

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



TESIS

Red FTTH para demostrar la mejora de los servicios de telecomunicaciones en centro poblado de Cayaltí.

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

ELABORADO POR:

- Bach. Marroquín Flórez Juan Daniel
- Bach. Millones Quesquén José Eduardo

ASESOR:

Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano

Lambayeque, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



Red FTTH para demostrar la mejora de los servicios de telecomunicaciones en centro poblado de Cayaltí.

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

Bach. Marroquín Flórez Juan Daniel
AUTOR

Bach. Millones Quesquén José Eduardo
AUTOR

Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



Red FTTH para demostrar la mejora de los servicios de telecomunicaciones en centro poblado de Cayaltí.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
PRESIDENTE

Mg. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortéz
SECRETARIO

M.Sc. Ing. Wilson Dennis Reyes Vásquez
VOCAL

DEDICATORIA

Todo este esfuerzo se lo dedico a quienes estuvieron cerca apoyándome y dándome ánimos, en especial a mi familia, a mi madre Juana Flórez y a mi abuelita Deni Lora por creer en mí, pese a las circunstancias vividas y a los retos que hemos afrontado. A mis hermanos y primos menores para que sigan sus sueños y logren lo que siempre han querido ser.

Juan Daniel Marroquín Flórez

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, ya que hasta este momento de mi vida me ha guiado y brindado fuerzas, salud y sabiduría para lograr todos mis objetivos.

A mis padres José del Carmen Millones Chafloque y Paula Andrea Quesquén Tiparra, por brindarme los valores necesarios para convertirme en la persona que soy actualmente, por todo su apoyo incondicional, comprensión y amor. A mi padre José del Carmen que me cuida desde el cielo y me enseñó lo que es ser un buen profesional. A mis hermanas Cinthia y Jannet por su apoyo y preocuparse por mi bienestar.

José Eduardo Millones Quesquén

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada persona que intervino a lo largo de mi vida con el fin de enfocarme en mis metas.

A mi madre, mi abuelita, mis tíos, mis tías, mi papá que me inspiraron a culminar este ciclo de la mejor manera.

A mi compañera incondicional, Marilyn, por el apoyo constante y sus deseos de superación.

A mis amigos de la universidad, Cesar y David por el apoyo desinteresado, las reuniones eventuales y los buenos momentos.

Al Ingeniero Francisco Segura por su asesoría y confianza depositada que orientaron este trabajo de investigación.

Último, pero no menos importante, al gerente de la cablera L&S Cable S.A.C., Cesar Vergara, por su importante aportación y por confiarnos la información.

Juan Daniel Marroquín Flórez.

Agradezco en primer lugar a dios por todo lo que me ha ayudado en mi vida.

A mis padres, que me brindaron buenos valores y educación que me permitieron desarrollarme personalmente como profesionalmente.

A mis amigos, Cesar, Miluska, David, Luis y Alonso, por constante gran apoyo, ánimos y motivación en este proyecto

A nuestro asesor, el Ingeniero Segundo Francisco Segura Altamirano, que nos brindó su apoyo y orientación desde un inicio y culminación del presente proyecto.

Finalmente, a los representantes de la cablera L&S Cable S.A.C., que fueron muy amables en proporcionarnos información muy importante para realizar nuestro proyecto.

José Eduardo Millones Quesquén

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO	2
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	3
1.3. HIPÓTESIS.	3
1.4. OBJETIVOS.	4
1.5. ANTECEDENTES.	4
1.6. DEFINICIONES CONCEPTUALES.	6
CAPÍTULO II: MÉTODOS Y MATERIALES	23
2.1. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	23
2.1.1. VARIABLE DE INTERÉS.	24
2.2. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.	25
2.2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
2.2.2. RESULTADOS.	26
CAPÍTULO III: DISEÑO DE INGENIERÍA	36
3.1. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE RED FTTH PARA EL CENTRO POBLADO DE CAYALTÍ.....	37
3.2. PERDIDAS DE SEÑAL PROYECTADAS.....	55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	59
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	63
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición y operacionalización de la variable independiente	23
Tabla 2 Definición y operacionalización de la variable dependiente	24
Tabla 3 Redes PON	36
Tabla 4 Elementos del recorrido de fibra óptica.....	39
Tabla 5 Clasificación de divisores ópticos	41
Tabla 6 Recomendación G984.2 de la ITU, Optical interface parameters of 2488 Mbit/s downstream direction	57
Tabla 7 Recomendación G984.2 de la ITU, Optical interface parameters of 1244 Mbit/s upstream direction	58
Tabla 8 Resumen de perdidas potenciales	59
Tabla 9 Perdidas TIA 568.....	61
Tabla 10 Materiales usados para la arquitectura de la red.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cable de Fibra Óptica	6
Figura 2 Fibra Óptica Monomodo	7
Figura 3 Fibra Óptica Multimodo	8
Figura 4 Tipos de redes FTTx.....	9
Figura 5 Arquitectura de Fiber to the home.....	10
Figura 6 Esquema de una Red PON.....	12
Figura 7 Configuración Punto a Punto	13
Figura 8 Topología Estrella o Árbol	14
Figura 9 Topología en Bus	14
Figura 10 Topología en Anillo.....	15
Figura 11 Módulos OLT.....	17
Figura 12 Diagrama de Terminal de Red Óptica (ONT).	18
Figura 13 Simbología más usada de splitter.	19
Figura 14 Composición del conector tipo SC.....	20
Figura 15 Conectores ópticos.....	20
Figura 16 Cantidad de Varones y Mujeres encuestados.	26
Figura 17 Rango de edades.	27
Figura 18 Cantidad de personas en el hogar.	27
Figura 19 Ocupación.	28
Figura 20 Equipos en el hogar.	28
Figura 21 TV por cable.....	29
Figura 22 Calificación del servicio de televisión por cable.	29
Figura 23 ¿Cuenta con servicio de internet?	30
Figura 24 Calificación del servicio de internet.	30
Figura 25 ¿Cuenta con el servicio de telefonía fija?.....	31
Figura 26 ¿Cómo califica el servicio de telefonía fija?	32

Figura 27 Lugar con acceso a internet.....	32
Figura 28 Actividad con el internet.	33
Figura 29 Frecuencia de acceso a internet.	33
Figura 30 ¿Está satisfecho con los servicios en general?	34
Figura 31 ¿Cuánto está dispuesto a pagar por un servicio de 3 play?	34
Figura 32 Mapa del recorrido de la red HFC existente en el centro poblado de Cayaltí	37
Figura 33 Recorrido de la fibra óptica para la red FTTH.....	38
Figura 34 Implementación de divisores ópticos a la red FTTH.....	40
Figura 35 Unión de cabecera principal con la primera caja de empalme.....	42
Figura 36 Unión de la cabecera principal con la primera caja de empalme.....	43
Figura 37 Conexión de la caja de empalme principal con las cajas de empalme secundarias 01 y 02.	44
Figura 38 Conexión de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.	45
Figura 39 Conexión de la caja de empalme principal con las cajas de empalme secundario 01 y 02.....	46
Figura 40 Conexión de hilos de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.	47
Figura 41 Conexión de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.....	48
Figura 42 Conexión directa de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.	49
Figura 43 Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D02 a través de D01.....	50
Figura 44 Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D06 a través de D05.....	51
Figura 45 Zona topológica del divisor óptico de nivel I D21.	52
Figura 46 Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D21_A06.....	53
Figura 47 Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel III D21_A05_TOP02.....	53
Figura 48 Zona topológica del divisor óptico de nivel I D22.	54
Figura 49 Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D22_A06.....	55

RESUMEN

Los servicios de telecomunicaciones que ofrecen los operadores locales a sus usuarios en el centro poblado de Cayaltí, cuentan con infraestructuras de red implementadas con tecnología HFC, donde existen muchos limitantes como las distancias, el consumo eléctrico, el ancho de banda, y sus costos operacionales. Por ello se realizó el diseño de una red FTTH, utilizando los estándares GPON que nos permite mejorar y aumentar la calidad de la señal, reducir los costos de operación y mantenimiento. Se realizó encuestas que nos permitió conocer la capacidad adquisitiva y los servicios de planes que la población demanda. El 53,3% de los usuarios estarían dispuesto a pagar de 50 a 100 soles para velocidades de transmisión de 50Mbps – 80Mbps. Se usó como puntos de apoyo la infraestructura de red HFC ya existente de la empresa L&S Cable S.A.C., planos de la trayectoria del cable. La utilización de la herramienta TOMODAT2, sirvió para elaborar la planeación técnica para la ejecución de esta arquitectura de red, que permitió simular la potencia estimada en los abonados, conocer la viabilidad del diseño, demostrando que está dentro de los estándares GPON y cumpliendo con la demanda que necesitan los usuarios.

Palabras Claves: Ancho de banda, Consumo eléctrico, Costos operacionales, GPON, FTTH.

ABSTRACT

The telecommunications services offered by local operators to their users in the town of Cayaltí, have network infrastructures implemented with HFC technology, where there are many limitations such as distances, electricity consumption, bandwidth, and their operational costs. . For this reason, the design of a FTTH network was carried out, using the GPON standards that allow us to improve and increase the quality of the signal, reduce operation and maintenance costs. Surveys were carried out that allowed us to know the purchasing power and the plan services that the population demands. 53.3% of users would be willing to pay between 50 and 100 soles for transmission speeds of 50Mbps – 80Mbps. The already existing HFC network infrastructure of the company L&S Cable S.A.C., plans of the cable path, were used as support points. The use of the TOMODAT2 tool, served to prepare the technical planning for the execution of this network architecture, which allowed simulating the estimated power in the subscribers, knowing the feasibility of the design, demonstrating that it is within the GPON standards and complying with the demand that users need.

Keywords: Bandwidth, Electricity consumption, Operational costs, GPON, FTTH.

INTRODUCCION

Las telecomunicaciones están evolucionando de manera constante, con nuevas tecnologías y estándares que mejoran la capacidad y calidad de transmisión de datos que permiten una mayor conectividad a nivel global.

Una de las tecnologías más eficientes desde el punto de vista económico es la tecnología GPON, ya que puede utilizar una única fibra óptica compartida por varios usuarios, esto reduce los costos de infraestructura e implementación. Además, permite una mayor capacidad y eficiencia en la transmisión de datos de alta velocidad y ofrece una amplia variedad de servicios, como voz, datos y video.

El presente proyecto busca optimizar la disponibilidad los servicios de telecomunicaciones en los moradores del distrito de Cayaltí, con el apoyo de la empresa L&S Cable S.A.C, aumentando la calidad de la señal, reduciendo los costos de operación y mantenimiento. Utilizando redes ópticas pasivas con capacidad de gigabit (GPON), los cuales permitirán establecer parámetros para un sistema robusto y estable que servirán de base para nuestro diseño.

Capítulo I: Diseño Teórico

1.1. Situación Problemática.

Según, Fundación Telefónica España (2017) en España se tenía el ADSL (Asymmetric Digital) más caro y un rendimiento muy por debajo de lo esperado, centrales saturadas y muchos problemas para los usuarios, hoy en día es el país que cuenta con la red de fibra hasta el hogar (FTTH) más grande de Europa, con más clientes que Alemania, Reino Unido, Francia e Italia juntos.

Santiago (2018) en su informe de previsiones para el ejercicio de 2018, Morgan Stanley destacó que la empresa Telefónica abarca el 75% de los hogares españoles con su red de fibra, por delante del 35% de Orange en Francia. Más lejos quedan Deutsche Telekom que llega con su red FTTH al 5% de los hogares en Alemania y BT, que apenas cubre el 2% de las unidades inmobiliarias en Reino Unido.

Según Páez (2021) “en América Latina registró 81.7 millones de casas pasadas mediante conexiones de fibra óptica (FTTH/B) durante 2020, lo que representa un crecimiento de 48% respecto a lo registrado en 2019, según un reporte reciente de FBA Latam Chapter, en colaboración con IDATE Digiworld.”

Según UCSP (2018), nuestro país ocupa el séptimo puesto en conectividad en Latinoamérica. Brasil y Argentina encabezando la lista, con la implementación de la fibra óptica, el costo por el servicio de Internet podría reducirse en el Perú hasta en un 80%, según estimaciones de Pro Inversión.

Además, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) en nuestro país tiene reglamentada la prestación de servicios para los operadores, a través de un trámite simple de solicitud para lograr la concesión.

En el distrito de Cayaltí, el hecho de estar alejada de la capital de su departamento, no cuenta con los beneficios de banda ancha, puesto que los operadores locales que

despliegan redes totalmente con coaxial, poco a poco están migrando a redes HFC, pero lo hacen sin la asesoría correcta y sin soporte de ingeniería, solo prestan servicios de difusión de televisión (CATV).

Los problemas que encontramos en este tipo de redes es la gran cantidad de fuentes de alimentación, debido a la utilización del cable RG11 que atenúa rápidamente la señal y también tiene un efecto en la caída de voltaje, lo que nos conlleva a utilizar muchas fuentes de alimentación, las cuales no son correctamente conectadas a la red eléctrica, sino aprovechando usuarios lo cual genera inconvenientes en la operación del sistema, también se utilizan múltiples cascadas de amplificadores sobre la línea de coaxial generando muchos problemas en la operación y mantenimiento de la red y en la calidad de la señal.

Ante esta problemática y viendo la realidad que existe es que planteamos un diseño alternativo de una red FTTH para solucionar todos los problemas mencionados.

1.2. Formulación del problema de investigación.

¿Cómo el diseño de una red FTTH, utilizando los estándares GPON declarados en la serie G de la normativa de la ITU, demostrara la mejora de la infraestructura actual de los operadores de telecomunicaciones locales en centro poblado de Cayaltí?

1.3. Hipótesis.

Si diseñamos una red FTTH utilizando los estándares GPON declarados en la serie G de la normativa de la ITU, entonces se podrá demostrar la mejora de la infraestructura actual de los operadores de telecomunicaciones locales en centro poblado de Cayaltí, aumentando la calidad de la señal, reduciendo los costos de operación y mantenimiento.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar una red FTTH, utilizando los estándares GPON declarados en la serie G de la normativa de la ITU para demostrar la mejora de la infraestructura actual de los operadores de telecomunicaciones locales en centro poblado de Cayaltí, aumentando la calidad de la señal, reduciendo los costos de operación y mantenimiento.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Analizar los datos de la infraestructura actual de la red de las empresas operadoras de Cayaltí para formular los requerimientos.
- Estudiar las tecnologías y estándares GPON dadas por la normativa de la serie G983 y G984 de la ITU.
- Dimensionar la red FTTH para seleccionar los equipos.
- Demostrar la mejora de la calidad de la señal y sostenibilidad del proyecto.

1.5. Antecedentes.

A nivel internacional, Tinoco (2011) diseñaron una red de fibra óptica FTTH para brindar servicios de voz, video y datos con una arquitectura GPON, para la urbanización los olivos ubicada el sector Toctesol en la parroquia Borrero de la ciudad de Azoguez (Ecuador), este proyecto trata sobre la implementación de un sistema FTTH compuesto fundamentalmente por fibra óptica que llegan hasta los usuarios, que es capaz de soportar toda la demanda de ancho de banda que se tendrá en el futuro, se considera como una red a prueba de tecnologías futuras.

Además, Machuca, Zhou y Zhao (2010) establecieron un modelo de migración completo y generalizado, diferentes rutas de migración y varios cronogramas en Varsovia, Polonia. Para encontrar la mejor ruta de migración, se realiza un estudio tecnoeconómico en términos de tecnología. Propusieron redes de acceso de próxima generación para

resolver la demanda de ancho de banda entre las redes centrales y los usuarios finales.

Fiber to the Home (FTTH) se muestra como una de las soluciones más eficientes que permite a los clientes aprovechar las altas capacidades de las redes ópticas IP.

También, Martínez de Ceano-Vivas (2021) diseñó una red FTTH totalmente pasiva la cual sirvió para dar servicio de voz, acceso a internet y televisión a una urbanización compuesta por 2 edificios con un total de 135 viviendas y 11 locales comerciales, situada en la ciudad de Valencia. Utilizando la normativa para infraestructura común de telecomunicaciones que describen los criterios de diseño que permiten mantener una homogeneidad en las instalaciones, así como realizar un dimensionamiento preciso de la instalación, así como la elección de materiales adecuados que permitirán ofrecer un correcto servicio con calidad y garantías.

En el ámbito nacional, Gutiérrez (2014) con su investigación intenta determinar la factibilidad económica de la construcción de un tramo de fibra óptica que atravesara territorio peruano con el objetivo de brindar una alternativa rentable de interconexión de datos al mercado boliviano. De este modo diversificar la oferta de servicios de transporte internacional de datos permitiendo reducir el costo de acceso a internet para la población boliviana.

También en Pomalca Perez & Frias (2020) realizaron una investigación con respecto al uso de una red FTTH para garantizar la capacidad de carga y descarga para los usuarios. utilizaron las bases teóricas sobre redes ópticas, tecnología XGPON y sus clases para poder usar un rango dinámico que se ajuste a las rutas usadas en el diseño de los nodos de distribución.

Además, Pachas (2019) realizó su trabajo con el objetivo de poder realizar un diseño de una red de Fibra óptica hasta el hogar basada en el estándar GPON en el distrito de El Agustino. Se planteó este diseño con una propuesta de tendido de fibra óptica

mediante el sistema de alcantarillado de zonas urbanas que permita llegar directamente a los usuarios finales sin realizar excavación de zanjas. Busco beneficiar a 580 hogares ubicados en la Zona I de El Agustino, con un dimensionamiento de tasa de transmisión mínima de 77.75 Mbps por cada hogar, que puede ser comercializada con un plan de hasta 170 Mbps de descarga y 17 Mbps de subida, considerando un 40% de velocidad mínima garantizada.

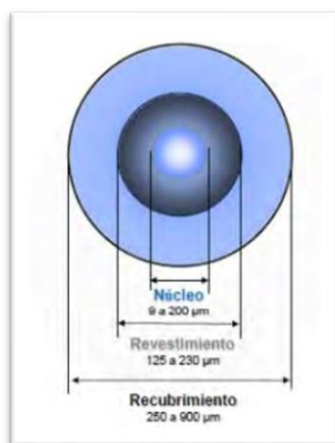
1.6. Definiciones Conceptuales.

1.6.1. Fibra Óptica

Según Zárate (2019), define a la fibra óptica, como un medio dieléctrico con filamentos transparentes que permite el paso de la luz de un extremo a otro con mínimas pérdidas. Para un aprovechamiento óptimo de sus cualidades. Compuesta por tres capas diferentes: Su núcleo, el revestimiento que confina al núcleo y el recubrimiento que protege al revestimiento.

Figura 1

Cable de Fibra Óptica



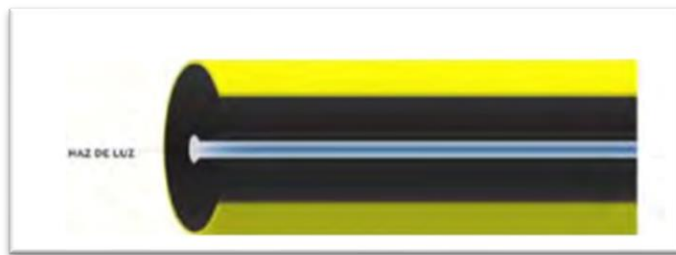
Existen dos tipos fundamentales de fibra óptica:

1.6.1.1. Fibra Óptica Monomodo

Para Toala (2018), una fibra óptica monomodo es la que solo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que solo permiten un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodos, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 Km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información.

Figura 2

Fibra Óptica Monomodo

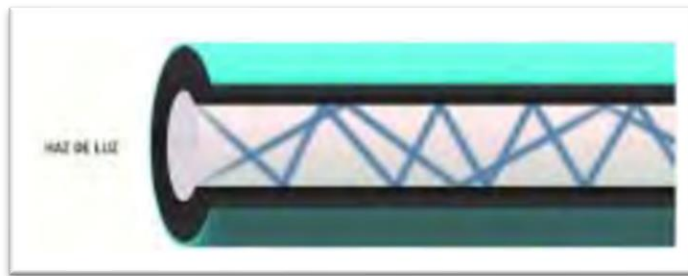


1.6.1.2. Fibra Óptica Multimodo

Según Llorente (2017), Son varios haces de luz, con diferentes ángulos de incidencia, se propagan a través de diferentes caminos por el núcleo. En fibras multimodo, el núcleo tiene un diámetro, normalmente, entre 50 μm (micrómetro) y 62,5 μm y foto emisores transmiten haces de luz, provocando su dispersión por diversos nodos. De acuerdo con el perfil de las variaciones de índices de refracción de la cascara con relación al núcleo, las fibras multimodo se clasifican en índice de escalón e índice gradual.

Figura 3

Fibra Óptica Multimodo



Las ventajas de la fibra óptica son:

- **Ocupa poco espacio**, dado su pequeño tamaño, pero es sumamente flexible, lo cual facilita su instalación.
- **Es liviana**, pues pesa ocho veces menos que un cable convencional.
- **Presenta una gran resistencia**, Tanto mecánica como térmica, y resiste bien a la corrosión.
- **Es más ecológica**, En comparación con los residuos dejados por el cableado convencional.
- Inmune a interferencias electromagnéticas, Dada la naturaleza de sus componentes.
- **Veloz, eficaz y segura**. Es la mejor forma de transmisión de datos por cable conocida.

1.6.2. Redes de Fibra Óptica

Para Ojeda (2009), las redes de fibra óptica en la actualidad se han convertido en una solución ante el problema de sobre tráfico de usuarios que desean un mejor servicio en sistemas de telecomunicación, esto es debido a las propiedades que posee la fibra óptica como medio de transmisión. Las principales propiedades que posee son: un gran ancho de banda capaz de ofrecer a los usuarios grandes velocidades; mejora en la calidad de la señal debido a la inmunidad frente a las interferencias electromagnéticas; dimensiones más

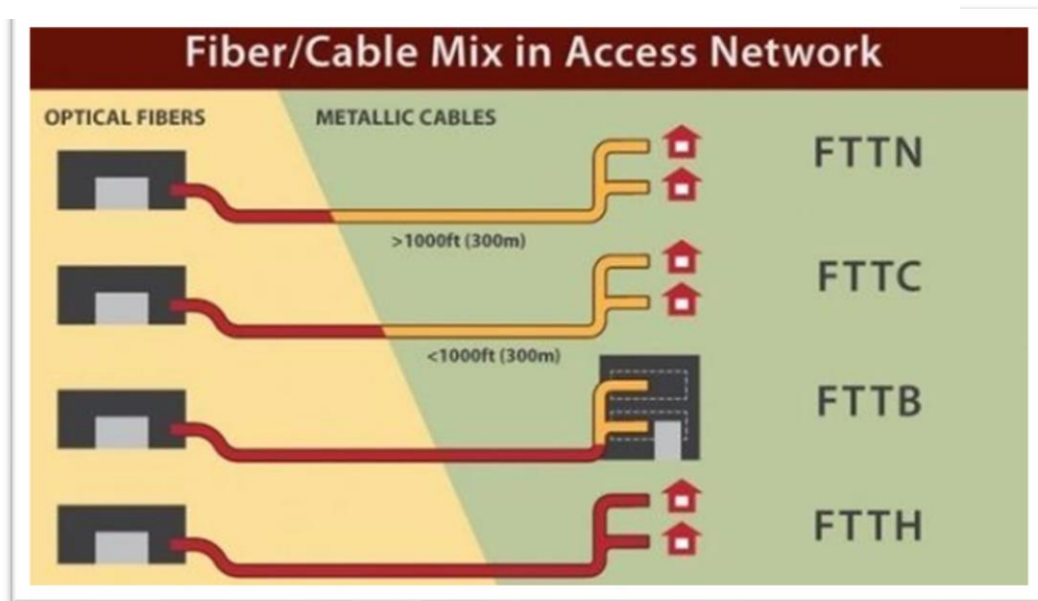
reducidas en el peso y tamaño de cada hilo de fibra óptica; y su compatibilidad con la tecnología digital.

El acrónimo FTTX (Fiber-to-the – X), es el acceso a los abonados por este medio e indica distintas modalidades. Algunas de las más destacadas son FTTH (hogar), FTTB (edificio), FTTC(Cabina) y FTTN (Ver Figura 1.4).

Actualmente la modalidad más utilizada de FTTx es la red FTTH, cuyo recorrido de fibra óptica llega hasta el hogar. Dependiendo de donde esté situada tu casa, la FTTH te podría llegar a través de una CTO situada cerca al abonado.

Figura 4

Tipos de redes FTTx



Nota. Obtenido de Javier García (2019).

1.6.3. FTTH (Fiber to the Home)

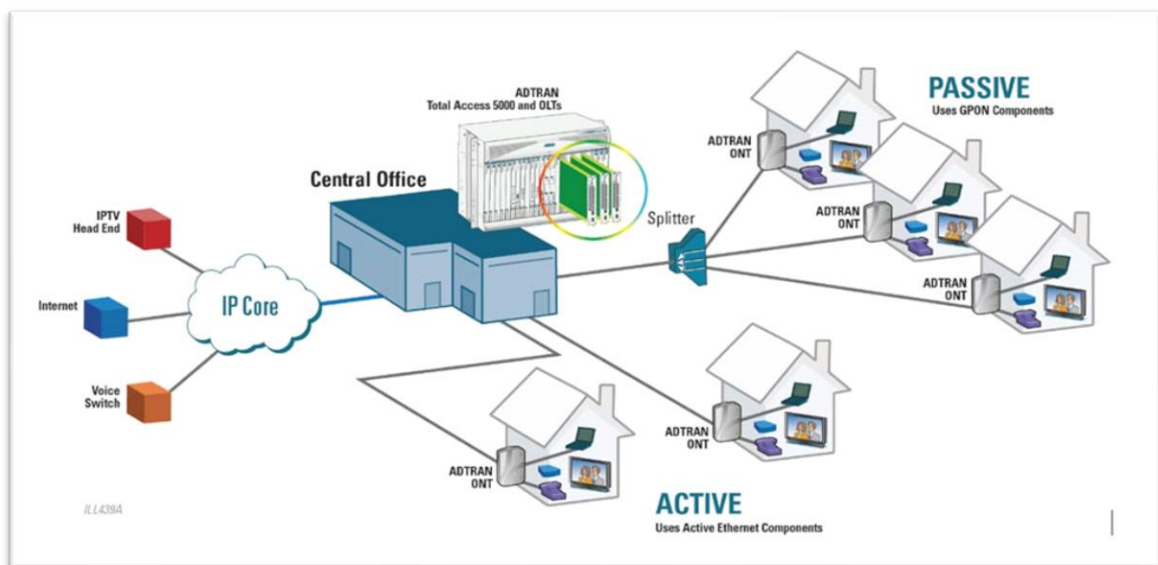
Según Furukawa Electric (2020), es una arquitectura de fibra óptica, en la cual se utiliza cable de fibra en la red de acceso para realizar la conexión final directamente a los hogares. El propósito de usar cable óptico en la red de acceso es proporcionar servicios de banda ancha a los clientes.

FTTH lleva toda la carga de datos hacia las acometidas finales (Casas, domicilio en oficina, etc.) mediante fibra óptica, algunas de sus ventajas son:

- Se puede elaborar arquitecturas de red con proyección a futuro para la demanda en auge de banda ancha, capaz de soportar la convergencia en triple play (Datos, Voz, Vídeo).
- Equipamiento de bajo coste y sencillo de instalar a lo largo de la planta externa con mantenimiento asequible.
- Medio de transmisión físico inmune a campos eléctricos o interferencias externas.

Figura 5

Arquitectura de Fiber to the home



Nota. Obtenido de Ronan Kelly (2022).

1.6.4. Redes Ópticas Pasivas (PON)

Para Reyes (2020), las redes ópticas pasivas o redes PON son redes de fibra óptica que utilizan componentes pasivos que no necesitan de una alimentación externa en el despliegue de la red (no necesitan componentes activos); como el splitter óptico pasivo, que es el elemento principal en una red de fibra óptica pasiva que nos permite guiar el tráfico de la red.

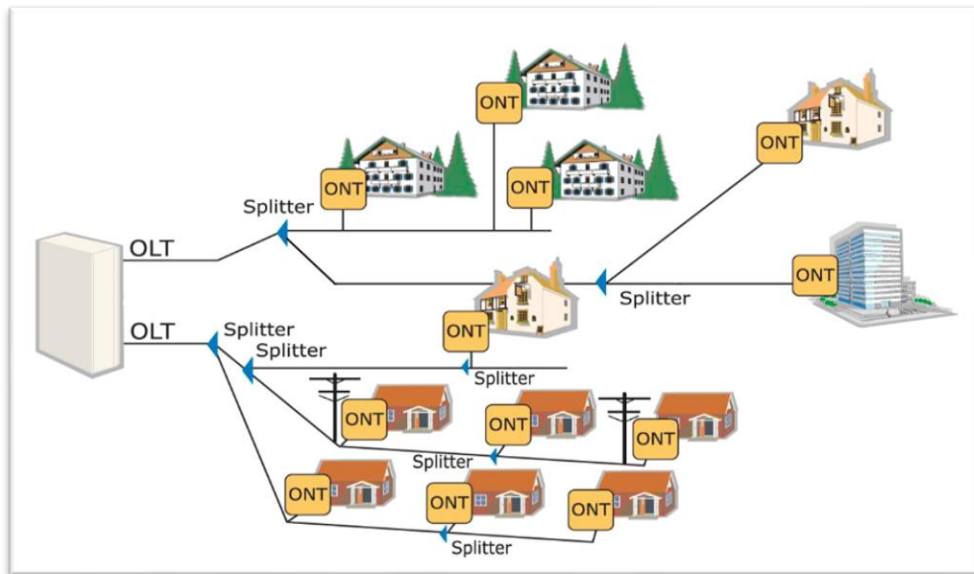
Actualmente, las redes PON se ha convertido en la base para construir diferentes redes de acceso debido a su arquitectura punto a multipunto (P2MP) que utiliza divisores ópticos (splitters), para separar las señales descendentes de un solo dispositivo OLT en múltiples rutas descendentes hasta el usuario final y en sentido contrario devuelven las rutas ascendentes desde el usuario final que regresa hasta la OLT.

Características de las redes PON:

- Permiten incrementar la cobertura de la red hasta los 20km desde la central, lo cual es una ventaja sobre otras tecnologías sobre cobre como DSL que sólo cubre hasta 5.5 km.
- Ofrecen mayor ancho de banda por usuario, debido a la naturaleza propia de la fibra óptica en comparación con las redes basadas en cobre.
- Minimiza el despliegue de la fibra óptica en el bucle local por utilizar una topología de árbol-rama, lo cual simplifica la densidad del equipamiento de central, reduciendo el consumo.
- Mejora la calidad de servicio y mantenimiento de la red al emplear una arquitectura simplificada punto-multipunto.
- Permite incrementar el ancho de banda superponiendo longitudes de onda adicionales.

Figura 6

Esquema de una Red PON



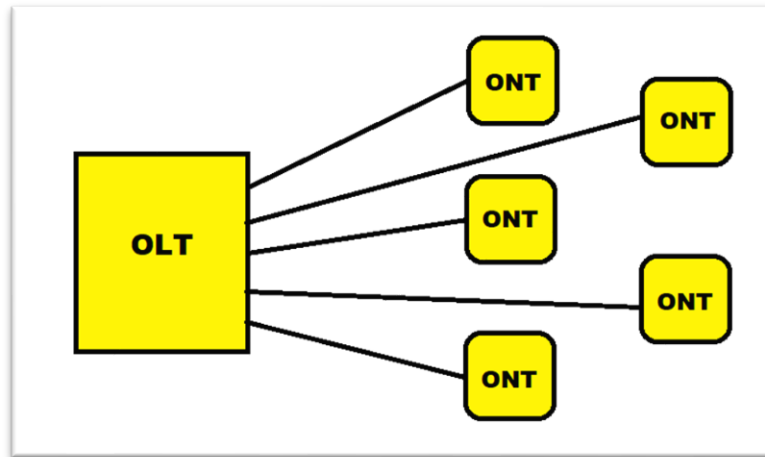
Nota. Obtenido de Rafael Gonzales (2018).

Configuración de las redes PON

- Punto a Punto (P2P): Se basa en un enlazamiento entre el terminal de línea óptica (OLT) y las terminales de red óptica (ONT) mediante algún medio de transmisión como cables de fibra óptica. Este sistema no es muy utilizado en las redes de FTTH por su costo elevado de implementación en las terminales de redes ópticas (ONT). Esta configuración de red PON es usualmente contratada por empresas que cuentan con sucursales y precisan tener un enlazamiento entre ellas teniendo el alcance del tráfico de voz o datos a una capacidad determinada.

Figura 7

Configuración Punto a Punto



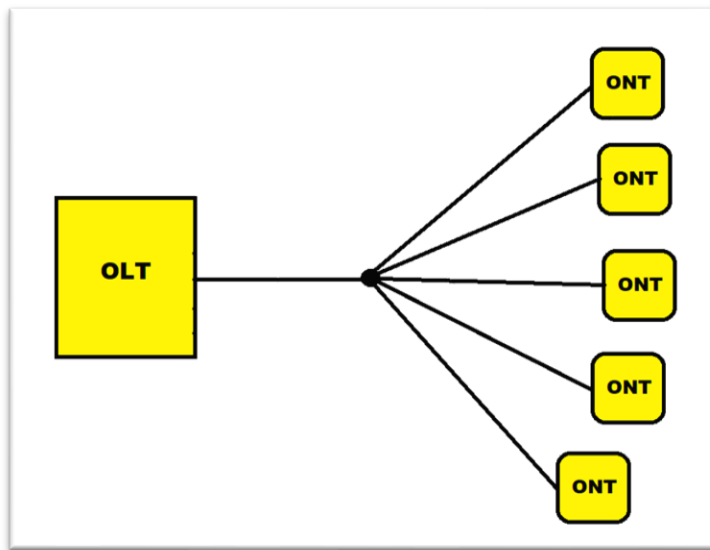
- Punto a Multipunto (P2MP): El objetivo principal en esta configuración de enlace es atenuar los costos de implementación a través del uso de elementos pasivos, de tal manera que el mismo cable de fibra óptica es compartido para los abonados finales. Adoptan diferentes topologías como: en bus, en árbol, en estrella o en anillo. La selección de la topología dependerá del estudio previo de la red tomando en cuenta la distancia, la forma geográfica y de las condiciones iniciales.

1. Topología Estrella o Árbol

Es la topología más usada para redes FTTH debido a su bajo coste y a su gran eficiencia. Su estructura consiste en la interconexión del nodo central con un divisor óptico mediante tan solo un tramo de fibra. Es flexible debido a la facilidad que tiene para modificar la red en varias subredes

Figura 8

Topología Estrella o Árbol

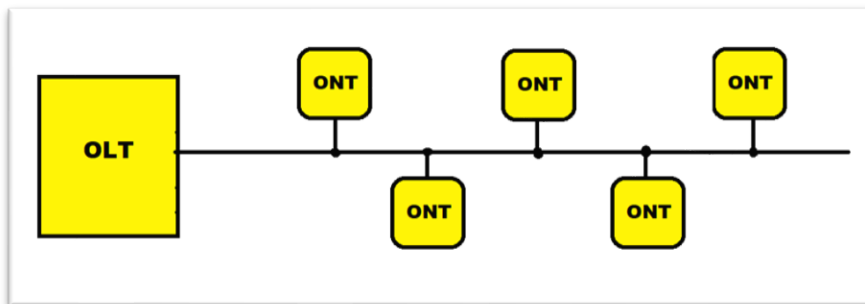


2. Topología en Bus

Esta topología está formada por el nodo central que está conectado a otros nodos mediante un enlace común, que comparten todos los nodos (ONTs) de la red.

Figura 9

Topología en Bus

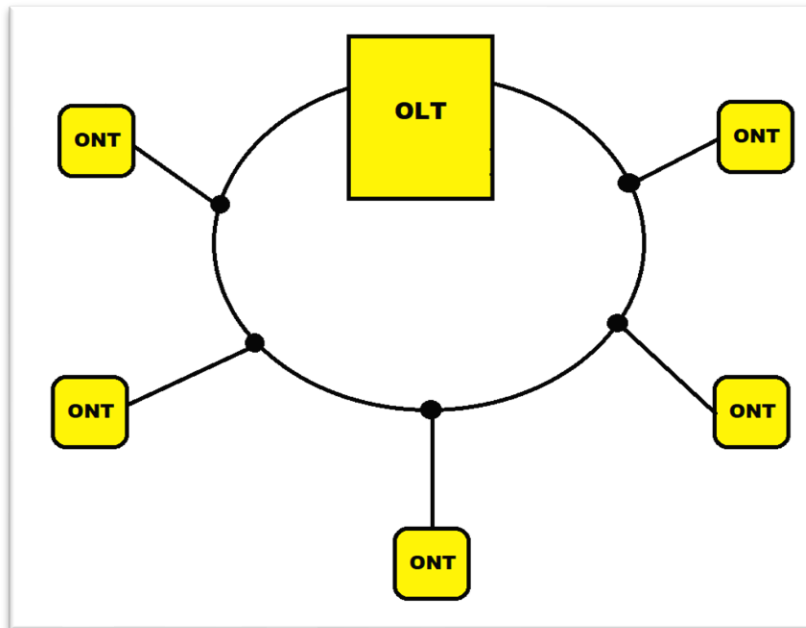


3. Topología en Anillo

Esta topología consiste en un enlace común para todos los nodos en forma del anillo, además, que son la base de muchas arquitecturas LAN y MAN.

Figura 10

Topología en Anillo



1.6.5. OLT (Terminal de línea óptica)

El OLT (en inglés, Optical Line Terminal) es el elemento distribuidor que está situado en la cabecera de red del proveedor. De él parte el cable principal de fibra hacia los usuarios y es él mismo el que se encarga de gestionar el tráfico hacia los nodos finales o provenientes. Este equipo puede realizar enrutamiento con el fin de brindar correctamente los servicios en demanda de los usuarios.

Funciones de un OLT:

1. Tomar el control de la red de distribución: control de las potencias emitidas y recibidas, corrección de errores e interleaving.
2. Coordinar la multiplexación de los canales de subida y de bajada.

Sin embargo, el OLT no es un hardware único, se subdivide en tres módulos o equipos diferentes, cada uno de ellos encargados de gestionar un tráfico determinado. Así pues, existen tres subtipos de OLT:

1) P-OLT, OLT proveedor.

Tiene la función de cargar con la data proveniente de una fuente externa, lleva la información de la red de voz y la red de datos que puede ser de una red telefónica conmutada y un proveedor de servicio de internet, para introducirlas a la red PON a través de distintos métodos de combinación de señales como por ejemplo la multiplexación TDM. Comúnmente se contempla en la ventana de longitud de onda de los 1490 nm, después se redirige esas tramas de la red PON hacia la red de telefonía o de datos (RTC o ISP) en el cual concierne en la ventana de 1310 nm.

