



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

**Implementación de una red FTTH de banda ancha con  
sistema pre-conectorizado ODN 2.0 para América  
Móvil en el distrito de Bellavista - Callao**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de  
Telecomunicaciones

**AUTOR**

Felipe Juan Carlos MISAHUAMAN BEDÓN

**ASESOR**

Dr. Ruben Gino MARTINEZ VARELA

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

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

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

## Referencia bibliográfica

---

Misahuaman, F. (2023). *Implementación de una red FTTH de banda ancha con sistema pre-conectorizado ODN 2.0 para América Móvil en el distrito de Bellavista - Callao*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Felipe Juan Carlos Misahuaman Bedón
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	48074956
URL de ORCID	No Aplica
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Ruben Gino Martinez Varela
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09270432
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-5676-6353">https://orcid.org/0000-0001-5676-6353</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Wilfredo Baro Fanola Merino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06030740
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Jaime Heisen Sotelo Ortiz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10790984
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	No Aplica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Juan de Lurigancho Asentamiento Humano: José Carlos Mariátegui Manzana y lote: K4 Lote 17
	Latitud: -11.941371 Longitud: -76.983787
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2022 - Junio 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</a>



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



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 086/FIEE-CTGT/2023

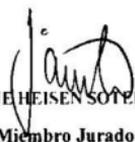
Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 16 de noviembre del 2023, como Presidente de Jurado el ING. WILFREDO BARO FANOLA MERINO, integrado por el Miembro de Jurado el ING. JAIME HEISEN SOTELO ORTIZ, Miembro de Jurado MG. MARTÍN MOISES SOTO CORDOVA y Miembro Asesor el MG. RUBEN GINO MARTINEZ VARELA.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bach. FELIPE JUAN CARLOS MISAHUAMAN BEDÓN con código Nº16190287 que para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado "IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH DE BANDA ANCHA CON SISTEMA PRE-CONECTORIZADO ODN 2.0 PARA AMÉRICA MÓVIL EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA – CALLAO".

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

Ciudad Universitaria, 16 de noviembre del 2023

  
ING. WILFREDO FANOLA MERINO  
Presidente de Jurado

  
ING. JAIME HEISEN SOTELO ORTIZ  
Miembro Jurado

  
MG. MARTÍN MOISES SOTO CORDOVA  
Miembro de Jurado

  
MG. RUBEN GINO MARTINEZ VARELA  
Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



### CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo RUBEN GINO MARTINEZ VARELA en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N°086/FIEE-CTGT/2023 del trabajo de suficiencia profesional cuyo título es: Implementación De Una Red Fttb De Banda Ancha Con Sistema Pre-Conectorizado ODN 2.0 Para América Móvil En El Distrito De Bellavista – Callao, presentado por el bachiller Felipe Juan Carlos Misahuaman Bedón para optar al título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 5% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.



Firma del Asesor

DNI: 09270432

Nombres y apellidos del asesor:

Mg. Ruben Gino Martínez Varela

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi familia, por su apoyo incondicional y su arduo trabajo para poder brindarme las herramientas necesarias para poder desarrollar mi vida universitaria; de la misma manera para mi hija, al ser la principal motivación de perseverancia día a día.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis profesores por impartir no solo sus conocimientos, sino también por sus consejos que hoy en día me permiten desarrollar una vida profesional, de la mano con la ética y valores.

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional recoge los procedimientos aplicados y experiencias adquiridas durante el proceso de implementación de una red Fiber To The Home (FTTH) de banda ancha con un sistema preconectorizado Optical Distribution Network (ODN) 2.0, describiendo procesos de inicio, ejecución y todo lo necesario para finalizar con éxito una implementación de este tipo.

En la actualidad, vivimos en un escenario de alta demanda del servicio de banda ancha, lo que exige buscar mejores alternativas para la implementación de redes FTTH, buscando reducir tiempos y costos de implementación. La solución ODN 2.0 trae como ventaja el despliegue de redes FTTH de banda ancha en un tiempo más reducido y con un menor uso de recursos, ofreciendo un servicio que cumple con las exigencias de los usuarios.

Al final del presente trabajo, muestro los resultados de la implementación, los cuales evidencian que las condiciones de operatividad de esta red, cumplen con los estándares técnicos necesarios para ofrecer un servicio de calidad, mediante una implementación más rápida y con menos recursos que una red tradicional, concluyendo de esta manera que la solución ODN 2.0 es una alternativa altamente viable para una implementación FTTH de banda ancha.

**Palabras clave:** Implementación, red FTTH, sistema ODN 2.0, banda ancha, estándar técnico.

## **ABSTRACT**

This professional sufficiency work includes the procedures applied and experiences acquired during the implementation process of a broadband Fiber To The Home (FTTH) network with a pre-connectorized Optical Distribution Network (ODN) 2.0 system, describing start-up, execution and everything necessary to successfully complete an implementation of this type.

Currently, we live in a scenario of high demand for broadband service, which requires seeking better alternatives for the implementation of FTTH networks, seeking to reduce implementation times and costs. The ODN 2.0 solution brings the advantage of using FTTH broadband networks in a shorter time and with less use, offering a service that meets the demands of users.

At the end of this work, I show the results of the implementation, which show that the operating conditions of this network meet the technical standards necessary to offer a quality service, through a faster implementation and with fewer resources than a network. thus concluding that the ODN 2.0 solution is a highly viable alternative for a broadband FTTH implementation.

**Keywords:** Implementation, FTTH network, ODN 2.0 system, broadband, technical standard.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLARON LAS ACTIVIDADES</b> .....	<b>2</b>
2.1    Institución – Actividades que desarrolla.....	2
2.2    Periodo de duración de las actividades. ....	2
2.3    Finalidad y objetivos de la entidad.....	2
2.4    Razón social .....	3
2.5    Dirección postal .....	3
2.6    Correo electrónico del profesional a cargo .....	3
<b>CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b> .....	<b>4</b>
3.1    Organización de la actividad.....	4
3.2    Finalidad y objetivos de la actividad .....	5
3.2.1    Finalidad.....	5
3.2.2    Objetivo General.....	5
3.2.3    Objetivos Específicos .....	5
3.3    Problemática.....	6
3.3.1    Problema General .....	6
3.3.2    Problemas Específicos .....	6
3.3.3    Justificación e importancia de la investigación .....	6
3.4    Metodología.....	7
3.4.1    Bases teóricas .....	7

3.4.2	Marco conceptual .....	8
3.5	Procedimiento.....	15
3.5.1	Replanteo en campo .....	15
3.5.2	Obra civil: Instalación de postes de concreto .....	17
3.5.3	Tendido y flechado de la fibra óptica .....	20
3.5.4	Instalación de equipos.....	30
3.5.5	Empalmes por fusión.....	33
3.5.6	Rotulación de equipos .....	34
3.5.7	Etiquetado .....	37
3.5.8	Pruebas de medición.....	40
3.6	Liquidación de obra .....	43
3.6.1	Reportes fotográficos .....	43
3.6.2	Reporte de mediciones IOLM y OLTS.....	49
3.6.3	Hojas de Liquidación .....	49
3.6.4	Planos As-Built.....	50
3.7	Resultados de la actividad.....	52
3.7.1	Liquidación de obra civil. ....	52
3.7.2	Liquidación de cableado.....	53
3.7.3	Liquidación de materiales suministrados por el cliente.....	54
3.7.4	Mediciones Power Meter .....	55
3.7.5	Mediciones IOLM.....	56
3.7.6	Mediciones OLTS .....	57
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES .....</b>		<b>58</b>
3.8	Conclusiones .....	58
<b>CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES .....</b>		<b>59</b>
<b>CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>60</b>
<b>CAPITULO VII: ANEXOS .....</b>		<b>62</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Topología de una red FTTH ODN 2.0. Fuente: Huawei, 2022.....	10
Figura 2: Cierre de empalme tipo DOMO. Fuente: Energitel .....	11
Figura 3: Hub Box 3C01. Fuente: Huawei, 2020.....	12
Figura 4: Topología de un FAT Intermedio. Fuente: Elaboración propia .....	13
Figura 5: FAT Intermedio - vista exterior (inferior). Fuente: Elaboración propia .....	13
Figura 6: Topología de un FAT Final. Fuente: Elaboración propia.....	14
Figura 7: FAT Final - vista exterior (inferior). Fuente: Elaboración propia.....	14
Figura 8: Cable óptico preconectorizado. Fuente: 3S Telecom .....	15
Figura 9: Distribución de postes nuevos. Fuente: Elaboración propia .....	16
Figura 10: Distribución de postes nuevos y eléctricos. Fuente: Elaboración propia .....	17
Figura 11: Inicio de excavación. Fuente: Elaboración propia.....	18
Figura 12: Relleno de la excavación. Fuente: Elaboración propia .....	19
Figura 13: Brazo de extensión de 60 cm. Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 14: Clevis con aislador. Fuente: Global Electric Solar .....	22
Figura 15: Herraaje de retención tipo trébol. Fuente: Queenton .....	23
Figura 16: Herraaje inicio - fin. Fuente: Global Electric Solar .....	24
Figura 17: Templador para cable preconectorizado. Fuente: Fasocom.....	24
Figura 18: Cruceta metálica para FO. Fuente: Superfiber .....	25
Figura 19: Instalación de F.O en cruce americano. Fuente: Elaboración propia .....	26
Figura 20: Instalación de F.O. en medio cruce. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 21: Instalación de cable preconectorizado en medio cruce. Fuente: Elaboración propia .....	27
Figura 22: Instalación de F.O 24 hilos en poste. Fuente: Elaboración propia .....	28

