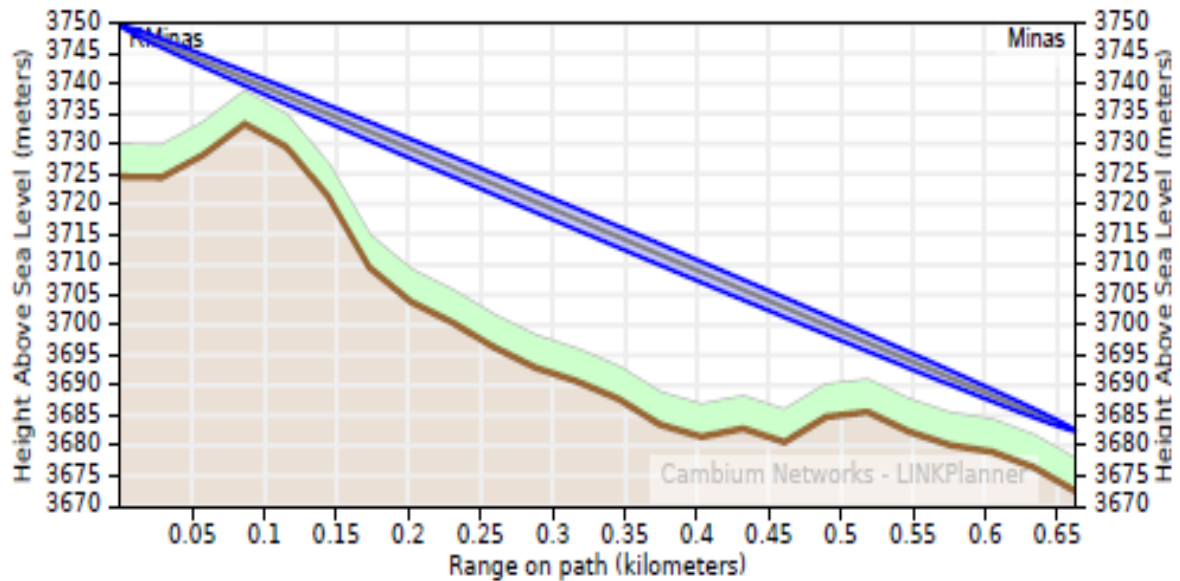
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dB _i END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RMinas to Minas

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 25 m

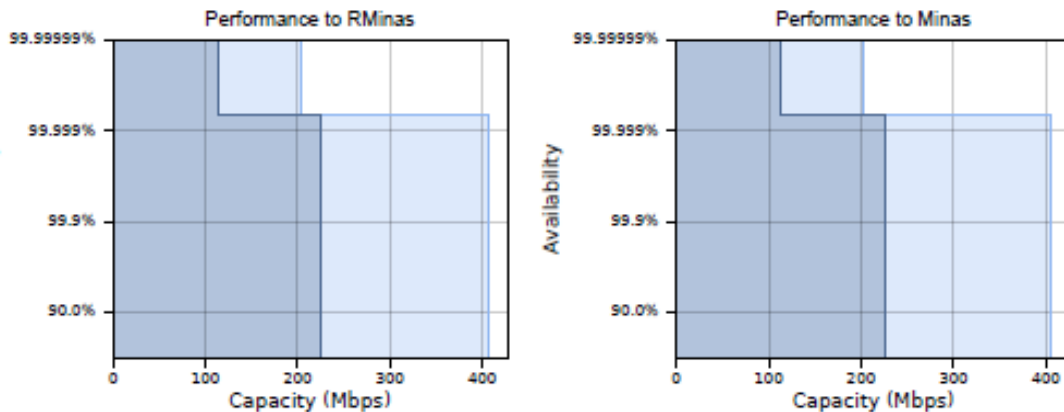
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RMinas	Performance to Minas
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	0.662 km	System Gain	157.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	53.15 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	104.12 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.48 N units/km	Free Space Path Loss	104.12 dB
Area roughness 110x110km	791.76 metre	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	3.31e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	4.49e-13	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	101.25 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.48 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.10 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

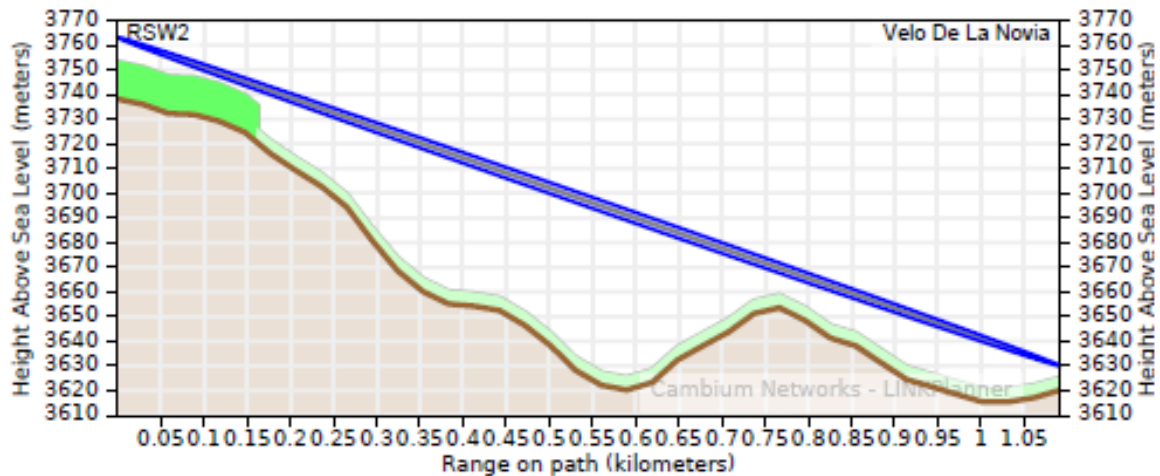
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW2 to Velo De La Novia

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 25 m

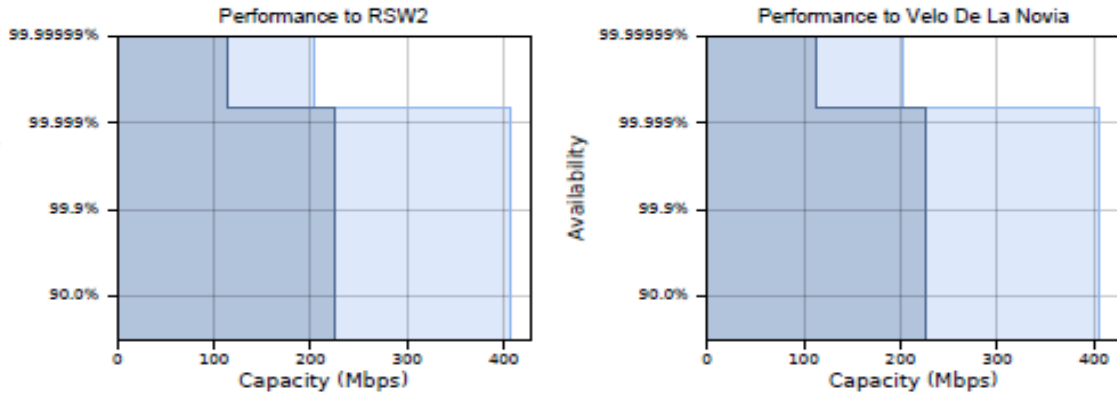
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW2	Performance to Velo De La Novia
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.091 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	52.82 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	108.46 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.48 N units/km	Free Space Path Loss	108.45 dB
Area roughness 110x110km	790.85 metre	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	3.31e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	2.22e-12	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	121.88 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.87 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

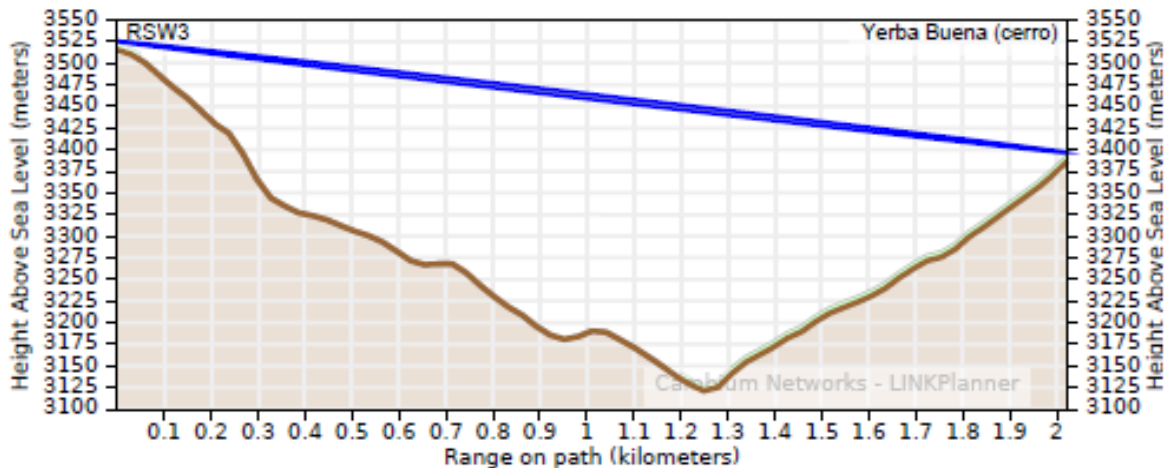
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dbi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW3 to Yerba Buena (cerro)