2) V-OLT, OLT de video.

Tiene la función de inyectar la data de la red de vídeo de una fuente externa (VoD) hacia la red PON, para este caso se emplea la tercera ventana de transmisión cuya longitud de onda se sitúa en los 1550 nm. Después redirige la data de vídeo de la red PON hacia la red exterior de vídeo trabajando en la misma ventana en la longitud de onda de los 1550 nm.

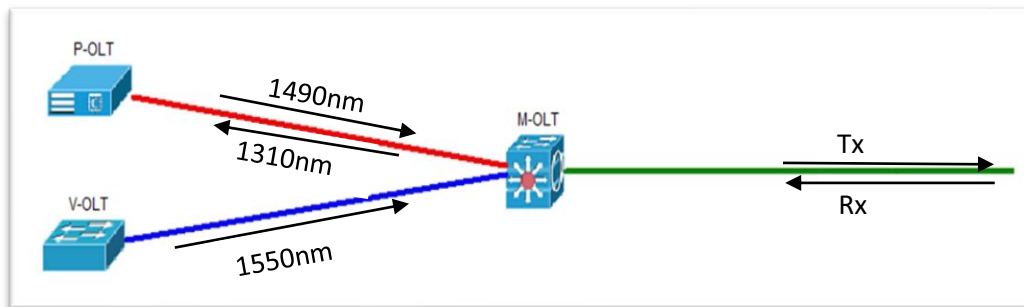
3) M-OLT, OLT multiplexador.

Tiene la función de combinar las señales mediante WDM o multiplexación de longitud de onda los servicios de voz, datos(P-OLT) y video(V-OLT). La figura a continuación describe la composición de la OLT y sus ventanas de longitud de onda.

[Chiquero, 2015].

Figura 11

Módulos OLT.



1.6.6. ONT (Terminal de red Óptico)

Un ONT es un dispositivo que proporciona un puente físico entre una conexión a Internet de fibra óptica y una red local. Convierte la señal eléctrica de una red Ethernet local en una señal óptica que viaja a través de líneas de fibra óptica, además proporciona una conexión constante a Internet de banda ancha de alta velocidad.

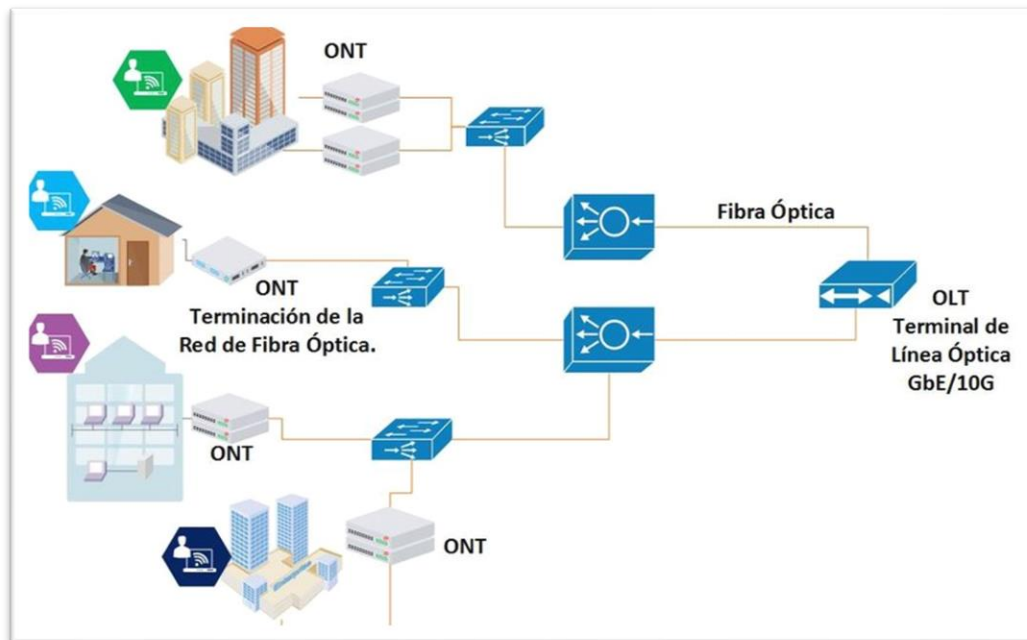
Pueden ser dos tipos de ONT:

1) H-OLT: Llamado también Home ONT o ONT del hogar, se instala directamente en el hogar o empresa y da servicios al usuario.

2) B-ONT: Llamado también Building ONT o ONT de edificio, es instalado en los RITI (recinto inferior) o RITU (es recinto único). En redes FTTB es muy usado este tipo de ONT.

Figura 12

Diagrama de Terminal de Red Óptica (ONT).



Nota. Obtenido de Telnet (2014).

- OAF, recolecta la señal del video en la ventana de los 1550nm y la otorga a un fotodiodo APD que realiza la variación en la frecuencia.
- ODF, obtiene la señal de voz en la ventana de los 1490 nm y la otorga un fotodiodo digital DPD (Chiquero, 2017).

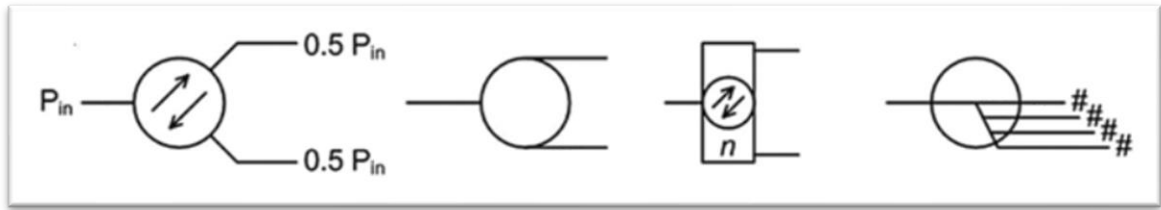
Además de filtrar la información recibida, la ONT puede transmitir información al OLT de cabecera con una longitud de onda de 1310 nanómetros.

1.6.7. Divisor óptico (splitter)

Se trata de un elemento pasivo situado a lo largo del tramo que se extiende entre el OLT y sus respectivos ONT a los cuales presta servicio. Se encarga de realizar la multiplexación y demultiplexación las señales recibidas. Por otra parte, son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, también son capaces de combinar potencia (Yaroslav Marchukov, 2011).

Figura 13

Simbología más usada de splitter.



Nota. Obtenido de Farmer et al. (2016).

Para calcular la pérdida en el splitter o divisor óptico usamos la siguiente fórmula:

- Para un splitter de dos vías:

$$L = -10\log 0.5 = 3\text{dB}$$

Contemplando la pérdida entre el splitter y la variación de puerto a puerto, llegamos a un total de 3.5 dB. Por lo tanto, para calcular la pérdida según el número de vías usamos la siguiente fórmula:

- Para un splitter de N (Número de vías del splitter) vías: [Farmer et al., 2016]

$$L = 3.5 \times (\log(N)) / \log 2$$

Hoy en día existe variedad en las clases de divisores, los más comunes varían según el número de salidas:

Para divisores con más de 32 salidas se emplea la tecnología planar.

Para divisores con menos de 32 salidas, se emplea la tecnología a base de acopladores bicónicos fusionados. [Yaroslav Marchukov, 2011].

1.6.8. Conectores Ópticos

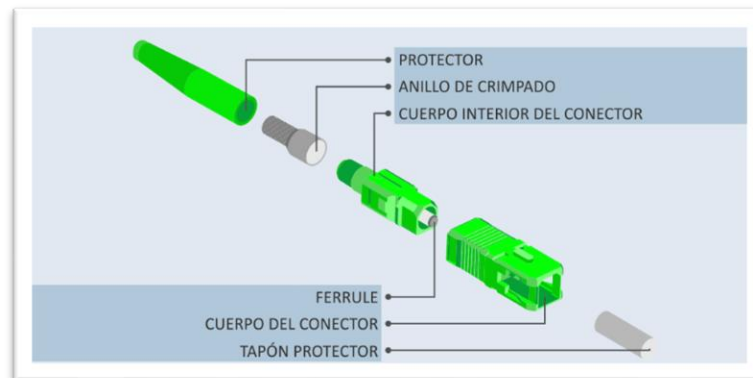
Estos se clasifican según su forma, tamaño y pulido del terminal óptico.

Comúnmente se denomina bajo abreviaturas según su forma y tamaño como por ejemplo LC (Little connector, pequeño en inglés), SC (Square connector, o conector cuadrado en inglés), ST (Straight Tip, o punta recta en inglés), y FC (Ferrule Connector, o conector de ferrule en inglés) (Ver figura 1.14). Así mismo se caracterizan por el pulido del terminal

óptico, éstos pueden ser de tres clases, APC (Angled Physical Contact, o Contacto físico en ángulo en inglés), UPC (Ultra Physical Contact, o ultra contacto físico en inglés) y PC (Physical Contact, o contacto físico en inglés). [Promax, 2019].

Figura 14

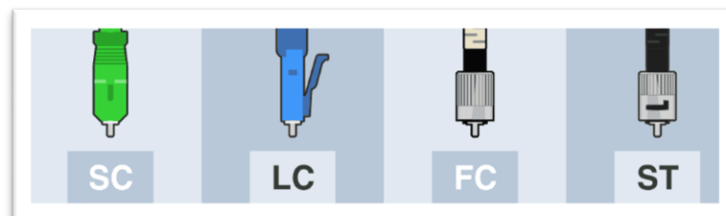
Composición del conector tipo SC.



Nota. Obtenido de Promax (2019).

Figura 15

Conectores ópticos.



Nota. Obtenido de Promax (2019).

1.6.9. Redes GPON (Gigabit PON)

Esta tecnología es parte de la red PON, el estándar en esta red es aplicado eficazmente para la emisión del servicio de voz y el servicio de datos hoy en día.

Y. Marchukov lo describe de la siguiente manera “Fue creado con el principal objetivo de poder ofrecer un ancho de banda mucho más alto que sus predecesores, y por tanto lograr una mayor eficiencia para el transporte de servicios de hoy en día.” [Yaroslav Marchukov, 2011]

La velocidad de envío de información puede variar entre 155Mbps hasta los 2.4Gbps:

- Downstream: 1244 ó 2488Mbps
- Upstream: 155, 622, 1244 ó 2488Mbps

Los estándares a seguir para el armado de la red FTTH fueron obtenidos de la dirección web de la ITU (www.itu.int) son los siguientes:

- G.984.3: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión” (Año 2004).
- G.984.7: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Largo alcance” (Julio 2010).
- G.984.1: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales” (marzo 2008).
- G-984.6: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Extensión del alcance” (Año 2008).
- G.984.2: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos” (Año 2003).
- G.984.4: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica” (Año 2004).
- G.984.5: “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Banda de ampliación” (Año 2007).

Siguiendo la misma línea, esta tecnología ha ido mejorando conforme pasa el tiempo, existen las redes XG-PON capaces de otorgar enormes velocidades de transmisión (Yaroslav Marchukov, 2011).

Las características de la tecnología:

- Red XG-PON1: Upstream: 10G, Downstream: 10G

- Red XG-PON2: Upstream: 2.4G, Downstream: 10G

Los estándares a seguir para este tipo de redes son los G.987, G.987.1, G.987.2, G.987.3, estos estándares son descritos en “Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH” (Yaroslav Marchukov, 2011).

Capítulo II: Métodos y Materiales

2.1. Definición y operacionalización de variables.

Tabla 1

Definición y operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
RED FTTH				Ancho de banda.
	Red de comunicación que	Brindará conexión de	Amplificador óptico.	Relación señal a portadora.
	tiene por medio físico de	servicios de	Reflectómetro óptico	Servicios de telecomunicaciones.
	transmisión de datos a la fibra	telecomunicaciones con	de dominio en el	Velocidades de carga y descarga
	óptica, ésta se extiende desde	velocidades simétricas/	tiempo (OTDR)	Topologías de red.
	una central (proveedor de	asimétricas para el hogar	Software de	Estándares y normativas ITU serie
	servicios) hasta el hogar	en el centro poblado de	simulación.	G.
	(acometida final).	Cayaltí.		Calidad de servicio y
				disponibilidad.

Tabla 2

Definición y operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Infraestructura de operadores locales de telecomunicaciones.	Estado actual de la red de las operadoras locales de servicios de telecomunicaciones en el centro poblado de Cayaltí.	Mejorará los servicios de telecomunicaciones tomando como base la infraestructura de red actual de las operadoras asentadas en el centro poblado de Cayaltí.	Cableado de red actual. Amplificadores. Estación central y estaciones base.	Alcance de cobertura de red. Inversiones en bienes de capital (CAPEX). Costo operacional (OPEX). Calidad de señal.

2.1.1. Variable de interés.

Red FTTH, la cual permitirá mejorar la calidad de señal, la infraestructura actual de los operadores de telecomunicaciones locales, reduciendo los costos de operación y mantenimiento.

2.2. Estudio Socioeconómico.

OSIPTEL es el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones en Perú. Es una entidad pública encargada de regular y supervisar los servicios de telecomunicaciones en el país, garantizando la calidad y eficiencia en la prestación de los mismos, así como también velar por los derechos de los usuarios.

En los últimos años, el sector de las telecomunicaciones en Perú ha experimentado una importante evolución, con el desarrollo de nuevas tecnologías y la mejora en la calidad y acceso de los servicios.

Según el último informe del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021) el acceso a internet llegó al 62% de la población peruana. Las redes móviles de alta velocidad 4G se han expandido rápidamente y se espera que en los próximos años se desarrolle la tecnología 5G.

También la televisión digital terrestre se ha expandido en Perú en los últimos años, permitiendo una mayor calidad de imagen y sonido, y una mayor cantidad de canales disponibles para los usuarios.

2.2.1 Población y Muestra.

La población de este estudio se ha considerado a los abonados de la cablera L&S Cable, los cuales conforman un total aproximado de 380 usuarios.

Para calcular la cantidad de hogares a la cual se brindará el servicio de banda ancha, se emplea la siguiente formula:

N = Tamaño de la población; 7566

Z = Nivel de confianza; 92% = 1.98.

d = Precisión; 0.8.

P = Proporción de la población con la característica deseada (éxito); 50% = 0.5.

Q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso); 1-P = 0.5.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N-1) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

$$n = \frac{7566 \times 1.98^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.08^2 \times (7565) + (1.98^2 \times 0.5 \times 0.5)}$$

$$n = 150$$

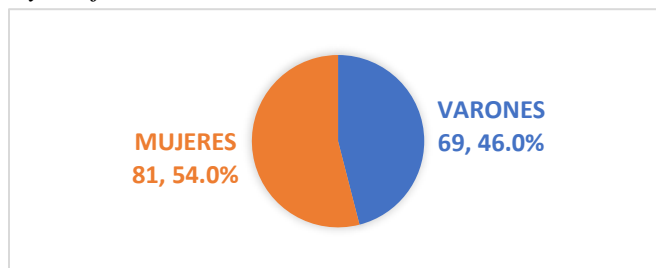
Es importante mencionar que actualmente, las empresas operadoras que tienen mayor acogida en número de usuarios no cuentan con una buena calidad de señal en sus servicios, tienen muchos problemas en cobertura y altos gastos en operación y mantenimiento. Para futuro se quiere un tendido de red al 100% de fibra óptica con el fin de brindar servicios de banda ancha a mayor velocidad, mejor calidad y cumpliendo los estándares de telecomunicaciones.

Utilizamos una encuesta como método para elaborar y recolectar los datos necesarios. Para llevar a cabo la encuesta, se decidió entrevistar a los 150 hogares seleccionados mediante la muestra obtenida.

2.2.2 Resultados.

Figura 16

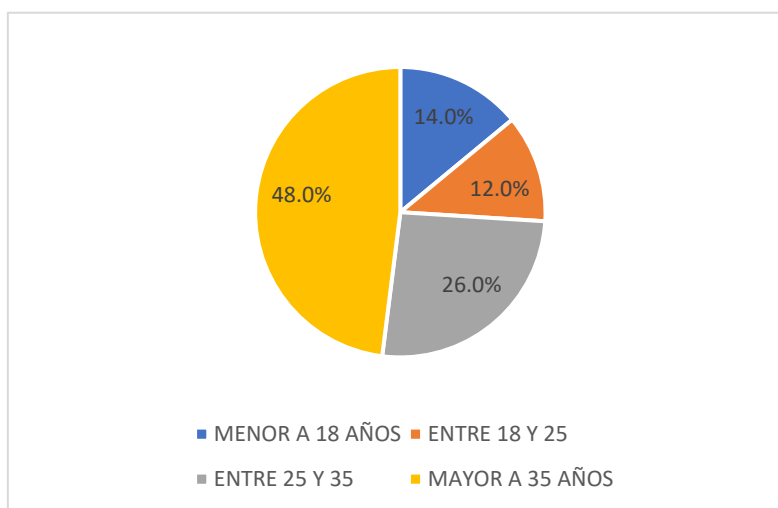
Cantidad de Varones y Mujeres encuestados.



Nota. Se encuestó a un total de 150 personas, 69 varones que representan el 46% y 81 mujeres que representan el 54%.

Figura 17

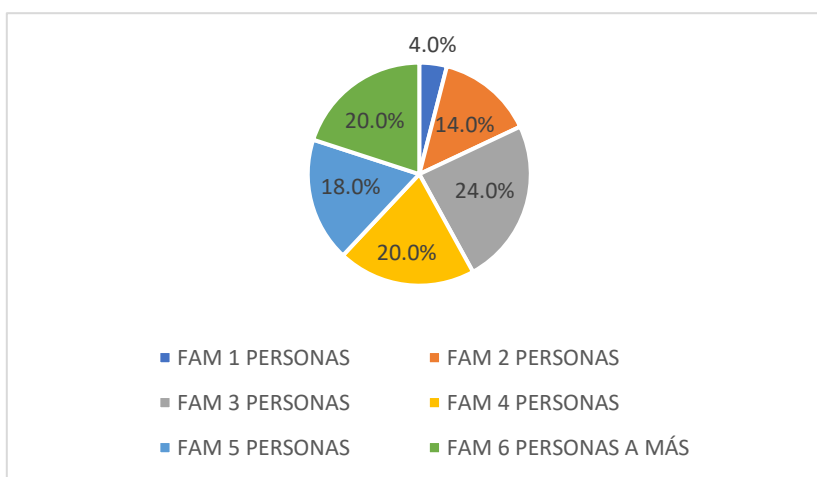
Rango de edades.



Nota. El 48% de la población encuestada son mayores de 35 años, el 26% tienen entre 25 y 35 años, el 14% son menores de 18 años y el 12% tienen entre 18 y 25 años.

Figura 18

Cantidad de personas en el hogar.

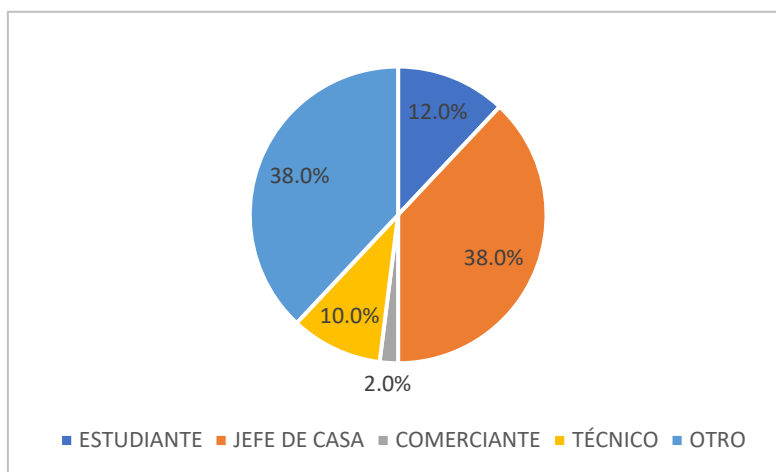


Nota. El 20% de la población encuestada respondió que el número de personas en su hogar son de 6 o más, el 18% de la población dijo que su familia está compuesta por 5 personas, otro 20% dijo que su familia está compuesta por 4 personas, el 24% dijo que su familia está

compuesta por 3 personas, el 14% respondió que son 2 personas en su hogar, mientras que un 4% respondió que vivían solos.

Figura 19

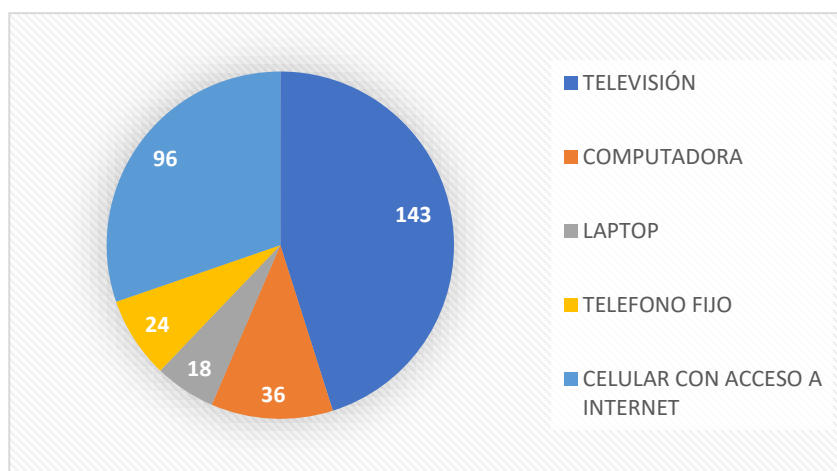
Ocupación.



Nota. El 38% de la población encuestada son jefe o jefa de hogar, un 12% son estudiantes, el 10% son técnicos de ocupación, el 2 % son comerciantes mientras que un 38% tienen otra ocupación.

Figura 20

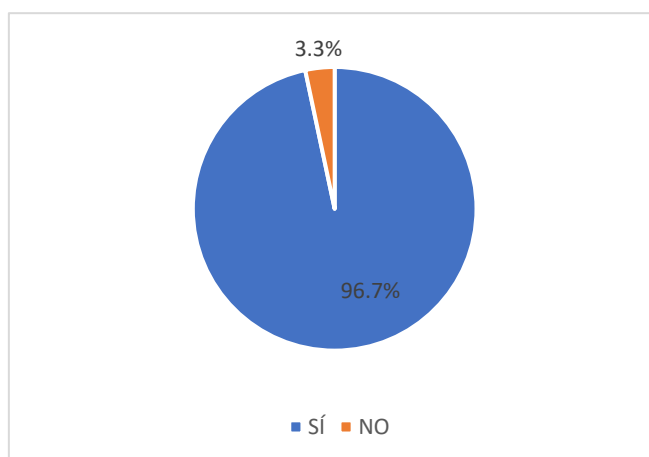
Equipos en el hogar.



Nota. El 95,3% de los encuestados (143 personas) respondieron que tienen televisión en el hogar, el 64% de los encuestados (96 personas) aseguró tener un teléfono celular con acceso a internet, el 24% de los encuestados (36 personas) respondieron que tenían una computadora, el 16% de los encuestados (24 personas) respondieron que contaban con teléfono fijo mientras que solo el 12% (18 personas) respondieron que tenían laptop.

Figura 21

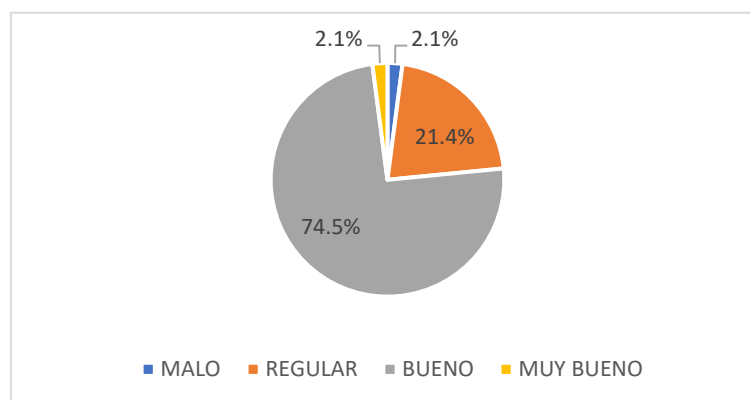
TV por cable.



Nota. Un rotundo 96,7% de la población encuestada asegura que cuenta con televisión por cable (145 personas), y un 3,3% (5 personas) respondió que no contaba ese servicio.

Figura 22

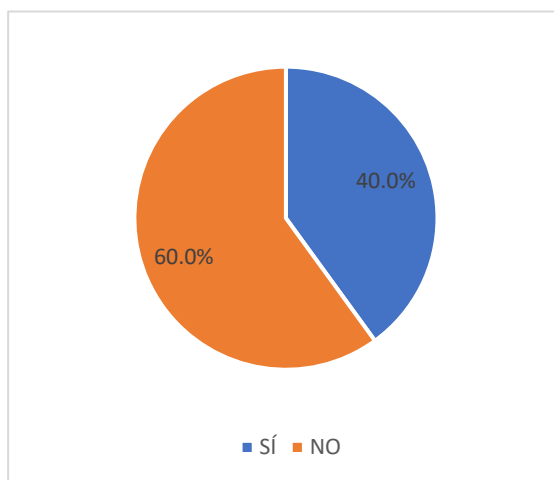
Calificación del servicio de televisión por cable.



Nota. El 74,5% de la población que cuenta con el servicio de cable respondió que el servicio le parecía bueno, el 21,4% dijo que era regular, el 2,1% respondió que era un servicio malo, y otro 2,4% aseguró que el servicio era muy bueno. Con esto podemos concluir que un 23,5% de la población no le parece bueno el servicio de televisión por cable.

Figura 23

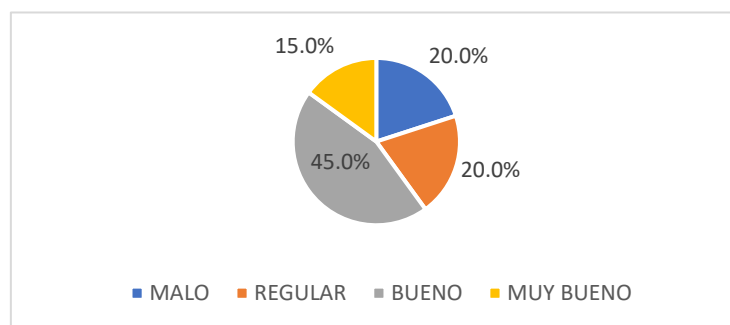
¿Cuenta con servicio de internet?



Nota. El 60% de la población encuestada respondió que sí contaba con ese servicio en su hogar, mientras que un 40% de la población encuestada no contaba con este servicio. Podemos concluir que un poco menos de la mitad de los encuestados no cuenta con el servicio de internet en sus hogares.

Figura 24

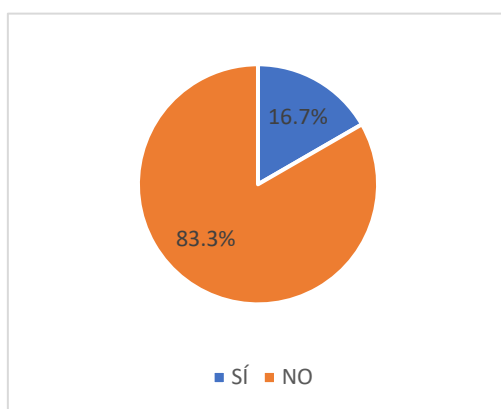
Calificación del servicio de internet.



Nota. El 45% de la población que cuenta con el servicio de internet respondió que el servicio era bueno, el 20% respondió que el servicio era regular, otro 20% opinó que el servicio era malo, y un 15% de la población aseguró que el servicio era muy bueno. Podemos concluir que un 40% de la población no está contenta con el servicio de internet pues lo considera regular y malo.

Figura 25

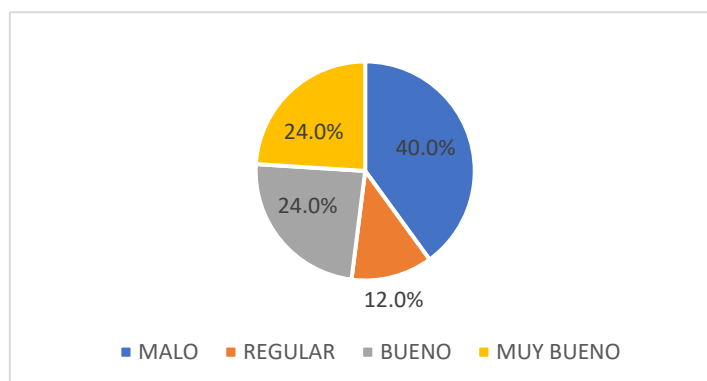
¿Cuenta con el servicio de telefonía fija?



Nota. El 83,3% de la población encuestada respondió que no cuenta con el servicio de telefonía fija en sus hogares, contra un 16,7% de la población encuestada que respondió sí tener este servicio. Podemos concluir que este servicio está en desuso por la población de Cayaltí.

Figura 26

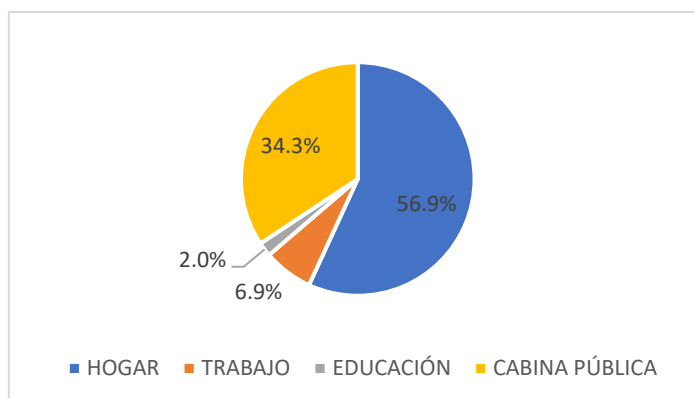
¿Cómo califica el servicio de telefonía fija?



Nota. El 24% de la población que cuenta con el servicio de telefonía fija respondió que este servicio es muy bueno, otro 24% opinó que el servicio es bueno, un 12% opinó que el servicio era regular y un 40% afirmó que el servicio era malo. Podemos afirmar que este servicio no es del total agrado de la población del centro poblado de Cayaltí.

Figura 27

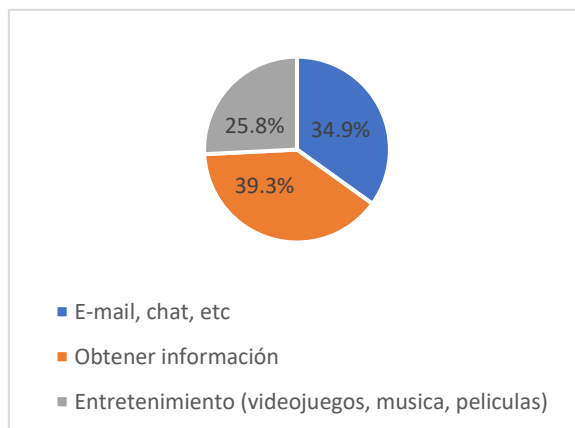
Lugar con acceso a internet.



Nota. El 56,9% de las veces se tiene acceso a internet desde el hogar, el 34,3% se tiene acceso desde cabina pública, el 6,9% se tiene acceso en el trabajo y un 2% se tiene acceso en un sector educativo. Se puede concluir que el sector educación casi no cuenta con el servicio de internet con un fin educativo, por el contrario, la mayoría de hogares cuenta con este servicio.

Figura 28

Actividad con el internet.



Nota. El 39,3% de las veces, la población encuestada respondió que utiliza el internet con el fin de obtener información; el 34,9% de las veces se utiliza el internet para las comunicaciones con el chat, enviar email, etc.; un 25,8% de las veces se utiliza el internet para actividades de entretenimiento como videojuegos, música o películas. Podemos concluir que la mayoría de veces se usa el internet para actividades de poca demanda de ancho de banda, mientras que el 25,8%, es decir, la cuarta parte de las veces se usa el internet para actividades con mayor demanda de ancho de banda.

Figura 29

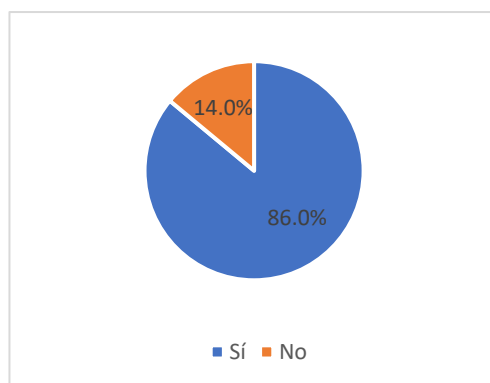
Frecuencia de acceso a internet.



Nota. Según las respuestas de los encuestados, el 42% accede a internet todos los días, el 32,8% accede varios días de las veces, el 15,1% accede una vez a la semana, mientras que el 10,01% no accede a internet. Se puede concluir que el uso del internet está presente en la mayoría de los casos, con una frecuencia alta en la demanda.

Figura 30

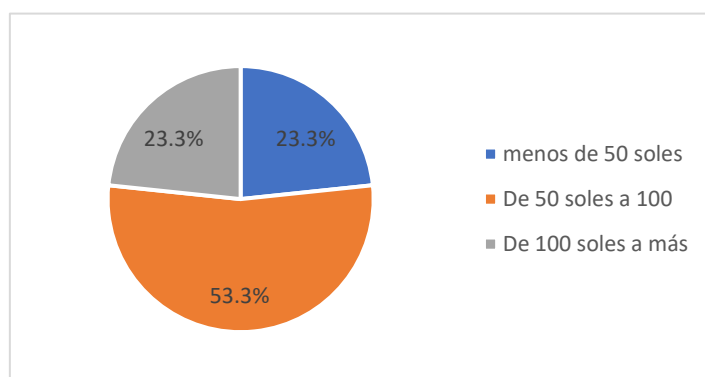
¿Está satisfecho con los servicios en general?



Nota. El 86% de la población encuestada respondió que sí está satisfecho con los servicios que las empresas brindan, mientras un 14% no está satisfecho con estos servicios. Podemos concluir que en general hay una aceptación a estos servicios.

Figura 31

¿Cuánto está dispuesto a pagar por un servicio de 3 play?



Nota. El 23,3% de la población encuestada respondió que estaría dispuesto a pagar menos de 50 soles para velocidades de transmisión de 30Mbps – 50Mbps, un 53,3% respondió que

estaría dispuesto a pagar de 50 a 100 soles para velocidades de transmisión de 50Mbps – 80Mbps, mientras que un 23,3% aseguró que puede pagar más de 100 soles para una velocidad de transmisión mayor a 80Mbps. Podemos concluir que la población encuestada estaría dispuesta a pagar un poco más por unos mejores servicios.

Capítulo III: Diseño de Ingeniería

Para el diseño de la red FTTH en el distrito de Cayaltí se considerarán los resultados obtenidos de la encuesta ya que nos permite identificar la velocidad de carga y descarga de los usuarios en función de su capacidad económica. Utilizando el plano geográfico del centro poblado de Cayaltí y postes propios para la implementación y distribución de nuestra red.

Tenemos que tener en cuenta que la instalación se llevara a cabo siguiendo según la resolución OSINERGMIN (2013) N° 044-2013-OS/CD, la cual establece que cualquier instalación eléctrica debe estar a una distancia mínima de 5,5m con respecto al terreno y a una distancia mínima de 2.3 metros por debajo del cable de media tensión. Así mismo se establecieron patrones de diseño conforme a las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) nombrados en el punto 1.6.9. del presente trabajo de investigación.

Tabla 3

Redes PON

	GPON	XG - PON	NO – PON2
			1524 – 1544
Upstream (nm)	1260 - 1360	1260 – 1280	1525 – 1540
			1532 – 1540
Downstream (nm)	1480 – 1500	1575 – 1580	1596 – 1603
Video (nm)	1530 – 1565	1530 – 1565	-
Subida (Gbps)	1,2	2,5/10	40
Bajada (Gbps)	2,5	10	40

Nota. Principales estándares de transmisión en fibra óptica.

3.1. Diseño de la arquitectura de Red FTTH para el centro poblado de Cayaltí

Nuestro diseño se ha elaborado empleando el software TOMODAT, el cual es un programa especializado para diseños de redes GPON que calcula la pérdida estimada de la señal tomando en cuenta el estándar G984.2 de la ITU. El costo de la membresía es de 25 dólares americanos mensuales.

El diseño se realizó en base a la infraestructura existente de la empresa L&S Cable S.A.C., cuyas redes son mayormente híbridas HFC, para eso solicitamos información importante como punto de partida de la fibra (cabecera central) y la ruta existente.

Figura 32

Mapa del recorrido de la red HFC existente en el centro poblado de Cayaltí



Nota. Archivos de la empresa L&S Cable S.A.C.

Recorrido de la fibra óptica para la red FTTH.



El recorrido de la fibra óptica para el armado de la red FTTH se realizó en base a la infraestructura existente y a la demanda colectiva de los servicios en la zona, como se observa en la figura 33, se optó por el tendido de fibra de diferentes hilos para una adecuada segmentación de los divisores ópticos, la descripción de los íconos son los siguientes:

Tabla 4

Elementos del recorrido de fibra óptica

Elementos	Simbología
Fibra de 06 hilos	
Fibra de 12 hilos	
Fibra de 24 hilos	
Fibra de 36 hilos	
Reserva de fibra óptica(30metros)	
Caja de empalme	
Cabecera principal	

Implementación de divisores ópticos a la red FTTH.

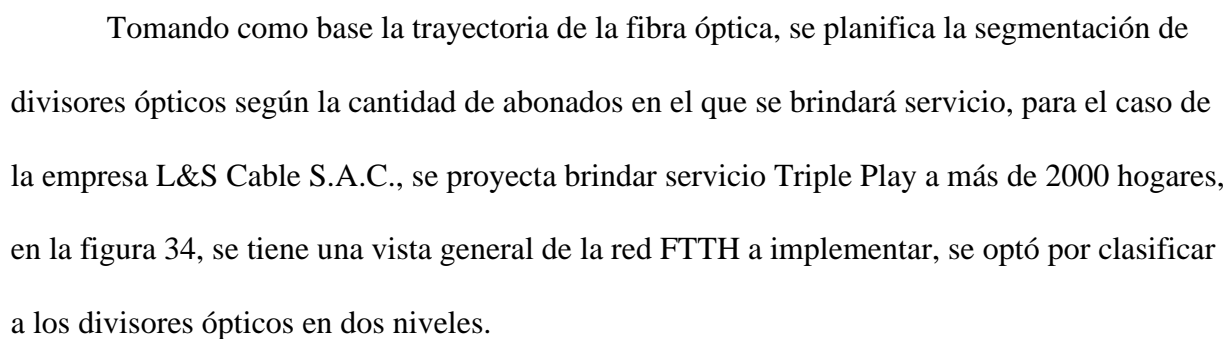




Tabla 5*Clasificación de divisores ópticos*

Divisor Óptico	Descripción	Simbología
Divisor óptico de Nivel I	Son equipos que se conectan directamente a cada hilo de las salidas de la OLT ubicada en la cabecera. Las salidas de estos equipos se conectarán con otros divisores ópticos aguas abajo.	
Divisor óptico de Nivel II	Estos equipos brindan señal a los nodos finales de cada hogar, su conexión de entrada es la salida de un divisor óptico de Nivel I, y su conexión de salida enlaza al enrutador ONT de cada hogar con la red FTTH.	