Figura 23: Instalación de cable preconectorizado en poste. Fuente: Elaboración propia .....	29
Figura 24: Instalación de FAT en poste eléctrico. Fuente: Huawei 2020 .....	31
Figura 25: Instalación de FAT en poste propio. Fuente: Elaboración propia	32
Figura 26: Instalación de Hub Box. Fuente: Elaboración propia .....	33
Figura 27: Bandeja de empalmes Hub Box 1C01. Fuente: CNSIC.....	33
Figura 28: Rotulación de FAT 01. Fuente: CNSIC .....	35
Figura 29: Rotulación de Hub Box 1C01. Fuente: CNSIC .....	36
Figura 30: Mufa instalada sin rótulo. Fuente: CNSIC .....	36
Figura 31: Plantilla de etiqueta. Fuente: Huawei 2020.....	37
Figura 32: Lectura de medición Power Meter (FAT 22). Fuente: CNSIC .....	40
Figura 33: Medición IOLM aprobada (FAT 16). Fuente: CNSIC .....	41
Figura 34: Medición OLTS aprobada (FAT 04). Fuente: CNSIC.....	42
Figura 35: Vista del rotulado de poste. Fuente: CNSIC .....	44
Figura 36: Vista panorámica de poste. Fuente: CNSIC .....	44
Figura 37: Vista lateral de poste. Fuente: CNSIC .....	45
Figura 38: Vista de base de poste. Fuente: CNSIC .....	45
Figura 39: Vista frontal de FAT. Fuente: CNSIC .....	46
Figura 40: Vista lateral de FAT. Fuente: CNSIC .....	46
Figura 41: Vista panorámica de FAT. Fuente: CNSIC .....	47
Figura 42: Etiqueta de entrada (FAT 07). Fuente: CNSIC .....	47
Figura 43: Etiqueta de salida (FAT 07). Fuente: CNSIC .....	48
Figura 44: Medición Power Meter (FAT 05). Fuente: CNSIC .....	48
Figura 45: Fragmento de la certificación OLTS (FAT 09). Fuente: CNSIC ...	49
Figura 46: Vista ampliada del plano AS-BUILT i1. Fuente: Elaboración propia .....	50
Figura 47: Vista ampliada del plano AS-BUILT i3. Fuente: Elaboración propia .....	51
Figura 48: Vista ampliada del plano AS-BUILT i5. Fuente: Elaboración propia .....	52

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Cuadro comparativo de una red FTTH ODN 2.0 Vs. FTTH Tradicional. Fuente: Elaboración propia .....	10
<i>Tabla 2:</i> Tolerancias aceptables máximas. Fuente: SEAL.....	19
<i>Tabla 3:</i> Empalmes por fusión realizados en el proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia .....	34
<i>Tabla 4:</i> Estimado de empalmes por fusión en una implementación FTTH Tradicional. Fuente: Elaboración propia .....	34
<i>Tabla 5:</i> Nomenclatura de identificación del plano. Fuente: Elaboración propia .....	35
<i>Tabla 6:</i> Nomenclatura de rotulación para FAT. Fuente: Elaboración propia	35
<i>Tabla 7:</i> Nomenclatura de rotulación para Hub Box. Fuente: Elaboración propia .....	36
<i>Tabla 8:</i> Información de etiqueta para los puertos salientes de la Mufa. Fuente: Elaboración propia .....	38
<i>Tabla 9:</i> Información de etiqueta para los puertos entrantes al Hub Box. Fuente: Elaboración propia .....	38
<i>Tabla 10:</i> Información de etiqueta para los puertos salientes del Hub Box. Fuente: Elaboración propia .....	39
<i>Tabla 11:</i> Información de etiqueta para los puertos entrantes al FAT. Fuente: Elaboración propia .....	39
<i>Tabla 12:</i> Información de etiqueta para los puertos salientes del FAT. Fuente: Elaboración propia .....	39
<i>Tabla 13:</i> Potencia mínima aceptada por el cliente. Fuente: Elaboración propia .....	40
<i>Tabla 14:</i> Umbrales de configuración IOLM. Fuente: Elaboración propia .....	41
<i>Tabla 15:</i> Umbrales de configuración OLTS. Fuente: Elaboración propia .....	42
<i>Tabla 16:</i> Hoja de liquidación de obra civil. Fuente: Elaboración propia .....	52

Tabla 17: Hoja de liquidación de cableado. Fuente: Elaboración propia .....	53
<i>Tabla 18:</i> Hoja de liquidación de materiales suministrados por el cliente. Fuente: Elaboración propia .....	54
<i>Tabla 19:</i> Resultado de mediciones power meter correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia .....	55
<i>Tabla 20:</i> Resultado de mediciones IOLM correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia .....	56
<i>Tabla 21:</i> Resultado de mediciones OLTS correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia .....	57

## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

Las redes Fiber To The Home (FTTH) o fibra hasta el hogar, a través de sus servicios de internet de banda ancha, juegan un rol muy importante en la reducción de las actuales brechas digitales, facilitando a la población poder acceder a mejores oportunidades de desarrollo educacional, laboral, de salud, entre otros; contribuyendo de esta manera en el crecimiento de nuestro País. Debido a la creciente demanda de ancho de banda, las redes FTTH se ven en la necesidad de buscar mejoras en cuanto a tecnologías de implementación y calidad de sus servicios, como resultado de ello tenemos la solución ODN 2.0 la cual ofrece muchas ventajas en comparación con una red FTTH tradicional, en la cual, los empalmes por fusión, es una de las actividades que involucra más utilización de recursos, por ejemplo, tiempo, dinero, herramientas y personal calificado.

La solución ODN 2.0 se caracteriza por permitir una implementación más rápida y económica que las redes FTTH tradicionales, reduciendo a un 17% la cantidad de empalmes por fusión realizados, gracias al empleo de equipos y cables de fibra óptica preconectorizados, los cuales no necesitan de una mano de obra calificada para su instalación.

En tal sentido, este trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo implementar una red FTTH de banda ancha con sistema preconectorizado ODN 2.0 para el cliente América Móvil en el distrito de Bellavista, y mediante esto impartir las pautas y experiencias involucradas en su desarrollo, a todo aquel que esté interesado en aprender del tema o esté próximo a iniciar alguna implementación de este tipo.

## **CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLARON LAS ACTIVIDADES**

### **2.1 Institución – Actividades que desarrolla**

CNSIC – Sus actividades están enfocadas en las nuevas tecnologías de comunicaciones, tanto en el despliegue, instalación y mantenimiento de los mismos para distintos clientes.

### **2.2 Periodo de duración de las actividades.**

Las actividades se realizaron desde el mes de febrero de año 2022, hasta mayo del año 2022.

### **2.3 Finalidad y objetivos de la entidad**

Su finalidad es cubrir necesidades de acceso a las telecomunicaciones, con los estándares necesarios para lograr un servicio de calidad.

## **2.4 Razón social**

CN SYSTEM INTEGRATION AND CONSTRUCTION S.A.C - CN S.A.C.