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

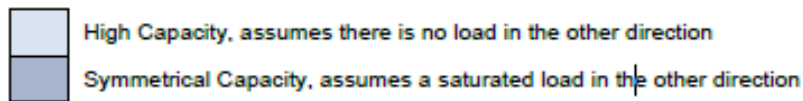
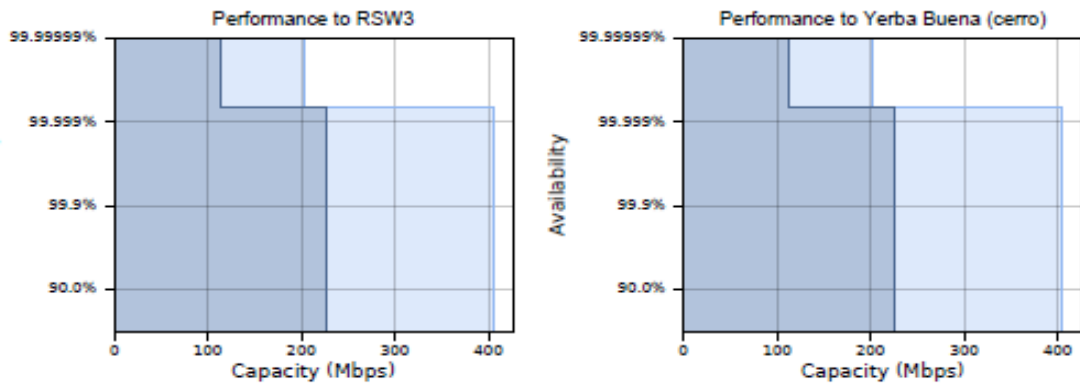
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW3	Performance to Yerba Buena (cerro)
Mean IP	225.86 Mbps	225.86 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	2.022 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	47.45 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	451.71 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	113.82 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.54 N units/km	Free Space Path Loss	113.81 dB
Area roughness 110x110km	790.44 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.31e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	5.28e-11	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	63.74 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.22 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.10 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

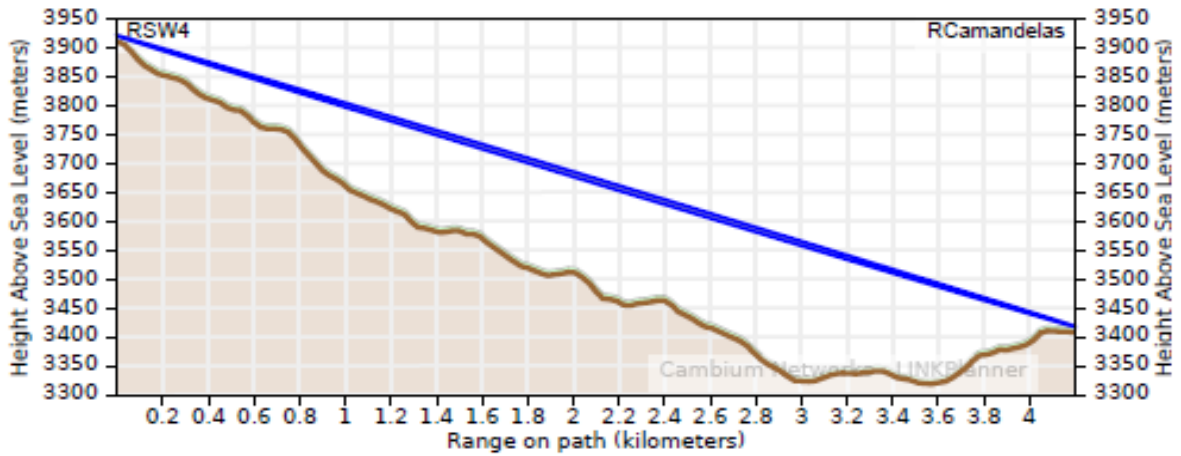
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW4 to RCamandelas

Equipment: Cambium Networks PTP870 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

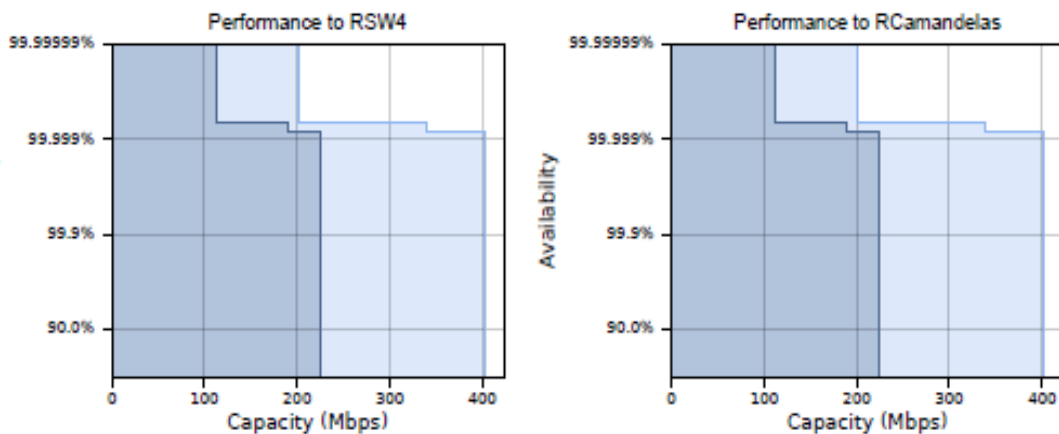
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW4	Performance to RCamandelas
Mean IP	225.09 Mbps	225.09 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	4.199 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	41.10 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	450.17 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	120.18 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.02 N units/km	Free Space Path Loss	120.16 dB
Area roughness 110x110km	797.49 metre	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Geoclimatic factor	3.29e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	3.19e-10	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	119.84 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.00 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

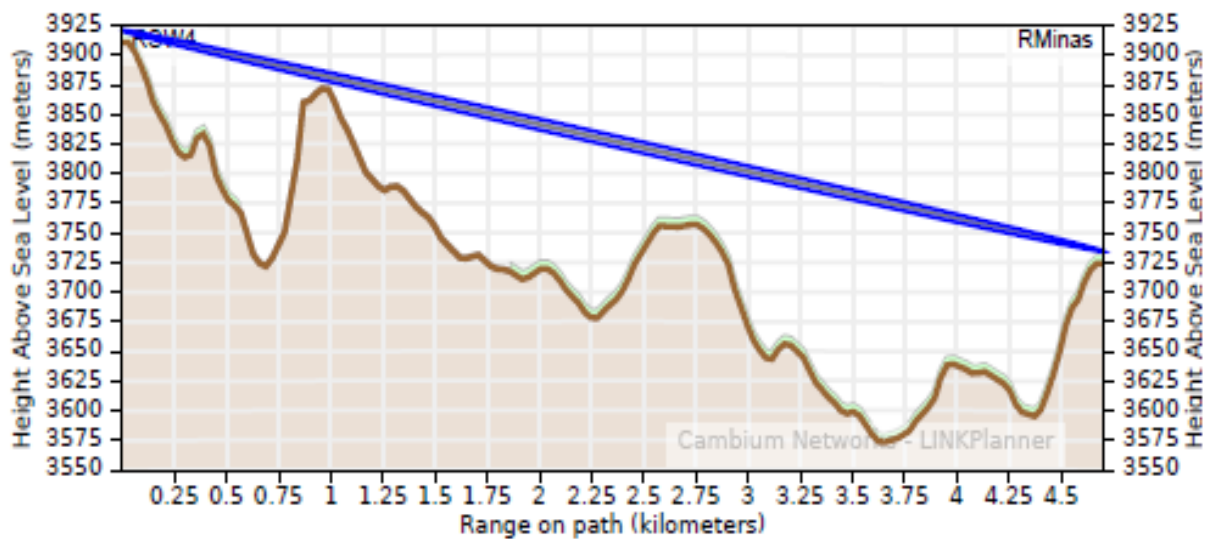
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW4 to RMinas