Como regla general sabemos que una red de fibra óptica debe mantener buenas prácticas en su ejecución, el diseño de esta red está basado en el mejoramiento de los servicios, por lo tanto, es importante cumplir con recomendaciones dictadas en estándares GPON de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).

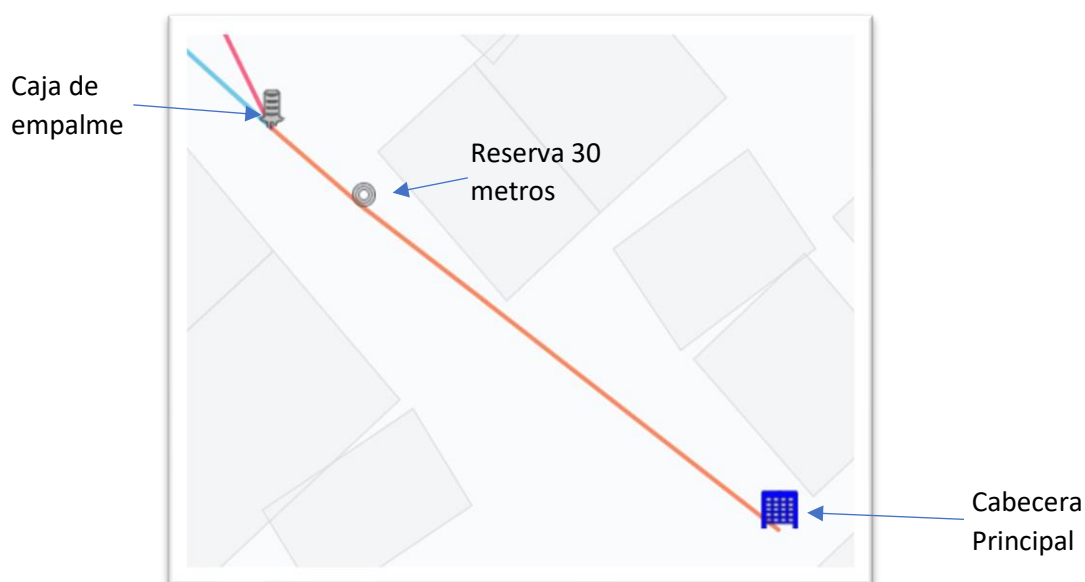
A. Zona de distribución:

La red FTTH propuesta empieza desde una cabecera central ubicada en la calle Jorge Chávez del centro Poblado de Cayaltí, ese punto será el inicio del nuevo diseño pues se centran los servicios que la empresa desea brindar. En la figura 35, observamos la unión de la

cabecera principal a la primera caja de empalme, encargada de repartir los hilos de fibra a las diferentes zonas del centro poblado.

Figura 35

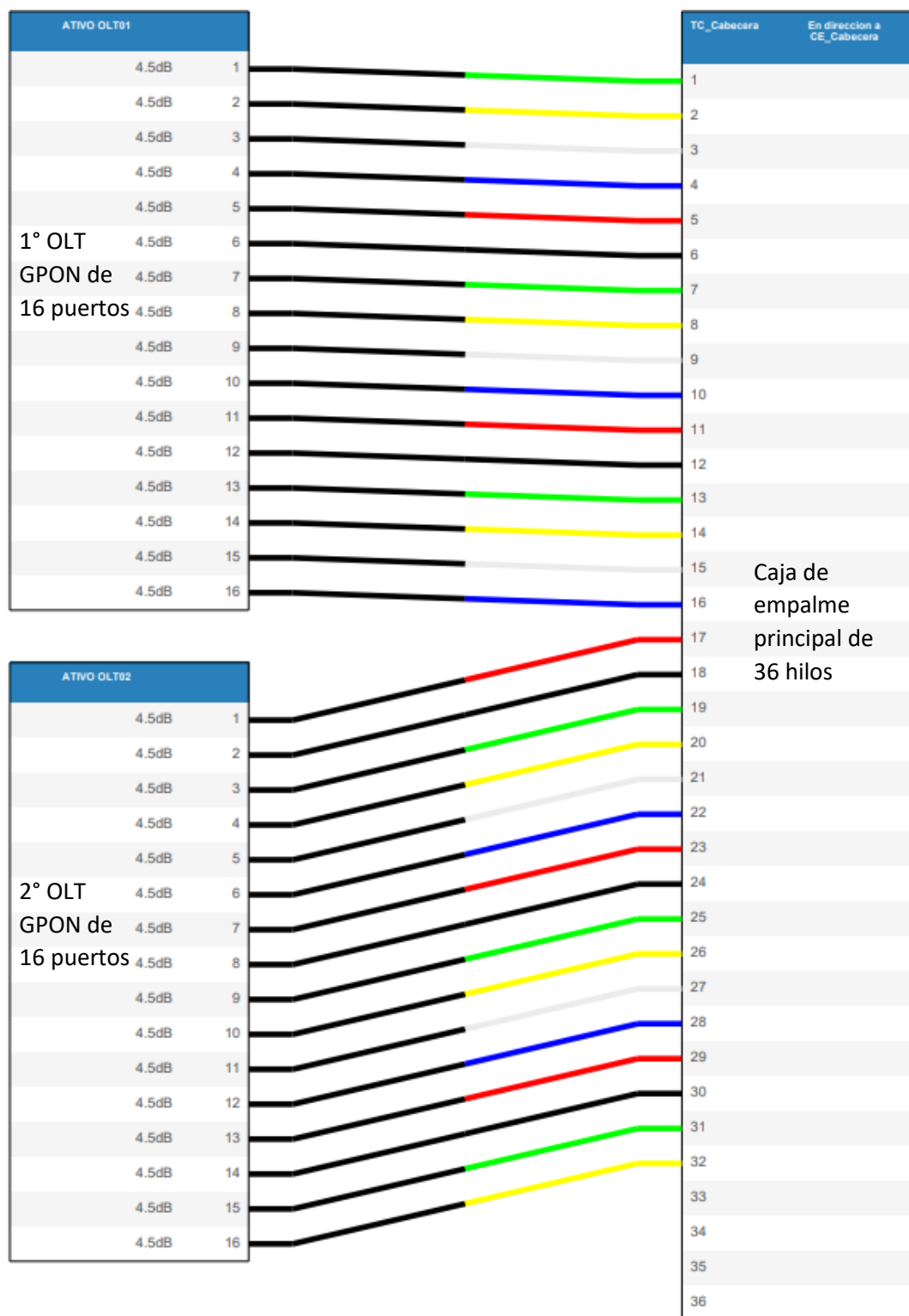
Unión de cabecera principal con la primera caja de empalme.



En la cabecera principal se ubican dos tarjetas OLT de 16 puertos cada una, teniendo como referencia a la marca ZTE con su modelo GTGH que otorga una salida mínima de +4.5dBm y máxima de +8dBm en la clase C de la ODN. En la figura 36, observamos las conexiones de los puertos de ambos OLT tomando como referencia a la mínima salida(+4.5dBm) disponible, recordemos que cada puerto será capaz de otorgar velocidades de 2.48Gbps de bajada y 1.24Gbps de subida que serán distribuidos por la cantidad de abonados a brindar servicio.

Figura 36

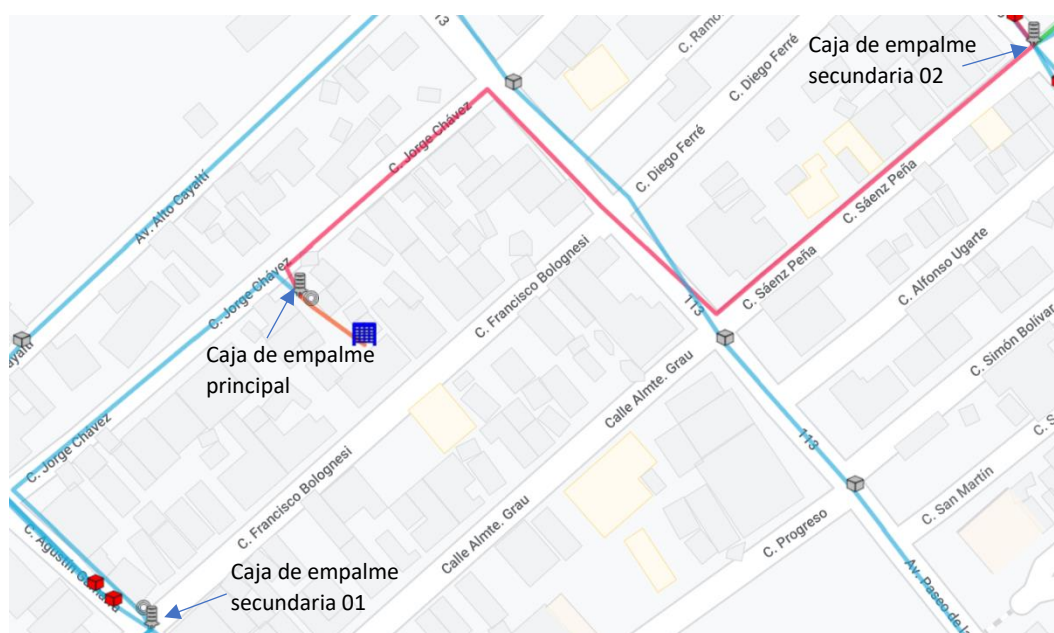
Unión de la cabecera principal con la primera caja de empalme.



De esta forma obtendremos 32 zonas disponibles que se repartirán a los divisores ópticos 1x8 del Nivel I. Con el fin de obtener un resultado más enfocado a la realidad, se tomará como salida para cada puerto una ganancia de 4.5dBm, que es la mínima otorgada por el modelo GTGH de la marca ZTE, la cual estamos usando como referencia.

Figura 37

Conexión de la caja de empalme principal con las cajas de empalme secundarias 01 y 02.



Debido a la falta de simetría de la cabecera con el punto central del centro poblado de Cayaltí, se optó por dividir los 32 hilos de la caja de empalme principal en tres cajas de empalmes secundarias, éstas a su vez llevarán las señales a los divisores ópticos de Nivel I. La primera y segunda caja de empalme secundaria distribuyen 12 y 20 hilos respectivamente, en el cual la segunda caja de empalme secundaria alimentará con 10 hilos a la tercera caja de empalme secundaria (Ver figura 38 y 40), debido a que ésta se encuentra en la misma dirección y un poco más alejada de la cabecera en comparación a la segunda caja de empalme.

Tomando un escenario más realista, no podemos asumir que todos los hilos disponibles serán utilizados en el futuro, cabe la posibilidad que alguno de esos hilos falle por alguna eventualidad, por esa razón se optó por dejar libres algunos de ellos como reserva a su vez que también puedan ser utilizados para ampliar el servicio a más zonas proyectadas de la empresa. Siguiendo la línea de lo antes dicho, las reservas en las cajas secundarias se dan de la siguiente manera:

- Caja de empalme secundaria 01: 06 hilos de reserva, 04 de ellos serán potencialmente utilizados debido a las proyecciones de ampliación de la empresa en esa dirección.
- Caja de empalme secundaria 02: 02 hilos de reserva.
- Caja de empalme secundaria 03: 02 hilos de reserva.

Figura 38

Conexión de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.

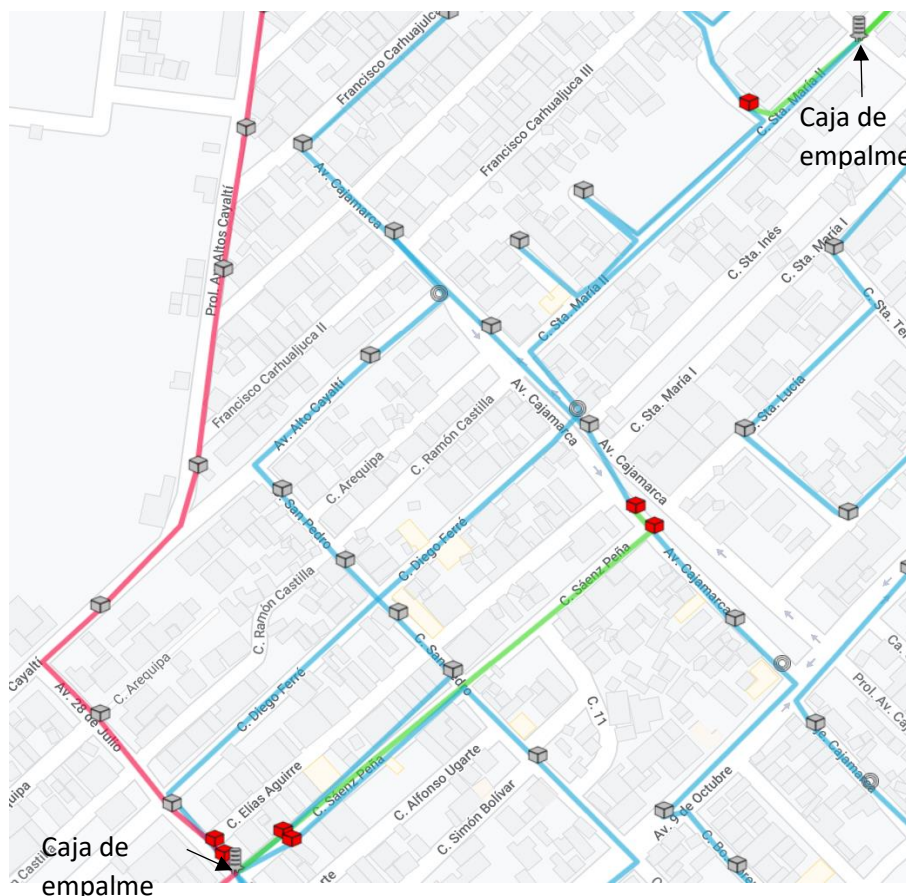


Figura 39

Conexión de la caja de empalme principal con las cajas de empalme secundario 01 y 02.

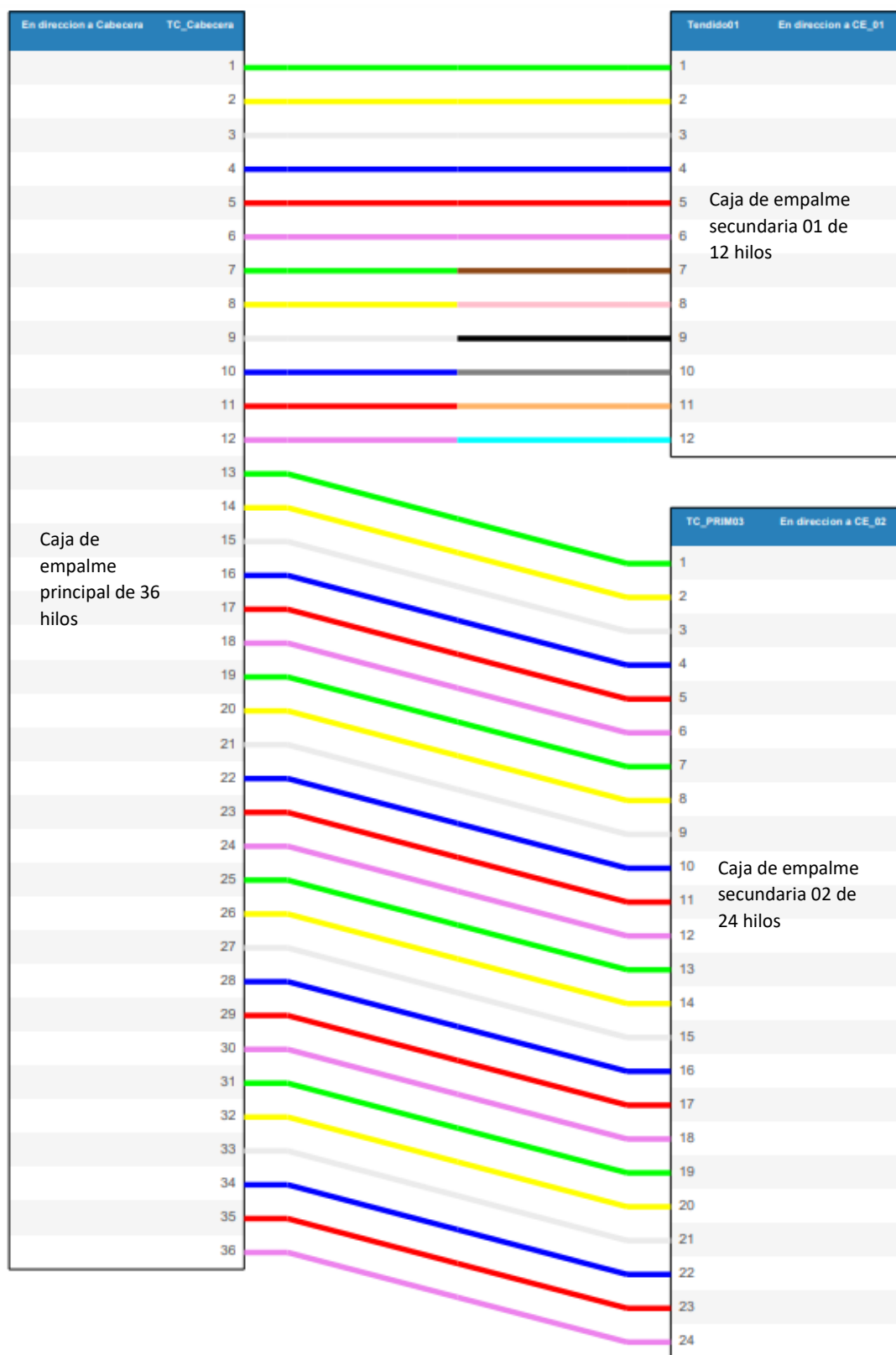
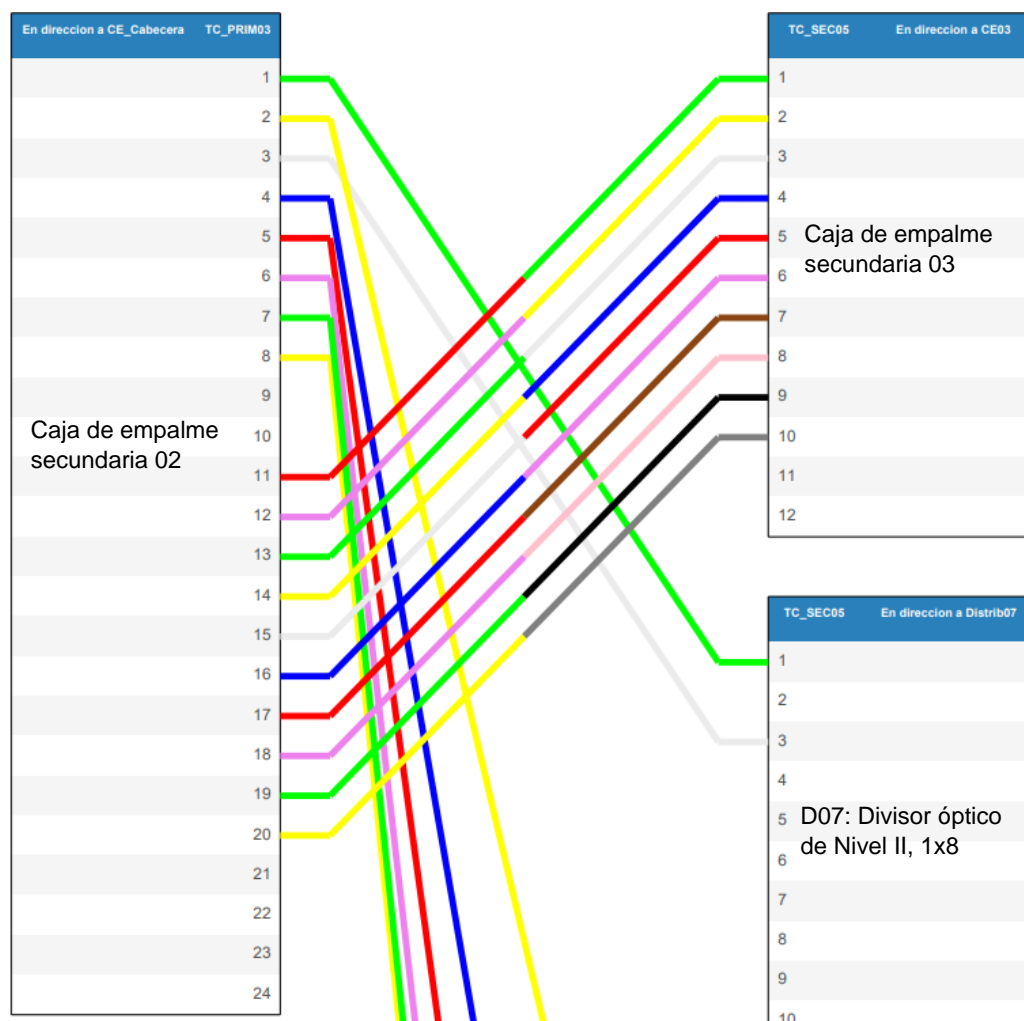


Figura 40

Conexión de hilos de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.



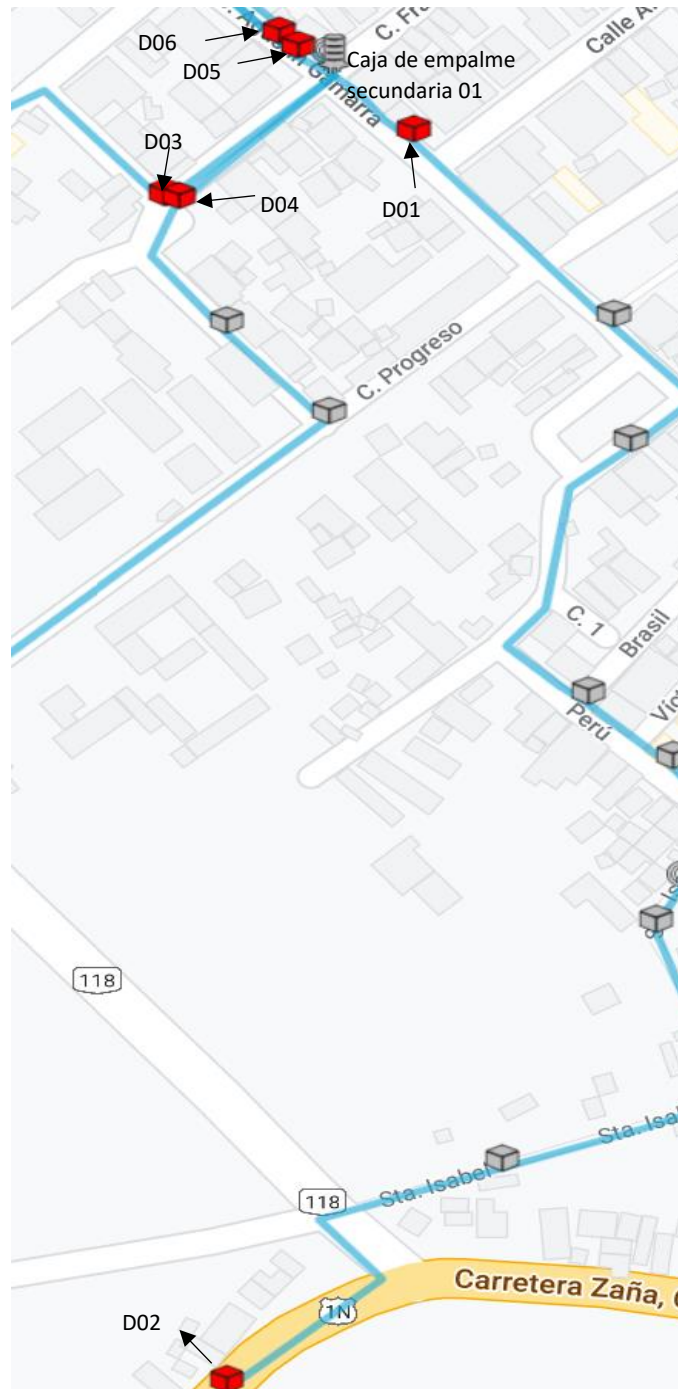
De esta forma obtenemos 22 hilos que se distribuirán parejamente en 22 divisores ópticos de 1x8 de Nivel I, y éstos a su vez se distribuirán en divisores ópticos de 1x16 de Nivel II, obteniendo como resultado 2816 abonados, elevando la proyección de los 04 hilos anteriormente mencionados nos da como meta final 3328 abonados como máximo, esta cantidad supera ampliamente lo esperado por la empresa L&S Cable S.A.C., cuya proyección para los años siguientes será de 2500 abonados según la gerente general de dicha empresa.

B. Zona de acceso:

Teniendo el alcance de las cajas de empalme secundarias, nos enfocaremos en la distribución hacia los divisores ópticos de Nivel I 1x8.

Figura 41

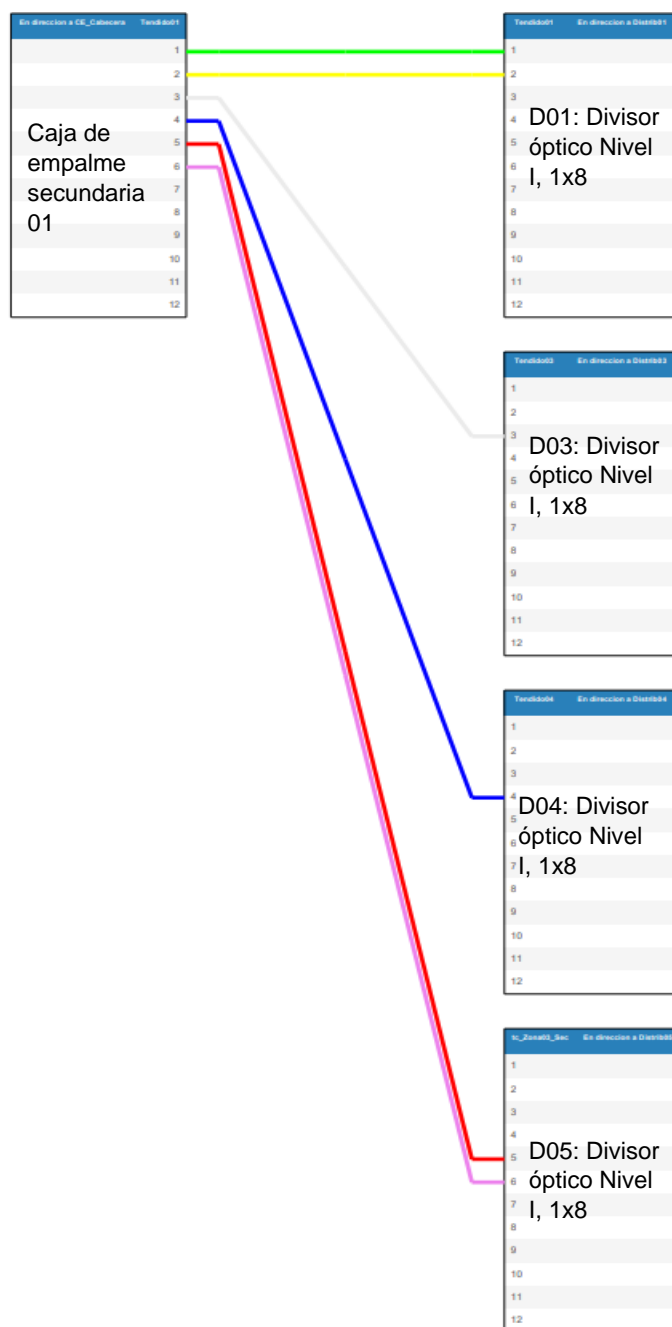
Conexión de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.



La caja de empalme secundaria 01 cuenta con 04 conexiones directas (D01, D03, D04, D05) y 02 conexiones indirectas (D02, D06) aguas abajo (Figuras 41, 42, 43 y 44).

Figura 42

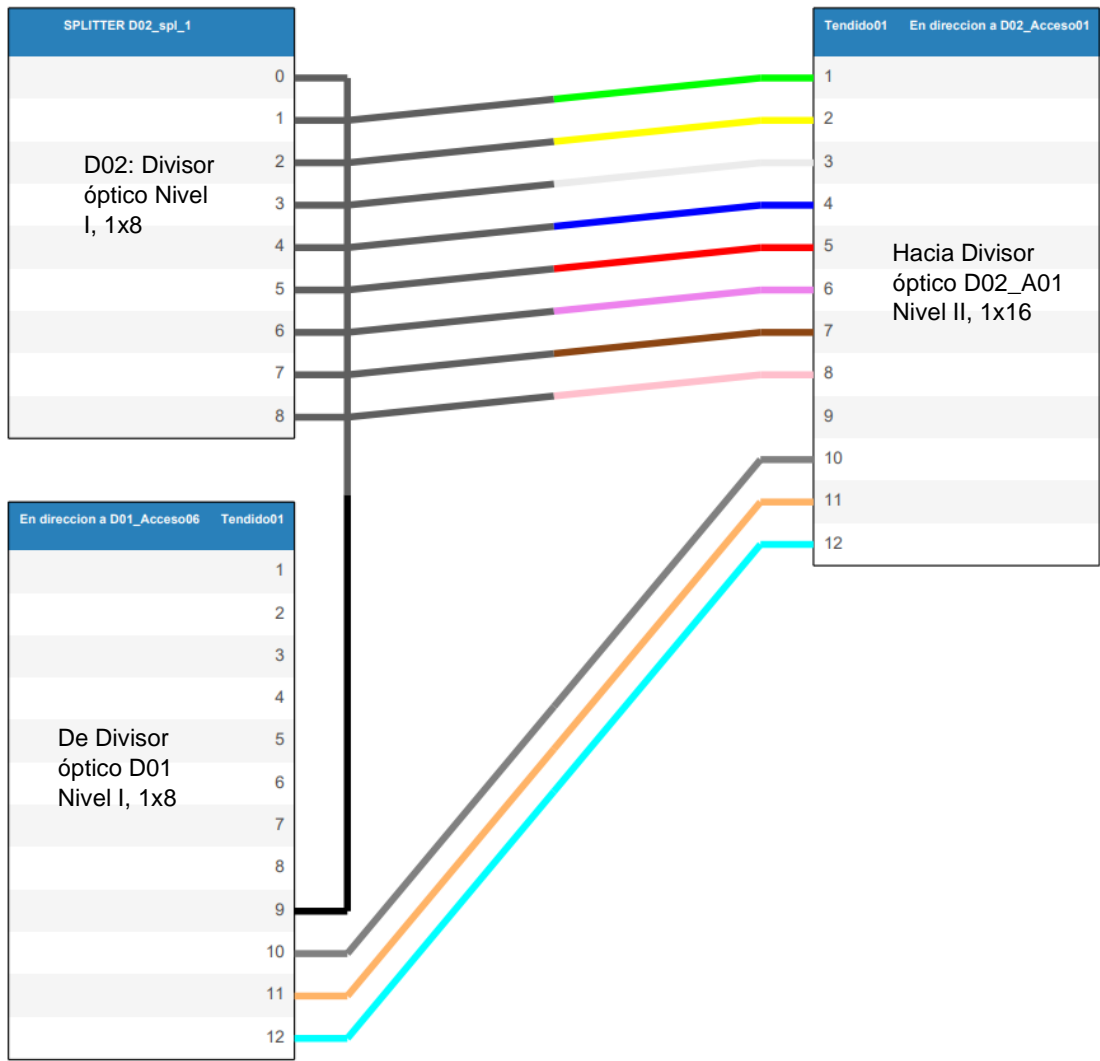
Conexión directa de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.



El conexionado indirecto del divisor óptico D02, se realiza mediante el tendido que se dirige a D01 en el hilo 09 (Figura 43).

Figura 43

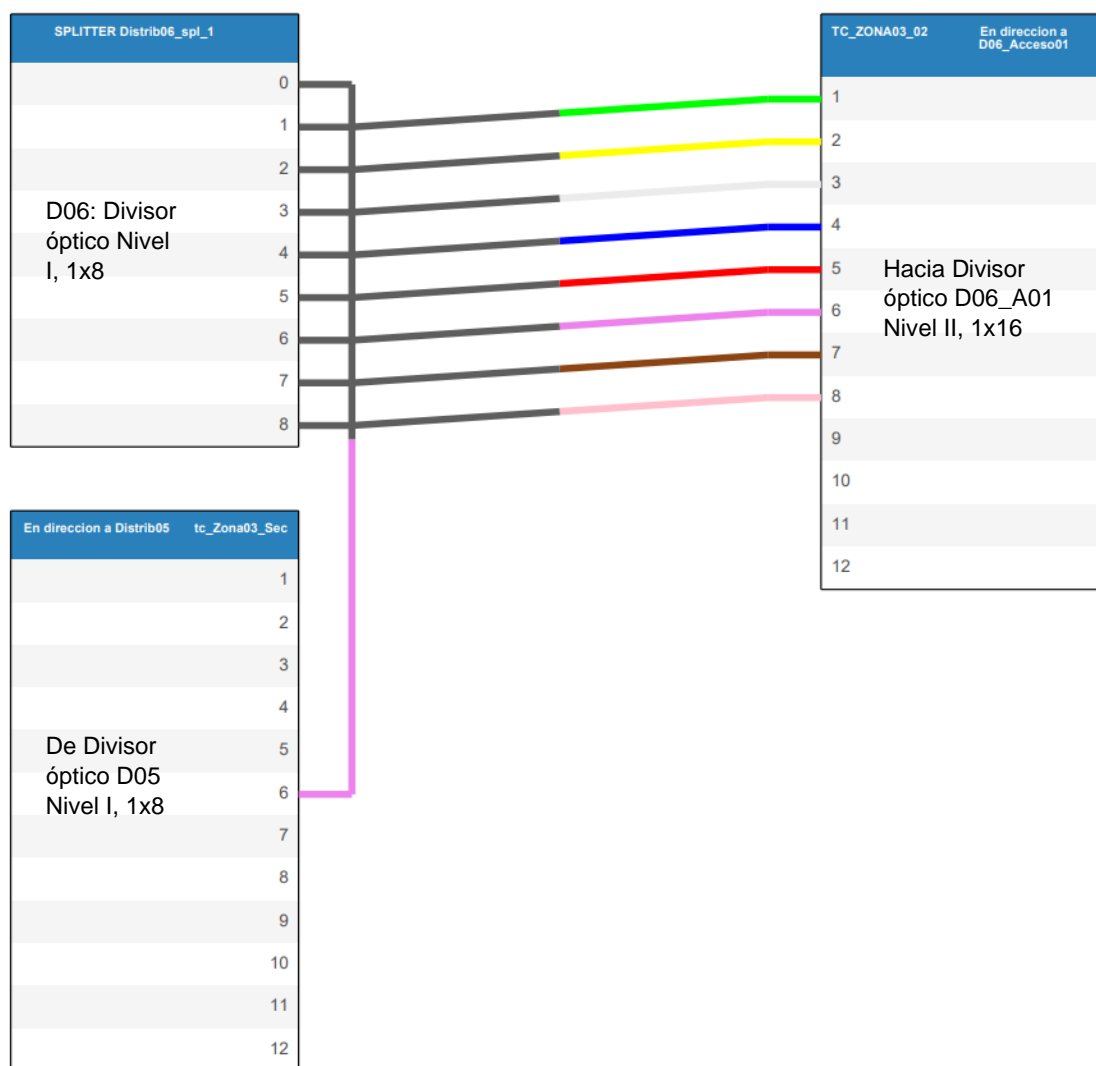
Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D02 a través de D01.



El conexionado indirecto del divisor óptico D06, se realiza mediante el tendido que se dirige a D05 en el hilo 06 (Figura 44).

Figura 44

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D06 a través de D05.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D21 (Ver figura 45) tenemos al último divisor de nivel II D21_A06, éste tiene una potencia estimada en cada una de sus salidas de -20.110dB (Ver figura 46), en esta zona también se tiene un tercer nivel en los divisores ópticos 1x8 llamados D21_A04_TOP1, D21_A04_TOP2, D21_A05_TOP1, D21_A05_TOP2 cuya finalidad es extender la acometida a los hogares de las calles Tarapacá e Independencia, éstos parten de los divisores ópticos 1x2 de nivel II D21_A04 y D21_A05 tal

como se observa en la figura 45, donde la mayor pérdida en ese nivel la tiene el divisor óptico D21_A05_TOP2 dando como potencia estimada -20.623dB (Ver figura 47) cumpliendo con la recomendación.

Figura 45

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D21.



Figura 46

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D21_A06.

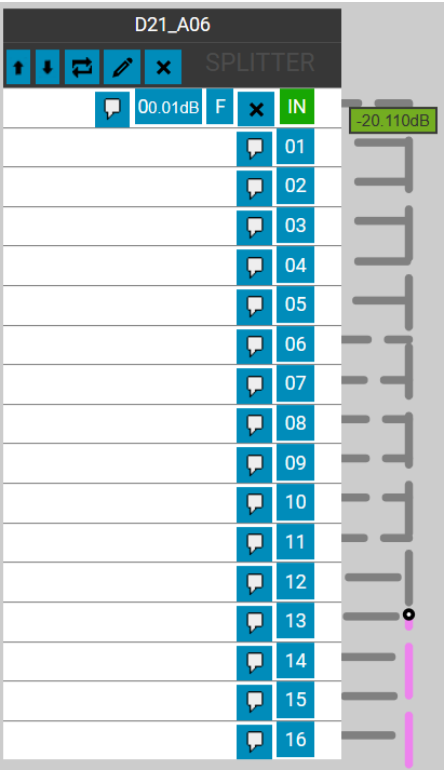
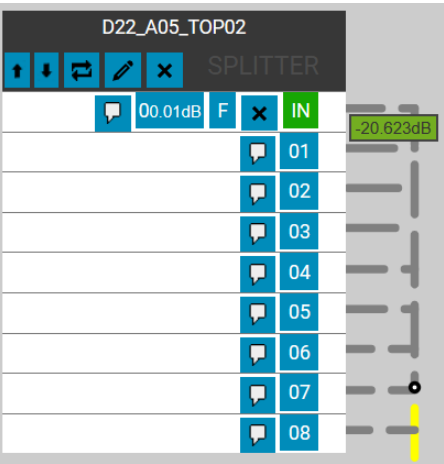


Figura 47

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel III D21_A05_TOP02.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D22 (Ver figura 48) tenemos al último divisor de nivel II D22_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.099dB (Ver figura 49), cumpliendo con la recomendación.

Figura 48

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D22.