## **2.5 Dirección postal**

Av. Simón Bolívar Nro. 1332 2do Piso - Lima / Lima / Pueblo Libre

## **2.6 Correo electrónico del profesional a cargo**

Cargo: Jefe de finanzas.

Nombres y apellidos: María Luisa Nieto Astete.

Correo electrónico: [finanzas@cnsic.com.pe](mailto:finanzas@cnsic.com.pe)

## CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

### 3.1 Organización de la actividad

La organización de esta actividad está dividida en cuatro etapas, las ayudarán a usar de manera eficiente los recursos disponibles y distribuir adecuadamente las actividades a fin de lograr implementar el proyecto de manera exitosa.

**A) Recepción de proyecto:** Se nos asignó la implementación del proyecto “LMBV033-F CONSTRUCCIÓN DE RED FTTH PARA LA RED DE AMÉRICA MÓVIL DEL PERÚ S.A.C” por parte del cliente América Móvil del Perú S.A.C, recibiendo principalmente, los planos de propuesta inicial (i3 e i5) y los cargos municipales expedidos por el distrito de Bellavista.

**B) Plan de trabajo:** Elaborado en base a un óptimo aprovechamiento y distribución de los recursos con los que contamos, a fin de cumplir con los estándares de calidad y tiempos establecidos por el cliente.

**C) Ejecución y seguimiento de las actividades:** Se da inicio a las actividades programadas en el plan de trabajo; sin embargo, estas van a estar sujetas a un control periódico en cuanto al tiempo y calidad de cada una de ellas.

**D) Entrega del proyecto:** Se debe cumplir con reunir todos los entregables solicitados dentro de los plazos establecidos, a fin de proceder con la entrega del proyecto al cliente.

## **3.2 Finalidad y objetivos de la actividad**

### **3.2.1 Finalidad**

Implementar una red Fiber To The Home (FTTH) de banda ancha, a través de un sistema de solución Optical Distribution Network 2.0 (ODN 2.0) en el distrito de Bellavista, cumpliendo con los plazos de tiempo, así como con los estándares de calidad de construcción de América Móvil.

### **3.2.2 Objetivo General**

Implementar una red FTTH de banda ancha con sistema preconectorizado ODN 2.0 para américa móvil en el distrito de Bellavista.

### **3.2.3 Objetivos Específicos**

- Elaborar el cronograma y plan de trabajo, acorde a los requerimientos de tiempo, recursos y estándares de calidad de América Móvil.
- Implementar la red FTTH con sistema preconectorizado ODN 2.0 para el distrito de Bellavista.
- Realizar las pruebas de medición de acuerdo a los parámetros establecidos por América Móvil.
- Elaborar la documentación para la liquidación del proyecto, en base a la normatividad de América Móvil.

### **3.3 Problemática**

#### **3.3.1 Problema General**

¿Cómo el diseño de una red FTTH de banda ancha con sistema preconectorizado ODN 2.0, para América Móvil en el distrito de Bellavista, permitirá la competitividad frente a otras opciones de implementación?

#### **3.3.2 Problemas Específicos**

- ¿Cómo establecer el tiempo que se requiere para la implementación de la red FTTH ODN 2.0 para el distrito de Bellavista?
- ¿Cómo el diseño de la red FTTH ODN 2.0 para el distrito de Bellavista puede ser más competitivo frente a las redes FTTH tradicionales?
- ¿Cómo se asegura que la red implementada cumpla con los parámetros establecidos por América Móvil en el distrito de Bellavista?
- ¿Qué documentaciones se tiene que elaborar para la entrega del proyecto implementado?

#### **3.3.3 Justificación e importancia de la investigación**

El presente trabajo alcanza su importancia en el sentido de brindar el acceso de banda ancha a un sector del distrito de Bellavista, distrito que tiene una población de 83 085 habitantes y con una superficie total de 4.56 km<sup>2</sup>. Mediante la construcción de una red FTTH con solución ODN 2.0, ofreceremos internet con velocidades de hasta 1 Gbps, dando así mayores oportunidades de desarrollo al sector beneficiado.

## **3.4 Metodología**

La metodología de este informe consiste en recopilar todos los datos necesarios, con el fin de entender el escenario al cual estará sometido nuestro proyecto, de esta manera estaremos iniciando el procedimiento, con una mejor perspectiva frente a posibles factores adversos, de la mano con nuestro plan de trabajo.

### **3.4.1 Bases teóricas**

#### **3.4.1.1 Internacionales.**

- Alberto Contreras Íñiguez, autor del proyecto “Ejecución de red de telecomunicaciones de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) en Tocina y Los Rosales (Sevilla)” plantea como objetivo principal proveer una infraestructura de red FTTH (Fiber To The Home) a la municipalidad de Tocina y Los Rosales en Sevilla, con la cual se pueda atender con los servicios de telefonía, televisión e Internet. El proyecto centra su análisis en realizar una implementación de red ajustada a las necesidades actuales y de futuro próximo. Esta red será explotada por el operador JEYCA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.L, mediante servicios domiciliarios con un ancho de banda de 100 Mbps, con lo cual busca cumplir con las exigencias de calidad de los habitantes de la zona.
- Andrea Karina Carrera Flores en su tesis sobre “Diseño de una red de planta externa FTTH con tecnología GPON para la población de Barreiro Nuevo, de la ciudad de Babahoyo, provincia de Los Ríos” plantea como objetivo principal diseñar una red FTTH para que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP brinde servicios de telecomunicaciones, en base a un estudio de estrategia de distribuciones de los elementos de red en la planta externa FTTH, materiales, costos necesarios y la creciente demanda por parte de los pobladores de Barreiro Nuevo.

### **3.4.1.2 Nacionales.**

- Santiago Renato Arribasplata Terrones en su trabajo de suficiencia profesional titulado: “Diseño de una Red FTTH aplicando el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco” tiene como objetivo principal el mejorar a la calidad del servicio de banda ancha fija mediante el diseño de una red FTTH, lo que traerá consigo el reducir las brechas digitales en el Perú; mediante una red capaz de poder cumplir las exigencias técnicas de los hogares y a un costo más accesible. Nos presenta las ventajas de esta red FTTH en comparación de las redes HFC y xDSL; también nos muestra una evaluación financiera en un margen de 5 años, en lo cual se calcula recuperar la inversión y generar una tasa de rentabilidad.
- Guliana María Durand García en su trabajo de suficiencia profesional: “Propuesta de implementación mediante el uso de la fibra óptica preconectorizada de una red FTTH ubicada en el distrito de Imperial provincia de cañete Lima 2020” plantea como objetivo la implementación de una red FTTH con tecnología preconectorizada, con lo cual reduciremos tiempos de instalación, certificaciones de la red y costos. Encontraremos las ventajas de implementar una red mediante la tecnología preconectorizada frente a otras redes FTTH tradicionales; así como también el cronograma de trabajo y el seguimiento adecuado a cada proceso, con los cuales se pueda concluir de manera exitosa la etapa de certificación realizada al término de la implementación.

### **3.4.2 Marco conceptual**

#### **3.4.2.1 Redes Fiber To The Home (FTTH).**

Las redes FTTH o Fibra hasta el hogar, son redes de fibra óptica capaces de transportar grandes cantidades de datos, las cuales llegan directamente a los espacios de los usuarios (edificios, casas o departamentos). Las redes FTTH forman parte de la familia de las redes Fiber To The X (FTTx), en donde “x” hace referencia a un punto de llegada de la fibra. Otra de las características

de las redes FTTH, es que en su implementación no emplea cables de cobre o de algún otro material distinto a la fibra óptica. Cabe mencionar que, debido a las altas exigencias en demanda y calidad del servicio de banda ancha por parte de los usuarios, las redes FTTH vienen desarrollando soluciones para mejoras en cuanto a facilidades de implementación, calidad de servicio, entre otros; como muestra de ello, tenemos la solución preconectorizada Optical Distribution Network 2.0 (ODN 2.0).

Ventajas de las redes FTTH:

- Menores pérdidas de señal y bajas latencias.
- Permite transmisiones de video en 4K y audio en HQ sin retrasos.
- Ideal para ofrecer servicios Triple Play (voz, banda ancha y televisión).
- Planta externa con red completamente pasiva.