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

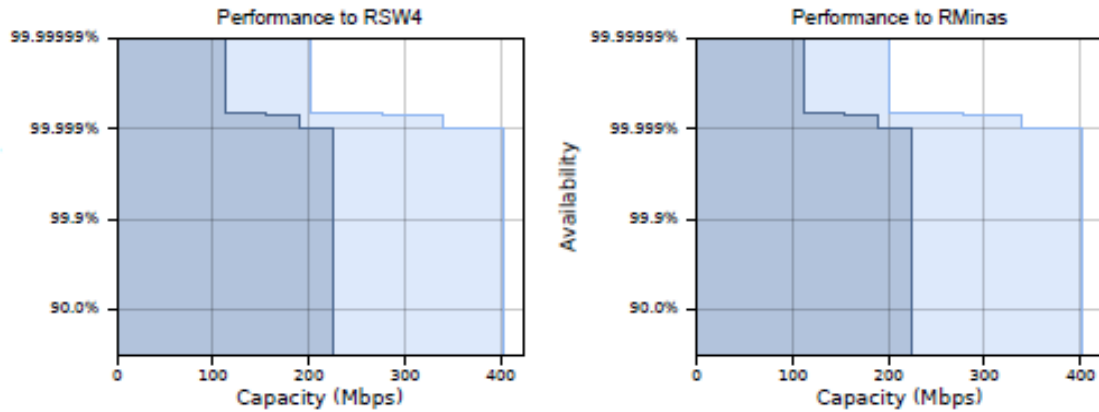
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW4	Performance to RMinas	
Mean IP	225.09 Mbps	225.09 Mbps	
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps	
Link Summary			
Link Length	4.702 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	40.12 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	450.17 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	121.16 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.23 N units/km	Free Space Path Loss	121.14 dB
Area roughness 110x110km	794.30 metre	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Geoclimatic factor	3.30e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	8.28e-10	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	39.65 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.77 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

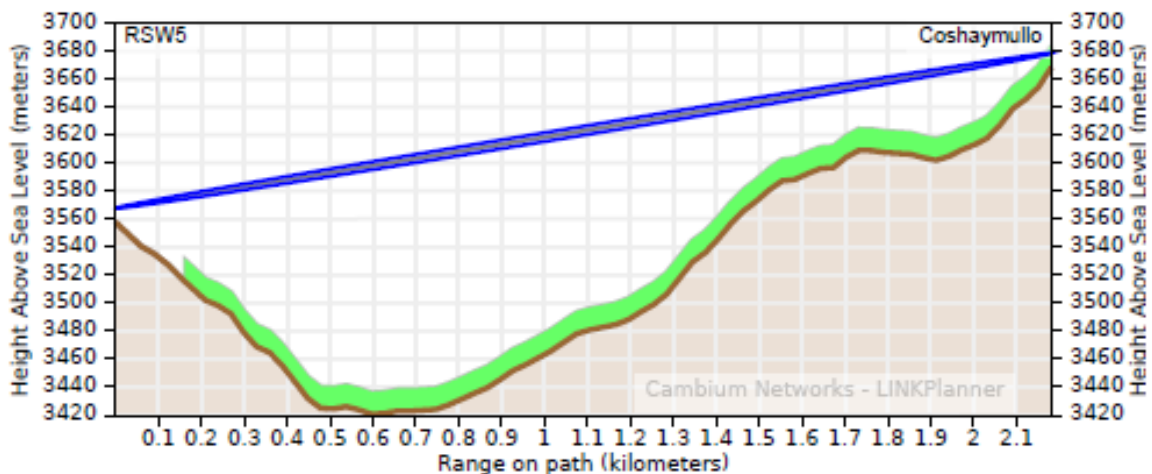
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW5 to Coshaymullo

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

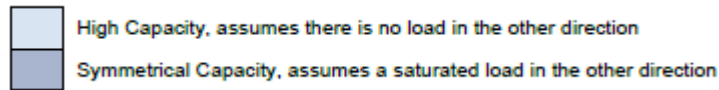
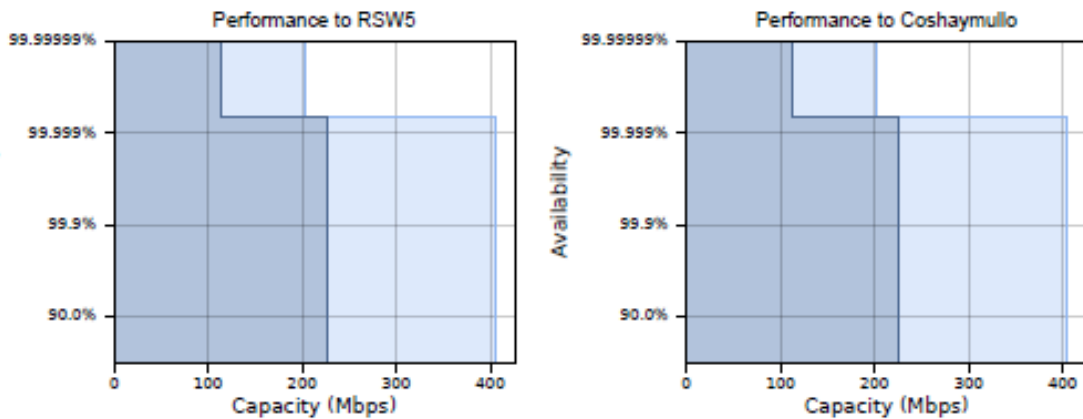
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW5	Performance to Coshaymullo
Mean IP	225.86 Mbps	225.86 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	2.182 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	46.79 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	451.71 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	114.48 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.25 N units/km	Free Space Path Loss	114.47 dB
Area roughness 110x110km	794.04 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.30e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	6.35e-11	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	50.77 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.65 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.10 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

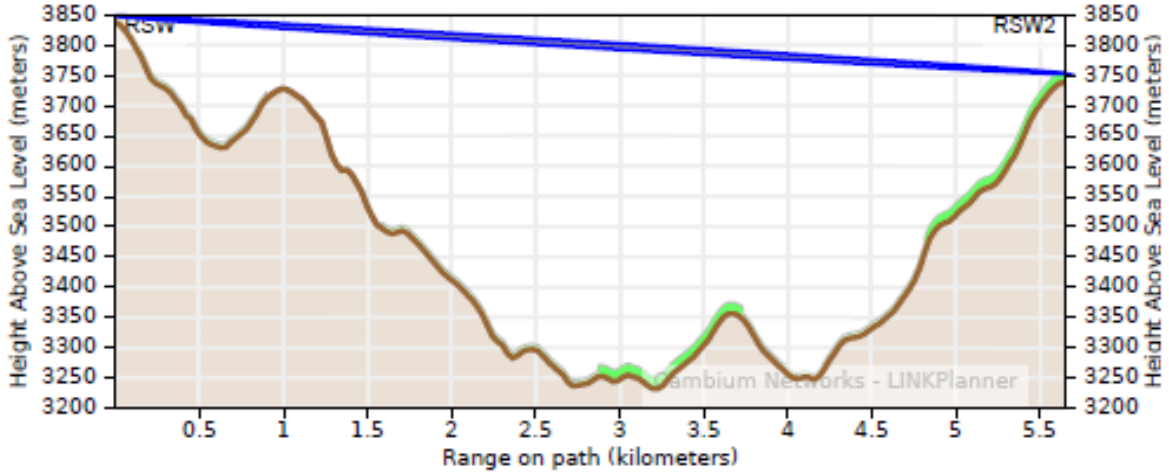
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW to RSW2

Equipment: Cambium Networks PTP670 Connectorized

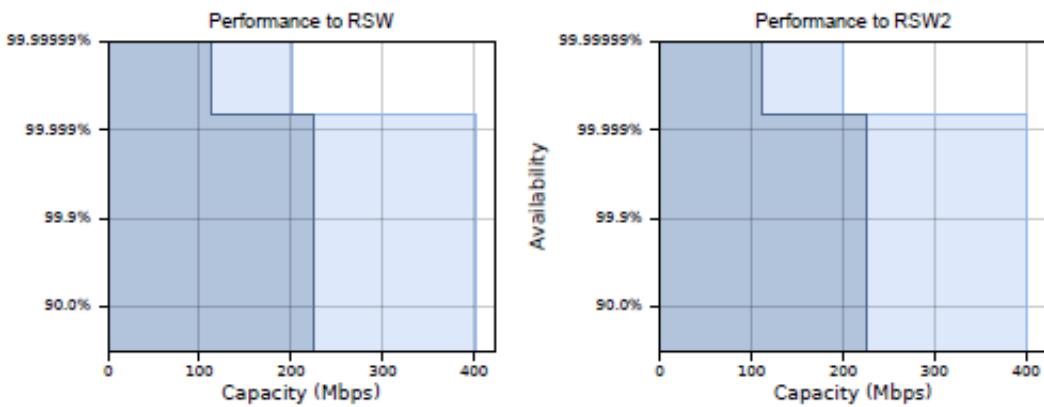
Cambium Networks 3ft Dual-Polar Parabolic
RDH4504C @ 10 m

Cambium Networks 3ft Dual-Polar Parabolic
RDH4504C @ 15 m



	Performance to RSW	Performance to RSW2	
Mean IP	224.83 Mbps	224.83 Mbps	
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps	
Link Summary			
Link Length	5.651 km	System Gain	175.90 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	53.13 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	449.66 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	122.76 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.24 N units/km	Free Space Path Loss	122.74 dB
Area roughness 110x110km	793.52 metre	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Geoclimatic factor	3.30e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	3.50e-09	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	16.84 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.83 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