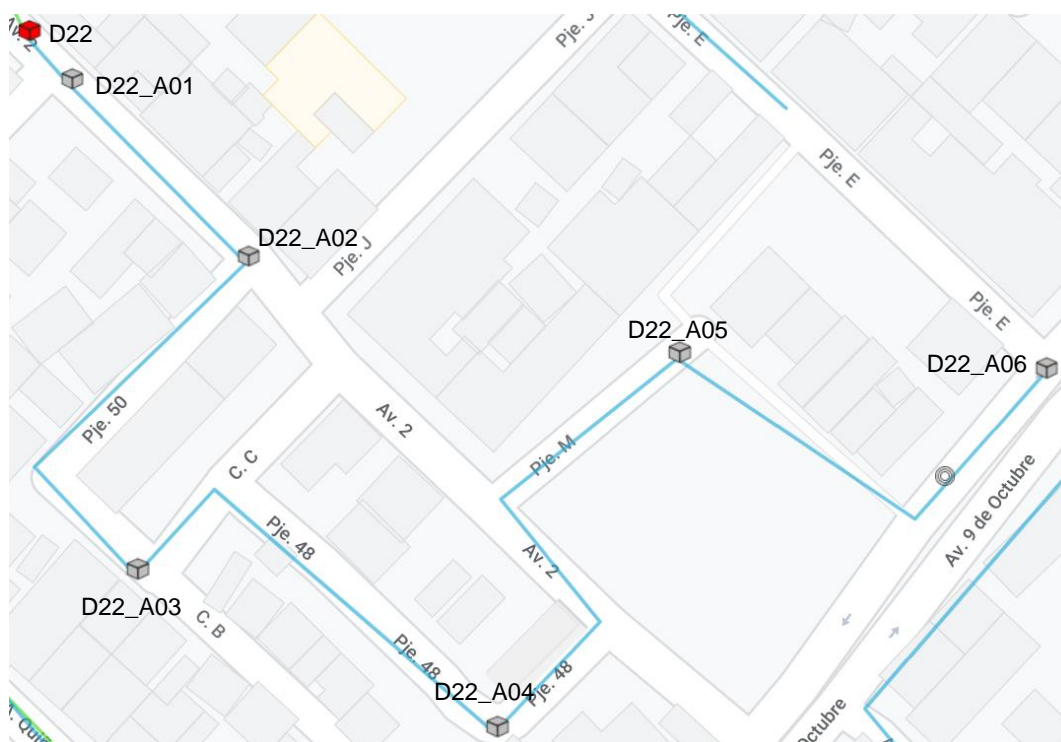
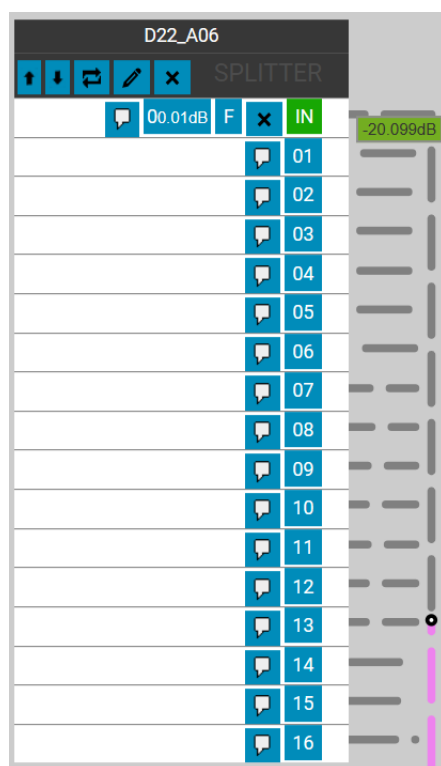


Figura 49

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D22_A06.



El diseño completo a detalle de la red propuesta se encuentra adjunto en la sección Anexos.

3.2. Pérdidas de señal proyectadas

- Pérdidas por distancia: Las estimaciones la otorga el proveedor de fibra óptica, según depende del material que está fabricado, el índice de refracción, la ventana de trabajo de longitud de onda, etc., para ese diseño se contempla una pérdida de 0.25 dB por kilómetro.
- Pérdidas por inserción: Es la pérdida estimada por unión de dos conectores de fibra en un patch panel, en nuestro diseño se estima una pérdida máxima de 0.1dB por conexión.

- Pérdida por empalme: Pérdida estimada en la fusión de dos hilos de fibra óptica, estimado en 0.01dB.
- Pérdida por divisor óptico: Pérdida contemplada en por la división de señal en los splitters ópticos, éstas varían según el número de separaciones o puertos:

-02 Puertos: Calculado en 3.7dB.

-04 Puertos: Calculado en 7.3dB.

-08 Puertos: Calculado en 10.5dB.

-16 Puertos: Calculado en 13.7dB.

-32 Puertos: Calculado en 17.1dB.

-64 Puertos: Calculado en 20.5dB.

- Otras pérdidas: La fibra óptica puede tener pérdidas intrínsecas mínimas que pueden pasar desapercibidas, por ejemplo, la atenuación por refracción producida por aplastamiento o doblez, puesto que en teoría estamos considerando buenas prácticas en la construcción de la red, éstas pérdidas se contemplan en 5% del total de las pérdidas.

Para el diseño de la red FTTH se ha tomado en cuenta la recomendación descrita en la tabla 2c y 2f-1 del estándar G984.2 que define las potencias admitidas según la clase de la red de distribución óptica(ODN) para 2.48Gbps de bajada y 1.24Gbps de subida respectivamente, en nuestro caso contemplamos la clase C de la ODN que admite rangos de salida del transmisor OLT de +3dBm hasta +7dBm con sensibilidad de hasta -28dBm para la velocidad de bajada (downstream) y rangos de salida del transmisor OLT de +2dBm hasta +7dBm con sensibilidad de hasta -29dBm para la velocidad de subida(upstream).

Tabla 6

Recomendación G984.2 de la ITU, Optical interface parameters of 2488 Mbit/s downstream direction

Items	Unit	Single fibre			Dual fibre		
OLT trasmitter (Optical interface O _{ld})							
Nominal bit rate	Mbit/s	2488.32			2488.32		
Operating wavelength	nm	1480 - 1500			1260 – 1360		
Line code	-	Scrambled NRZ			Scrambled NRZ		
Mask of the trasmitter eye diagram	-	Figure 2			Figure 2		
Maximum reflectance of equipmentm measured at transmitter wavelength	dB	NA			NA		
Minimum ORL of ODN at O _{lu} and O _{ld} (Notes 1 and 2)	dB	More than 32			More than 32		
ODN Class		A	B	C	A	B	C
Mean launched power MIN	dBm	0	+5	+3 (Note4)	0	+5	+3 (Note4)
Mean launched power MAX	dBm	+4	+9	+7 (Note4)	+4	+9	+7 (Note4)
ONU receiver (Optical interface O _{rd})							
Maximum reflectance of equipmentm measured at transmitter wavelength	dB	less tan -20			less tan -20		
Bit error ratio	-	less tan 10 ⁻¹⁰			less tan 10 ⁻¹⁰		
ODN Class		A	B	C	A	B	C
Minimum sensitivity	dBm	-21	-21	-28 (Note 4)	-21	-21	-28 (Note 4)
Minimum overload	dBm	-1	-1	-8 (Note 4)	-1	-1	-8 (Note 4)

Tabla 7

Recomendación G984.2 de la ITU, Optical interface parameters of 1244 Mbit/s upstream direction

Items	Unit	Single fibre			Dual fibre		
ONU trasmitter (Optical interface O _{ru})							
Nominal bit rate	Mbit/s	1244.16			1244.16		
Operating wavelength	nm	1260 – 1360			1260 - 1360		
Line code	-	Scrambled NRZ			Scrambled NRZ		
Mask of the trasmitter eye diagram	-	Figure 3			Figure 3		
Maximum reflectance of equipmentm measured at transmitter wavelength	dB	less tham -6			less tham -6		
Minimum ORL of ODN at O _{lu} and O _{ld} (Notes 1 and 2)	dB	More tham 32			More tham 32		
ODN Class		A	B	C	A	B	C
Mean launched power MIN	dBm	-3 (Note 5)	-2	+2	-3 (Note 5)	-2	+2
Mean launched power MAX	dBm	+2 (Note 5)	+3	+7	+2 (Note 5)	+3	+7
OLT receiver (Optical interface O _{lu})							
Maximum reflectance of equipmentm measured at transmitter wavelength	dB	less tan -20			less tan -20		
Bit error ratio	-	less tan 10 ⁻¹⁰			less tan 10 ⁻¹⁰		
ODN Class		A	B	C	A	B	C
Minimum sensitivity	dBm	-24 (Note 6)	-28	-29	-24 (Note 6)	-28	-29
Minimum overload	dBm	-3 (Note 6)	-7	-8	-3 (Note 6)	-7	-8

Capítulo IV: Resultados

Tabla 8

Resumen de perdidas potenciales

	POTENCIA INICIAL	PÉRDIDAS POR INSERCIÓN(0.1dB)		PÉRDIDAS POR FUSIÓN 0.3dB x Empalme (TIA 568-B.3)		PÉRDIDAS POR SPLITTERS 10*Log(A/B)				PÉRDIDAS POR DISTANCIA (TIA 568-B.3)		OTROS		RESULTADOS	
		#INSERCCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO	SIMULADO
D1-A06	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm				DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM	
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.77	-0.39 dB	5%	-1.14 dB	-19.39 dBm	-19.91 dBm
		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm				UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM	
	+4.50 dBm	4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.77	-0.39 dB	5%	-1.14 dB	-19.39 dBm	-19.91 dBm
D2-A06	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm				DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM	
		6	-0.60 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.584	-0.79 dB	5%	-1.17 dB	-20.03 dBm	-20.13 dBm
		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm				UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM	
	+4.50 dBm	6	-0.60 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.584	-0.79 dB	5%	-1.17 dB	-20.03 dBm	-20.13 dBm
D3-A04	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm				DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM	
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.682	-0.34 dB	5%	-1.14 dB	-19.35 dBm	-19.91 dBm
		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm				UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM	
	+4.50 dBm	4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.682	-0.34 dB	5%	-1.14 dB	-19.35 dBm	-19.91 dBm
D4-A06	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm				DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM	
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.781	-0.39 dB	5%	-1.14 dB	-19.40 dBm	-19.94 dBm
		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm				UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM	
	+4.50 dBm	4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.781	-0.39 dB	5%	-1.14 dB	-19.40 dBm	-19.94 dBm
D5-A06		#INSERCCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO	SIMULADO

	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.935	-0.47 dB	5%	-1.14 dB	-19.48 dBm	-19.98 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.935	-0.47 dB	5%	-1.14 dB	-19.48 dBm	-19.98 dBm
D6-A02	+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO	SIMULADO
		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.913	-0.46 dB	5%	-1.14 dB	-19.47 dBm	-19.98 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.913	-0.46 dB	5%	-1.14 dB	-19.47 dBm	-19.98 dBm
	D7-A06	+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO
DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM			
4			-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.891	-0.45 dB	5%	-1.14 dB	-19.46 dBm	-19.98 dBm
+4.50 dBm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	0.891	-0.45 dB	5%	-1.14 dB	-19.46 dBm	-19.98 dBm
D13-A06		+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO
	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM			
	4		-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.1385	-0.57 dB	5%	-1.15 dB	-19.59 dBm	-20.00 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.1385	-0.57 dB	5%	-1.15 dB	-19.59 dBm	-20.00 dBm
	D14-A06	+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO
DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM			
4			-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.155	-0.58 dB	5%	-1.15 dB	-19.60 dBm	-20.00 dBm
+4.50 dBm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.155	-0.58 dB	5%	-1.15 dB	-19.60 dBm	-20.00 dBm
D20-A06		+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO
	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM			
	4		-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.485	-0.74 dB	5%	-1.16 dB	-19.77 dBm	-19.98 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.485	-0.74 dB	5%	-1.16 dB	-19.77 dBm	-19.98 dBm
	D21-A06		#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO

	+4.50 dBm	DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.551	-0.78 dB	5%	-1.16 dB	-19.80 dBm	-20.11 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		4	-0.40 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.551	-0.78 dB	5%	-1.16 dB	-19.80 dBm	-20.11 dBm
D22-A06	+4.50 dBm	#INSERCIONES	TOTAL	#FUSIONES	TOTAL	#1/2	#1/8	#1/16	TOTAL	#KILOMETROS	TOTAL	%EST	TOTAL	CALCULADO	SIMULADO
		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm			DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM 1480-1500nm		DOWNSTREAM		
		6	-0.60 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.485	-0.74 dB	5%	-1.17 dB	-19.98 dBm	-20.99 dBm
	+4.50 dBm	UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm			UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM 1260-1360nm		UPSTREAM		
		6	-0.60 dB	3	-0.90 dB		1	1	-21.07 dB	1.485	-0.74 dB	5%	-1.17 dB	-19.98 dBm	-20.99 dBm

Tabla 9

Perdidas TIA 568

<i>EIA / TIA-568</i>			
<i>Fiber Type</i>	<i>Wavelength (nm)</i>	<i>Attenuation (dB/km) Max.</i>	<i>Bandwidth(MHz*km) Min.</i>
<i>50/125μm MM</i>	<i>@850nm</i>	<i>3.5</i>	<i>500</i>
	<i>@1300nm</i>	<i>1.5</i>	<i>500</i>
<i>62.5/125μm MM</i>	<i>@850nm</i>	<i>3.5</i>	<i>160</i>
	<i>@1300nm</i>	<i>1.5</i>	<i>500</i>
<i>Indoor SM Fiber Cable</i>	<i>@1310nm</i>	<i>1</i>	<i>-</i>
	<i>@1550nm</i>	<i>1</i>	<i>-</i>
<i>Outdoor SM Fiber Cable</i>	<i>@1310nm</i>	<i>0.5</i>	<i>-</i>
	<i>@1550nm</i>	<i>0.5</i>	<i>-</i>

Empalmes, el estándar ANSI/TIA/EIA 568-B.3 admite empalmes de fibra por fusión o mecánicos. En cualquiera de los casos, cada empalme no debe atenuar más de 0.5dB.

Según el estándar ANSI/TIA/EIA 568-B.3, los cables de fibra óptica deben cumplir con los requerimientos mencionado en la tabla 9.

Tabla 10

Materiales usados para la arquitectura de la red

<i>MATERIALES</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>Fibra óptica de 2 hilos</i>	<i>500m</i>
<i>Fibra óptica de 6 hilos</i>	<i>1000m</i>
<i>Fibra óptica de 12 hilos</i>	<i>2000m</i>
<i>Fibra óptica de 24 hilos</i>	<i>4000m</i>
<i>OLT de 16 puertos, +4.5dBm</i>	<i>2und</i>
<i>Gabinete de 42RTU para equipos rackeables</i>	<i>1und</i>
<i>Patchcord de fibra óptica 2m</i>	<i>1250und</i>
<i>Patchcord de fibra óptica 3m</i>	<i>1250und</i>
<i>Mufa de 48 hilos</i>	<i>1und</i>
<i>Mufa de 24 hilos</i>	<i>1und</i>
<i>Mufa de 12 hilos</i>	<i>2und</i>
<i>Roseta óptica</i>	<i>2560und</i>
<i>ONT</i>	<i>2560und</i>
<i>Splitter óptico de 2 vías</i>	<i>6und</i>
<i>Splitter óptico de 8 vías</i>	<i>34und</i>
<i>Splitter óptico de 16 vías</i>	<i>170und</i>

Capítulo V: Conclusiones

Se diseñó una red FTTH, utilizando los estándares GPON declarados en la serie G de la normativa de la ITU, demostrando la mejora de la infraestructura actual de los operadores de telecomunicaciones locales en centro poblado de Cayaltí, aumentando la calidad de la señal, reduciendo los costos de operación y mantenimiento. Se realizó un estudio de los datos de la infraestructura actual de la red para realizar el despliegue de la red de fibra óptica. Se llevó a cabo un análisis de la capacidad de compra y la demanda utilizando herramientas estadísticas, basado en el estudio de mercado realizado a la población del distrito de Cayaltí. Se estudiaron las diferentes tecnologías y estándares GPON dadas por la normativa de la serie G983 y G984 de la ITU. Se realizaron los cálculos para determinar la potencia y la atenuación de la red GPON, asegurando así que cumpla con los requisitos especificados por los fabricantes y garantice una alta calidad en la prestación de servicios. Se realizó la simulación de la arquitectura diseñada en el software TOMODAT para validar la calidad de la señal y servicios, garantizando a los usuarios como mínimo el 40% de su plan contratado.

Capítulo VI: Recomendaciones

1. Elaborar la ejecución de la ingeniería siguiendo estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones para la elaboración de una red FTTH puede facilitar la obtención de la certificación de calidad ISO 9001.
2. Se recomienda mantener buenas prácticas en su ejecución a nivel de red evitando en lo posible pérdidas de señal en el trayecto, todo esto con el fin de brindar un servicio de calidad.
3. Se recomienda proyectar el diseño conforme a la última resolución vigente de OSINERGMIN, N°044-2013-OS/CD, que determina las distancias mínimas de las instalaciones eléctricas.
4. Se debe utilizar herramientas dedicadas para una ejecución óptima en redes FTTH, como OTDR con medición en múltiples longitudes de onda que admita aplicaciones de LAN, PON, planta externa y tenga una interfaz visual capaz de realizar un seguimiento de los eventos, así como certificadores de cable, kits de limpieza de fibra óptica, analizadores de red, etc.
5. Para mantener autonomía eléctrica estable en el funcionamiento de la cabecera, se recomienda dimensionar fuentes de poder ininterrumpidas (UPS) conforme a la cantidad de equipos a alimentar y la potencia eléctrica de éstos.
6. Para la implementación de nuevos proyectos se debe elaborar una ingeniería previa que incluyan planos eléctricos, mecánicos, P&ID, o diseño de arquitectura de red para la entrega de un dossier de calidad óptimo.

REFERENCIAS

- Adolfo, García Yagüe. (2014). GPON, Introducción y Conceptos Generales. Telnet, España.
- Chiquero, G. B. (2015). UF1872 - Implantación y configuración de pasarelas. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: yblWDwAAQBAJ.
- Chiquero, G. B. (2016). UF1870 - Desarrollo del proyecto de la red telemática. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: 8blWDwAAQBAJ.
- Chiquero, G. B. (2017). UF1863 - Instalación y configuración de dispositivos y servicios de conectividad asociados. Editorial Elearning, S.L. Google-Books-ID: SbpWDwAAQBAJ.
- Chomycz B. (2000). Instalaciones de fibra óptica: fundamentos, técnicas y aplicaciones. New York: McGraw-Hill
- Edwin Gabriel Guitierrez Villagómez. (2014). Estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Fibra Óptica entre Desaguadero y Moquegua. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Farmer, J., Lane, B., Bourg, K., and Wang, W. (2016). FTTx Networks: Technology Implementation and Operation. Morgan Kaufmann.
- Fundación Telefónica España, (2018). España, líder en el despliegue de fibra óptica hasta el hogar - Asociación Profesional de Empresarios de Instalaciones Eléctricas y Telecomunicaciones de Madrid Recuperado 4 de Julio de 2018, a partir de <http://apiem.org/noticias/item/2177-espana-lider-en-el-despliegue-de-fibra-optica-hasta-el-hogar>
- Galán, Luis Mengual. (2005). Tema III: Redes de Acceso y Redes de Área Local. Universidad Politécnica de Madrid

- José, Capmany. (2006). Redes Ópticas. Universidad Politécnica de Valencia. España
- Juan Diego, Tinoco Alvear. (2005). Estudio y Diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización los olivos ubicada en el sector Toctesol en la Parroquia Borrero de la Ciudad de Azogues (Trabajo para el título). Universidad Politécnica Salesiana.
- Keith, Long. (2014). FTTH 133 Success Secrets - 133 Most Asked Questions On FTTH. (1st ed.)
- Katherine Margarita, Sabando Galeas. (2014). Caracterización de los Servicios Triple-Play mediante comunicaciones sobre líneas eléctrica (Trabajo para el título). Universidad catolica de Santiago de Guayaquil.
- Marcelo Abreu, Aldo Castagna, Pablo Cristiani, Pedro Zunino, Enrique Roldós, y Gustavo Sandler. (2017). Características Generales de una red de fibra óptica. Universidad de Montevideo, Uruguay.
- Martin P. J. (2005). Sistemas y redes ópticas de comunicaciones. Madrid. Prentice Hall (2nd ed.).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones Recuperado 5 de Julio de 2018, a partir de http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/servicios_publicos/comunicaciones_personales.html
- Mohd N. D. (2009), Fiber to the home (FTTH) architecture: design and optimization. USA: LAP Lambert Academic Publishing
- Promax, (2019). Tipos de conectores de fibra óptica: Guía sencilla a partir de <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/#connector-colors>

Revista Espacios (2018), Interconexión mediante tecnología GPON en una ciudad inteligente:

Caso de Estudios Ciudad de Loja (Ecuador).

Roebuck K. (2011). FTTH- Fiber to the Home, Publishing Emereo

Yaroslav, M. (2011). Capítulo I – Introducción a las tecnologías FTTH. 102.

Zhao, R., L. Zhou, y C. Mas Machuca. (2010). Dynamic migration planning towards FTTH.

14th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium
(NETWORKS).

ANEXOS

ENCUESTA A LOS USUARIOS

PROYECTO: RED FTTH PARA DEMOSTRAR LA MEJORA DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN CENTRO POBLADO DE CAYALTÍ

I. El modelo de la encuesta es el siguiente:

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para tener conocimiento de los servicios de telecomunicaciones que se brindan en el distrito de cayaltí:

II. Datos Generales

1. Sexo: M F
2. Rango de edad:
 - a. Menor de 18 años
 - b. Entre 18 y 25 años
 - c. Entre 25 y 35 años
 - d. Mayor de 35 años
3. Ocupación:
 - a. Estudiante.
 - b. Jefe de casa.
 - c. Comerciante
 - d. Técnico profesional.
 - e. Otra ocupación
4. N° de personas en el hogar: _____

III. Tecnologías de Información y Comunicación

1. En su Hogar con que equipos de los mencionados a continuación dispone:

Lugar de uso	
Televisión	
Computadora	
Laptop	
Teléfono Fijo	
Celular con acceso a internet	

2. ¿Cuenta con servicio de Televisión por Cable?

- a) **Si**
- b) **No**

3. Usted como califica el servicio de televisión por cable:

- a) **malo**
- b) **regular**
- c) **bueno**
- d) **muy bueno**

4. ¿Cuenta con servicio de Internet?

- a) **Si**
- b) **No**

5. Usted como califica el servicio de Internet:

- a) **malo**
- b) **regular**
- c) **bueno**
- d) **muy bueno**

6. ¿Cuenta con servicio de Telefonía fija?

- a) **Si**
- b) **No**

7. Usted como califica el servicio de Telefonía fija:

- a) **malo**
- b) **regular**
- c) **bueno**
- d) **muy bueno**

8. Marque con una (x) desde donde accede a internet

Lugar de uso	
En el Hogar	
En el Trabajo	
En Est. Educativo	

En una cabina pública	
--------------------------	--

9. Marque con una (x) qué tipo de actividad hace con el uso del internet

Actividades	
Comunicaciones (e-mail, chat, etc.)	
Obtener Información	
Actividades de entretenimiento (Videojuegos, descargar música, películas, etc.)	

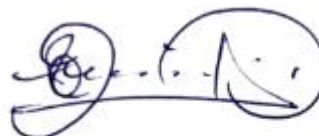
10. ¿Con que frecuencia accede a internet?

- a) **Todos los días**
- b) **Varios días a la semana**
- c) **Una vez a la semana**
- d) **nunca**

11. ¿Está satisfecho con los servicios que le brindan? en caso que no, especificar la razón

- a) **Si**
- b) **No**

12. ¿Cuánto dinero estaría dispuesto a pagar por los servicios de cable internet y teléfono?



Revisado por
Teodoro Martínez Inoñán, Econ.
CELAM 088

VALIDACIÓN DE ENCUESTAS DE OPERADORA LOCAL.

CONSTANCIA DE VALIDACION


Quien suscribe, Maryori Lisbeth Muñoz Vázquez, con documento de identidad N° 48485556, de profesión Administración con grado de Graduada ejerciendo actualmente como Gerente General en L & S Cable S.A.C.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación las encuestas que realizaron en la ciudad de Cayaltí, sobre telecomunicaciones, a los efectos de su aplicación en el proyecto de tesis titulado "RED FTTH PARA DEMOSTRAR LA MEJORA DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN CENTRO POBLADO DE CAYALTÍ"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de los Ítems				X
Amplitud del contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y Precisión				X
Pertinencia				X

Fecha: 20/11/2022


MARYORI LISBETH MUÑOZ VÁSQUEZ
GERENTE GENERAL
L & S CABLE S.A.C.
20608781219
DNI: 48485556

INGENIERÍA DE DETALLE DE LA ARQUITECTURA DISEÑADA

C. Zona de distribución:

La red FTTH propuesta empieza desde una cabecera central ubicada en la calle Jorge Chávez del centro Poblado de Cayaltí, ese punto será el inicio del nuevo diseño pues se centran los servicios que la empresa desea brindar. En la figura 35, observamos la unión de la cabecera principal a la primera caja de empalme, encargada de repartir los hilos de fibra a las diferentes zonas del centro poblado.

Figura 50

Unión de cabecera principal con la primera caja de empalme.



En la cabecera principal se ubican dos tarjetas OLT de 16 puertos cada una, teniendo como referencia a la marca ZTE con su modelo GTGH que otorga una salida mínima de +4.5dBm y máxima de +8dBm en la clase C de la ODN. En la figura 36, observamos las conexiones de los puertos de ambos OLT tomando como referencia a la mínima salida(+4.5dBm) disponible, recordemos que cada puerto será capaz de otorgar velocidades de

2.48Gbps de bajada y 1.24Gbps de subida que serán distribuidos por la cantidad de abonados a brindar servicio.

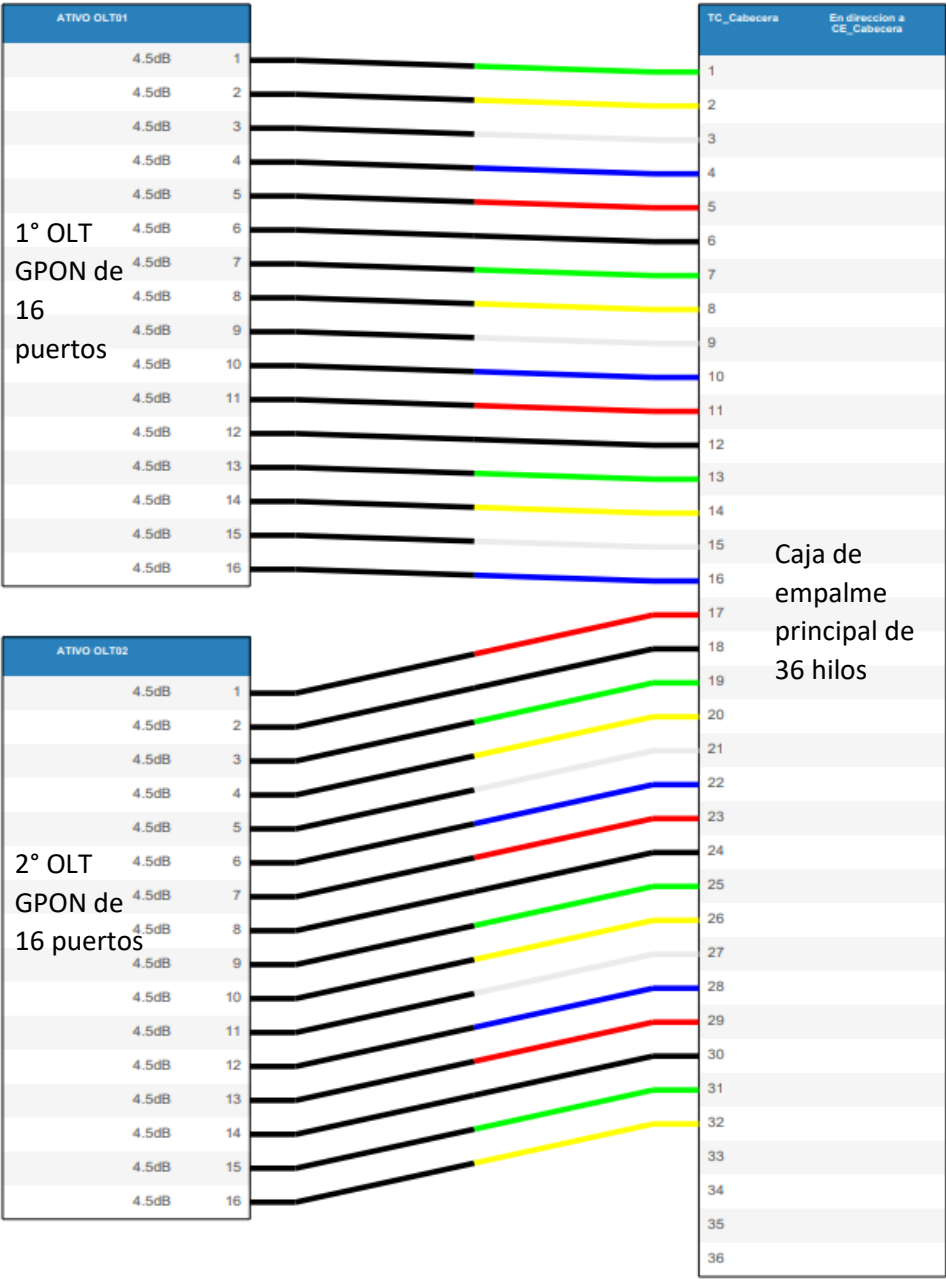


Figura 51

Unión de la cabecera principal con la primera caja de empalme.

- Caja de empalme secundaria 01: 06 hilos de reserva, 04 de ellos serán potencialmente utilizados debido a las proyecciones de ampliación de la empresa en esa dirección.
- Caja de empalme secundaria 02: 02 hilos de reserva.
- Caja de empalme secundaria 03: 02 hilos de reserva.

Conexión de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.



Figura 54

Conexión de la caja de empalme principal con las cajas de empalme secundario 01 y 02.

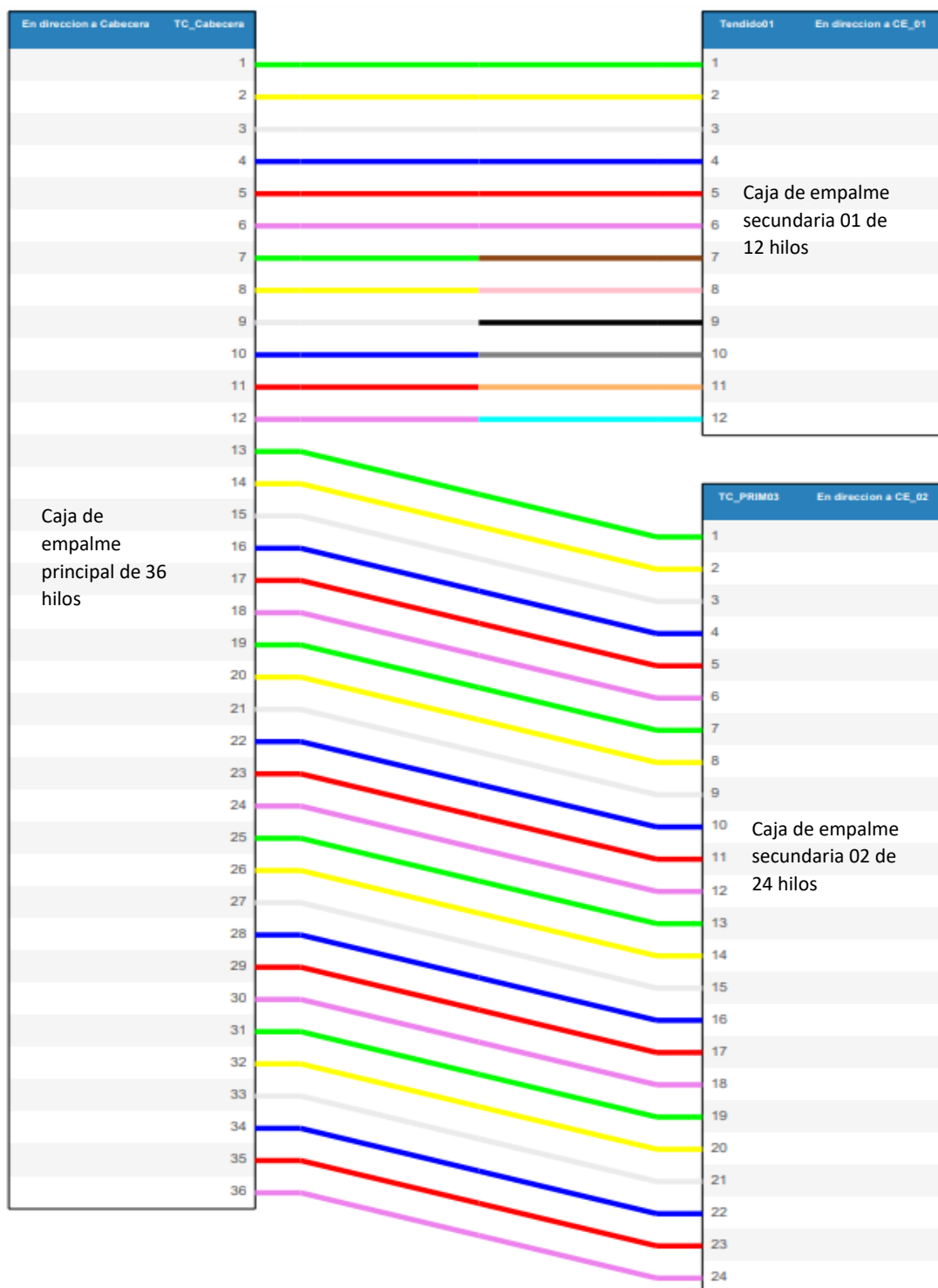
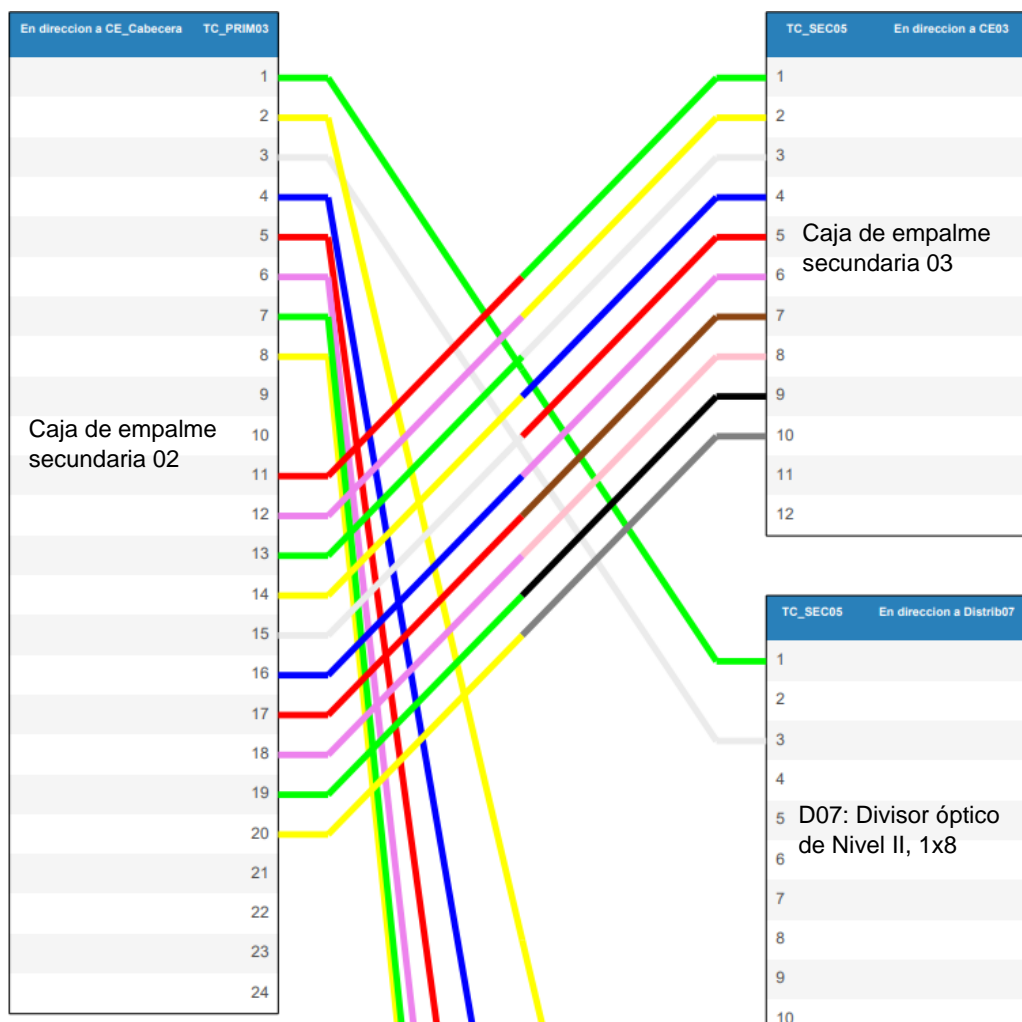


Figura 55

Conexión de hilos de la caja de empalme secundaria 02 con la caja de empalme secundaria 03.



De esta forma obtenemos 22 hilos que se distribuirán parejamente en 22 divisores ópticos de 1x8 de Nivel I, y éstos a su vez se distribuirán en divisores ópticos de 1x16 de Nivel II, obteniendo como resultado 2816 abonados, elevando la proyección de los 04 hilos anteriormente mencionados nos da como meta final 3328 abonados como máximo, esta

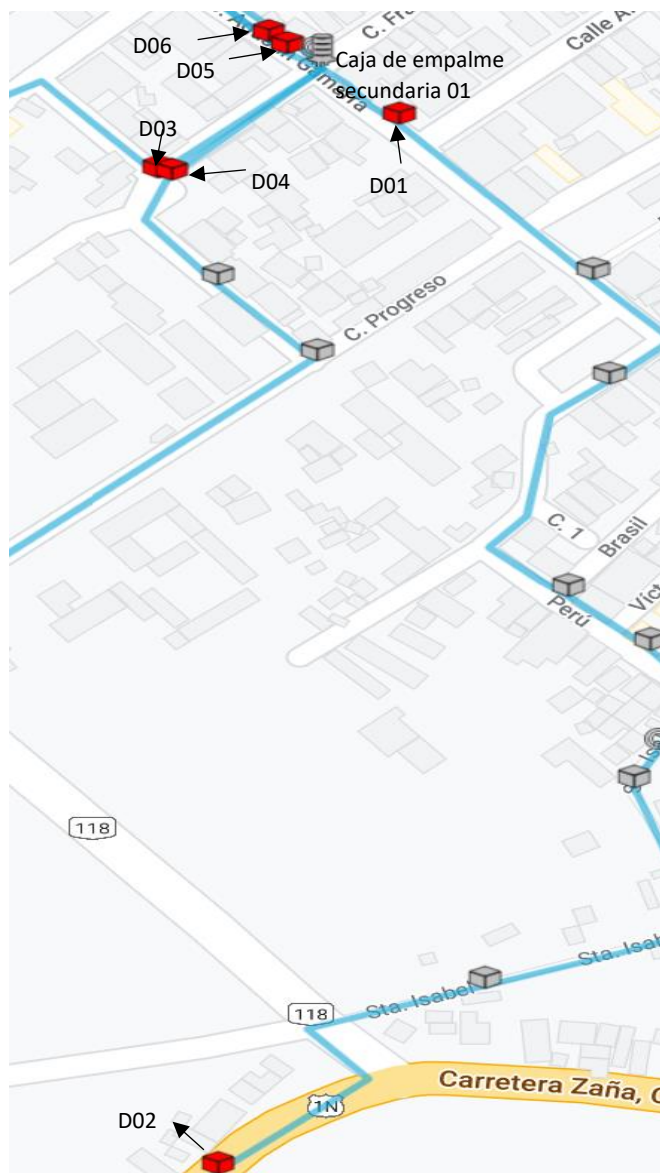
cantidad supera ampliamente lo esperado por la empresa L&S Cable S.A.C., cuya proyección para los años siguientes será de 2500 abonados según la gerente general de dicha empresa.