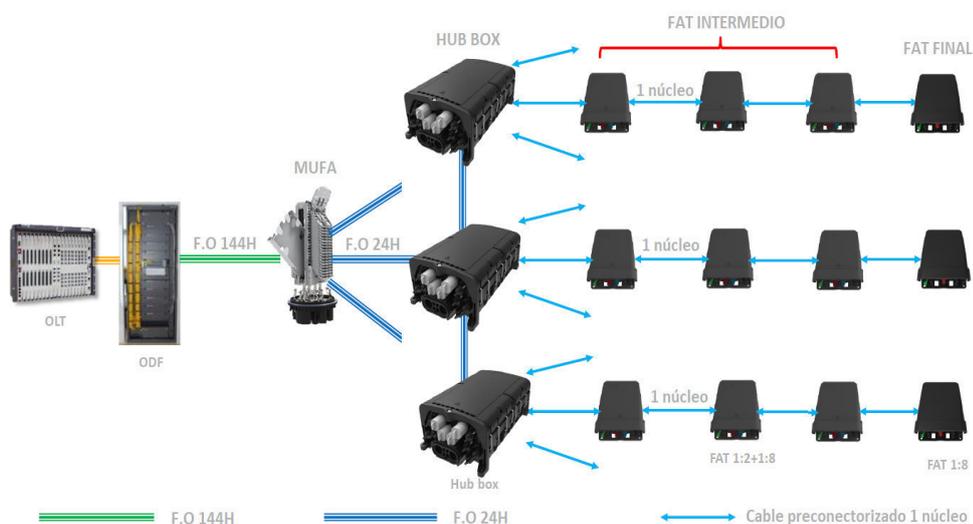
#### **3.4.2.2 Sistema Optical Distribution Network 2.0 (ODN 2.0).**

El sistema preconectorizado ODN 2.0 (Red de distribución Óptica 2.0) representa una evolución en las redes tradicionales de fibra óptica FTTH, las cuales si bien es cierto nos ofrece altas velocidades, pero su proceso de implementación demanda procesos más complejos, especialmente si nos referimos a los empalmes por fusión, procedimiento que involucra un mayor uso de recursos como el tiempo, mano de obra calificada y equipamiento especializado; por su parte, la solución ODN 2.0 ha llegado para facilitar no solo la implementación de este tipo de redes FTTH, sino incluso haciendo más sencillo su mantenimiento correctivo. La solución ODN 2.0 reduce a un 17% la realización de empalmes por fusión en comparación a los tendidos tradicionales de fibra óptica, esto se debe a que la solución ODN 2.0 emplea equipos y cables preconectorizados, los cuales no necesitan de empalmes por fusión para su conexión, tampoco de personal calificado para su instalación.

Comparación de red FTTH ODN 2.0 frente a una red FTTH tradicional:

*Tabla 1:* Cuadro comparativo de una red FTTH ODN 2.0 Vs. FTTH Tradicional. Fuente: Elaboración propia

ODN 2.0	TRADICIONAL
Reduce la cantidad de empalmes a 17 %.	Requiere una mayor cantidad de empalmes por fusión.
Menores pérdidas de enlace, gracias sus conectores SC con pulido APC.	Mayores pérdidas de enlace debido al mayor número de empalmes.
Ahorro de 70% en costos, mediante el uso de cables preconectorizados.	Mayor gasto en cables de fibra óptica, y mayor desperdicio debido a retazos sobrantes.
Menor cantidad de personal calificado, consiguiendo un ahorro del 35% en mano de obra.	Mayor cantidad de personal calificado para el montaje de la fibra óptica.
Para la instalación de los cables preconectorizados no se requieren herramientas.	Durante el proceso de todo el tendido, se necesita porta bobinas, poleas y otras herramientas.
Las mediciones IOLM y OLTS solo se realizan a los FAT's finales de cada ramal.	Las mediciones deben ser realizadas a cada equipo FAT.
Mejora la eficiencia de instalación en un 85%.	Demasiado tiempo en operaciones de tendido o reemplazo de tramos de fibra óptica.



*Figura 1:* Topología de una red FTTH ODN 2.0. Fuente: Huawei, 2022

### 3.4.2.3 Componentes ODN 2.0.

**A) Mufa:** La mufa o cierre de empalme, está diseñado para la organización de los cables y empalmes de fibra óptica, los cuales van a estar interconectados mediante empalmes por fusión. Para este proyecto, se utilizó un cierre de empalme tipo DOMO, el cual se alimenta por una red troncal con un cable de fibra óptica de 144 hilos, pero sus tres salidas van a alimentar a los distintos Hub Box, mediante cables de fibra óptica de 24 hilos.

Entre sus características más importantes tenemos:

- Sus componentes de fabricación basados en el polipropileno, ofrecen resistencia mecánica y química, a los que puede verse enfrentado en sus distintas implementaciones.
- Su cierre tipo Domo ofrece un sellado que protege su interior de manera óptima ante el ingreso o penetración del agua.
- Temperatura de trabajo:  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $+70^{\circ}\text{C}$
- Capacidad interna para almacenar hasta 144 empalmes.



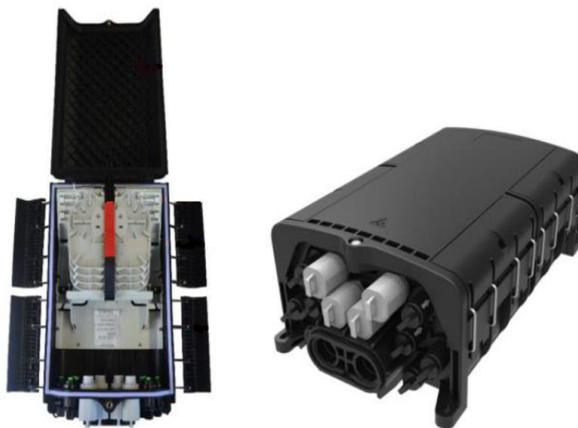
Figura 2: Cierre de empalme tipo DOMO. Fuente: Energitel

**B) Hub Box:** Es una caja de distribución óptica preconectorizada que sirve para organizar los cables y empalmes de fibra óptica. A cada Hub Box va ingresar la fibra óptica de 24 hilos provenientes de la mufa, a los cuales

mediante fusión se les va a empalmar a cables pigtails, con los cuales se va a conectar con los cables preconectorizados, con lo que finalmente se va a alimentar a los equipos finales (FAT's). Esta implementación contempla un máximo de tres Hub Box y cada va a alimentar a tres ramales de FAT's.

Entre sus características más importantes tenemos:

- Sus componentes de fabricación ofrecen resistencia mecánica y química, a los que puede verse enfrentado en sus distintas implementaciones.
- Capacidad de hasta 8 salidas preconectorizadas, con los cuales se puede alimentar a los equipos FAT's
- Capacidad para 24 empalmes mediante sus 4 bandejas internas.



*Figura 3: Hub Box 3C01. Fuente: Huawei, 2020*

**C) Fiber Acces Terminal (FAT):** El Terminal de Acceso a la Fibra o FAT, es un dispositivo muy usado en redes GPON, vienen a ser los equipos finales de la red de distribución, desde estos equipos se van a repartir los servicios hacia los clientes. Adicionalmente, estos dispositivos traen consigo un ordenador de reserva en la parte trasera, lo que nos va permitir enrollar el exceso de cable preconectorizado; también traen consigo su kit de herraje para instalación ya sea en poste o en acero mensajero.

La tecnología ODN 2.0 contempla dos tipos de FAT:

- **FAT Intermedio:** Su estructura interna consta de:
  - Una entrada con conector SC/APC, con la cual se va alimentar al splitter desbalanceado 1:2 (70/30).
  - El splitter 1:2 tiene una salida con conector SC/APC para alimentar a modo de cascada al siguiente FAT y la otra salida irá a un splitter balanceado 1:8 con el cual vamos a dar servicio ocho clientes mediante salidas con conector SC/APC.