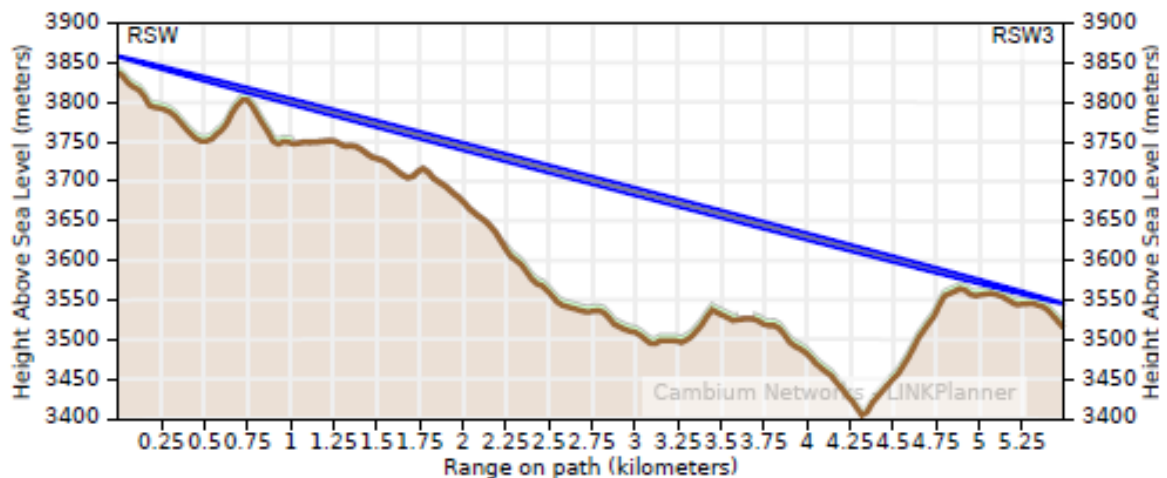
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	8	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H008	2	PTP 670 Connectorized END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
RDH4504C	2	Standard Performance 4.9-6 GHz, 3-FT (0.9M), DUAL-POL antenna with 2 x N-type Connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW to RSW3

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 20 m

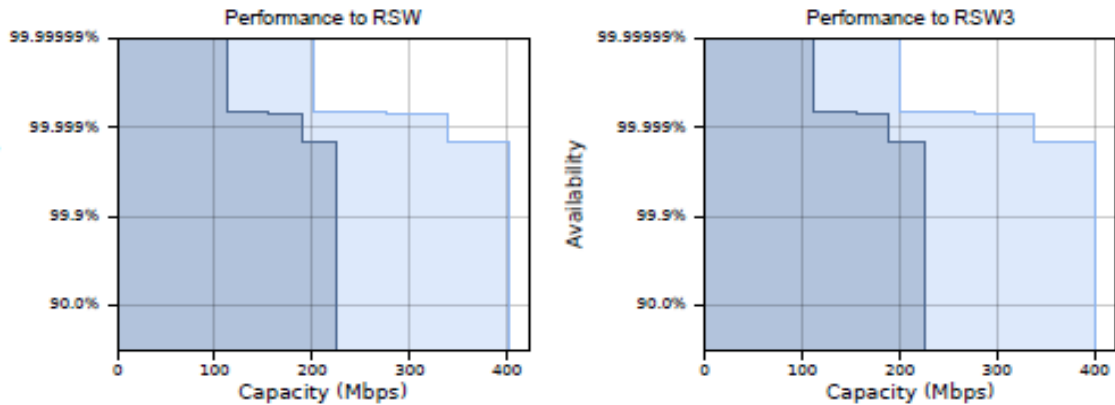
Cambium Networks High Gain Integrated @ 30 m



	Performance to RSW	Performance to RSW3
Mean IP	224.83 Mbps	224.83 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	5.489 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	38.77 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	449.66 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	122.51 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.25 N units/km	Free Space Path Loss	122.49 dB
Area roughness 110x110km	794.11 metre	Gaseous Absorption Loss	0.02 dB
Geoclimatic factor	3.30e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.35e-09	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	56.99 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.70 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.10 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

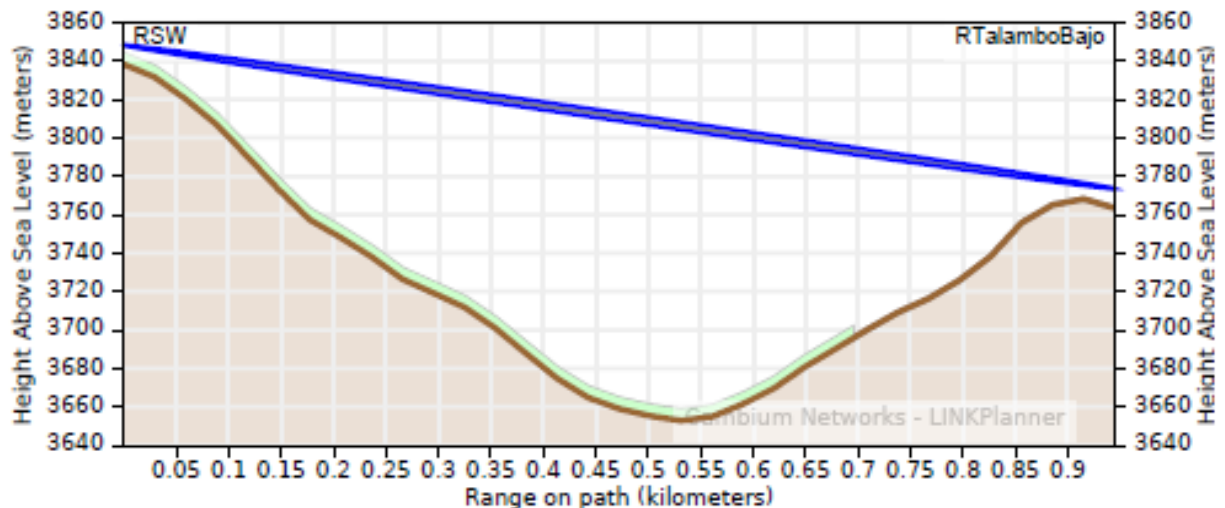
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBm END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RSW to RTalamboBajo

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

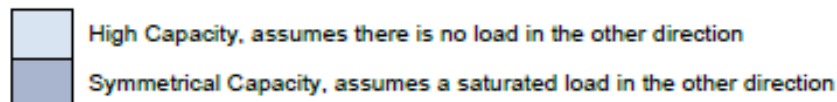
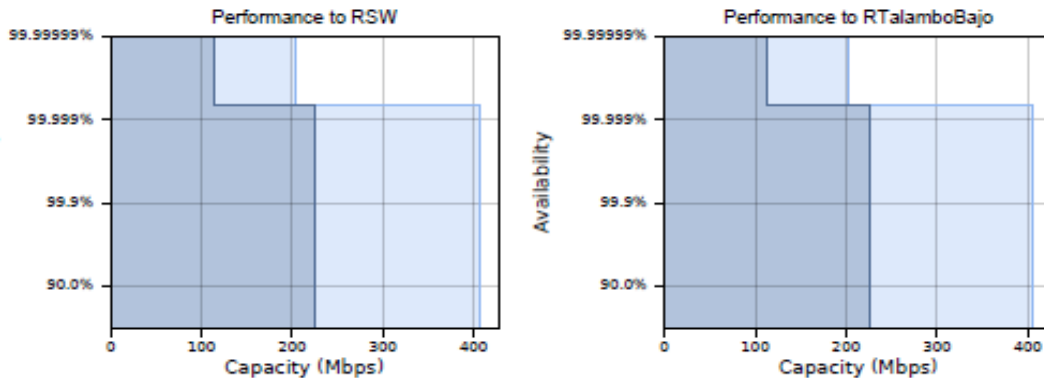
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RSW	Performance to RTalamboBajo	
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps	
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps	
Link Summary			
Link Length	0.945 km	System Gain	160.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	53.07 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	107.21 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.09 N units/km	Free Space Path Loss	107.20 dB
Area roughness 110x110km	795.71 metre	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	3.29e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.64e-12	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	79.13 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.99 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

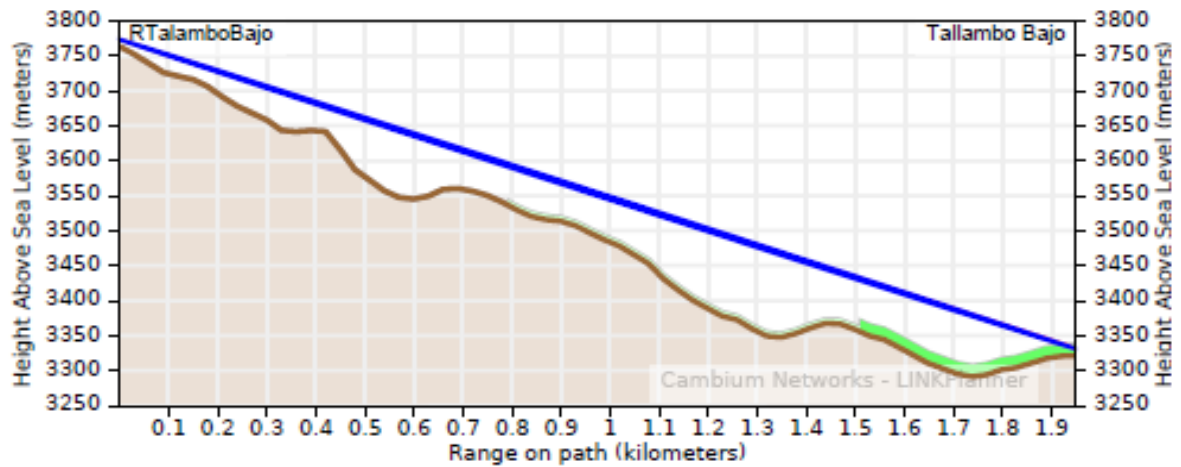
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RTalamboBajo to Tallambo Bajo