D. Zona de acceso:

Teniendo el alcance de las cajas de empalme secundarias, nos enfocaremos en la distribución hacia los divisores ópticos de Nivel I 1x8.

Figura 56

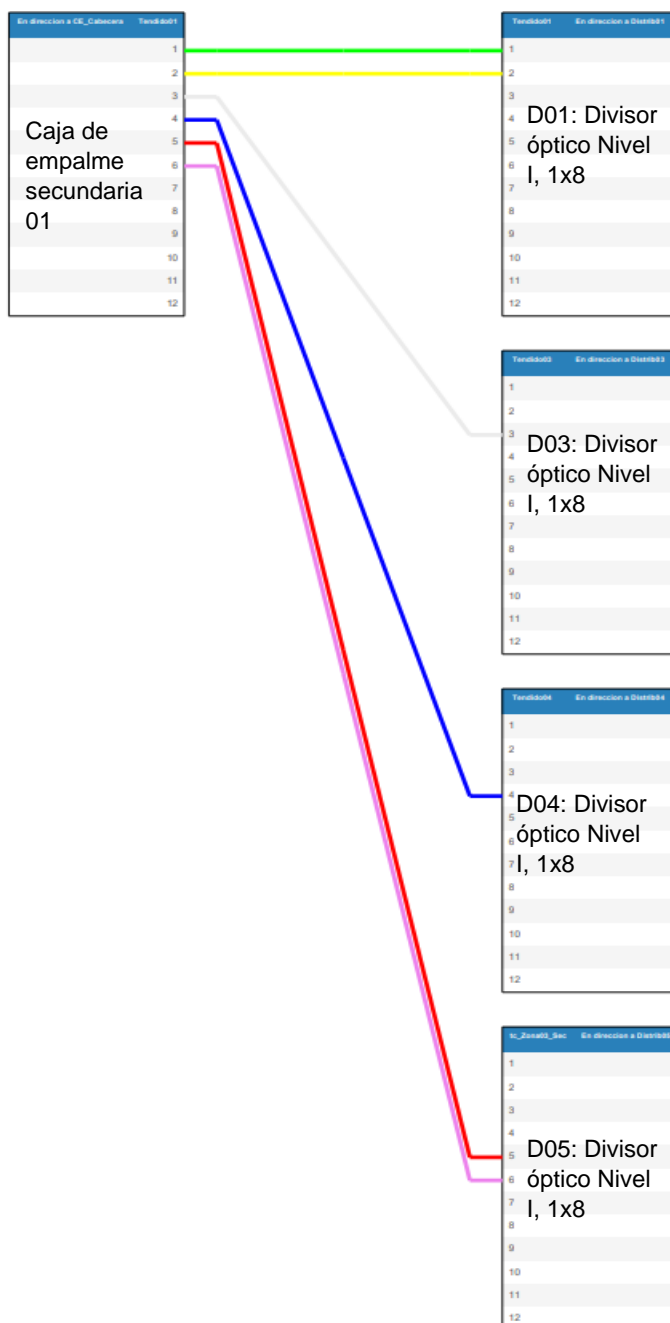
Conexión de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.



La caja de empalme secundaria 01 cuenta con 04 conexiones directas (D01, D03, D04, D05) y 02 conexiones indirectas (D02, D06) aguas abajo (Figuras 41, 42, 43 y 44).

Figura 57

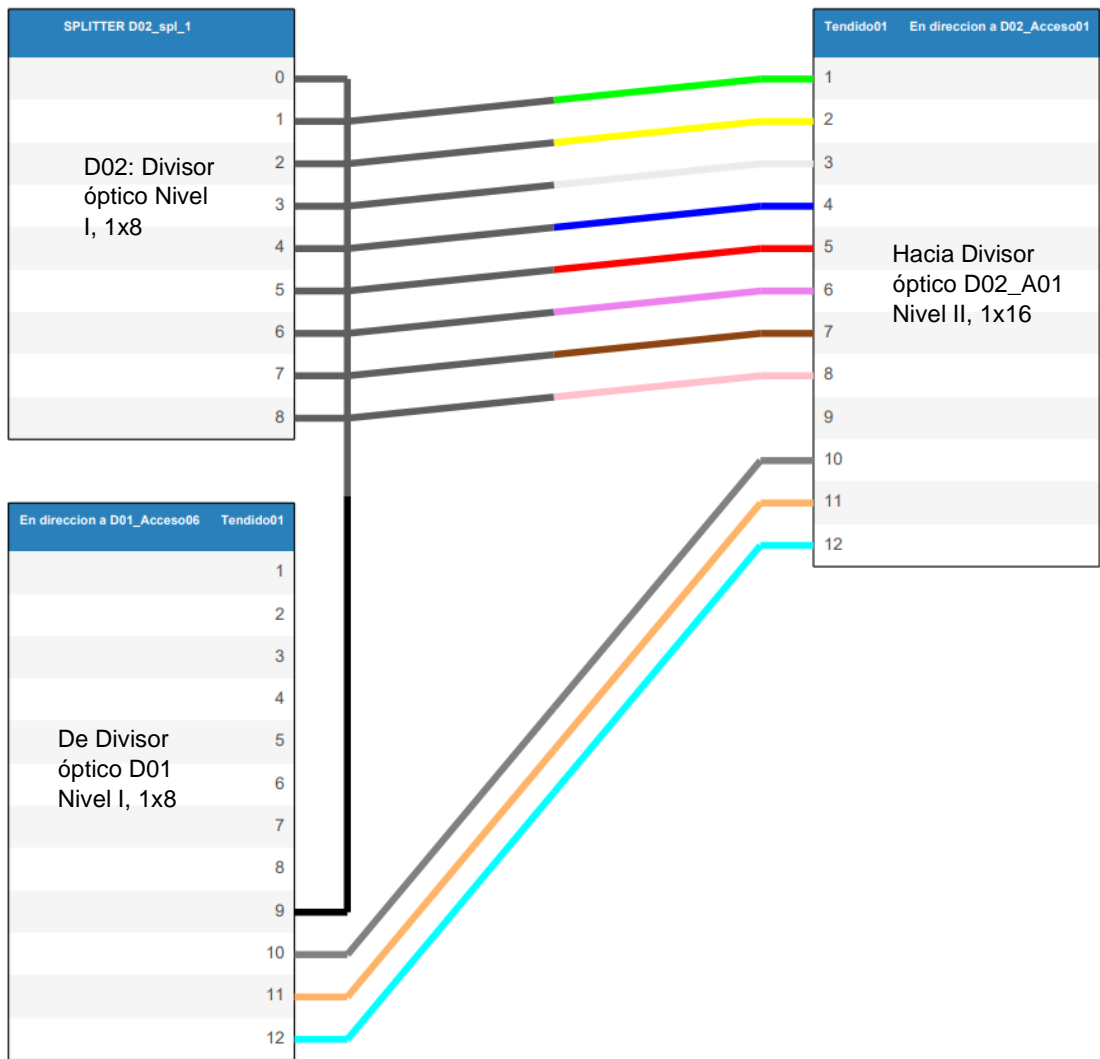
Conexión directa de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con divisores ópticos de Nivel I.



El conexionado indirecto del divisor óptico D02, se realiza mediante el tendido que se dirige a D01 en el hilo 09 (Figura 43).

Figura 58

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D02 a través de D01.



El conexionado indirecto del divisor óptico D06, se realiza mediante el tendido que se dirige a D05 en el hilo 06 (Figura 44).

Figura 59

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 01 con D06 a través de D05.

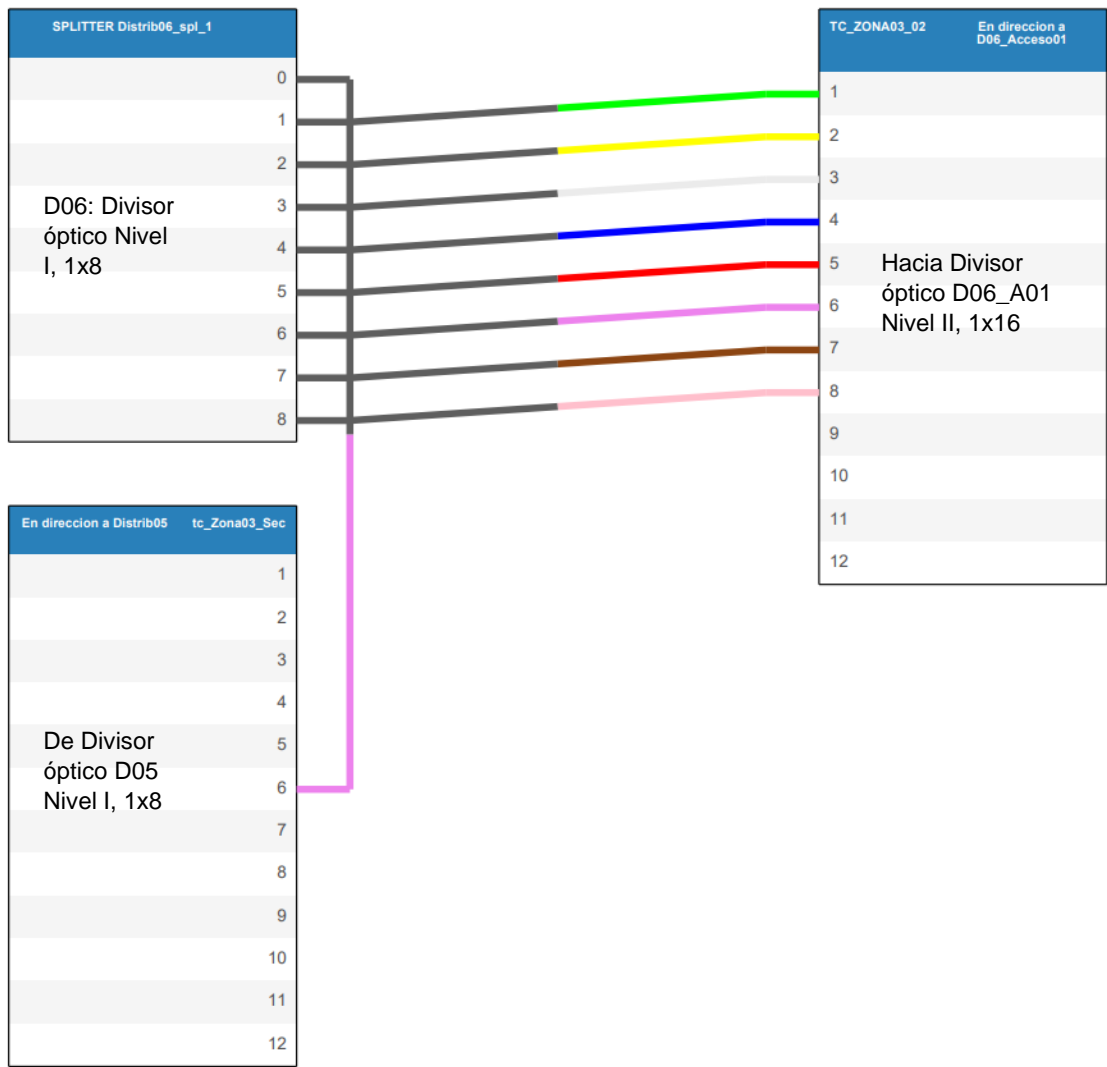


Figura 60

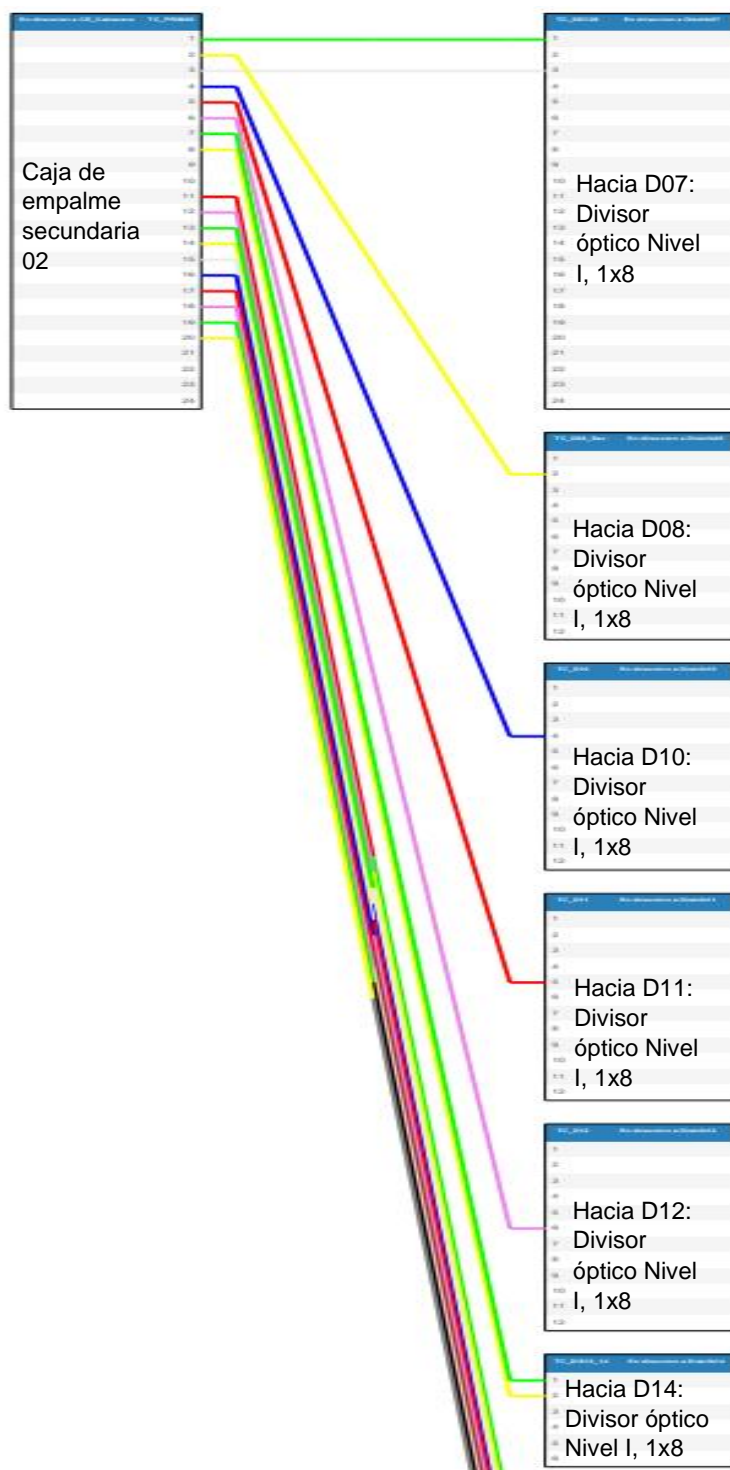
Conexión de la caja de empalme secundaria 02 con divisores ópticos de Nivel I.



La caja de empalme secundaria 02 cuenta con 06 conexiones directas (D07, D08, D10, D11, D12, D13) y 02 conexiones indirectas (D09, D14) aguas abajo (Imagen 45, 46, 47 y 48).

Figura 46

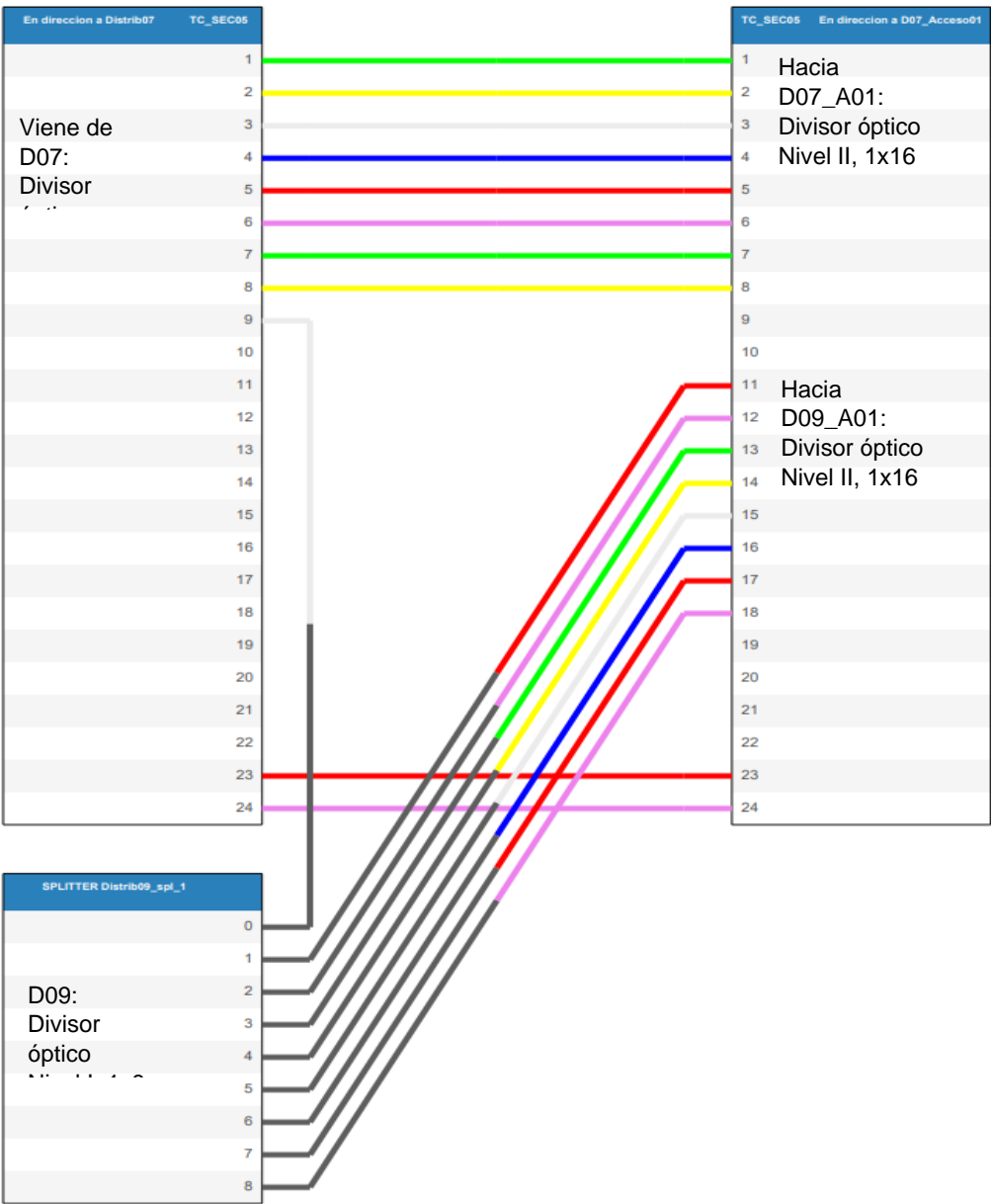
Conexión por hilos de la caja de empalme secundaria 02 con divisores ópticos de Nivel I.



El conexionado indirecto del divisor óptico D09, se realiza mediante el tendido que se dirige a D07 en el hilo 09 (Figura 47).

Figura 47

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 02 con D09 a través de D07.



El conexionado indirecto del divisor óptico D13, se realiza mediante el tendido que se dirige a D14 en el hilo 01 (Figura 48).

Figura 48

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 02 con D13 a través de D14.

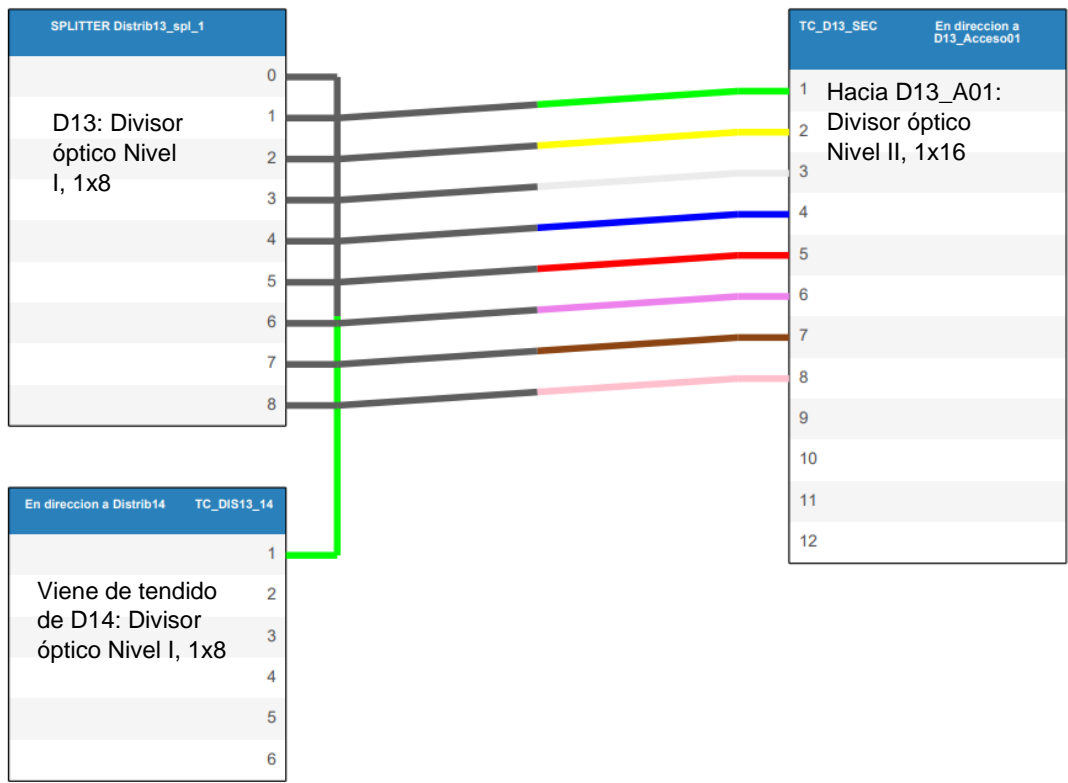
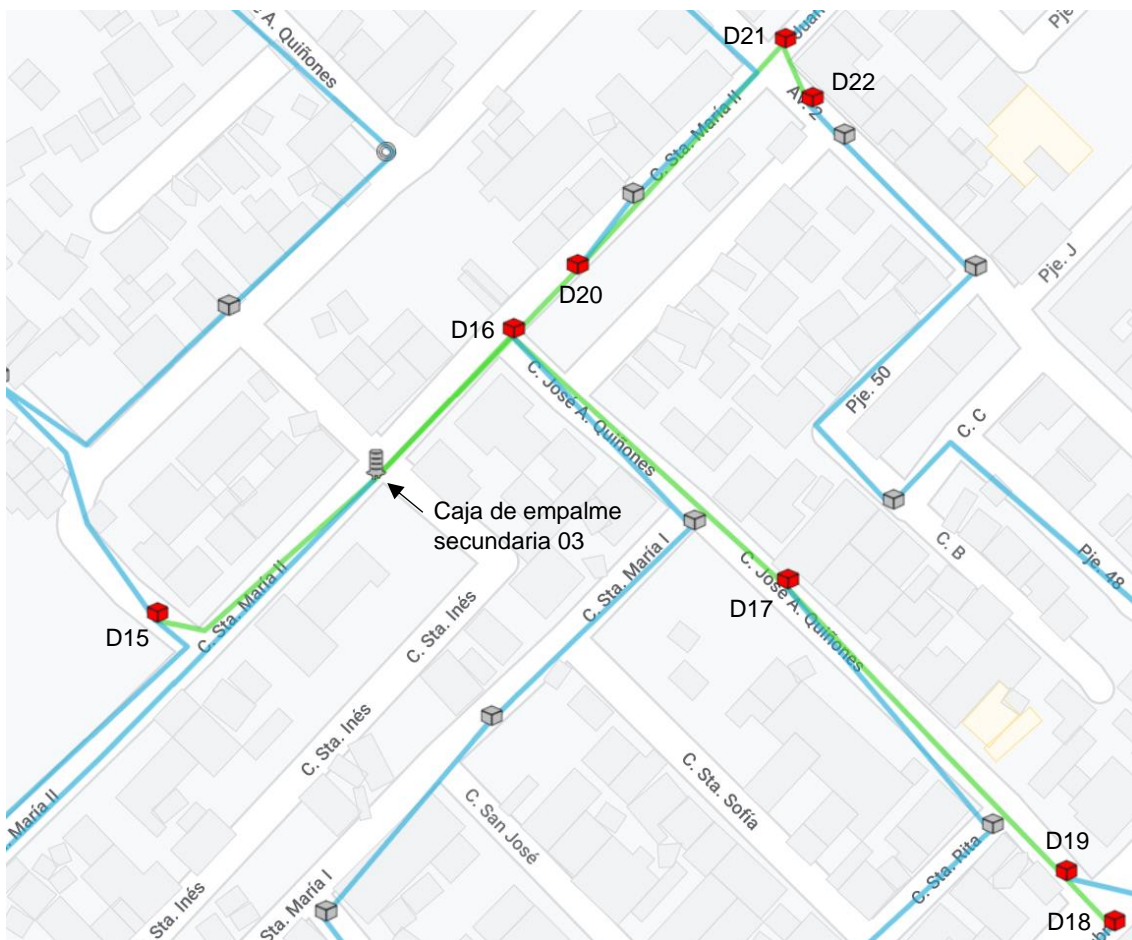


Figura 49

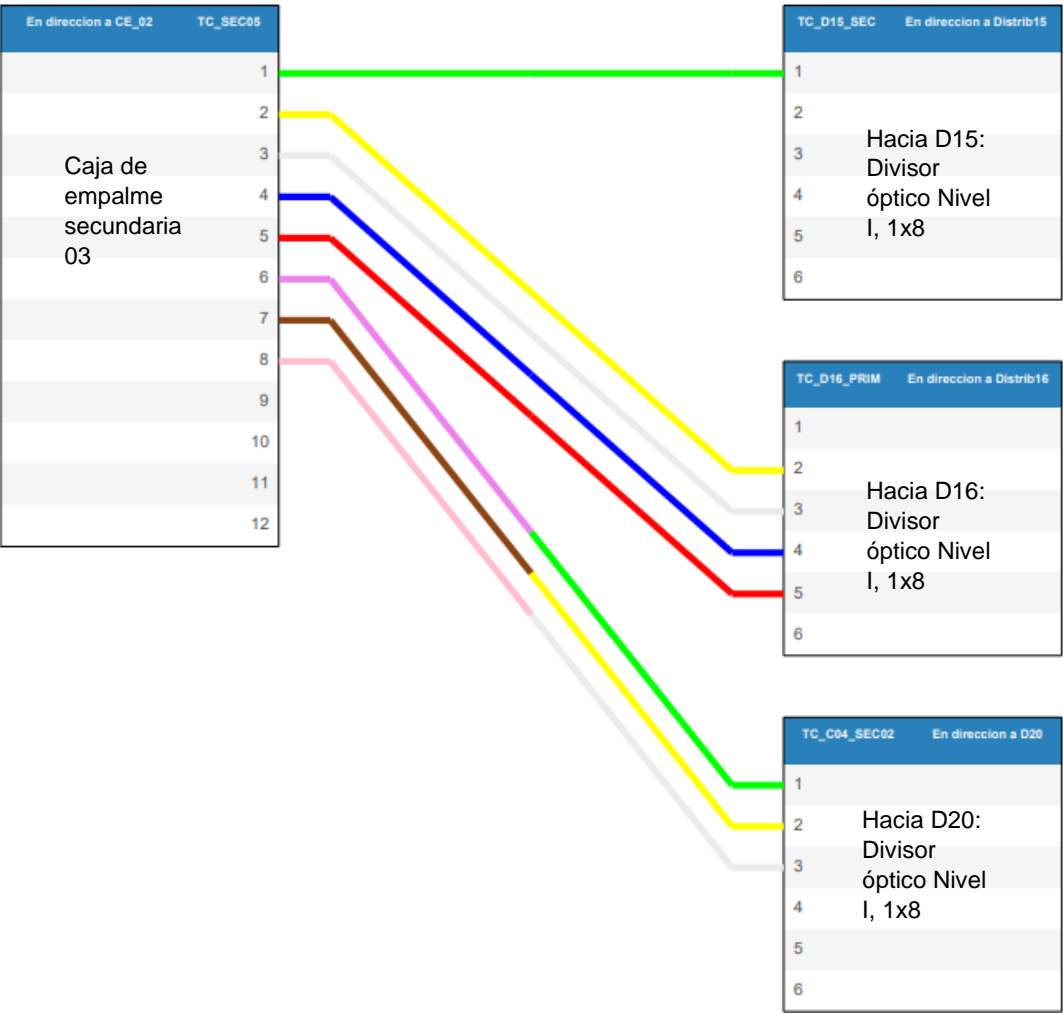
Conexión de la caja de empalme secundaria 03 con divisores ópticos de Nivel I.



La caja de empalme secundaria 02 cuenta con 03 conexiones directas (D15, D16, D20) y 05 conexiones indirectas (D17, D18, D19, D21, D22) aguas abajo (Figuras 49, 50, 51, 52, 53, 54).

Figura 50

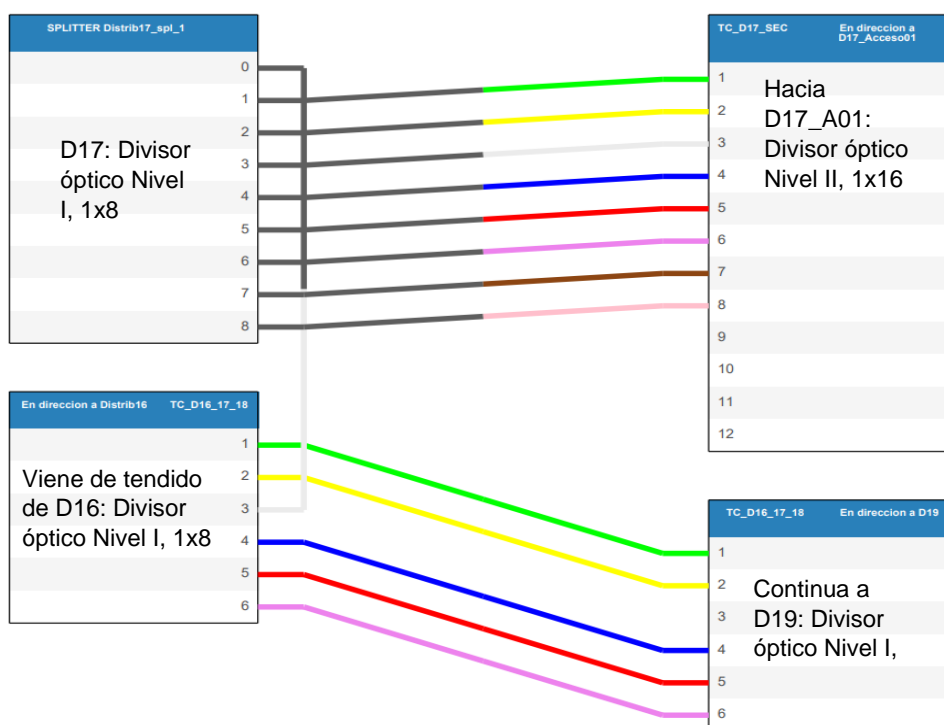
Conexión por hilos de la caja de empalme secundaria 03 con divisores ópticos de Nivel I.



El conexionado indirecto del divisor óptico D17, se realiza mediante el tendido que se dirige a D06 en el hilo 03 (Figura 51).

Figura 51

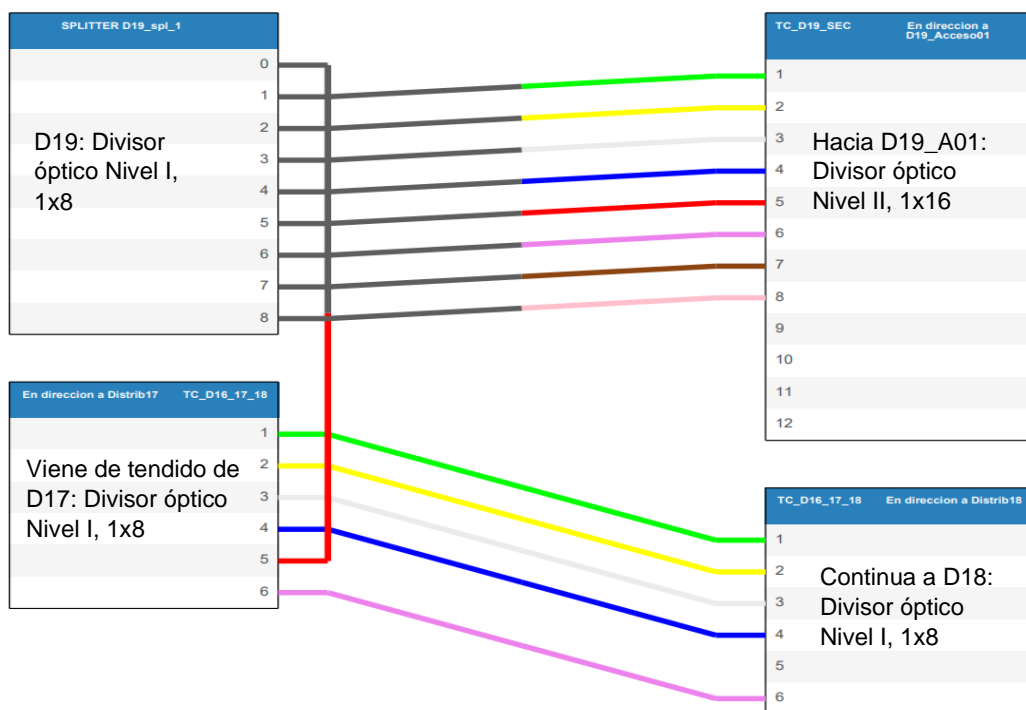
Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 03 con D17 a través de D16.



El conexionado indirecto del divisor óptico D19, se realiza mediante el tendido que se dirige a D17 en el hilo 05 (Figura 52).

Figura 52

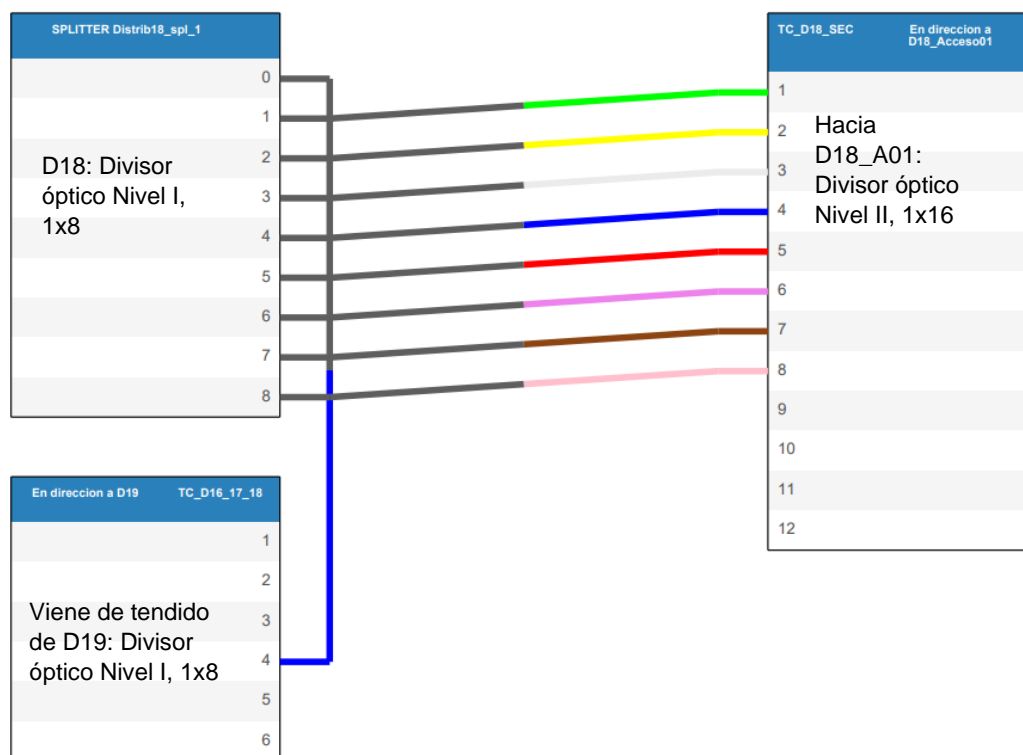
Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 03 con D17 a través de D16.



El conexionado indirecto del divisor óptico D18, se realiza mediante el tendido que se dirige a D19 en el hilo 04 (Figura 53).

Figura 53

Conexión indirecta de hilos de la caja de empalme secundaria 03 con D18 a través de D19.



E. Zonas de topologías:

En esta zona nos enfocaremos en la repartición del servicio ofrecido por la compañía en el último nivel de distribución de los divisores ópticos de nivel II hacia los terminales de redes ópticas (ONT). En las tablas 6 y 7 de la recomendación G984.1 de la ITU describen las características de los dispositivos OLT y ONT para la transmisión de bajada y subida, mencionando la sensibilidad mínima requerida variando según la clase, en la que nos situamos en la clase C de la ODN, cuyas potencias aceptadas son de hasta -28dBm en la bajada y hasta -29dBm en la subida. Por lo tanto, en la ramificación de la señal, a la salida de los divisores

ópticos de nivel II, deberíamos contar con señal con pérdidas dentro de lo recomendado, para nuestro caso, es válido analizar estas pérdidas en los últimos divisores ópticos de Nivel II de cada ramal perteneciente a los divisores ópticos de nivel I, ya que éstos serán los más atenuados por distancia.