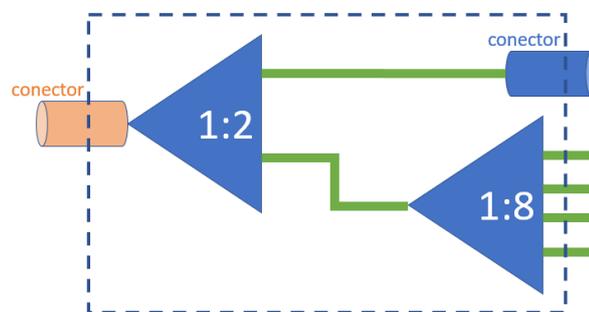


Figura 4: Topología de un FAT Intermedio. Fuente: Elaboración propia

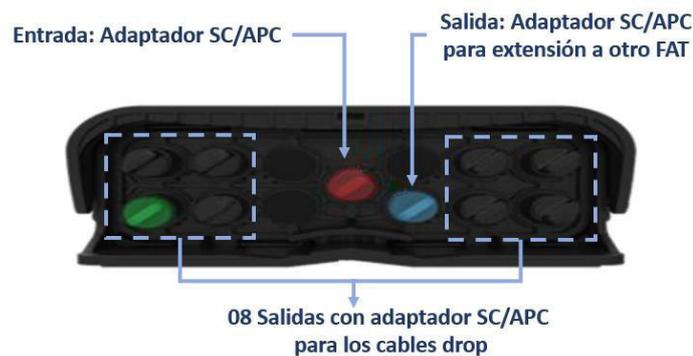


Figura 5: FAT Intermedio - vista exterior (inferior). Fuente: Elaboración propia

- **FAT Final:** Este tipo de FAT se va a instalar al final de cada ramal y su estructura interna consta de una entrada con conector SC/APC, la cual va alimentar al splitter balanceado 1:8 con el cual se va alimentar a ocho clientes mediante sus salidas con conector SC/APC.

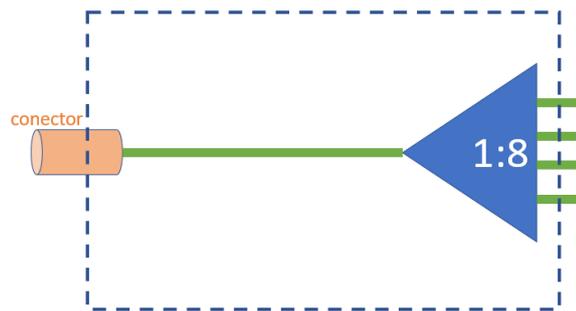


Figura 6: Topología de un FAT Final. Fuente: Elaboración propia

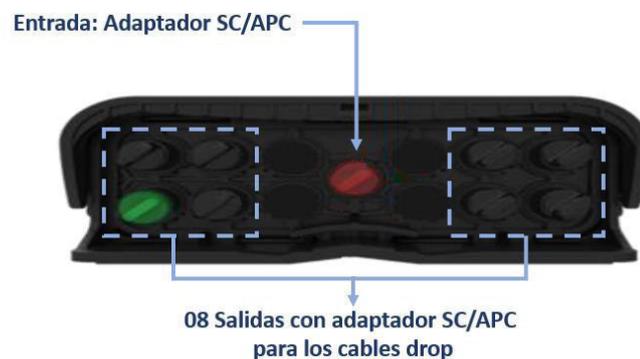


Figura 7: FAT Final - vista exterior (inferior). Fuente: Elaboración propia

**D) Cables preconectorizados:** Los cables ópticos preconectorizados tienen como finalidad el acelerar el proceso de despliegue de la red FTTH, evitando los empalmes por fusión. Para su manipulación, no se necesita de personal calificado, ni tampoco de herramientas; además, sus variadas longitudes, permiten realizar un trabajo más limpio de retazos en la planta externa, debido a que no necesitan ser cortados. Entre sus características más resaltantes tenemos las siguientes:

- Disponible en longitudes de 5m, 50m, 80m, 100m, 150m y 250m.
- Tipo de conector SC (Square Connector o Conector Cuadrado), es un conector de rápido ajuste a presión.
- Conexión rápida gracias a su mecanismo de acople con guía, con sujeción tipo rosca, ofreciendo un sellado resistente al agua, polvo y corrosión.

- Tipo de pulido APC (Angled Physical Contact o Contacto Físico en Ángulo), el cual consta de una férula plana e inclinada 8°.
- Pérdidas de inserción: Típico  $\leq 0,15\text{dB}$  // Máximo  $\leq 0,3\text{dB}$
- Pérdida de retorno:  $\geq 60\text{dB}$
- Temperatura de trabajo:  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $+85^{\circ}\text{C}$ .



*Figura 8:* Cable óptico preconectorizado. Fuente: 3S Telecom

## 3.5 Procedimiento

### 3.5.1 Replanteo en campo

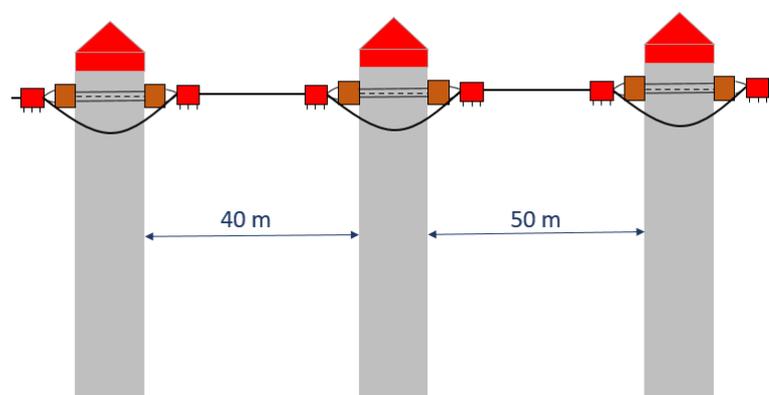
Para el replanteo de este proyecto, nos reunimos con un representante del cliente, para posteriormente recorrer la totalidad de la zona de trabajo contemplado en los planos entregados, esto con el fin de identificar modificaciones necesarias que ajusten el proyecto a la realidad de la zona, para de esta manera asegurar una implementación exitosa.

Uno de estos ajustes se relaciona con los accesos a la zona a implementar; sin embargo, lo más común en el resultado de este replanteo es el ajuste en cuanto a la distribución de los postes, ya que se actualizan las ubicaciones exactas y cantidad de postes a instalarse, debido a que, en la propuesta inicial,

se consideró el uso de postes ya existentes (postes eléctricos y postes telefónicos), pero al momento de hacer el recorrido, se verificó que algunos de estos postes existentes, no estuvieron en condiciones adecuadas como para ser considerados en la construcción de la red.

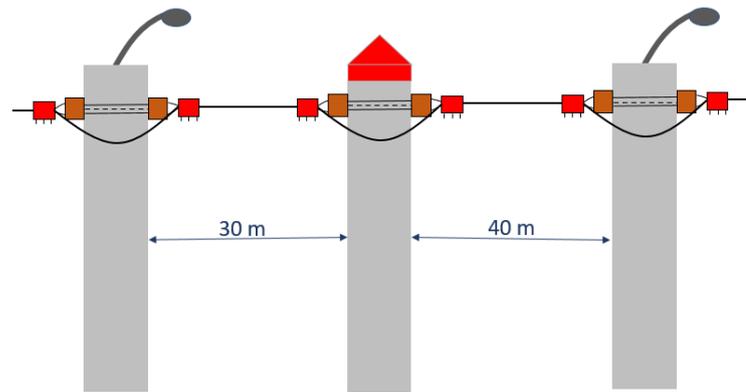
Consideraciones al momento del replanteo:

- Marcar los puntos exactos en donde se van a instalar los postes, tomando en cuenta las características del terreno, redes de agua, gas, eléctricas, entre otros.
- Si el ancho de la vereda es mayor a 1m, el poste se instalará en la tangente interior al borde de la vereda. Si el ancho de la vereda es menor o igual a 1m, el poste se instalará en la tangente exterior al borde de la vereda.
- Para casos en los cuales el ancho de la vereda es mayor a 3m el poste se instalará aproximadamente a 2m del límite de la propiedad, buscando en todo momento el mayor alineamiento posible entre postes.
- Debido a factores técnicos, entre ellos la línea de vista entre postes, se realizan variaciones en cuanto a la ubicación y cantidad de postes proyectados inicialmente; esto con el fin de asegurar el 100% de la cobertura planificada en la construcción de la Red FTTH.
- Asegurar que se cuente con el acceso a todas las zonas involucradas al despliegue; de lo contrario, se debe considerar un cambio de ruta.
- La distancia entre dos postes propios nuevos es: 40 – 50 mt.