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

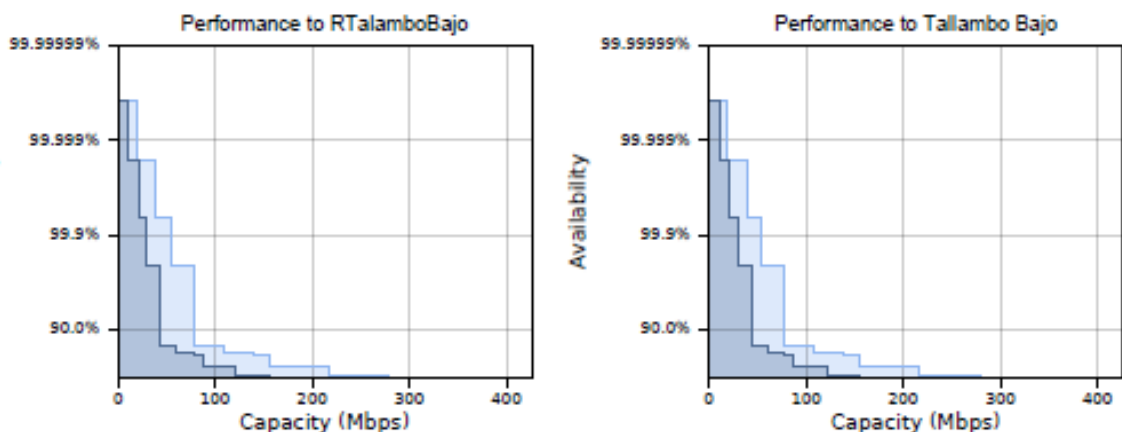
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RTalamboBajo	Performance to Tallambo Bajo	
Mean IP	91.57 Mbps	91.57 Mbps	
IP Availability	99.9998 % for 1.0 Mbps	99.9998 % for 1.0 Mbps	
<hr/>			
Link Length	1.948 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	19.75 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	183.15 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.9998 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	48 secs/year
Total Path Loss	141.53 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-94.21 N units/km	Free Space Path Loss	113.49 dB
Area roughness 110x110km	794.17 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.30e-06	Link Type	Non Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.42e-11	Excess Path Loss	28.03 dB
Path inclination	226.95 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	28.06 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	33.85 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

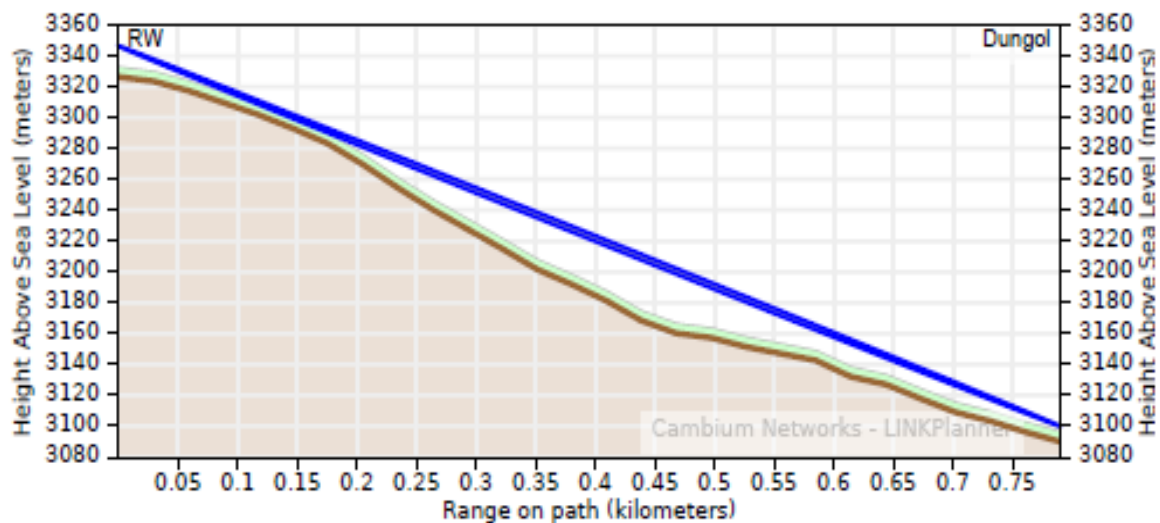
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RW to Dungol

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 20 m

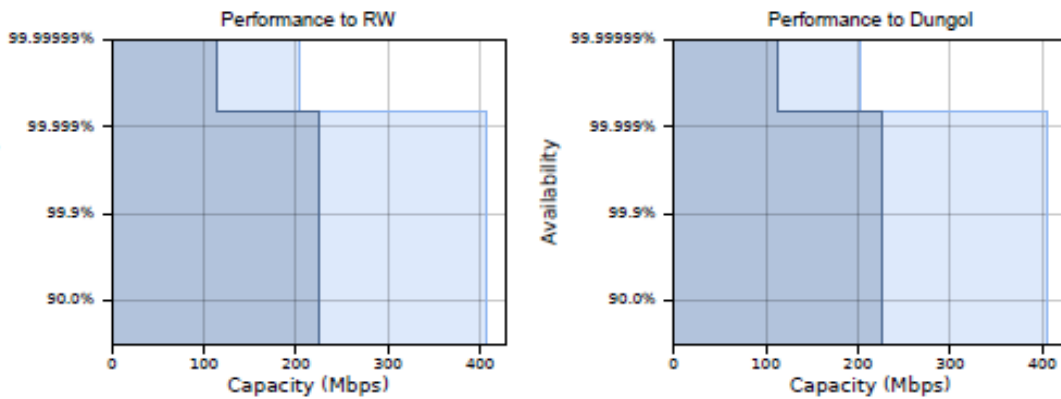
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RW	Performance to Dungol
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	0.790 km	System Gain	158.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	52.62 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	105.65 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.72 N units/km	Free Space Path Loss	105.65 dB
Area roughness 110x110km	801.03 metre	Gaseous Absorption Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	3.27e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	7.09e-13	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	311.84 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.57 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

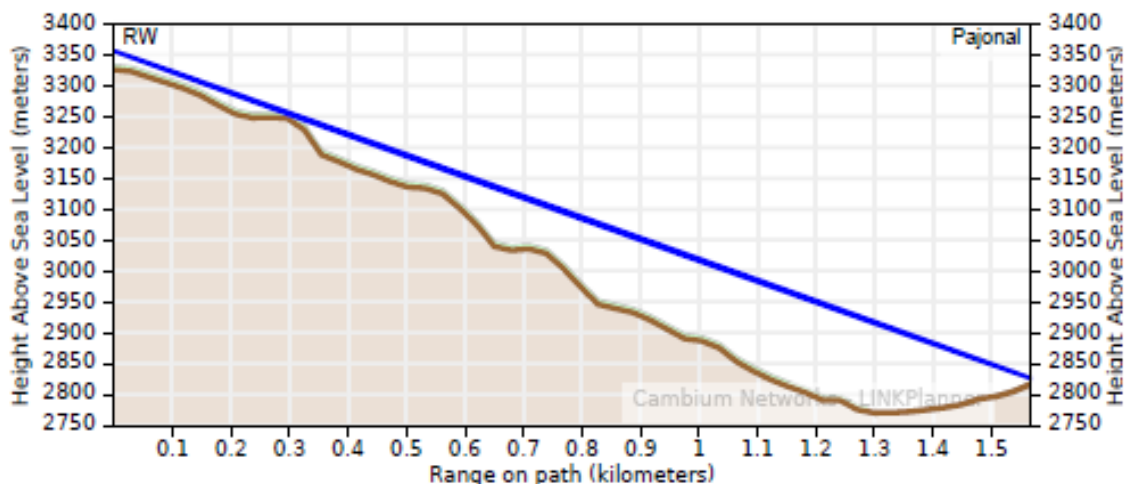
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBm END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RW to Pajonal