En la zona de topología o ramal del divisor óptico de nivel I D01(Ver figura 54) tenemos al último divisor de nivel II D01_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.906dB (Ver figura 55), cumpliendo con la recomendación.

Figura 54

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D01.

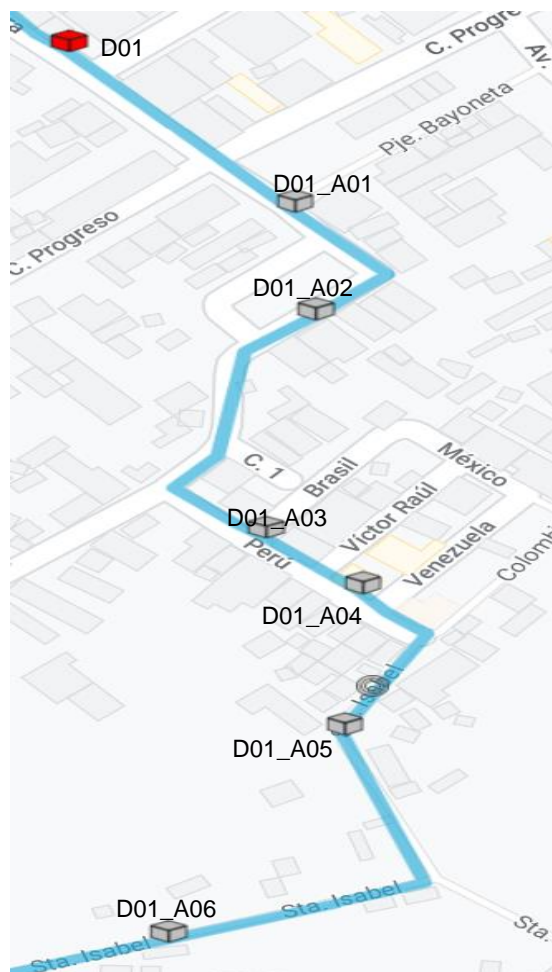
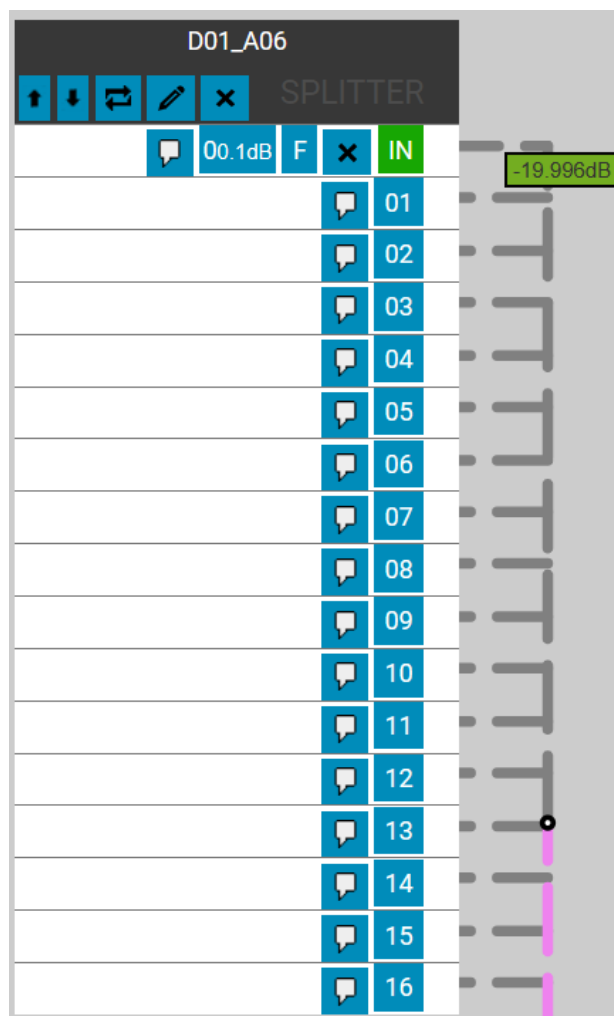


Figura 55

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D01_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D02(Ver figura 56) tenemos al último divisor de nivel II D02_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.132dB (Ver figura 57), cumpliendo con la recomendación.

Figura 56

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D02.

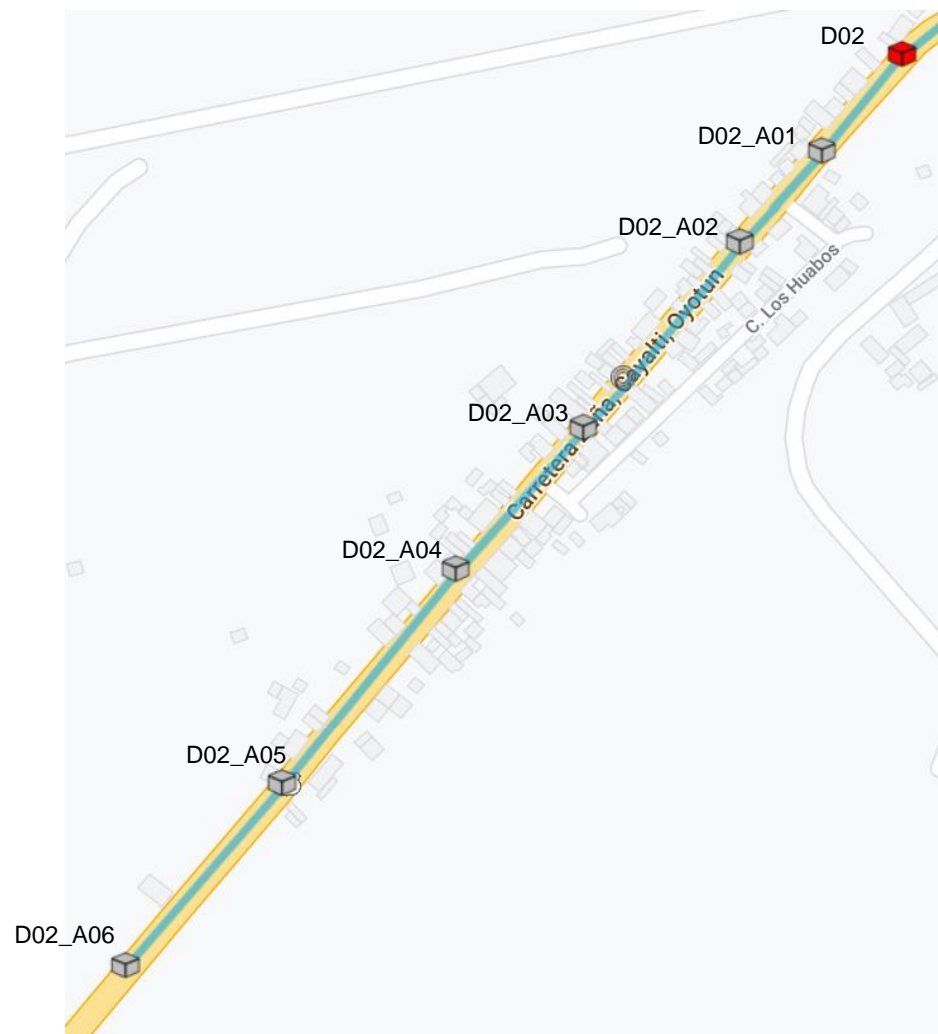
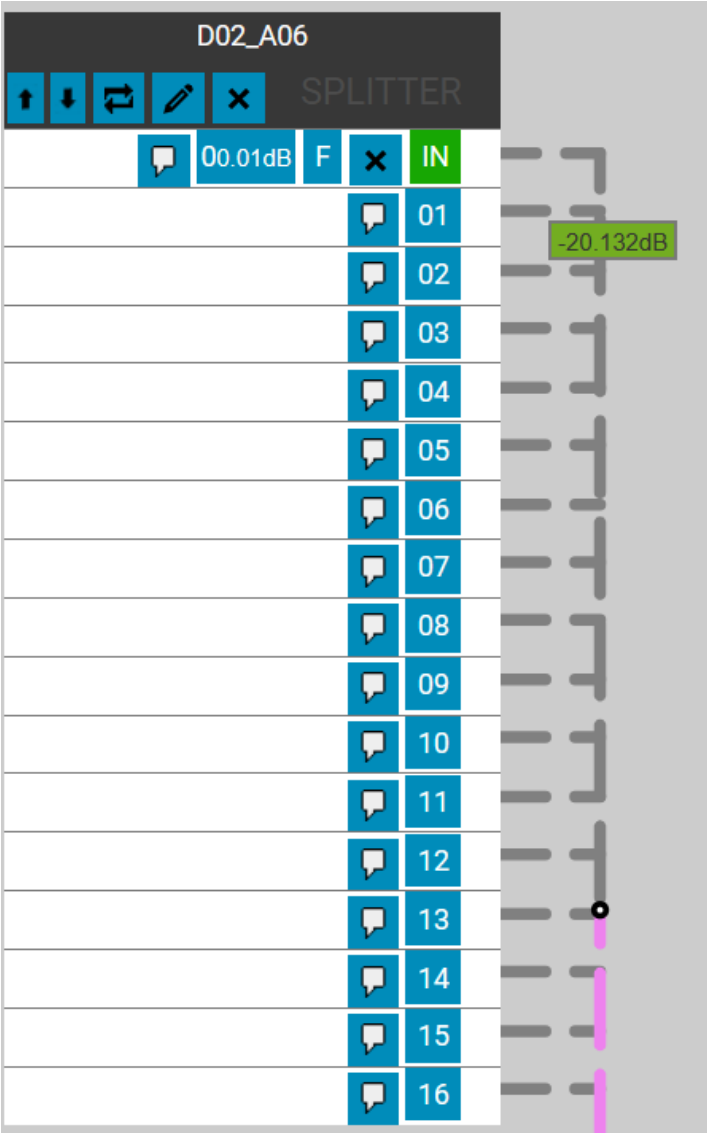


Figura 57

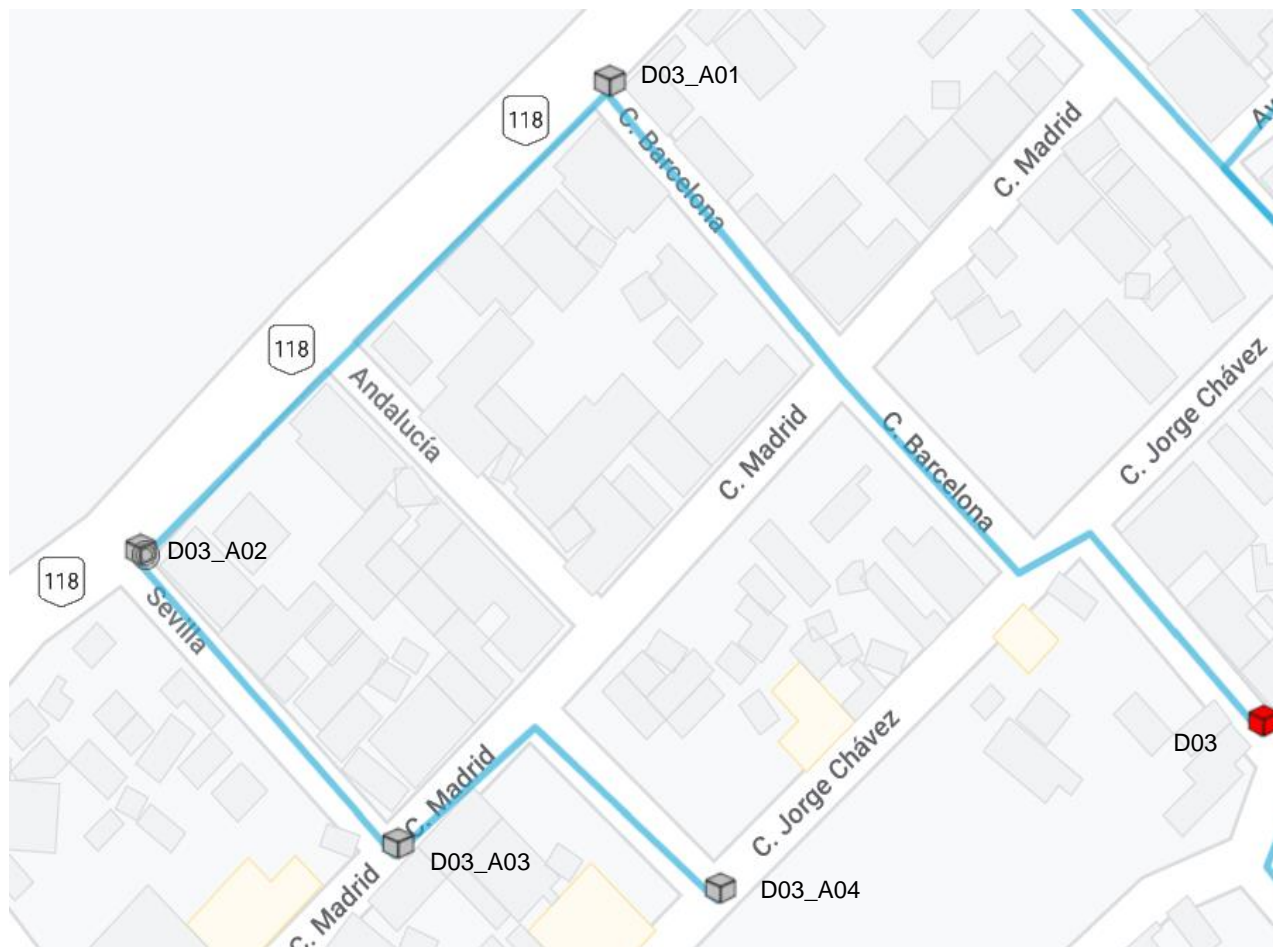
Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D02_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D03 (Ver figura 58) tenemos al último divisor de nivel II D03_A04, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.909dB (Ver figura 59), cumpliendo con la recomendación.

Figura 58

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D03.

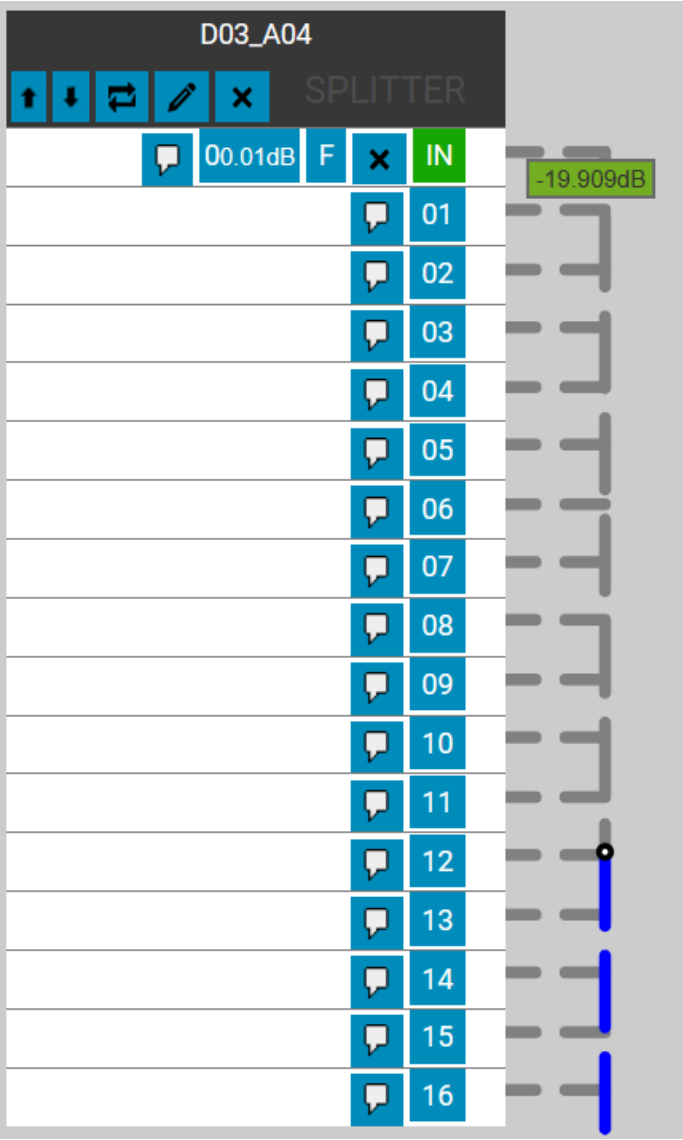


Nota. Zona topológica del divisor óptico de nivel I D03.

Esta zona cuenta con 04 divisores ópticos de nivel II debido a la baja demanda de los servicios en dicha demarcación, sin embargo, el diseño está proyectado para adicionar dos divisores ópticos de nivel II con el fin de cubrir la potencial demanda dentro de la potencia admitida de la clase C de la ODN.

Figura 59

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D03_A04.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D04(Ver imagen 29) tenemos al último divisor de nivel II D02_A04, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.937dB (Ver Imagen 30), cumpliendo con la recomendación.

Figura 60

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D04.

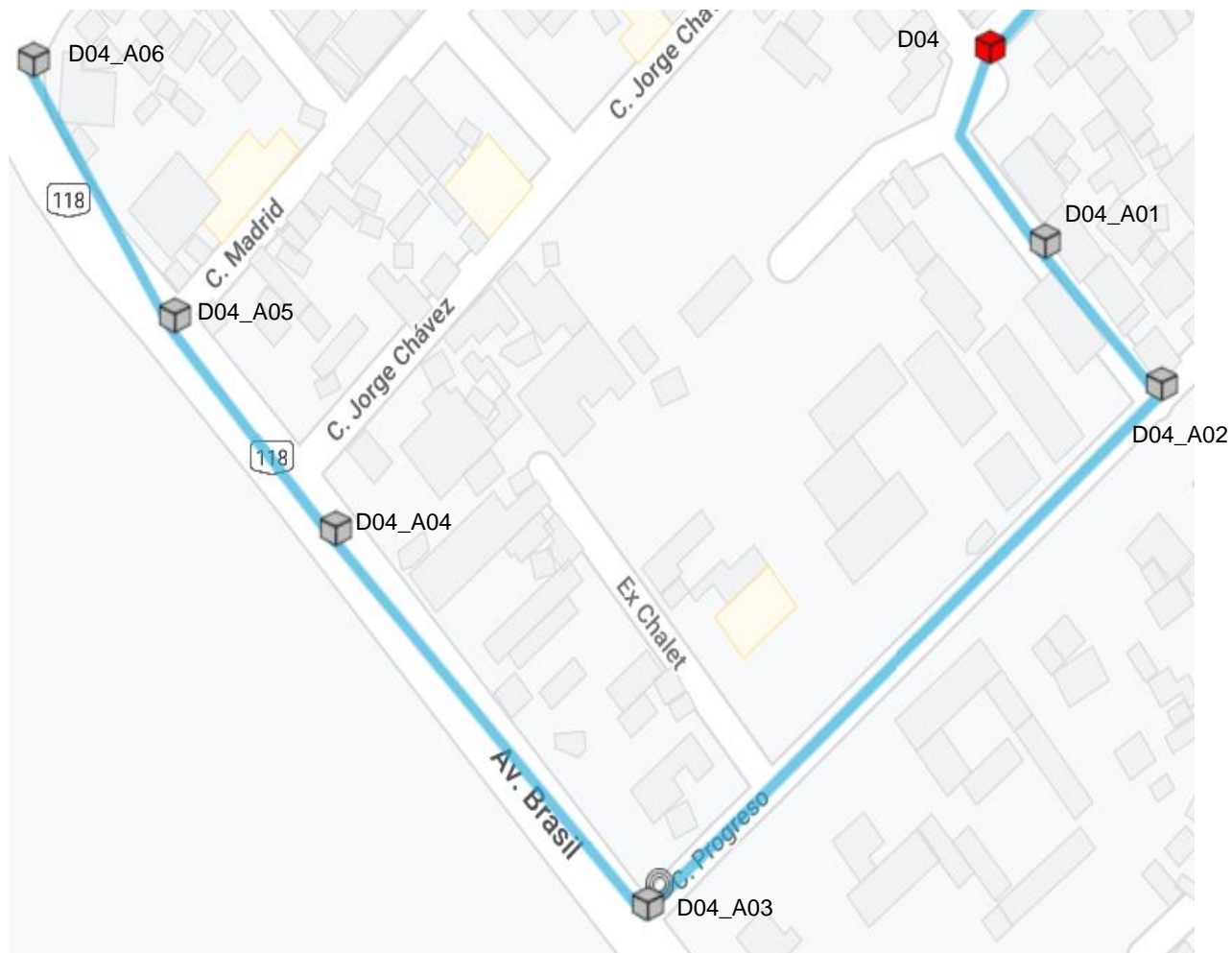
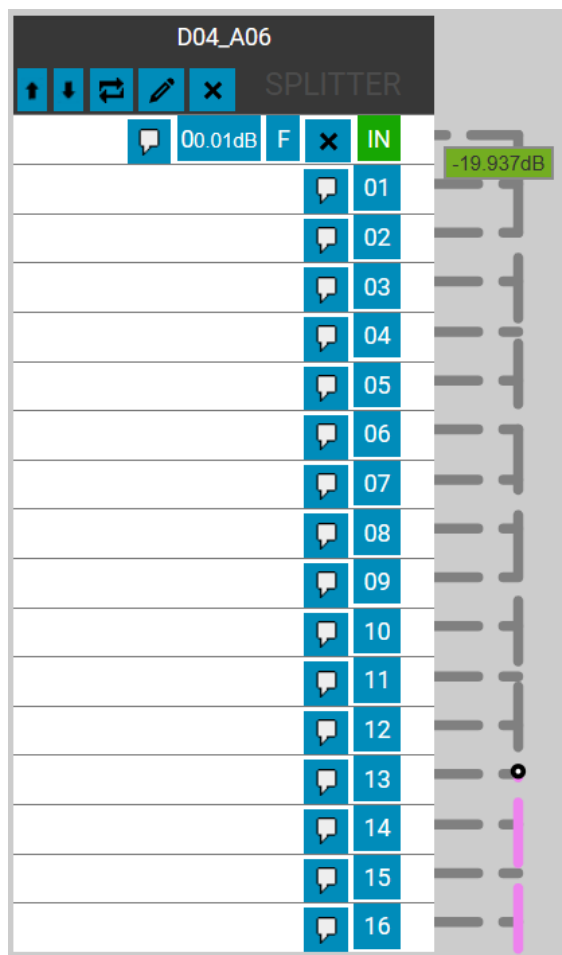


Figura 61

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D04_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D05 (Ver figura 62) tenemos al último divisor de nivel II D05_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.984dB (Ver figura 63), a su vez se tiene el divisor óptico de Nivel I D06 con dos divisores ópticos de nivel II (el último es el D06_A02) debido a que esa zona está en expansión donde la potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.975dB (Ver figura 64), cumpliendo con la recomendación.

Figura 62

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D05 y D06.

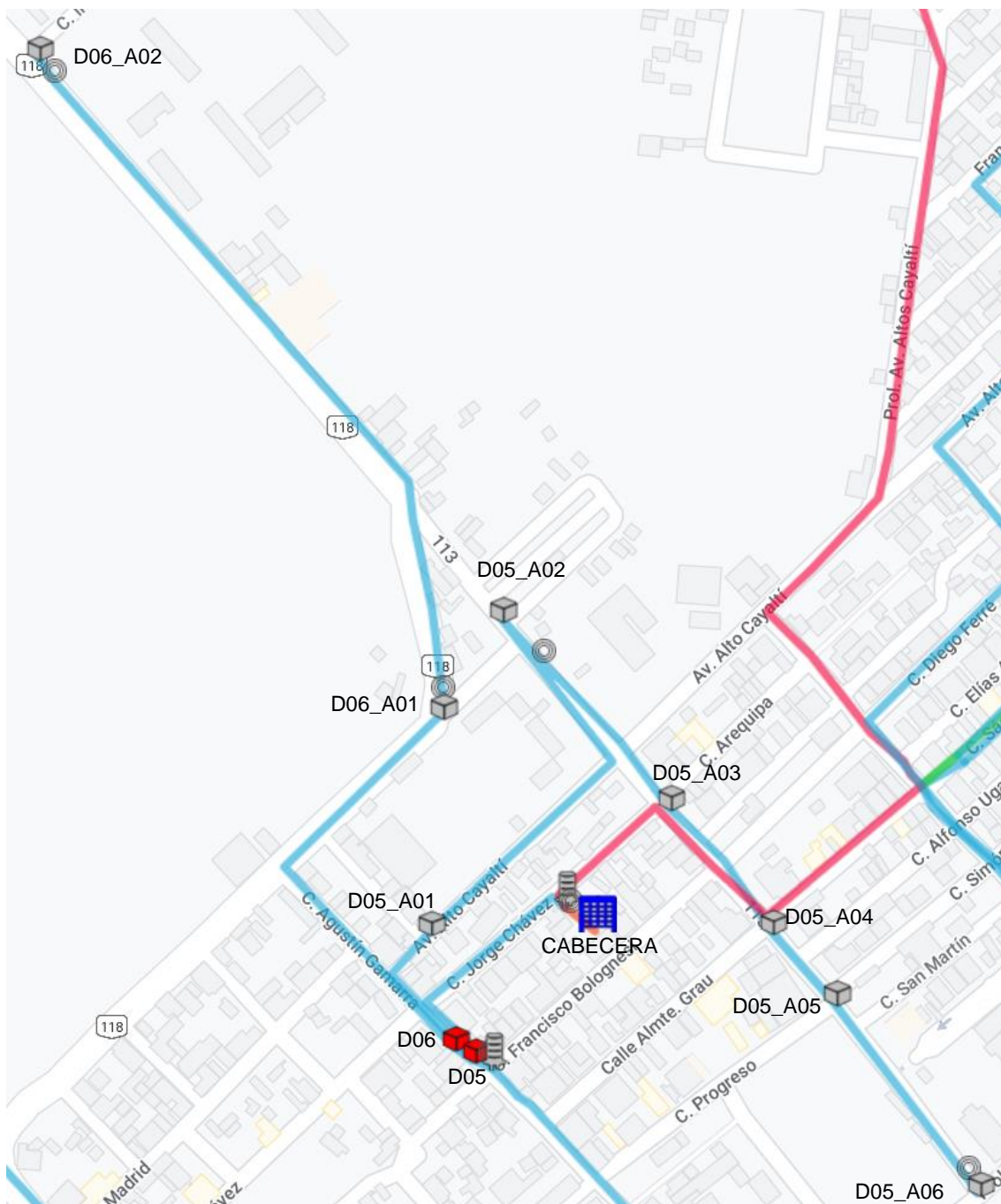


Figura 63

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D05_A06.

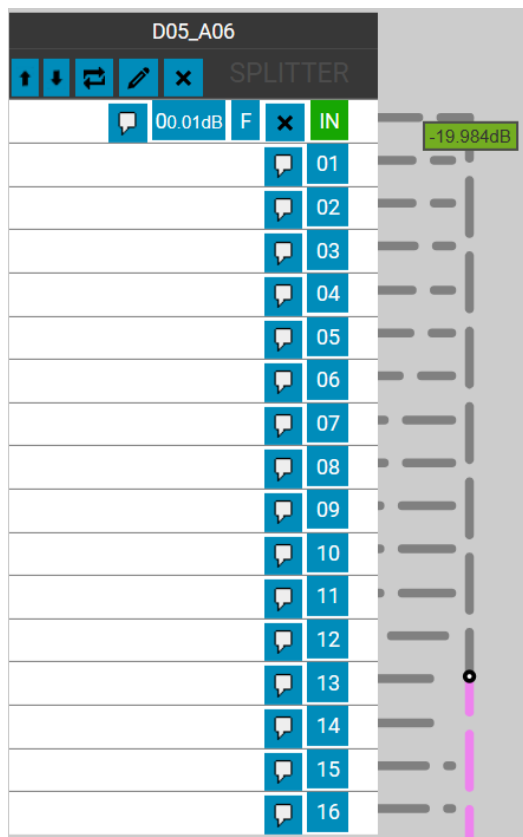
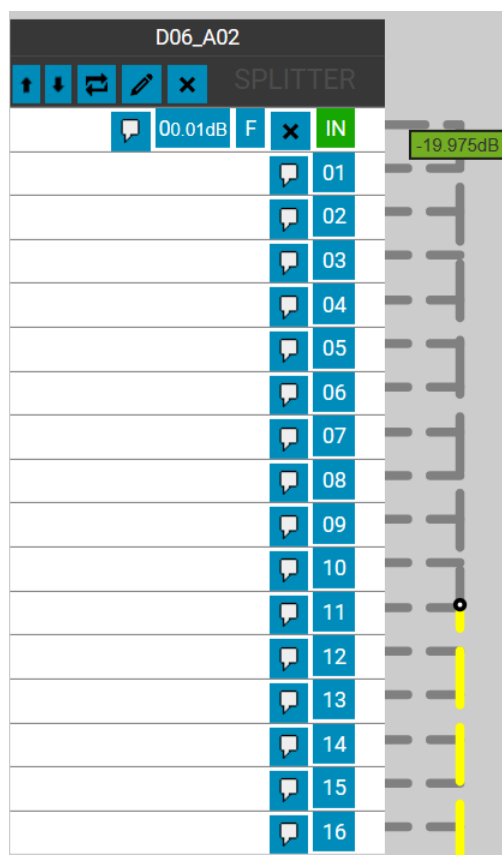


Figura 64

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D06_A02.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D07 (Ver figura 65) tenemos al último divisor de nivel II D07_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.982dB (Ver figura 66), a su vez se tiene el divisor óptico de Nivel I D09 con tres divisores ópticos de nivel II (el último es el D09_A03) debido a que esa zona está en expansión donde la potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.975dB (Ver figura 67), cumpliendo con la recomendación.

Figura 65

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D07 y D09

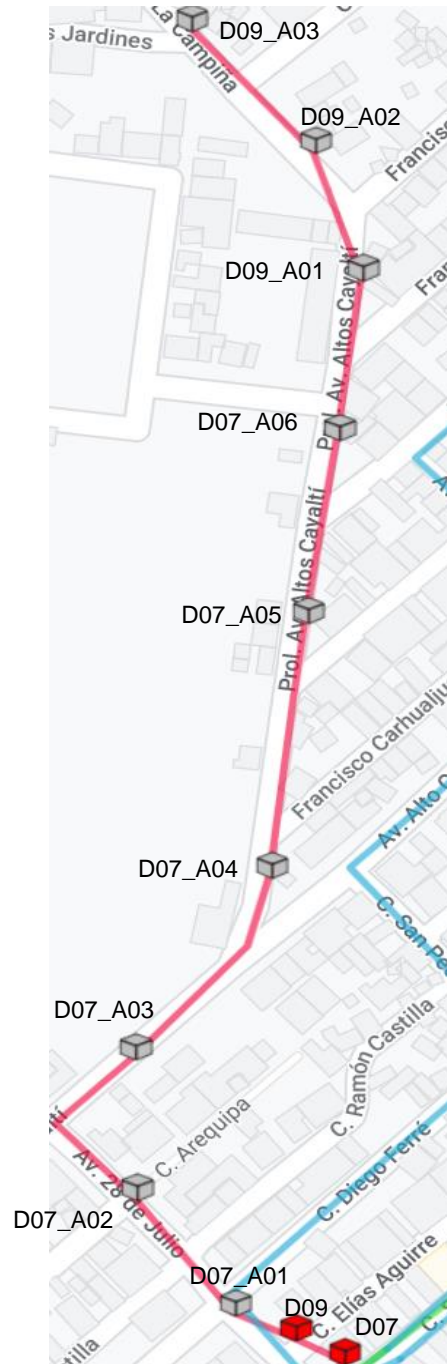


Figura 66

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D07_A06.

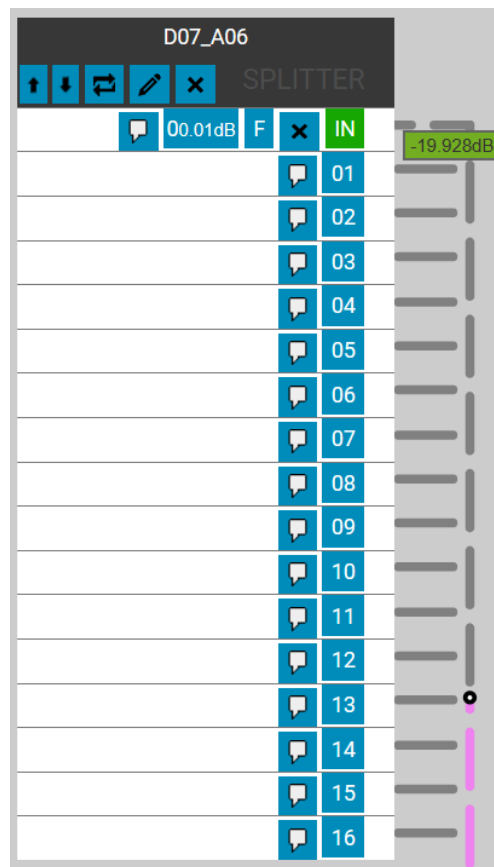
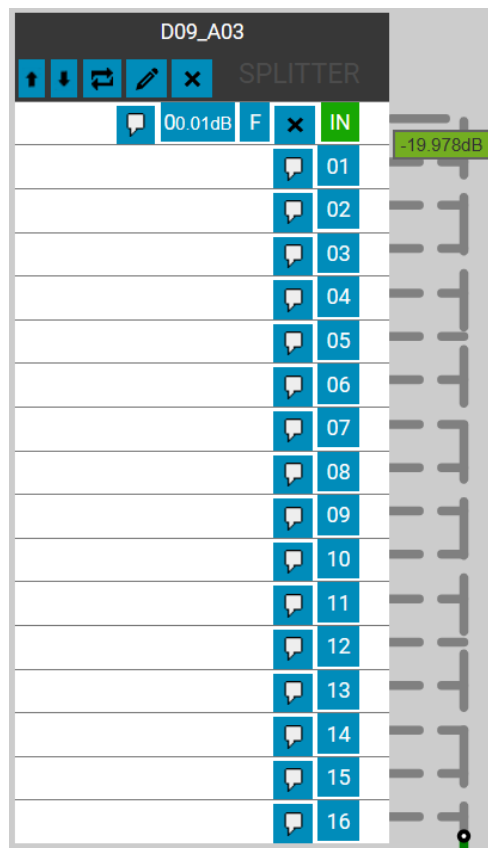


Figura 67

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D09_A03.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D08 (Ver imagen 37) tenemos al último divisor de nivel II D08_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.939dB (Ver Imagen 38), a su vez se tiene el divisor óptico de Nivel I D10 con tres divisores ópticos de nivel II (el último es el D10_A02) debido a que esa zona está en expansión donde la potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.043dB (Ver imagen 39), cumpliendo con la recomendación.

Figura 68

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D08 y D10.

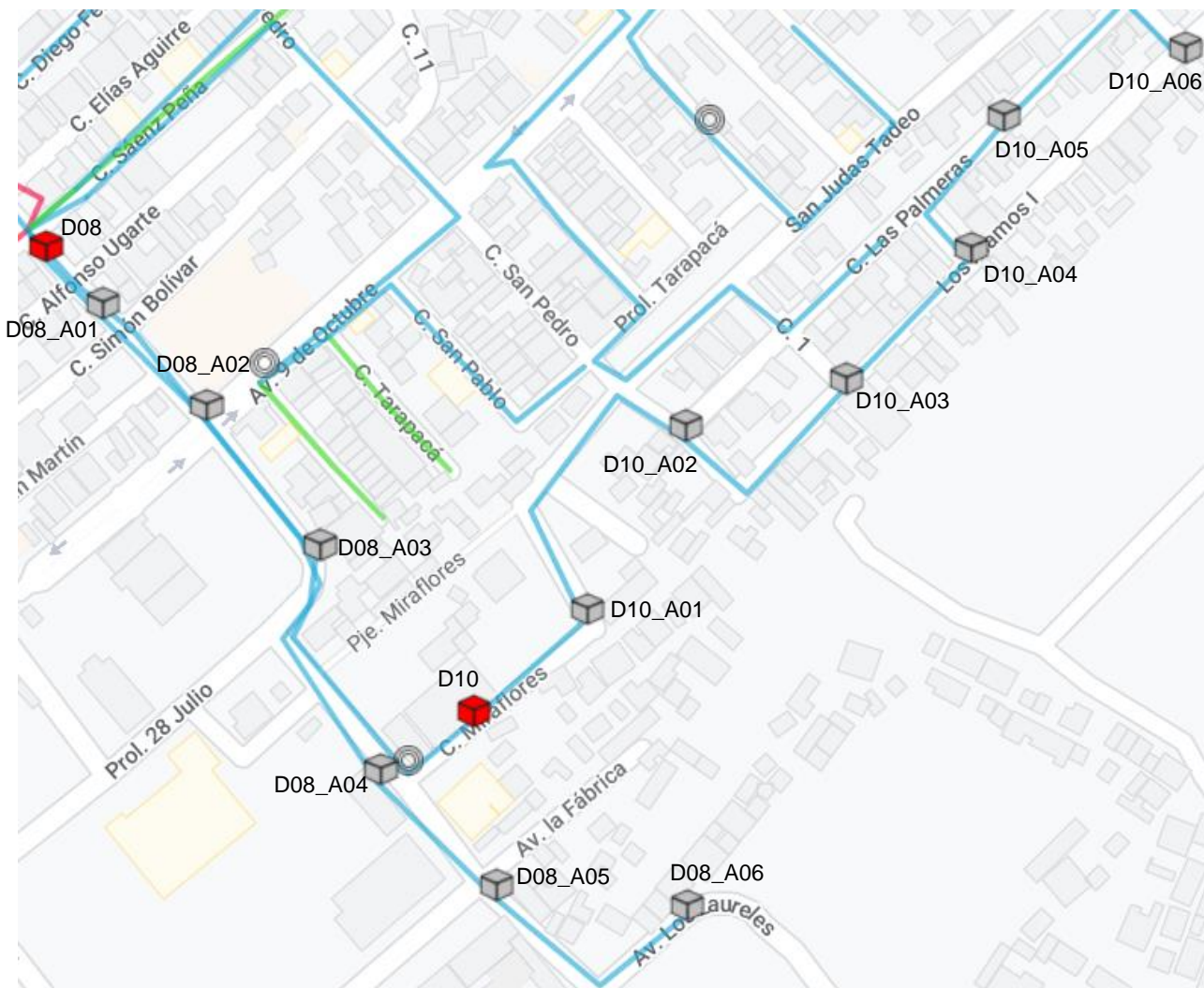


Figura 69

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D08_A06.