*Figura 9:* Distribución de postes nuevos. Fuente: Elaboración propia

- La distancia entre un poste nuevo y otro de empresa eléctrica es: 30 – 40 mts.



*Figura 10:* Distribución de postes nuevos y eléctricos. Fuente: Elaboración propia

### **3.5.2 Obra civil: Instalación de postes de concreto**

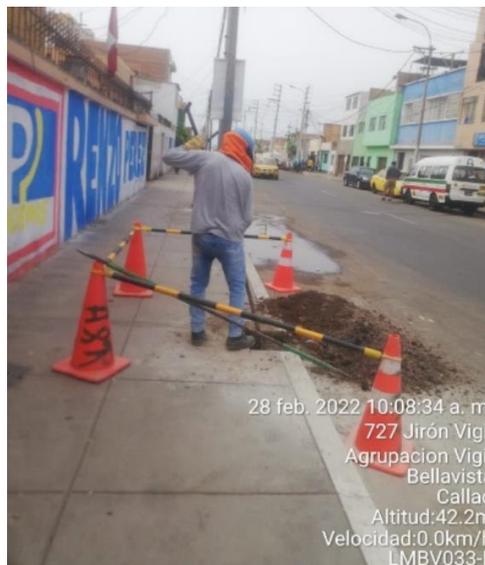
**3.5.2.1 Señalización y permisos.** Antes del inicio de estas obras, se debe proceder a señalar la zona de trabajo, mediante el uso de conos de seguridad y barras de restricción retráctiles. Así mismo, se debe contar con los cargos municipales impresos y a la mano, con el fin de poder facilitar los mismos ante cualquier situación que lo amerite, por ejemplo, ante alguna contingencia vecinal, intervenciones municipales, entre otros.

**3.5.2.2 Material – Poste.** Los postes a instalar deben tener una medida de 9 m de largo y con una resistencia de compresión de 210 kg; estos postes nos van a servir para el apoyo de la fibra óptica, ofreciendo a la vez seguridad para la red implementada.

**3.5.2.3 Corte y excavación.** Se debe seguir los siguientes lineamientos:

- Para los cortes de vereda o pista, se emplea una sierra cortadora de concreto y para la rotura un rotomartillo, pero no se debe usar combas.

- Para los trabajos en pista, las actividades se realizan en un sentido lateral, de tal manera de permitir el tránsito por una mitad de esta.
- El perímetro de la excavación debe ser de 1m x 1m y con una profundidad de 1.5m. El desmonte extraído debe ser almacenado a 40 cm como mínimo desde algún borde de la excavación.
- Se deben usar guantes dieléctricos clase 2 y herramientas aisladas (pico, pala y barreta). Si durante las excavaciones encontramos ladrillos, cintas o ductos de concretos, estos van a indicar la presencia de cables de baja y/o media tensión.



*Figura 11:* Inicio de excavación. Fuente: Elaboración propia

#### **3.5.2.4 Instalación de poste.** Se debe seguir los siguientes lineamientos:

- Previo a la instalación del poste, se debe revisar el estado de los accesorios y herramientas, tales como ganchos de grúa, sogas y estribos.
- Ninguna persona (incluyendo técnicos) debe estar o cruzar por debajo del poste cuando este se encuentre suspendido en el aire.
- Una vez instalado el poste, se debe verificar su verticalidad y alineación unos a otros, en base al siguiente cuadro de tolerancias aceptables:

Tabla 2: Tolerancias aceptables máximas. Fuente: SEAL

	Tolerancia
Verticalidad	0.5cm/m
Alineamiento	+ - 5cm
Orientación	0.5°

**3.5.2.5 Relleno de la excavación.** Para el relleno de las excavaciones se ha aplicado tres capas de arena gruesa y dos capas de piedra chancada, para luego compactarla y tener una superficie firme y lista para su acabado final.

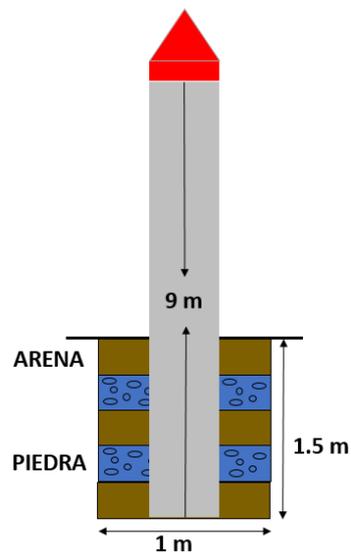


Figura 12: Relleno de la excavación. Fuente: Elaboración propia

**3.5.2.6 Reposición de afirmado.** Estas reposiciones se van a realizar a pistas, veredas y áreas verdes, bajo las siguientes consideraciones:

- Para áreas verdes: La reposición de capa vegetal será de 1m de ancho como máximo.
- Para pistas y veredas: La reposición va estar delimitada por la bruña existente y se va emplear concreto con un espesor de 0.10m.

### **3.5.3 Tendido y flechado de la fibra óptica**

#### **3.5.3.1 Herramientas**

- Soguillas de 15m.
- Zunchadora band-it.
- Escalera telescópica de fibra 28 pasos.
- Martillo.
- Juego de llaves.
- Alicata y pinza.
- Juego de desarmadores.
- Wincha o flexómetro 10 m.
- Conos, barras laterales de restricción y EPP's.

**3.5.3.2 Consideraciones.** Para iniciar con el tendido, es importante conocer las características de la zona en la que se va realizar el tendido, para esto nos vamos a apoyar en la información obtenida del replanteo en campo, por otro lado, este proceso debe ir de la mano con los estándares seguridad. A continuación, algunas consideraciones a tomarse en cuenta:

- Tener identificado los vanos más críticos y sus posibles soluciones.
- Tener identificadas las zonas con difícil o sin acceso y exigir la presencia de un representante del cliente para su constatación.
- Antes de realizar cualquier labor en sitio, debemos delimitar el área de trabajo, utilizando conos de seguridad y barras laterales.

Además, debemos asegurar el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad (DMS); de lo cual, en base a lo establecido por el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011) se precisa lo siguiente:

- Separación mínima de 10 cm entre los cables de fibra óptica propios y los cables de comunicación de terceros.

- Separación mínima de 1.8 metros entre los cables de fibra óptica y los cables de energía de media tensión.
- Separación mínima de 60 cm entre los cables de fibra óptica y los cables de energía de baja tensión.
- Altura mínima de 6.5 metros para los cruces en avenidas o carreteras.
- Altura mínima de 5.5 metros para caminos, calles, calzadas, pasajes, entre otros.

**3.5.3.3 Instalación de Herrajes.** La instalación de los herrajes, supone dejarlos listos y habilitados para la llegada de la fibra óptica, cables acerados o cables preconectorizados y con los elementos exigidos por el cliente.

A continuación, algunas consideraciones a tomarse en cuenta:

- Al inicio y final de cada vano o tramo.
- En postes en donde se han proyectado reservas de fibra óptica.
- En postes en donde se necesite realizar un desnivel.

Los elementos que conforman estos herrajes, son los siguientes:

**a) Brazo de extensión:** Se instalaron brazos de extensión de 60 cm solo en aquellos postes en los cuales se necesitó separar el tendido de la fibra óptica con otras líneas existentes. El brazo de extensión se caracteriza por tener en uno de sus extremos una base, la cual irá pegada al poste, mientras que el otro extremo cuenta con una punta tipo rosca acompañada de su tuerca. Para su instalación, se debe considerar:

- Situar el brazo a una altura, previamente definida, del poste y asegurándonos que quede de manera perpendicular a este.
- Su fija al poste empleando un fleje acerado de 3/4", el cual se llevará alrededor del poste, en dos puntos distintos de la base del brazo.
- Finalmente, los extremos del fleje se van a asegurar empleando una Hebilla de acero de 3/4".



*Figura 13:* Brazo de extensión de 60 cm. Fuente: Elaboración propia

**b) Clevis:** Es un herraje de tensión, el cual sumado a un aislador tipo nuez, nos va a permitir tensar los cables mensajeros acerados. Para su instalación, se debe considerar:

- Se van a instalar en todos los extremos de cada brazo de extensión, se inserta el orificio del clevis al extremo de punta tipo rosca del brazo y con una tuerca ejercemos el ajuste necesario.
- Para los casos en los cuales se tenga postes sin brazo de extensión, su instalación será directa al poste, usando flejes de acero para fijarlos.