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 30 m

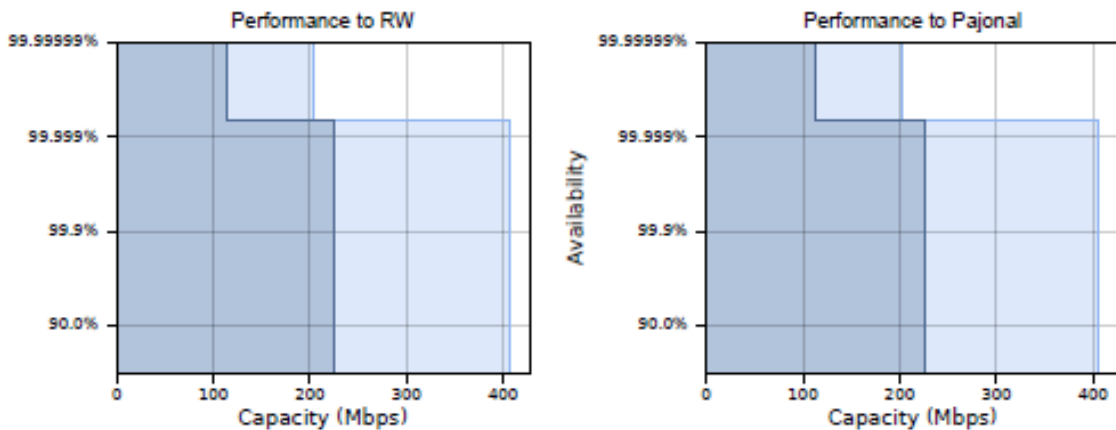
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m





	Performance to RW	Performance to Pajonal
Mean IP	226.11 Mbps	226.11 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.566 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	49.67 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	452.23 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	111.60 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



 High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.79 N units/km	Free Space Path Loss	111.60 dB
Area roughness 110x110km	799.73 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.28e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.08e-11	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	338.43 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.45 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

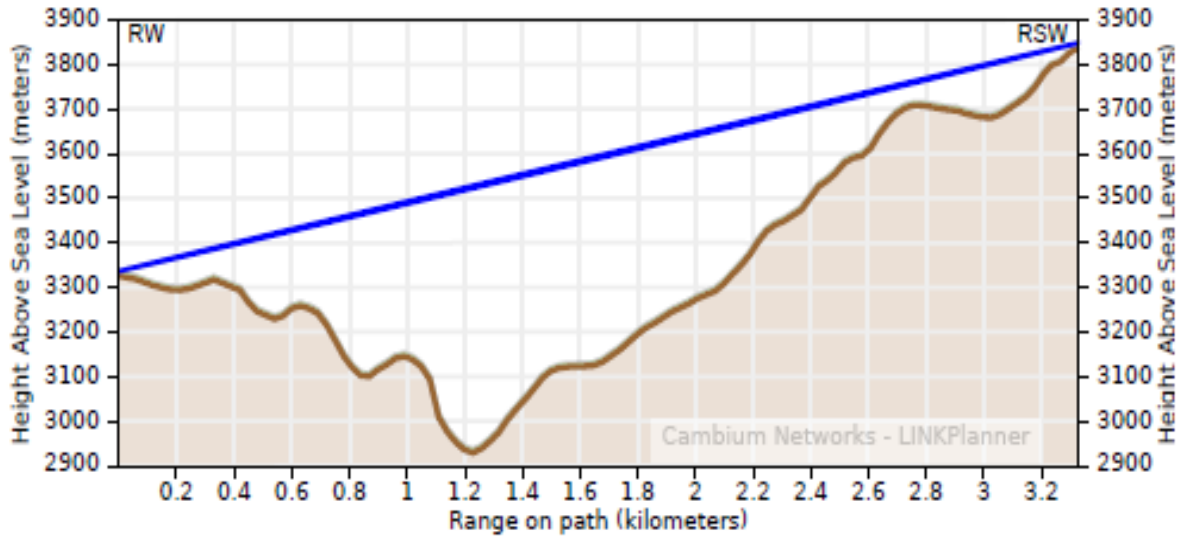
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RW to RSW

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

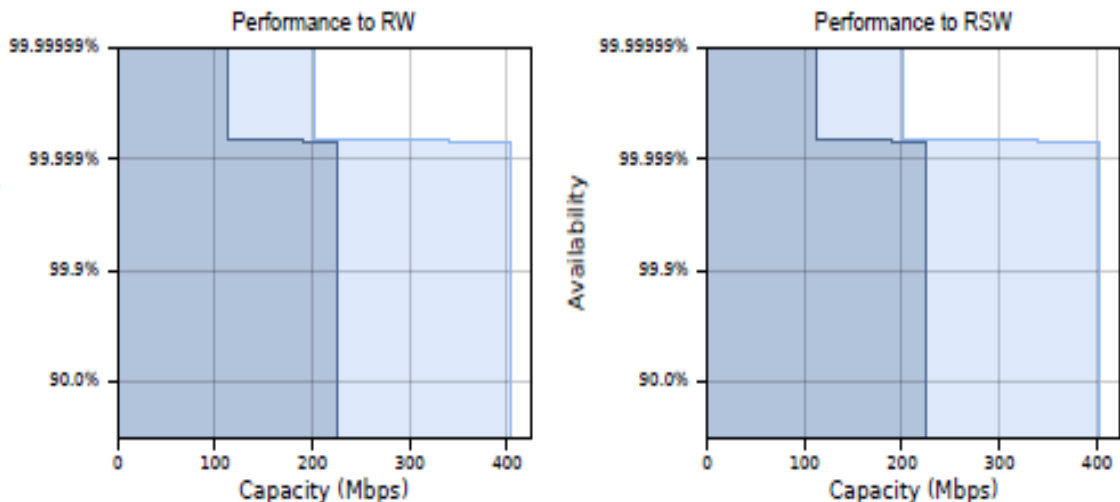
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RW	Performance to RSW	
Mean IP	225.34 Mbps	225.34 Mbps	
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps	
Link Summary			
Link Length	3.327 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	43.12 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	450.68 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	118.15 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



- High Capacity, assumes there is no load in the other direction
- Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.89 N units/km	Free Space Path Loss	118.14 dB
Area roughness 110x110km	798.45 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.28e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.29e-10	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	153.87 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.28 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

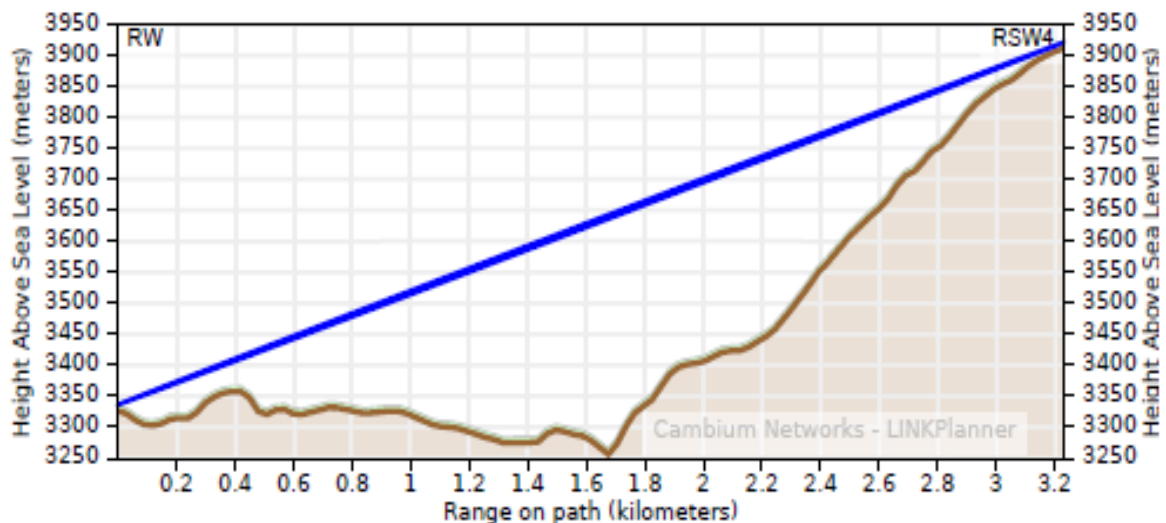
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RW to RSW4

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m

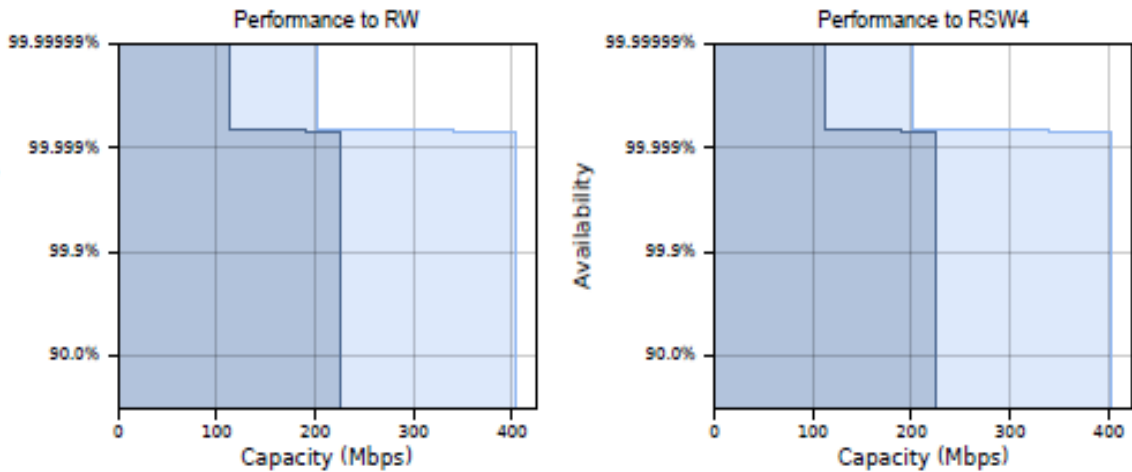
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m