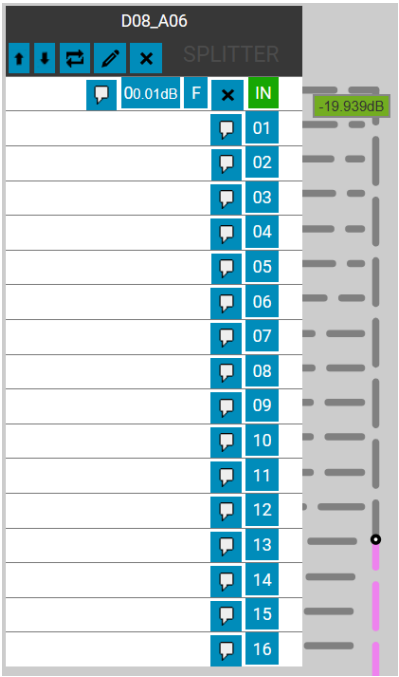
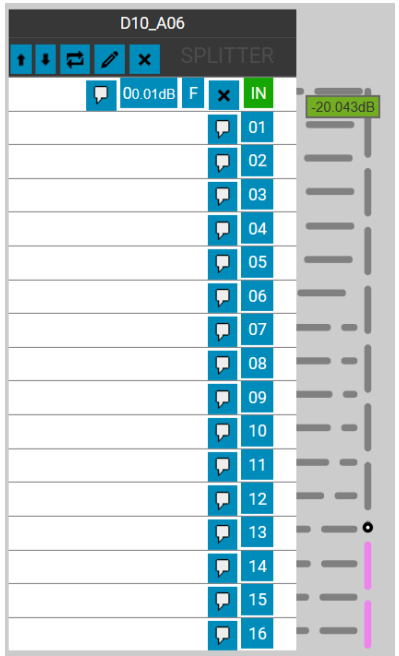


Figura 70

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D08_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D11 (Ver figura 71) tenemos al último divisor de nivel II D11_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.928dB (Ver figura 72), cumpliendo con la recomendación.

Figura 71

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D08 y D10.

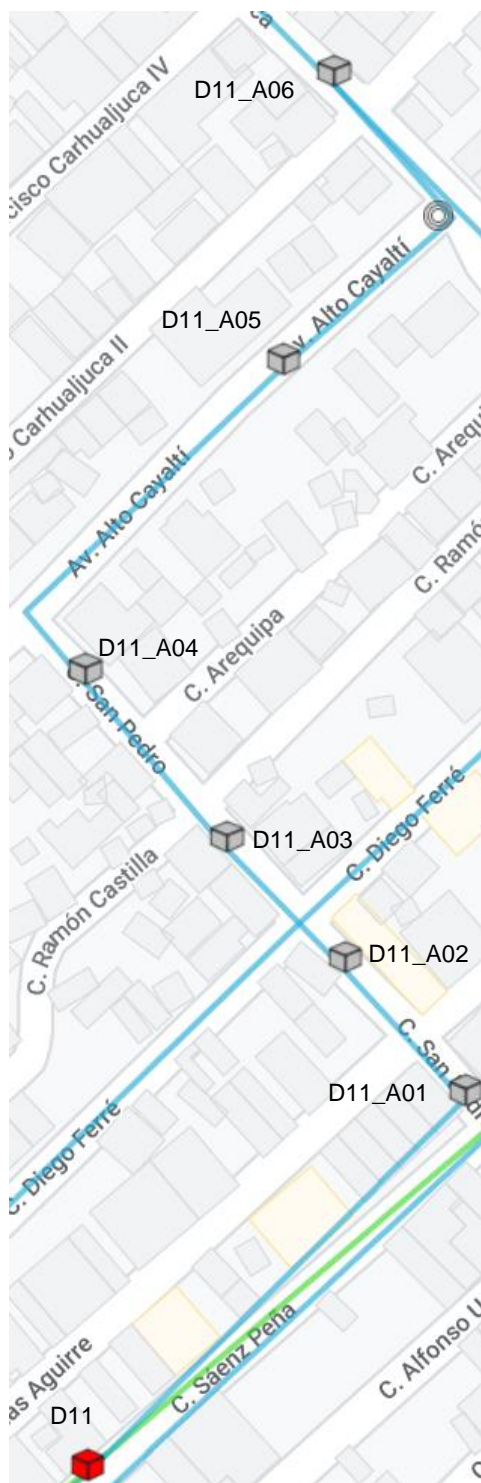
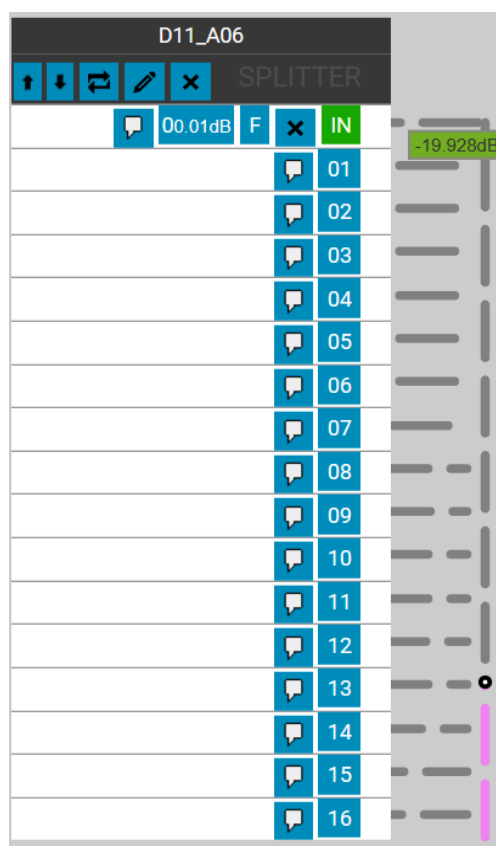


Figura 72

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D11_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D12 tenemos al último divisor de nivel II D12_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -19.928dB (Ver figura 74), en esta zona también se tiene un tercer nivel en los divisores ópticos 1x8 llamados D12_A02_TOP1, D12_A02_TOP2, D12_A03_TOP1, D12_A03_TOP2 cuya finalidad es extender la acometida a los hogares de las calles Tarapacá e Independencia, éstos parten de los divisores ópticos 1x2 de nivel II D12_A02 y D12_A03 tal como se observa en la imagen 42, donde la mayor pérdida en ese nivel la tiene el divisor óptico D12_A03_TOP2 dando como potencia estimada -20.46dB (Ver figura 75) cumpliendo con la recomendación.

Figura 73

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D12.

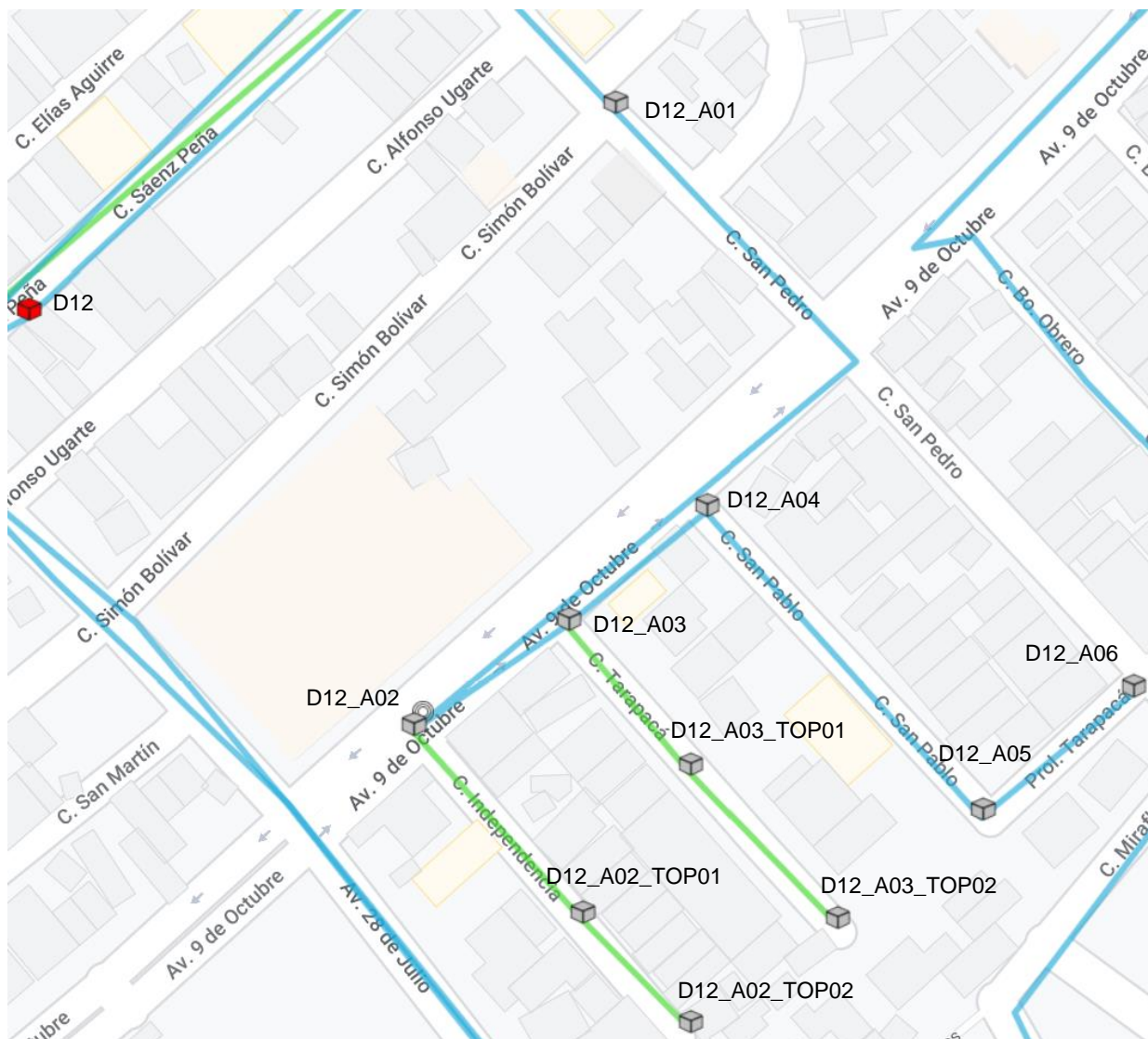


Figura 74

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D12_A06.

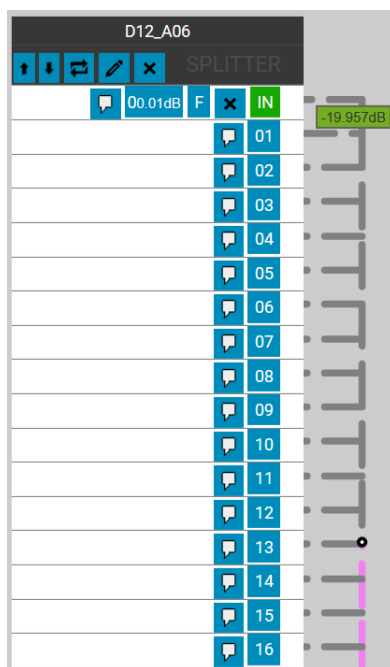
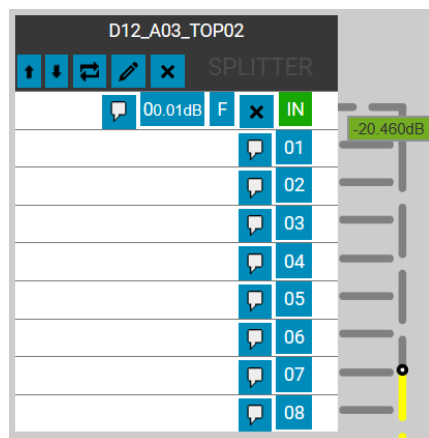


Figura 75

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel III D12_A03_TOP2.



En la siguiente zona de topología tenemos a los divisores ópticos de nivel I D13 y D14(Ver figura 76), tenemos a los últimos divisores ópticos de Nivel II D13_A06 y D14_A06 con potencias estimadas de -19.998dB y -20.001 respectivamente (Ver figura 77 y 78).

Figura 76

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D14.

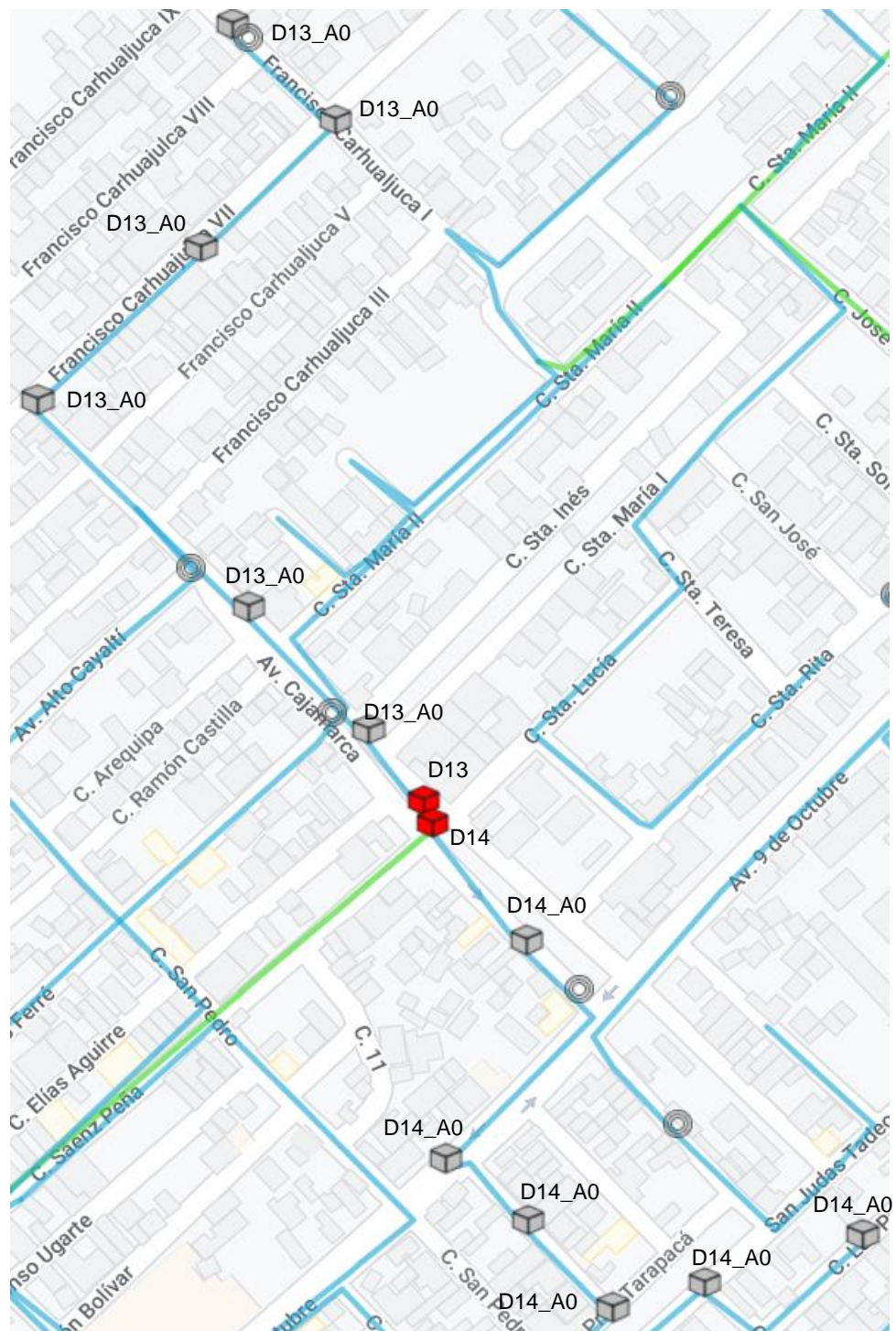


Figura 77

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D13_A06.

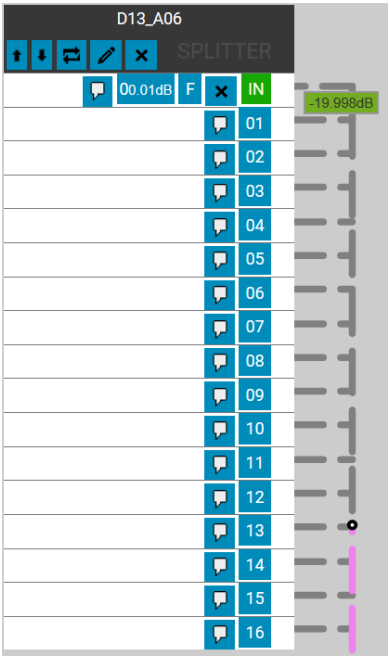


Figura 78

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D14_A06.

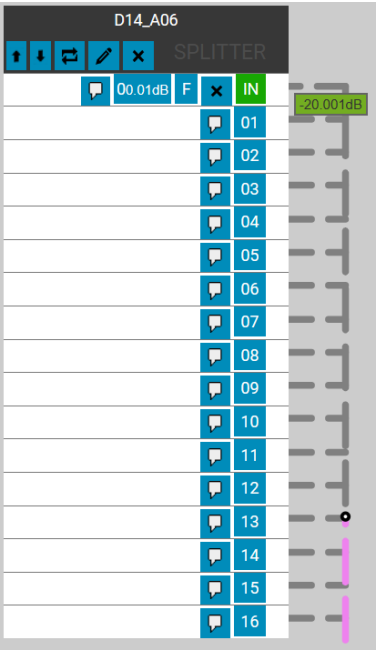
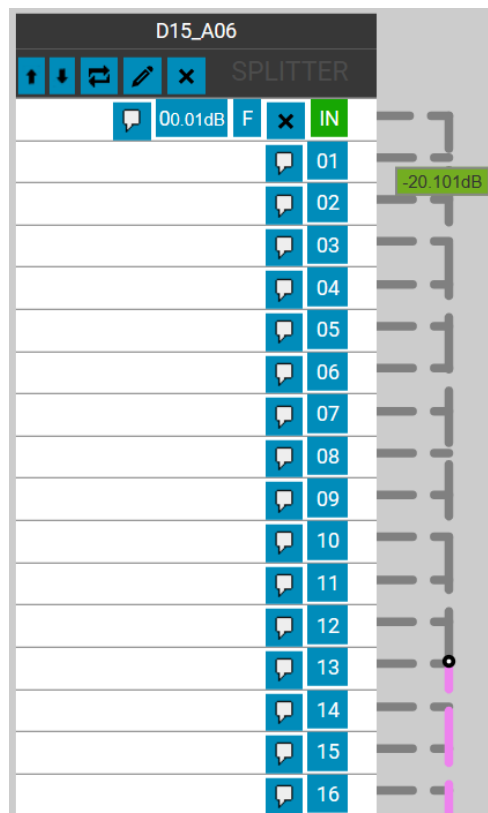


Figura 79

This map shows the area around C. Sta. María II. The station D15 is marked with a red cube at the intersection of C. Sta. María II and C. Sta. Inés. Several locations labeled D15_A0 are marked with grey cubes along various streets, including Francisco Carhuajluya I, C. José A. Quiñonez, C. Sta. María V, C. Sta. María III, C. Sta. María I, C. San José, C. Sta. Sofia, and C. Sta. Inés. A blue line runs through the center of the map, passing through the D15 station.

Figura 80

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D15_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D16 (Ver figura 81) tenemos al último divisor de nivel II D16_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.092 (Ver figura 82), cumpliendo con la recomendación.

Figura 81

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D16.

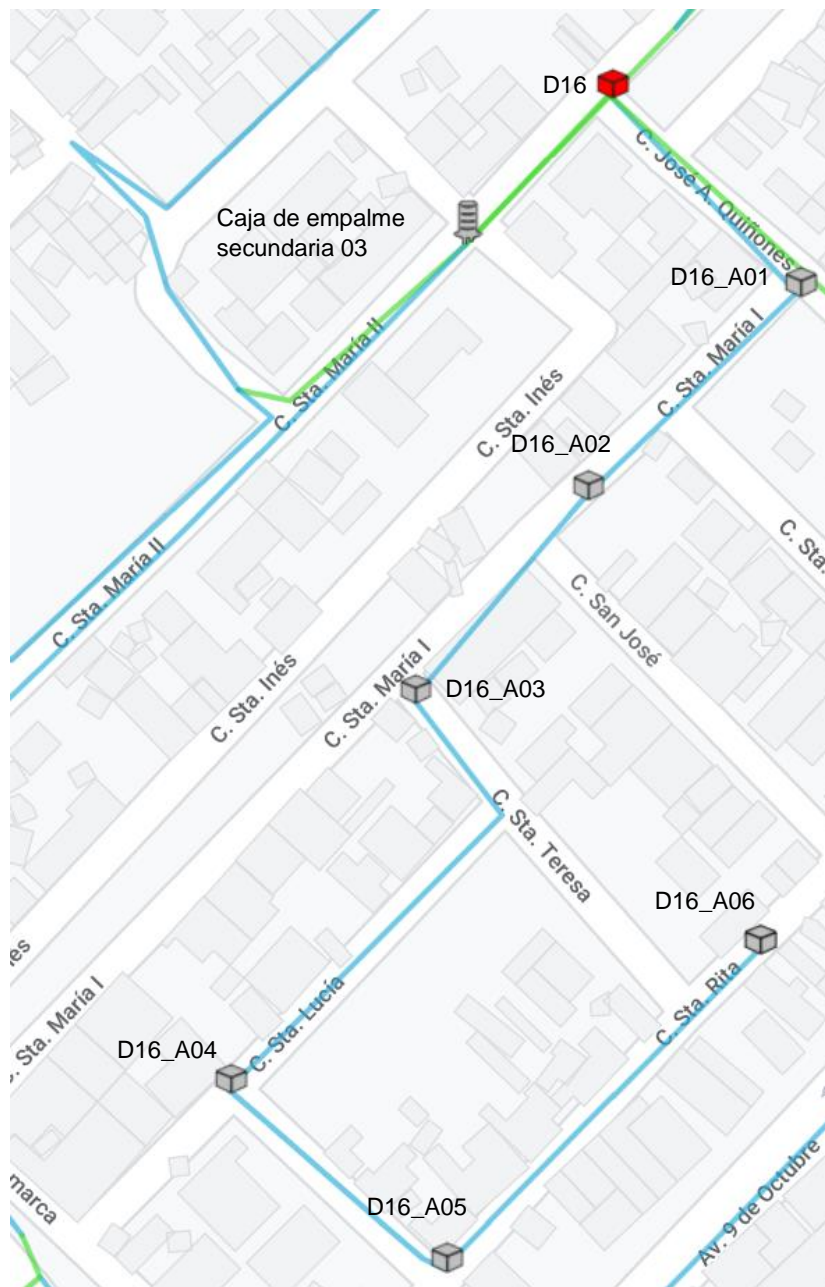
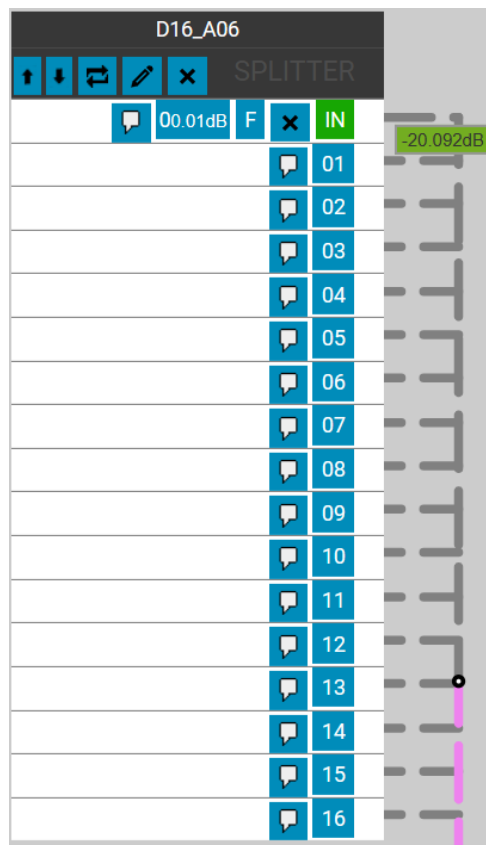


Figura 82

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D16_A06.



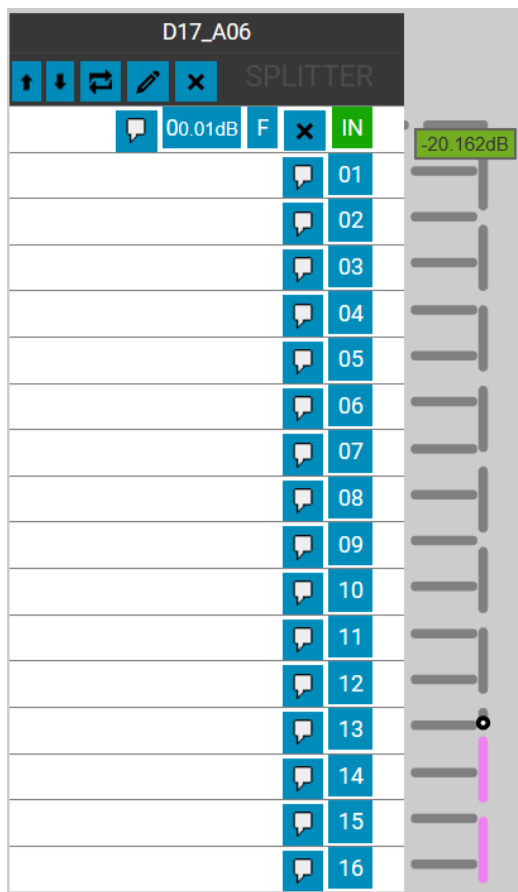
En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D17(Ver figura 83) tenemos al último divisor de nivel II D17_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.162dB (Ver figura 84), cumpliendo con la recomendación.

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D17.



Figura 84

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D17_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D18 (Ver figura 85) tenemos al último divisor de nivel II D18_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.244dB (Ver figura 86), cumpliendo con la recomendación.

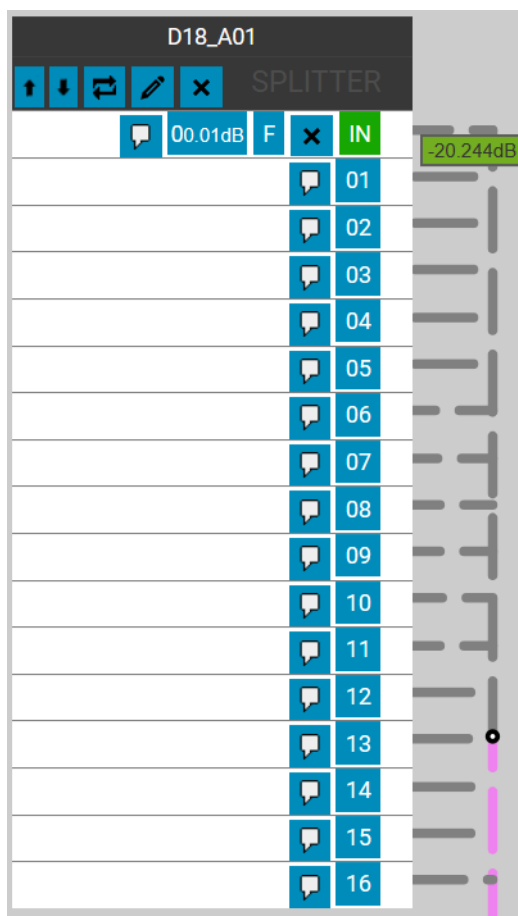
Figura 85

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D18.



Figura 86

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D18_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D19 (Ver figura 86) tenemos al último divisor de nivel II D19_A06, éste tiene una potencia estimada en cada una de sus salidas de -20.159dB (Ver figura 87), en esta zona también se tiene un tercer nivel en los divisores ópticos 1x8 llamados D19_A02_TOP1, D19_A02_TOP2, D19_A03_TOP1, D19_A03_TOP2 cuya finalidad es extender la acometida a los hogares de las calles Tarapacá e Independencia, éstos parten de los divisores ópticos 1x2 de nivel II D19_A02 y D19_A03 tal como se observa en la figura 86, donde la mayor pérdida en ese nivel la tiene el divisor óptico

D19_A03_TOP2 dando como potencia estimada -20.595dB(Ver figura 88) cumpliendo con la recomendación.

Figura 87

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D19.

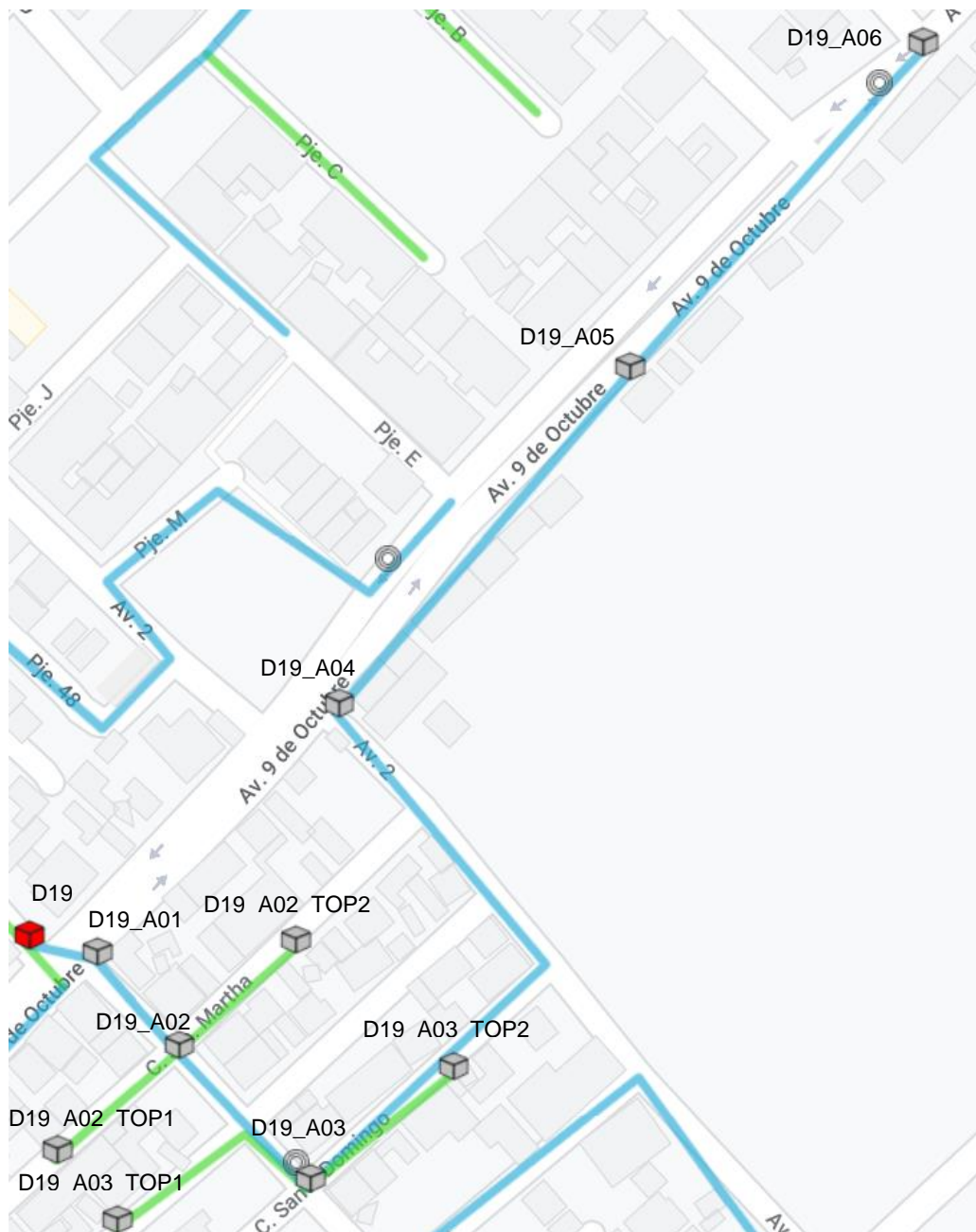


Figura 88

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D19_A06.

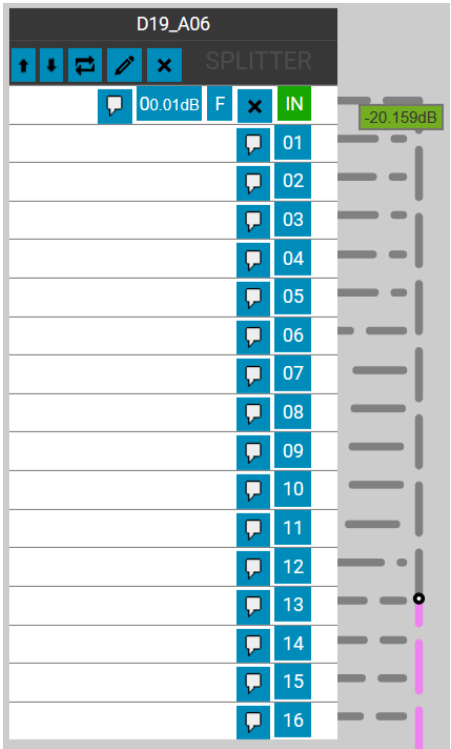
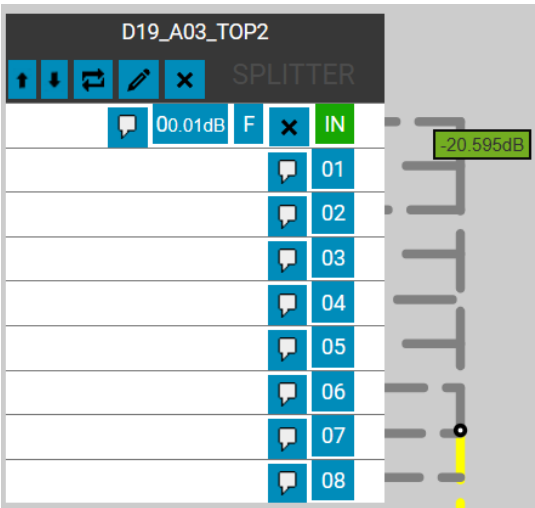


Figura 89

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel III D19_A03_TOP2.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D20 (Ver figura 90) tenemos al último divisor de nivel II D20_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.087dB (Ver figura 91), cumpliendo con la recomendación.

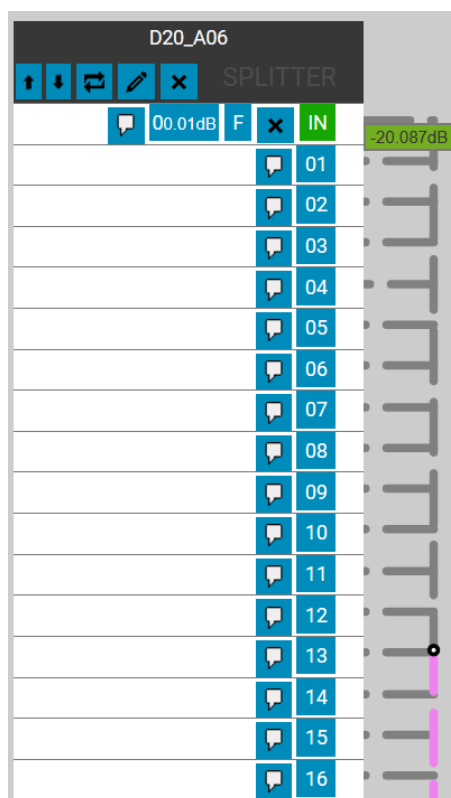
Figura 90

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D20.



Figura 91

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D20_A06.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D21 (Ver figura 92) tenemos al último divisor de nivel II D21_A06, éste tiene una potencia estimada en cada una de sus salidas de -20.110dB (Ver figura 93), en esta zona también se tiene un tercer nivel en los divisores ópticos 1x8 llamados D21_A04_TOP1, D21_A04_TOP2, D21_A05_TOP1, D21_A05_TOP2 cuya finalidad es extender la acometida a los hogares de las calles Tarapacá e Independencia, éstos parten de los divisores ópticos 1x2 de nivel II D21_A04 y D21_A05 tal como se observa en la figura 92, donde la mayor pérdida en ese nivel la tiene el divisor óptico D21_A05_TOP2 dando como potencia estimada -20.623dB (Ver figura 94) cumpliendo con la recomendación.

Figura 92

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D21.

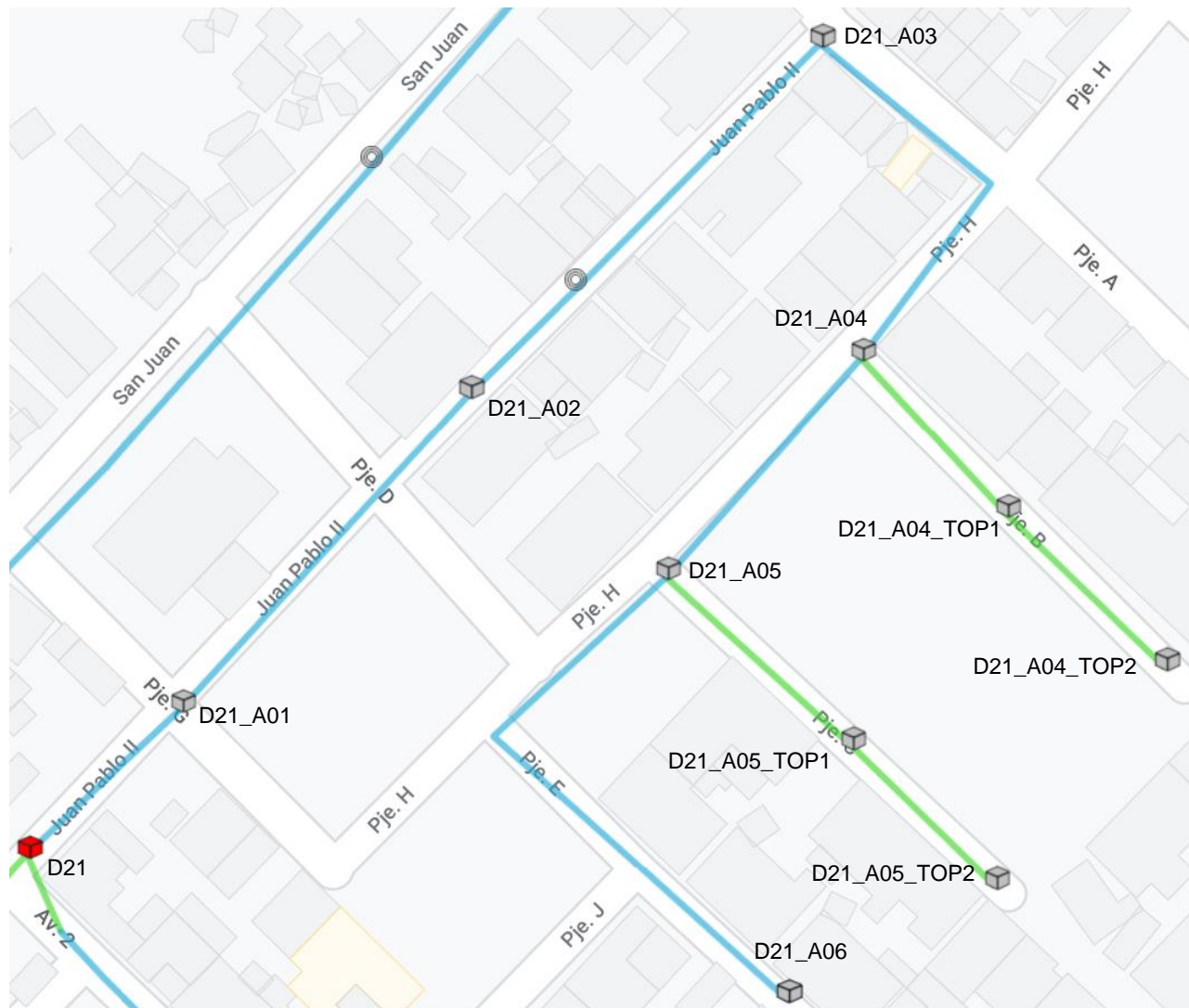


Figura 93

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D21_A06.