*Figura 14:* Clevis con aislador. Fuente: Global Electric Solar

**c) Herraje Trébol:** Este herraje de retención nos va a servir para para conectar y fijar los templadores. Es necesario aclarar que no en todos los brazos, ni en todos los postes irá instalado este herraje, sino solo en los puntos por donde pasen los cables preconectorizados. Para su instalación, se debe considerar:

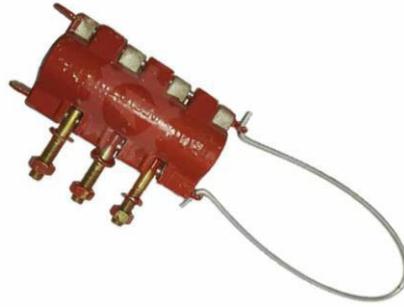
- Se van a instalar sobre los brazos de extensión, justo antes de llegar a la punta tipo rosca, cuenta con unas aberturas para permitir el ingreso del fleje y poder fijarlo al brazo.
- Para los casos en los cuales se tenga postes sin brazo de extensión, su instalación será directa al poste, mediante flejes de acero.



*Figura 15:* Herraje de retención tipo trébol. Fuente: Queenton

**d) Herraje Inicio – Fin:** Es un herraje de retención que sirve para fijar la fibra óptica de 24 hilos, sus dientes de agarre evitan el deslizamiento de la fibra óptica. Se van a instalar en el inicio y final de cada vano o tramo por donde va a pasar la fibra óptica de 24 hilos. Para su instalación, se debe considerar:

- Su instalación consiste en rodear al aislador con su extremo, el cual tiene un alambre acerado en forma de “U”.
- Al instalar este herraje inicio – fin, los pernos deben quedar hacia abajo.



*Figura 16:* Herraje inicio - fin. Fuente: Global Electric Solar

**e) Herraje Templador:** Este herraje sirve para la sujeción y tensión de los cables preconectorizados de 5mm. Es de rápida instalación y para ello se debe considerar lo siguiente:

- Se debe insertar el extremo que tiene un gancho, por el herraje trébol.
- No es necesario usar herramientas en su instalación y su ajuste solo debe ser originado por el mismo peso del cable preconectorizado.

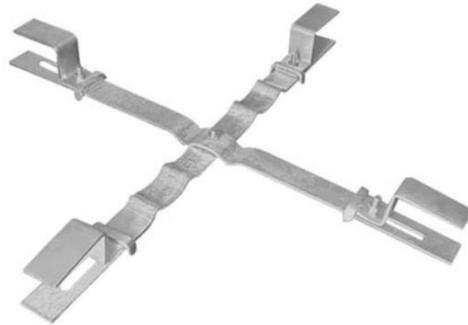


*Figura 17:* Templador para cable preconectorizado. Fuente: Fasocom

**f) Cruceta:** Sirven para almacenar el exceso de la fibra óptica, brindándonos a su vez la protección para esta. Para este proyecto se usaron crucetas de 80 cm x 80 cm, las cuales también constan de un relieve que sirve de guía a la hora de su fijación al poste. Para su instalación, se debe considerar:

- Se sitúa la cruceta a una altura, previamente definida, del poste.

- Su fijación al poste se va realizar empleando flejes acerados de 3/4" el cual se llevará alrededor del poste.
- Finalmente, los extremos del fleje se van a asegurar empleando hebillas de acero de 3/4".



*Figura 18:* Cruceta metálica para FO. Fuente: Superfiber

**3.5.3.4 Tendido del acero mensajero y fibra óptica.** Este tendido aéreo debe estar sujeto a los estándares solicitados por el cliente y cumpliendo con las distancias mínimas de seguridad (DMS) descritas anteriormente, debido a que algunas están apoyadas y en convivencia con estructuras eléctricas.

**a) Tendido del acero mensajero 1/4":** Este acero está forrado en PVC, y va a cumplir la función de soporte para la fibra óptica de 24 hilos, en los casos en que la fibra óptica cruce o gire alguna calle o avenida y para el soporte de las acometidas. Para la instalación, se debe considerar lo siguiente:

- Se extiende el cable mensajero de poste a poste y se estima una cantidad en exceso, el cual permita templarlo luego de cortarlo.
- A uno de los extremos del cable mensajero, lo pasamos por el aislador, luego fijamos la punta con el tramo del acero, empleando un preformado.
- El otro extremo del cable mensajero, también lo pasamos por el aislador, luego aplicamos la tensión necesaria para que quede templado.
- Luego cortamos el exceso de cable mensajero y fijamos el extremo empleando otro preformado para acero de 1/4".

- En caso de que la fibra óptica de 24 hilos tenga que cruzar las calles, se colocará una chapa de cruce americano.

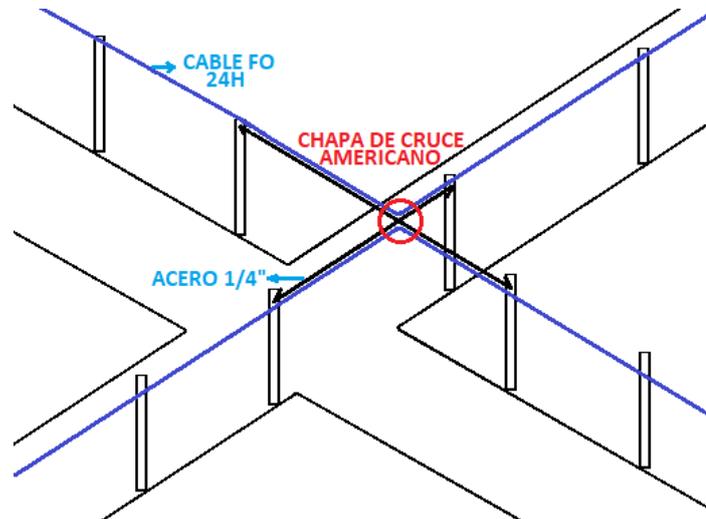


Figura 19: Instalación de F.O en cruce americano. Fuente: Elaboración propia

- Cuando la fibra óptica de 24 hilos deba la calle, se va a colocar una chapa bolt, por la cual se va a pasar el preformado para cable de 1/4" por el agujero central de la chapa y así sujetar el cable de 24 hilos.

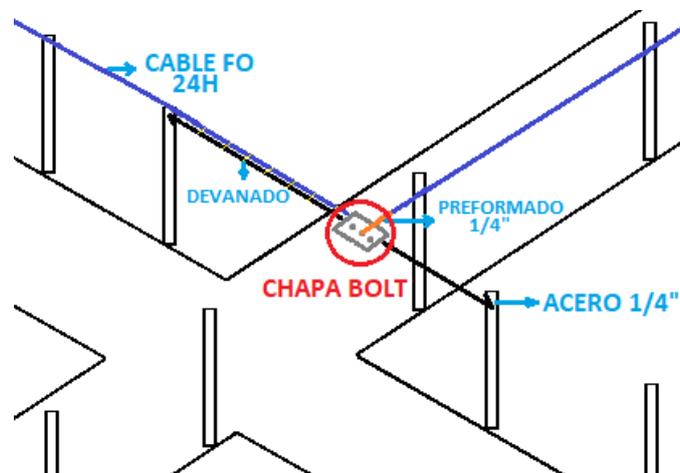
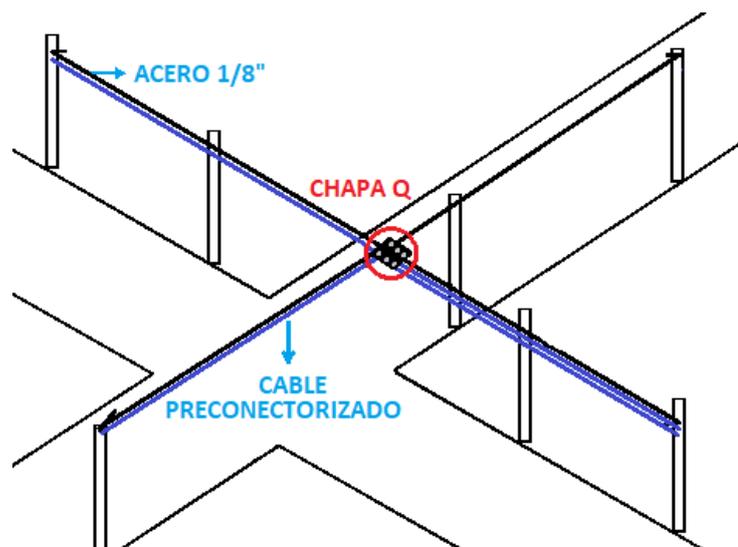