	Performance to RW	Performance to RSW4
Mean IP	225.34 Mbps	225.34 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	3.231 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	43.38 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	450.68 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	117.90 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.88 N units/km	Free Space Path Loss	117.88 dB
Area roughness 110x110km	799.04 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.28e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	9.86e-11	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	180.95 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.29 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

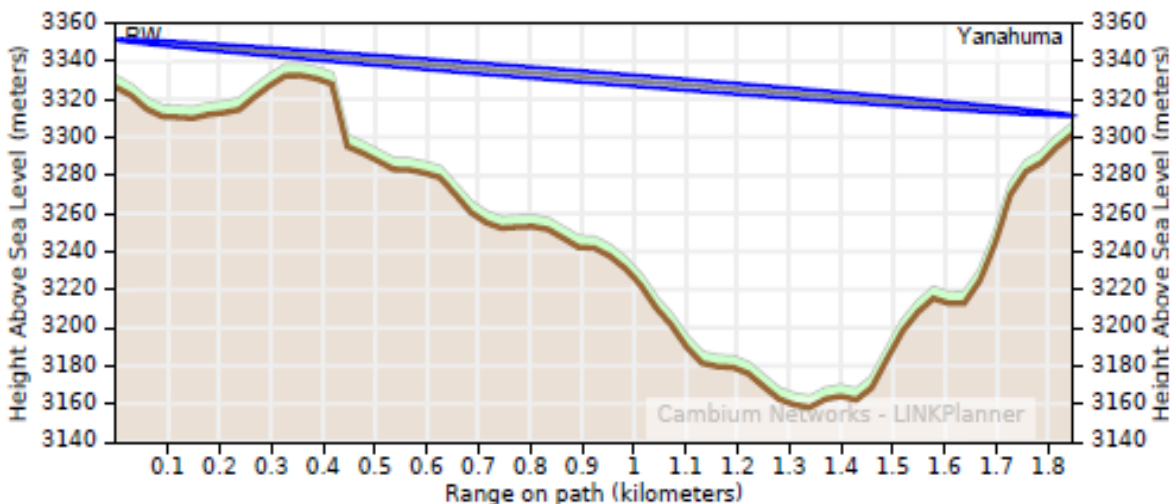
Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RW to Yanahuma

Equipment: Cambium Networks PTP670 Integrated

Cambium Networks High Gain Integrated @ 25 m

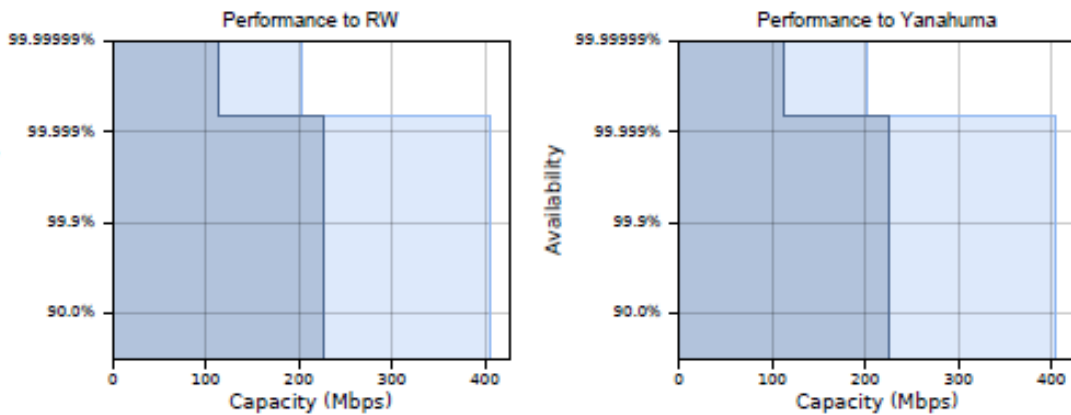
Cambium Networks High Gain Integrated @ 10 m





	Performance to RW	Performance to Yanahuma
Mean IP	225.86 Mbps	225.86 Mbps
IP Availability	100.0000 % for 1.0 Mbps	100.0000 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	1.846 km	System Gain	161.28 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	48.24 dB
Regulation	Argentina (Private)	Mean Aggregate Data Rate	451.71 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	100.0000 %
Bandwidth	45 MHz	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Total Path Loss	113.03 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17

Performance Charts



 High Capacity, assumes there is no load in the other direction
 Symmetrical Capacity, assumes a saturated load in the other direction

Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-93.83 N units/km	Free Space Path Loss	113.02 dB
Area roughness 110x110km	799.64 metre	Gaseous Absorption Loss	0.01 dB
Geoclimatic factor	3.28e-06	Link Type	Line-of-Sight
Fade Occurrence Factor (P0)	1.32e-10	Excess Path Loss	0.00 dB
Path inclination	21.58 mr	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-12, ITU-R P.835-6
Value of K Exceeded for 99.99% (ke)	0.40	Diffraction Loss	ITU-R P.526-15
Excess Path Loss at ke	0.00 dB	Propagation	ITU-R P.530-17
0.01% Rain rate	34.39 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-7
Rain Attenuation	0.11 dB/km	Refractivity Index	ITU-R P.453-14

Bill of Materials		
Part Number	Qty	Description
01010419001	5	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
AR-E4PT6XX-WW	2	PTP 670 All Risks Advance Replacement, 4 additional years (per END)
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050067H010	2	PTP 670 Integrated 23dBi END with AC+DC Enhanced Supply (ROW - U.S. Line Cord). Kit includes ODU, power supply, mounting bracket and US line cord
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

RCamandelas

Hub Summary	
Hub Name	RCamandelas
Latitude	-7.08040
Longitude	-78.04373

Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	2
Total Predicted DL Throughput	161.32 Mbps
Total Predicted UL Throughput	51.37 Mbps
Total Throughput	212.69 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
RCamandelas : 1	PMP450i	224.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	2	212.69 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

RCamandelas: 1

Access Point Summary	
AP Name	RCamandelas : 1
Group Name	
Hub Name	RCamandelas
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	10°
Antenna Azimuth	224.00° from True North 227.28° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	2
Max Range	3 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	33.78 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	161.32 Mbps
Total Predicted UL Throughput	51.37 Mbps
Total Predicted Throughput	212.69 Mbps

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
La Tinaja	-7.09480	-78.05810	PMP450i	2.249 km	23.0 dBi
Shillac	-7.08910	-78.05310	PMP 450b Mid-gain	1.413 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer

EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L033	1	Gigabit Surge Suppressor (56V), 10/100/1000 BaseT
C000000L065	1	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	1	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
C050045C002	1	5 GHz PMP 450i SM, Integrated High Gain Antenna
EW-E2PM4ISM-WW	1	PMP450i Subscriber Module Extended Warranty, 2 Additional Years
EW-E2PT450B-WW	1	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
N000045L002	1	Tilt Bracket Assembly
N000900L001	1	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	80.66	1	50.0	80.66	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	25.69	0	0.0	0.00	1	50.0	25.69
x6 (64QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x5 (32QAM MIMO-B)	106.35	1	50.0	80.66	1	50.0	25.69
x4 (16QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	212.69	2	100.0	161.32	2	100.0	51.37

RSW2

Hub Summary	
Hub Name	RSW2
Latitude	-7.07932
Longitude	-78.14169
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	2
Total Predicted DL Throughput	104.86 Mbps
Total Predicted UL Throughput	34.41 Mbps
Total Throughput	139.26 Mbps

Access Point	Antenna	Max	Connected	Total Predicted
--------------	---------	-----	-----------	-----------------

Name	Product	Azimuth	Beamwidth	Band	Range	Subscribers	Throughput
RSW2 : 1	PMP450i	51.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	2	139.26 Mbps

Bill of Materials : PMP Network

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

RSW2: 1

Access Point Summary

AP Name	RSW2 : 1
Group Name	
Hub Name	RSW2
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	22°
Antenna Azimuth	51.00° from True North 54.21° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	2
Max Range	4 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	33.83 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	104.86 Mbps
Total Predicted UL Throughput	34.41 Mbps
Total Predicted Throughput	139.26 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
Nueva Unión	-7.07300	-78.13150	PMP 450b Mid-gain	1.325 km	16.0 dBi
Nuevo Progreso					
Tallambo	-7.05600	-78.12000	PMP 450b Mid-gain	3.520 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	3	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years