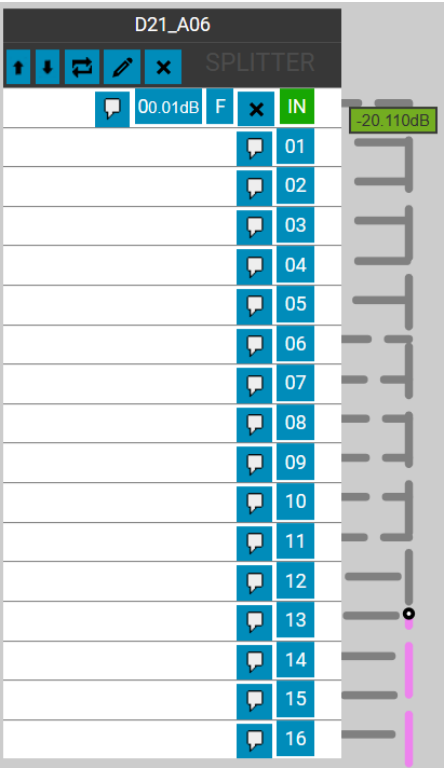
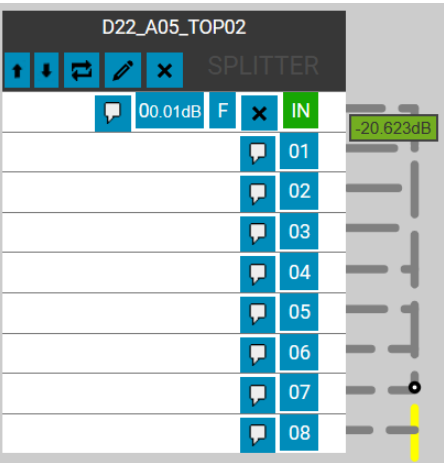


Figura 94

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel III D21_A05_TOP02.



En la zona de topología del divisor óptico de nivel I D22 (Ver figura 95) tenemos al último divisor de nivel II D22_A06, cuya potencia estimada en cada una de las salidas está en -20.099dB (Ver figura 96), cumpliendo con la recomendación.

Figura 61

Zona topológica del divisor óptico de nivel I D22.

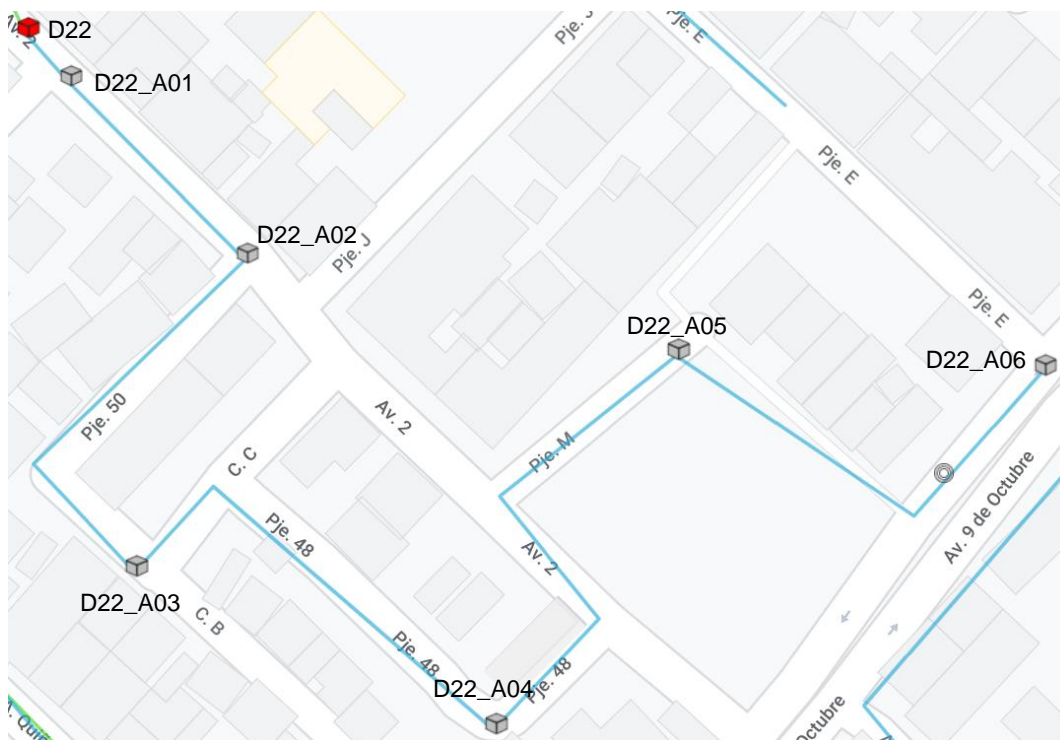
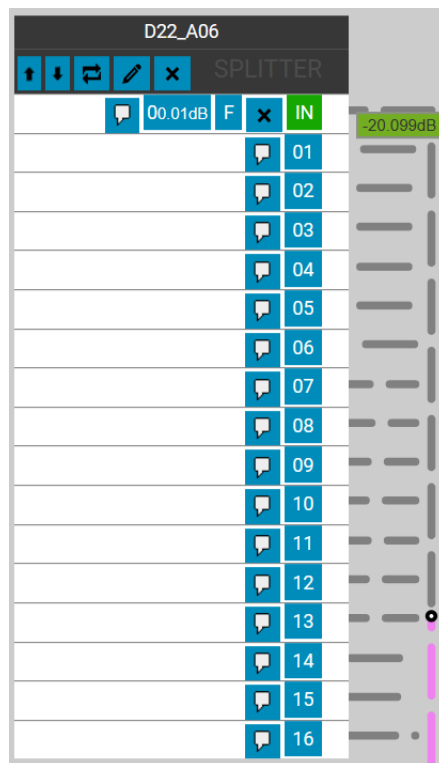


Figura 96

Hilos a la salida del divisor óptico de Nivel II D22_A06.



COSTOS REFERENCIALES DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
<i>FIBRA ÓPTICA DE 2 HILOS</i>	<i>500m</i>	<i>S/. 0,36</i>	<i>S/. 180,00</i>
<i>FIBRA ÓPTICA DE 6 HILOS</i>	<i>1000m</i>	<i>S/. 0,51</i>	<i>S/. 510,00</i>
<i>FIBRA ÓPTICA DE 12 HILOS</i>	<i>2000m</i>	<i>S/. 0,79</i>	<i>S/. 1.580,00</i>
<i>FIBRA ÓPTICA DE 24 HILOS</i>	<i>4000m</i>	<i>S/. 0,99</i>	<i>S/. 3.960,00</i>
<i>ZTE GTGH SERVICE BOARD DE 16 PUERTOS, +4.5DBM</i>	<i>2und</i>	<i>S/. 4.344,00</i>	<i>S/. 8.688,00</i>
<i>ZTE SFP GPON</i>	<i>1und</i>	<i>S/. 390,00</i>	<i>S/. 390,00</i>
<i>ZTE ZXA10 C300 OLT</i>	<i>1und</i>	<i>S/. 5.530,00</i>	<i>S/. 5.530,00</i>
<i>GABINETE DE 42RU PARA EQUIPOS RACKEABLES</i>	<i>1und</i>	<i>S/. 1.452,00</i>	<i>S/. 1.452,00</i>
<i>PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA 2M</i>	<i>1250und</i>	<i>S/. 3,50</i>	<i>S/. 4.375,00</i>
<i>PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA 3M</i>	<i>1250und</i>	<i>S/. 4,39</i>	<i>S/. 5.487,00</i>
<i>MUFA DE 48 HILOS</i>	<i>1und</i>	<i>S/. 184,00</i>	<i>S/. 184,00</i>
<i>MUFA DE 24 HILOS</i>	<i>1und</i>	<i>S/. 169,00</i>	<i>S/. 169,00</i>
<i>MUFA DE 12 HILOS</i>	<i>2und</i>	<i>S/. 110,00</i>	<i>S/. 220,00</i>
<i>ROSETA ÓPTICA</i>	<i>2560und</i>	<i>S/. 29,00</i>	<i>S/. 74.240,00</i>
<i>MODEM OPTICO GPON FK- ONT-G420R</i>	<i>2560und</i>	<i>S/. 200,00</i>	<i>S/. 512.000,00</i>
<i>CAJA TERMINAL OPTICA FAT</i>	<i>180und</i>	<i>S/. 28,00</i>	<i>S/. 5.040,00</i>
<i>SPLITTER ÓPTICO DE 2 VÍAS</i>	<i>6und</i>	<i>S/. 20,00</i>	<i>S/. 120,00</i>
<i>SPLITTER ÓPTICO DE 8 VÍAS</i>	<i>34und</i>	<i>S/. 37,00</i>	<i>S/. 1.258,00</i>
<i>SPLITTER ÓPTICO DE 16 VÍAS</i>	<i>170und</i>	<i>S/. 60,00</i>	<i>S/. 10.200,00</i>
TOTAL			S/. 635.583,00



ZTE ZXA10 C300 OLT



CATEGORY: OLT

TAGS: ACCESS NETWORK, OLT, ZTE

DESCRIPTION INQUIRY ATTACHMENT

ZTE ZXA10 C300 OLT is the Industry's First Large Capacity Optical Access Platform Oriented to 10G PON. ZTE ZXA10 C300 OLT meets diverse FTTX application scenarios including FTTH, FTTO and FTTdp to meet the large scale E/GPON and 10G PON deployments. C300 offers ultra-fast bandwidth and meets the requirements of big video, FMC and universal broadband services

ZTE ZXA10 C300 OLT Product Overview

ZTE ZXA10 C300 OLT is the world's first future-proof and largest capability optical access platform, is developed with mass optical access roll-out as well as the economy in mind. Its powerful functions and high performance make

ZTE ZXA10 C300 OLT is an optical-access platform with large capacity and high density. Numerous access approaches are supported and the triple-play services can be realized. The customized scenarios are provided for various networks demands. ZXA10 C300 won the InfoVision Green Broadband Award at Broadband World Forum Europe (BBWF Europe) in 2010.

ZTE ZXA10 C300 OLT Product Specifications

Backplane capacity:	5,76 Tbit/s
Switching capacity	800 Gbit/s
Number of service cards	14 (GPON/P2P/XG-PON1)
Number of control cards	2
Number of power supply cards	2
Number of uplink cards	2 (10GE/GE/FE/E1/T1)
Maximum number of GPON subscribers	16384
Management Interfaces	CLI, SSH, SNMP, telnet
Dimensions	10U (443,7 x 482,6 x 270 mm)
Power	-48 V (DC)
Working temperature and humidity	-25°C – +55°C, 5% – 95%
Split Ratio	up to 1:256
Range	20-60 km
Maximum attenuation	SFP B+ 28 dB, SFP C+ 32 dB
Dynamic Bandwidth Allocation	NSR-DBA, SR-DBA
Support	FEC, AES128, SCB, OLS
Routing	Static IPV4 a IPV6
Multicast	IGMP Snooping/Proxy/SPR a MLD Snooping/Proxy, 256 multicast VLAN, CAC, PRV, CDR
QoS	8 queues/port, SP, DWRR, DSPC (re)mark, CIR, PIR, EIR
Security features	L2-L4 ACL, IP a MAC source guard, DOS protection, MAC/IP anti-spoofing, Anti-flooding, DHCP 82
Features	VLAN, SVLAN, QinQ, VLAN Stacking, STP/RSTP/MSTP, DHCP Server, DHCP Relay, DHCP Proxy, IPv4/IPv6 dual stack
Control and switching cards	SCTM – Suitable for XGPON1, supports 16 port GPON cards, higher switching power, 4x 10GE uplink interface, 2x management interface
	SCXN – Supports 16 port GPON cards, 4x GE uplink interface, 2x management interface
	SCXL – No uplink interfaces, 2x management interface
GPON cards	GTXO – 4/8 XGPON1 ports, split ratio up to 1:256
	GTGO – 8 GPON ports, split ratio up to 1:256
	GTGH – 16 GPON ports, split ratio up to 1:128
	FTGK – 48 P2P ports (WDM) or 24 GE ports (separated fibers for uplink / downlink)
Uplink cards	GUFQ – 4x SFP (GE)
	GUSQ – 2x SFP (GE), 2x RJ45 (GE)
	XUTQ – 4x SFP (10GE)
	HUTQ – 4x SFP (2x10GE, 2xGE)
	HUVQ – 4x SFP (2x10GE/GE, 2xGE/FE)



ZTE SFP GPON OLT C++

CATEGORY: OLT

TAGS: ACCESS NETWORK, SFP, ZTE

ZTE SFP GPON OLT C++ is inserted in ZTE service boards like GTGO GTGH of C300 C320 OLT etc.

ZTE SFP GPON OLT C++ Product Overview

ZTE SFP GPON OLT C++ optical transceiver is designed to work together with GPON-type optical line terminal such as C320 C300 ZTE.

ZTE GPON-OLT-CLASS-C ++ is an SFP optical module applied to GPON OLT. It uses an LC optical interface. And fewer bureaus "network evolution and deployment requirements to enhance access capabilities and meet flat network requirements. This ZTE C ++ optical module, which emits about + 7.5DB, can transmit data over long distances. It is farther than C + and has a transmission quality Better. Suitable for projects with higher network requirements.

[ZXA10 C300](#) is an optical-access platform with large capacity and high density. Numerous access approaches are supported and the triple-play services can be realized. The customized scenarios are provided for various networks demands.

ZTE SFP GPON OLT C++ Product Specifications

Brand	ZTE
Model	SFP C++
Rate	1.25g
Use	GPON OLT
Type	Fiber to the Home, Passive Optical Network
Style	Wired (optical)
Application	Ethernet, Sonet / Sdh, Fiber Channel
Transmission distance	10km
Package	SFP
Transmission method	single-mode fiber
Certification	CE, FCC, RoHS
Wavelength	1310nm
Interface type	Duplex LC

ZTE SFP GPON OLT C++ Product Features

- Support ITU-T G.984.2 GPON OLT C++ application
- Single fiber bi-directional data links with symmetric 2.488Gbps Tx and 1.244Gbps Rx
- 1490nm continuous-mode transmitter with DFB LD
- 1310nm burst-mode receiver with APD-TIA
- 2-wire interface for integrated digital diagnostic Monitoring
- Receiver RESET, Signal Detect, RSSI function indication (RESET, RX_SD, RSSI)
- SFF package with SC/UPC receptacle optical interface
- Single +3.3V power supply
- Operation case temperature -40~85°C for industrial and 0~70°C for commercial



ZTE GTGH Service Board

CATEGORY: OLT

TAGS: ACCESS NETWORK, OLT, ZTE

ZTE GTGH Service Board Product Overview

ZXA10 C320 is new-generation compact OLT, only 2U high, saving installation space; high line card density: industry-leading 16-port GPON/EPON and 48-channel P2P board capability, single-frame can provide 32 G/EPON ports and 96 channels P2P GE port; ZTE C320 supports GPON/EPON/P2P/10G EPON/XG-PON1 with the same platform access, and will also support TWDM-PON technology; unified bearer voice, high-speed Internet access, IPTV, traditional TDM and mobile backhaul services. Integrated access; adopts large-scale OLT hardware and software architecture, supports architecture evolution, is compatible with ZXA10 C300 service boards, and saves board cost.

ZTE GTGH Service Board Product Specifications

Brand	ZTE
Model	GTGH
GPON Port	16-GPON Port
Type	C++ Module: Single Fiber Bidirectional Optical Module, Class C++
Operating Wavelength	Tx: 1490 nm, Rx: 1310 nm
Encapsulation Type	SFP
Port Rate	Tx: 2.488 Gbit/s, Rx: 1.244 Gbit/s
Minimum Output Optical Power	C++ Module : 4.50 dBm
Maximum Output Optical Power	C++ Module : 8.00 dBm
Maximum Receiver Sensitivity	C++ Module : -30 dBm @10E-10
	-32 dBm @10E-10
Optical Connector Type	SC/PC
Optical Fiber Type	Single-mode
Reach	20.00 km
Overload Optical Power	C++ Module : -12.0 dBm
Extinction Ratio	8.2 dB
Weight	1kg
Dimensions (W x D x H)	22.86 mm x 237.00 mm x 395.40 mm

High Density

- 16 GPON ports per card, up to 1:128 split ratio

GPON Function

- Support ONU power saving management defined in G.987.3
- 1024 T-CONTs per PON port, 4096 GEM ports per PON port

High TM Performance

- Support H-QOS
- 1024 queues and 256 schedulers per PON port
- Support color-sensitive RED and WRED discard algorithm

Clock/Time Function

- Receive 1PPS+TOD signals and send them to the ONU through a PON channel

Low Power Consumption

- Newly-developed lower power GPON MAC chip
- Reduce 30% power consumption on industry average



ROSETA ÓPTICA

Descripción La roseta óptica actúa como un punto de terminación de la red óptica utilizando conectorización directa o empalme por fusión en una extensión pre-conectorizada (pigtail).

Aplicación Aplicación en redes internas de FTTx.

Ventajas

- Puede ser instalado en cualquier superficie vertical plana o sobre caja 4x2" embutida en pared;
- Dimensionamiento compacto;
- Manejo fácil, no necesita de herramientas especiales;
- La reserva de fibra óptica queda dentro del producto;
- Permite acomodación de protectores de empalme por fusión de 40mm o 60mm;
- Capacidad para almacenar 20cm de cordón óptico con 3mm de diámetro;
- Cinco accesos para entrada y salida de cables o cordones ópticos (patch cords): 2 inferiores, 1 superior, 1 lateral y 1 acceso en la tapa posterior;
- Cumple con lo especificado en las recomendaciones de la norma IEC 61755-1;
- La tapa es cerrada con un solo tornillo en acero inoxidable.

Ambiente de Instalación Interno.

Ambiente de Operación Interno.

Temperatura de Operación (°C) -25 a 75°C.

Altura (mm) 115.

Ancho (mm) 80.

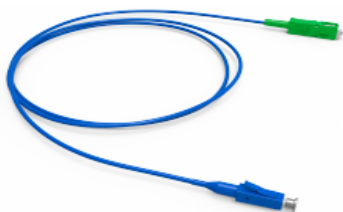
Profundidad (mm) 25.

Color Blanco.

Tipo de Cable Cable flat compacto.

Diámetro máximo del cable de entrada (mm) 5,8.

Tipo de la Fibra Monomodo y multimodo



PATCH CORD ÓPTICO MONOFIBRA

Descripción	Cordón óptico montado, es el cable óptico monofibra con conectores ópticos en las dos extremidades.		
Aplicación	Atiende aplicaciones conforme estándares IEEE 802.3 (Gigabit y 10 Gigabit Ethernet), ANSI T11.2 (Fibre Channel) y ITU-T-G-984.		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Recomendado para utilización en ambientes internos en la interconexión de distribuidores ópticos con equipamientos de red en sistemas ópticos de bajas pérdidas y alta banda pasante, como: sistemas de larga distancia, redes principales, distribución y transmisión de datos y vídeo; - Supera los requisitos de desempeño del estándar ANSI/TIA-568-C.3; - Montado y testado 100% en fábrica; - Alto desempeño en pérdida de inserción y pérdida de retorno; - Disponible en fibras monomodo y multimodo. 		
Ambiente de Instalación	Interno		
Ambiente de Operación	No agresivo		
Temperatura de Operación (°C)	-25°C a 75°C		
Diámetro nominal (mm)	2.0mm o 3.0mm		
Longitud	1.0m, 1.5m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 5.0m, 8.0m, 10.0m, 12.0m, 15.0m, 20.0m, 25.0m, 30.0m, 35.0m, 40.0m, 50.0m y 100.0m. * Longitudes adicionales disponible bajo consulta.		
Color	Fibra	TIA 568 - C	ABNT
	Monomodo (G657)	Blanco o Amarillo	Blanco o Azul
	Multimodo OM1 (62,5µm)	Naranja	Naranja
	Multimodo OM2 (50µm)	Naranja	Amarillo
	Multimodo OM3 (50µm)	Acqua	Acqua
	Multimodo OM4 (50µm)	Acqua	Acqua
Tipo de Cable	Cordón Óptico Tight Monofibra: totalmente dieléctrico constituido por una fibra óptica del tipo multimodo o monomodo, con revestimiento primario en acrilato y revestimiento secundario en material termoplástico. Sobre el revestimiento secundario son colocados elementos de tracción dieléctricos y capa en material termoplástico no propagante a la llama.		

CAJA DE EMPALME VERTICAL (12, 24, 48 hilos)



Caraterísticas

- El embalaje de este producto se adapta a cualquier forma de transporte. Evite colisiones, caídas, duchas directas de lluvia y nieve e insolación
- Mantenga el producto en un lugar seco y con corrientes de aire, sin entrada de gas corrosivo
- Rango de temperatura de almacenamiento: -40°C ~ +60°C

DESCRIPCIÓN:

La caja de empalme horizontal es el producto adecuado para cables hasta 20mm de diámetro. Puede ser utilizado en aplicaciones aéreo, ducto y de enterrado directo, así como la conexión de cable local completamente de plástico. El material de la carcasa es plástico de ingeniería de alta calidad (PP), La cual es antienviejecimiento, anticorrosión, a prueba de truenos. La estructura superpuesta de la bandeja de empalme y el dispositivo de puesta a tierra aislado lo hacen más flexible, conveniente y más seguro para la configuración del cable óptico, dilatación y la conexión de puesta a tierra. Los componentes externos y las piezas de ajuste están hechos acero inoxidable. Puede ser reabierto y reutilizado sin cambiar el material de sellado.

Especificaciones

PESO	1,04 KG
DIMENSIONES (MM)	Φ335*105mm
N° ENTRADA/SALIDA DE CABLE	4
NUMERO DE FIBRAS POR BANDEJA	12 (Núcleo simple)
NUMERO DE BANDEJAS	4
Máx Num de fibras por bandeja	48 (Núcleo simple)

MERCADOS Y APLICACIONES



Constructoras



ISP



Telecomunicaciones



Distribuidores



MODEM OPTICO GPON FK-ONT-G420R

Descripción

Descripción

La ONT GPON FK-ONT-G420R es un equipo terminal compatible con el estándar ITU-TG.984. Posee 4 puertos de datos Gigabit Ethernet 10/100/1000Base-T y dos puertos POTS. Soporta tasas de hasta 1,25Gbps para upstream y 2.5Gbps para downstream.

GPON

- Permite la conexión de 4 puertos de datos y 2 puertos de voz;
- Permite la configuración de VLAN en cada puerto;
- Cuenta con entrada óptica protegida y el espacio de almacenamiento de sobra cordón interna a la estructura óptica;
- Longitud de Onda de Transmisión: 1310 nm;
- Longitud de Onda de Recepción: 1490 nm;
- Potencia Óptica de Transmisión: 0,5dBm ~ +5dBm;
- Potencia Óptica de Recepción: -8dBm ~ -27dBm
- Mapeo de GEM Ports en una T-CONT con scheduling basado en fila de prioridad;
- Tiene LEDs indicadores de status.

Layer 2

- Autonegociación de puerto Ethernet o configuración manual
- Detección automática de MDI/MDIX
- Colas de prioridad, basadas em Hardware, en la dirección de downstream en soporte a CoS
- 802.1D bridging
- Switch virtual basado en 802.1q VLAN
- Hasta 128 direcciones MAC
- VLAN tagging/detagging por puerto Ethernet
- VLAN stacking y VLAN Translation
- IP ToS/DSCP para mapeamiento 802.1p
- Clase de servicio basado en MAC, puerto, VLAN-ID, 802.1p bit, ToS/DSCP
- Marking/remarking de 802.1p
- Limitador de direcciones MAC
- Scheduling controlado de prioridad y tasas
- Configuración de puerta untagged;
- Soporte a Spanning Tree Protocol
- Aprendizaje de direcciones MAC con auto-aging;
- Filtro de VLAN por puerta;
- Filtro de dirección de destino por puerta;

Multicast

- Limitador de taxa Broadcast/Multicast

Qos

- Totalmente compatible con ITU- G.984
- Múltiplos T-CONTs por dispositivo
- Múltiplas GEM Ports por dispositivo
- Soporta modo Single TCONT o modo Multiple TCONTs
- Mapeamiento flexible entre GEM Ports y TCONT
- Forward Error Correction (FEC)
- Soporte para Multicast GEM Port
- Ativación con descubrimiento automático SN y contraseña en conformidad con ITU-T G.984.3
- 8 filas por puerta;

Items Incluidos

- Fuente de alimentación externa, entrada 100-240VAC, salida 12 VDC, corriente 1A;
- Manual del producto en las lenguas:
 - Portugues
 - Espanhol
 - Ingles

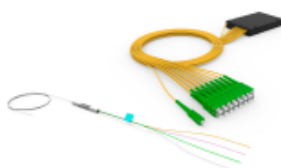
Notas

Garantía

- Garantía de 1 año.
- Validez Técnica del Software: 365 días.

Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, solamente se garantiza la compatibilidad del equipo con la familia de OLTs GPON de Furukawa, siendo la actividad de soporte técnico por parte de Furukawa condicionada a este escenario.

[Codificación](#)



SPLITTER ÓPTICO 1XN BALANCEADO TELCORDIA

Descrição Splitters Ópticos são componentes passivos que realizam a divisão do sinal óptico em uma rede PON. Eles são constituídos por uma fibra de entrada e N fibras de saída, as quais dividem a potência do sinal óptico de forma proporcional entre elas, caracterizando-os como splitters balanceados. São utilizados principalmente em redes ópticas FTTx/PON e em redes HFC (TV a cabo).

Disponível em três modelos:

- Conectorizado nas saídas e entrada.
- Conectorizado apenas nas saídas;
- Não conectorizado.

Compatibilidade Bandejas de Emenda ou Módulos Conectorizados.

Tipo de Fibra Fibras de Entrada e Saídas do Tipo "Bend Insensitive" G.657A ⁽²⁾.

Normas TELCORDIA GR-1209 (Requisitos Gerais para Componentes Passivos Ópticos)
TELCORDIA GR-1221 (Requisitos de Confiabilidade para Componentes Passivos Ópticos)
IEC 61753-1 (Dispositivos de Interconexão de Fibra Óptica e Componentes Passivos - Padrões de Performance)

Certificações ANATEL: 01837-11-00256 e 01835-11-00256

Acessórios Inclusos Folha de Testes (Medidas de Perda de Inserção e Perdas de Retorno⁽¹⁾)

Garantia 12 meses

Performance	Parâmetro	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
	Banda Óptica Passante	PLC: 1260~1650 FBT:1260~1360nm e 1480~1650nm					
	Perda de Inserção Máxima (dB)*	3,7	7,1	10,5	13,7	17,1	20,5
	Uniformidade (dB)	0,5	0,6	1	1,3	1,5	1,7
	Sensibilidade à Polarização Máxima PDL (dB)	0,2	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
	Diretividade (dB)	>55					
	Perda de Retorno (dB)	>55					

* sem a perda do conector. Adicionar 0.3dB para splitters conectorizados

Aplicação Ambiente de Instalação Interno ou Externo (Acomodado em caixa apropriada).

Características SPLITTER COM CONECTOR:

Dimensionais	Parâmetro	1x2 FBT		1x2 PLC		1x4		1x8	
	Tipo de Conectorização	E/S	S	E/S	S	E/S	S	E/S	S

Profundidade (P)	50mm		55mm		55mm		55mm	
Diâmetro (D)	3.0mm		N/A		N/A		N/A	
Largura (L)	N/A		7mm		7mm		7mm	
Altura (A)	N/A		4mm		4mm		4mm	
Comprimento do Pigtail de Entrada	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m
Comprimento do Pigtail de Saída	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m
Diâmetro do Pigtail	900µm ou 2mm							

Splitter FBT somente com diâmetro da fibra de 900µm.

Parâmetro	1x8 Compacto	1x16		1x32	
Tipo de Conectorização	S	E/S	S	E/S	S
Profundidade (P)	90mm	60mm		80mm	
Diâmetro (D)	N/A	N/A		N/A	
Largura (L)	20mm	12mm		20mm	
Altura (A)	10mm	4mm		6mm	
Comprimento da fibra de entrada	2.0m	1.5m	0.6m	1.5m	0.6m
Comprimento da fibra de Saída	0.7 ou 0.9m	0.6m	0.6m	0.6m	0.6m
Diâmetro da fibra	900µm ou 2mm				

S - Splitter Conectorizado apenas na Saída;

E/S - Splitter Conectorizado na Entrada e nas Saídas.

SPLITTER SEM CONECTOR:

Parâmetro	1x2 FBT	1x2 PLC	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Profundidade (P)	50mm	40mm	40mm	40mm	40mm	50mm	60mm
Diâmetro (D)	3mm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Largura (L)	N/A	4mm	4mm	4mm	4mm	7mm	12mm
Altura (A)	N/A	4mm	4mm	4mm	4mm	4mm	4mm
Comprimento da Fibra (E/S)	2m						
Diâmetro da Fibra	250µm						

Código de Cores

Porta 1	Azul
Porta 2	Laranja
Porta 3	Verde
Porta 4	Marrom
Porta 5	Cinza
Porta 6	Branca
Porta 7	Vermelha
Porta 8	Preta



CAJA TERMINAL OPTICA PRE-CONECTORIZADA FK-CTOP-16P SLIMCONNECTOR) (INLINE

Descripción	Las Cajas de Terminación Óptica Pre-Conectorizadas Inline FK-CTOP-16P son utilizadas como punto de interconexión entre la red óptica de distribución y las redes de acceso y de terminación. Son equipadas con adaptadores externos reforzados SlimConnector, que permiten la instalación de cables drop sin necesidad de apertura del producto.
Aplicación	Utilizada en redes ópticas externas aéreas o subterráneas. Productos para instalaciones en mensajero, postes o pared.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Los conectores externos robustos permiten la conexión de cables drop pre-conectorizados sin afectar que los circuitos adyacentes, permitiendo la instalación de nuevos clientes sin la necesidad de apertura del producto. • Suministrado con los accesorios para ensamble del producto; • Posee los accesorios necesarios para instalación; • Tapa en color gris con grabación del logo cliente V.tal; • Posibilidad para sangría del tubo loose en la primera bandeja de empalme; • Tornillo prisionero; • Tornillos compatibles con llave cañon #8; • Capacidad para hasta 4 divisores de señal PLC conectorizados en la bandeja de splitters en la tapa del producto; • Capacidad de hasta 2 divisores de señal PLC NC/NC en la bandeja de empalme. Total hasta 4 splitters PLC por CTOP Inline; • QR code con link para acessar manual do produto.
Certificaciones	Certificado ANATEL para caja terminal óptica subterranea para pequeñas edificaciones ANATEL 07231-19-00256
Color	Negro RAL9005, Gris RAL7035.
Material del Cuerpo del Producto	Polipropileno reforzado con aditivo de protección UV.
Cantidad de Empalmes	36 empalmes ópticos por bandeja de empalme; Capacidad máxima de 3 bandejas grandes. Capacidad total para 108 empalmes.
Grado de Protección	IP68 Instalaciones subterráneas, probado em 0.6m de columna de agua.
Peso (kg)	2,4kg
	Mecánico con goma de vedación.

Identificación	SAP - V.tal	Modelo	Cantidad adaptadores
	331873	8 pigtails ABNT	8 SlimConnector
	331875	1 divisor de señal 1x8	8 SlimConnector
	331924	16 pigtails ABNT	16 SlimConnector
	331925	2 divisores de señal 1x8	16 SlimConnector
	331922	1 divisor de señal 1x16	16 SlimConnector
	331876	HUB	8 SlimConnector

Para los productos con 8 adaptadores:

La tapa del adaptador SlimConnector #1 es suministrada en color verde.

Las demás tapas de adaptadores (#2 a #8) son suministradas en el color negro

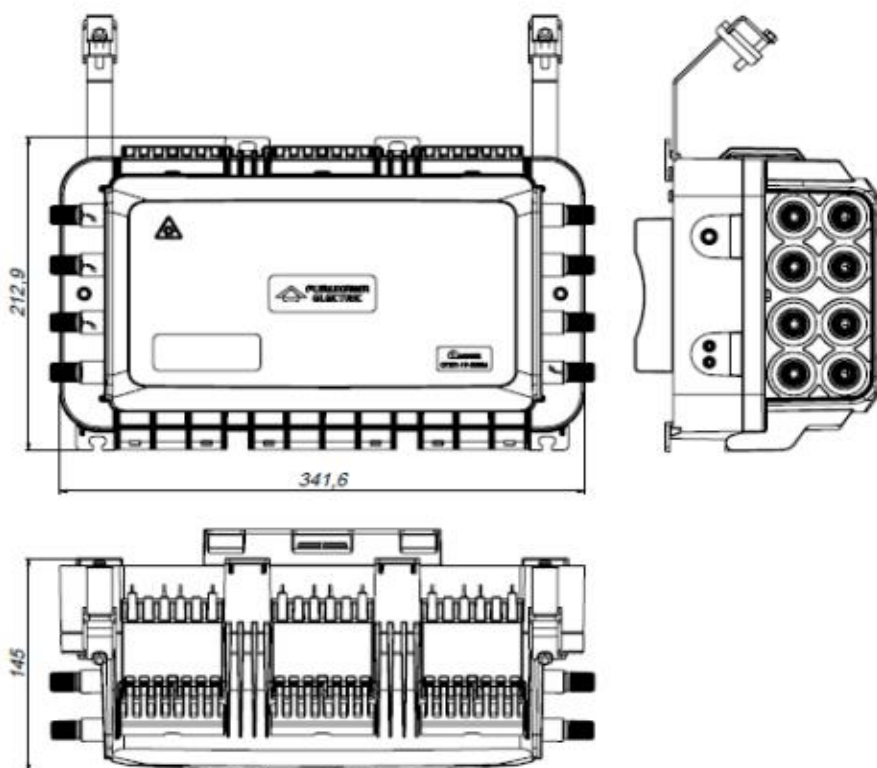
Para los productos con 16 adaptadores:

La tapa del adaptador SlimConnector #1 es suministrada en color verde.

La tapa del adaptador SlimConnector #9 es suministrada en color azul.

Las demás tapas de adaptadores (#2 hasta #8 y #10 hasta #16) son suministradas en el color negro.

Dibujo técnico



ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DECANATO

Ciudad Universitaria – Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 353-2023-NUMERO 7



0007



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 007-2023.-D/FACFyM

Siendo las 12:00 m. del día Lunes 04 de Septiembre del 2023, se reunieron los miembros del Jurado evaluador de la Tesis titulada:

42 Red FTTT PARA DEMOSTRAR LA MEJORA DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN CONTRA DEL RIESGO DE CAYALTI?

Designados por Resolución N° 254-2022-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 14 de Marzo de 2022

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos Presidente

Ing. Oscar Vichelly Romero Cortez Secretario

M.Sc. Ing. Wilson Demaris Reyes Vázquez Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) Ing. Segundo Francisco Segura Alvarado nombrado por Resolución N° 254-2022-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 14 de Marzo de 2022

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 713-2023-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 23 de Agosto de 2023

La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es): MARCO ANTONIO FLORES JUAN DANIEL y MILTON QUESQUÉN JOSÉ EDUARDO y tuvo una duración de 30 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de dieciséis (16) en la escala vigesimal, mención (Buena).

Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 1:20 PM se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
Presidente

Ing. Oscar Vichelly Romero Cortez
Secretario

M.Sc. Ing. Wilson Demaris Reyes Vázquez
Vocal

Ing. Segundo Francisco Segura Alvarado
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Segundo Francisco Segura Altamirano, asesor de tesis del trabajo de investigación de los estudiantes Marroquín Flórez Juan Daniel y Millones Quesquén José Eduardo,

Titulada:

“Red FTTH para demostrar la mejora de los servicios de telecomunicaciones en centro poblado de Cayaltí”, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 02 de octubre del 2023



Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano

DNI: 09922587

ASESOR

RESUMEN DEL REPORTE DE TURNITIN

Proyecto Final

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	7%
	Fuente de Internet	
2	cupdf.com	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unesum.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unprg.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	www.coursehero.com	1%
	Fuente de Internet	
6	edoc.pub	<1%
	Fuente de Internet	
7	www.slideshare.net	<1%
	Fuente de Internet	
8	cincodias.elpais.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	docplayer.es	<1%
	Fuente de Internet	



Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano
Departamento Académico de Computación y Electrónica
DNI 09922587

10	1library.co Fuente de Internet	<1 %
11	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
12	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
14	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.uade.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
16	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
17	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	www.honecable.com Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %



Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano
Departamento Académico de Computación y Electrónica
DNI 09922587

22	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
23	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	ip-science.thomsonreuters.com Fuente de Internet	<1 %
26	www.c3comunicaciones.es Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	www.termpaperwarehouse.com Fuente de Internet	<1 %
29	dspace.uclv.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	www.telefonica.com Fuente de Internet	<1 %
33	Leidy Indira Hinstroza Córdoba. "Aplicación de tecnologías sostenibles para el desarrollo de alimentos nutritivos y saludables dirigidos a mejorar el estado nutricional de la población del departamento del Chocó (Colombia)", Universitat Politècnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
34	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
35	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano
Departamento Académico de Computación y Electrónica
DNI 09922587

RECIBO TURNITIN



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Juan/Jose Marroquin Millones
Título del ejercicio: borradores de tesis
Título de la entrega: Proyecto Final
Nombre del archivo: INFORME_FINAL_JuanMarroquin_Jos_Millones_revA1.pdf
Tamaño del archivo: 6.84M
Total páginas: 154
Total de palabras: 17,499
Total de caracteres: 88,794
Fecha de entrega: 02-ago.-2023 09:08p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2140631257

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA



"RED FTTH PARA DEMOSTRAR LA MEJORA DE LOS SERVICIOS DE
TELECOMUNICACIONES EN CENTRO POBLADO DE CAYALTI"

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO ELECTRONICO

- Bach. Juan Daniel Marroquin Pérez
- Bach. José Eduardo Millones Quesada

ASESOR:

Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano

Lambayeque, 2023


Ing. Segundo Francisco Segura Altamirano
Departamento Académico de Computación y Electrónica
DNI 09922587