N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	2	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	2	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	2	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	2	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x6 (64QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	139.26	2	100.0	104.86	2	100.0	34.41
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	139.26	2	100.0	104.86	2	100.0	34.41

RSW3

Hub Summary				
Hub Name	RSW3			
Latitude	-7.10934			
Longitude	-78.07643			
Number of Access Points	1			
Number of Connected Subscribers	3			
Total Predicted DL Throughput	173.84 Mbps			
Total Predicted UL Throughput	52.84 Mbps			
Total Throughput	226.68 Mbps			
Access Point	Antenna	Max	Connected	Total Predicted

Name	Product	Azimuth	Beamwidth	Band	Range	Subscribers	Throughput
RSW3 : 2	PMP450i	91.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	3	226.68 Mbps

Bill of Materials : PMP Network

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

RSW3: 2

Access Point Summary

AP Name	RSW3 : 2
Group Name	
Hub Name	RSW3
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	76°
Antenna Azimuth	91.00° from True North 94.25° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	3
Max Range	3 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	33.30 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	173.84 Mbps
Total Predicted UL Throughput	52.84 Mbps
Total Predicted Throughput	226.68 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
Alizo	-7.11840	-78.05810	PMP 450b Mid-gain	2.259 km	16.0 dBi
Cocan	-7.10350	-78.06607	PMP 450b Mid-gain	1.314 km	16.0 dBi
Porvenir 2 De Mayo	-7.11720	-78.05809	PMP 450b Mid-gain	2.205 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector

WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level
Bill of Materials : Subscriber Modules		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	3	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	3	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	3	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	3	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	3	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	115.90	2	66.7	115.90	0	0.0	0.00
x6 (64QAM MIMO-B)	110.79	1	33.3	57.95	3	100.0	52.84
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	226.68	3	100.0	173.84	3	100.0	52.84

RSW4

Hub Summary	
Hub Name	RSW4
Latitude	-7.06486
Longitude	-78.07841
Number of Access Points	2
Number of Connected Subscribers	5
Total Predicted DL Throughput	174.76 Mbps
Total Predicted UL Throughput	58.16 Mbps
Total Throughput	232.93 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
RSW4 : 1	PMP450i	340.0°	90.0°	5.8 GHz	3 miles	2	92.84 Mbps
RSW4 : 2	PMP450i	124.0°	90.0°	5.8 GHz	2 miles	3	140.08 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	8	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	2	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	2	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	2	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	2	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	2	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

RSW4: 1

Access Point Summary	
AP Name	RSW4 : 1
Group Name	
Hub Name	RSW4
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	10°
Antenna Azimuth	340.00° from True North 343.26° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	2
Max Range	4 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	34.28 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	69.91 Mbps
Total Predicted UL Throughput	22.94 Mbps
Total Predicted Throughput	92.84 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
La Carcel	-7.03450	-78.09140	PMP450i	3.651 km	24.4 dBi
San Isidro	-7.03980	-78.08660	PMP 450b Mid-gain	2.915 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead.

(set the region in the Bill of Materials options)		
(no part number)	1	MARS 14in Dual-Polar Flat Panel MA-WA56-DP25N
30009406002	2	N-to-N CABLE (16")
C000000L033	1	Gigabit Surge Suppressor (56V), 10/100/1000 BaseT
C000000L065	1	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	1	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
C050045C001	1	5 GHz PMP 450i Connectorized Subscriber Module
EW-E2PM4ISM-WW	1	PMP450i Subscriber Module Extended Warranty, 2 Additional Years
EW-E2PT450B-WW	1	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
N000045L002	1	Tilt Bracket Assembly
N000900L001	1	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x6 (64QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	46.42	1	50.0	34.95	1	50.0	11.47
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	46.42	1	50.0	34.95	1	50.0	11.47
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	92.84	2	100.0	69.91	2	100.0	22.94

RSW4: 2

Access Point Summary	
AP Name	RSW4 : 2
Group Name	
Hub Name	RSW4
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	26°
Antenna Azimuth	124.00° from True North 127.26° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	3
Max Range	3 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %

Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	33.97 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	104.86 Mbps
Total Predicted UL Throughput	35.23 Mbps
Total Predicted Throughput	140.08 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
La Quinua	-7.07880	-78.06404	PMP 450b Mid-gain	2.213 km	16.0 dBi
San Agustin	-7.07220	-78.06404	PMP 450b Mid-gain	1.783 km	16.0 dBi
San Juan De Piobamba	-7.07178	-78.06480	PMP 450b Mid-gain	1.687 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	4	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules

Part Number	Qty	Description
(no part number)	3	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	3	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	3	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	3	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	3	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x6 (64QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	140.08	3	100.0	104.86	3	100.0	35.23
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM							

MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	140.08	3	100.0	104.86	3	100.0	35.23

RSW5

Hub Summary	
Hub Name	RSW5
Latitude	-7.09334
Longitude	-78.08350
Number of Access Points	1
Number of Connected Subscribers	2
Total Predicted DL Throughput	134.50 Mbps
Total Predicted UL Throughput	41.29 Mbps
Total Throughput	175.79 Mbps

Access Point Name	Product	Antenna Azimuth	Beamwidth	Band	Max Range	Connected Subscribers	Total Predicted Throughput
RSW5 : 1	PMP450i	59.0°	90.0°	5.8 GHz	1 miles	2	175.79 Mbps

Bill of Materials : PMP Network		
Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the network level

RSW5: 1

Access Point Summary	
AP Name	RSW5 : 1
Group Name	
Hub Name	RSW5
Equipment Type	PMP450i (running Release 21.1)
Antenna Type	Cambium Networks 90° 4.9 - 6 GHz, 90/120 deg Sector Antenna
Modeled Beamwidth	119°
Antenna Azimuth	59.00° from True North 62.25° from Magnetic North
Antenna Tilt	0.0°
Connected Subscribers	2
Max Range	2 kilometers
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5925 MHz)
RF Channel Bandwidth	40 MHz
Downlink Data	75 %
Contention Slots	3
Effective Contention Slots	3
0.01% Rain rate	33.57 mm/hr
Rain Attenuation	0.11 dB/km
Total Predicted DL Throughput	134.50 Mbps
Total Predicted UL Throughput	41.29 Mbps
Total Predicted Throughput	175.79 Mbps

Subscriber Module Summary

Name	Latitude	Longitude	Product	Range	Antenna Gain
Piobamba	-7.09780	-78.07310	PMP 450b Mid-gain	1.250 km	16.0 dBi
Pozo Verde	-7.08410	-78.08180	PMP 450b Mid-gain	1.039 km	16.0 dBi

Bill of Materials : AP

Part Number	Qty	Description
(no part number)	1	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
01010419001	2	Coaxial Cable Grounding Kits for 1/4" and 3/8" Cable
C000065L007	1	LPU and Grounding Kit (1 kit per ODU)
C050045A005	1	5 GHz PMP 450i Integrated Access Point, 90 degree (ROW). Requires suffix "B" or newer
EW-E2PM45AP-WW	1	PMP450/450i Access Point Extended Warranty, 2 Additional Years
N000000L034	1	PoE, 30.5W, 56V, 5GbE DC Injector, Indoor, Energy Level 6 Supply, accepts C5 connector
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP). Total cable requirements are aggregated at the parent level

Bill of Materials : Subscriber Modules

Part Number	Qty	Description
(no part number)	2	Unspecified Power Lead. (set the region in the Bill of Materials options)
C000000L065	2	Gigabit Surge Suppressor (30V)
C050045B031	2	5 GHz 450b - Mid-Gain - ROW
EW-E2PT450B-WW	2	PTP 450b Extended Warranty, 2 additional years (per END)
N000900L001	2	PoE Gigabit DC Injector, 15W Output at 30V, Energy Level 6 Supply

Mode	Total Mean Predicted Throughput (Mbps)	SMs per DL modulation			SMs per UL modulation		
		Quantity	Percent	Throughput (Mbps)	Quantity	Percent	Throughput (Mbps)
x8 (256QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x7 (128QAM MIMO-B)	67.25	1	50.0	67.25	0	0.0	0.00
x6 (64QAM MIMO-B)	20.64	0	0.0	0.00	1	50.0	20.64
x5 (32QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (16QAM MIMO-B)	87.89	1	50.0	67.25	1	50.0	20.64
x3 (8QAM MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (QPSK MIMO-B)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x4 (256QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x3 (64QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x2 (16QAM MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
x1 (QPSK MIMO-A)	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
Total	175.79	2	100.0	134.50	2	100.0	41.29

Anexo 8. Panel fotográfico - Oxamarca

Plano de ubicación de la Municipalidad Distrital de Oxamarca y de la plaza de armas de la ciudad.



Vista de la ciudad de Oxamarca.



Vista de la ciudad de Oxamarca.



Caja de distribución F.O.



Carrete de cable F.O.



Fusionadora F.O.



Antena De Radio Enlace



Dr. Carlos Jesús Koo Labrín
ASESOR DE TESIS

Carlos Espino Carrasco
DNI: 25708152