Figura 20: Instalación de F.O. en medio cruce. Fuente: Elaboración propia

**b) Tendido del acero mensajero 1/8”:** Este acero va a cumplir la función de soporte para los equipos FAT’s y para los cables de acometida de los clientes, por lo que debe ser instalado en toda la zona de cobertura, también va servir de apoyo para que la fibra preconectorizada ingrese al ordenador de reserva de los FAT’s. Su instalación se da de la siguiente manera:

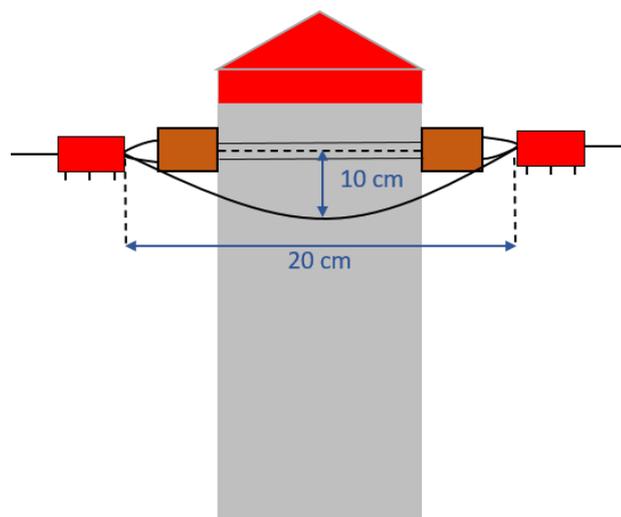
- Se extiende el cable mensajero de poste a poste y se estima una cantidad en exceso, lo necesaria para que permita luego poder templar este acero mensajero, luego se procede a cortar en base a esa medida.
- A uno de los extremos del cable mensajero, lo pasamos por el aislador, luego empleando grapas tipo crosby, procedemos a fijar al tramo del acero.
- El otro extremo del cable mensajero, también lo pasamos por el aislador, luego le aplicamos la tensión necesaria.
- Cortamos el exceso de cable mensajero y fijamos el extremo al tramo del acero empleando otra grapa tipo Crosby.
- Considerar que, en el acero de 1/8” se va a instalar una chapa tipo Q, en aquellos puntos donde el cable preconectorizado necesite girar la calle.



*Figura 21:* Instalación de cable preconectorizado en medio cruce. Fuente: Elaboración propia

**c) Tendido de la fibra óptica 24 Hilos:** Para este proceso se usó el método por tracción manual, el cual se describe a continuación:

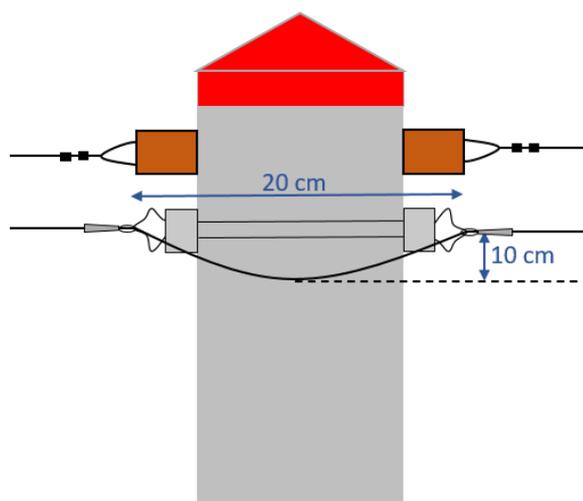
- Se van a instalar poleas, de manera provisional, en los postes involucrados a la ruta del tendido, esto con el fin de reducir lo mayor posible la fricción a la hora de pasar la fibra óptica y evitar causarle daños
- La transferencia de la fibra óptica hacia los herrajes de retención se va a iniciar aun con las poleas en uso, entonces se procede a fijar la fibra óptica al clevis empleando el inicio/fin, para luego proceder a retirar las poleas.
- Al momento que la fibra pase por un poste, debe formar un seno o curva de 20 cm de largo x 10cm de alto.
- Finalmente, se procede a verificar que la fibra haya sido tendida de manera correcta, asegurándonos de que no haya puntos críticos que puedan afectar la operatividad de la fibra óptica.



*Figura 22:* Instalación de F.O 24 hilos en poste. Fuente: Elaboración propia

**d) Tendido del cable preconectorizado:** Estos cables preconectorizados son de rápida y sencilla instalación; además, sus variadas opciones de medidas disponibles, hacen que se adecuen de mejor manera a distintos escenarios de implementación. Su instalación se da de la siguiente manera:

- Con la ayuda del plano de diseño, elegimos la medida del cable preconectorizado del tramo a instalar y a la vez estimamos el excedente de cable que vamos a tener, el cual será repartido en segmentos iguales en cada uno de los dos extremos
- Desde el punto inicial del tramo a tender, procedemos a instalar el cable, estimando el exceso que debe quedar suspendido de manera provisional hasta el momento de la instalación del equipo correspondiente.
- Usando un templador, fijamos el cable al herraje trébol, el cual va a estar instalado en el extremo del brazo de extensión o en algunos casos directamente en el poste. No se debe utilizar herramientas para ajustar el templador, ya que el peso del cable es el que va a proporcionar el ajuste.
- Luego, lo restante de cable lo llevamos hacia el punto final del tramo a instalar, en su recorrido se va a emplear templadores para fijar el cable a cada trébol que se encuentre instalado en esta trayectoria; considerando que cada vez que el cable preconectorizado pase por un poste, debe formar un seno o curva de 20 cm de largo x 10cm de alto.
- Luego, en el punto final del tramo, vamos a fijar el cable preconectorizado al trébol instalado empleando un templador, dejando suspendido de manera provisional, el exceso resultante.



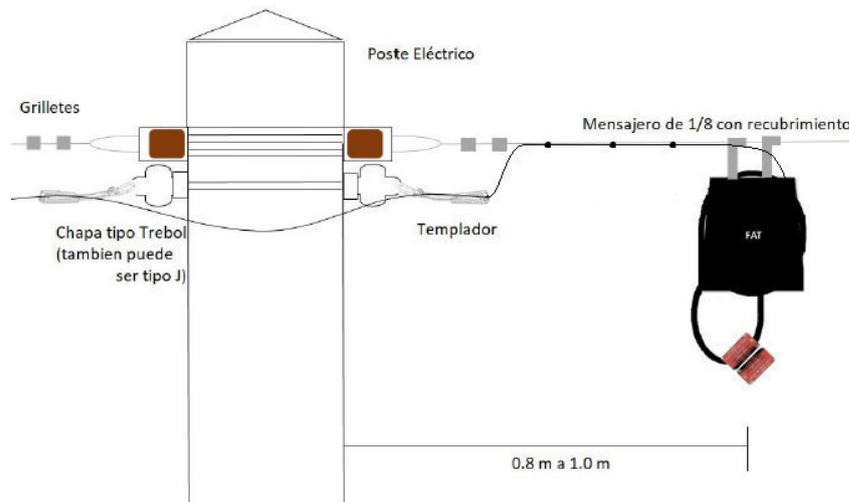
*Figura 23:* Instalación de cable preconectorizado en poste. Fuente: Elaboración propia

### **3.5.4 Instalación de equipos**

El proceso de instalación de los equipos FAT, Hub Box y la Mufa se va a realizar en base a los parámetros de distribución establecidos en los planos i3 (diseño) e i5 (diagrama).

#### **3.5.4.1 Instalación de FAT en Postes Eléctricos.**

- En postes eléctricos solo se debe instalar FAT's, mas no instalar Hub Box o mufa, ya que estos deben ser instalados en postes propios.
- El equipo FAT se va a instalar en el cable mensajero de 1/8" y se va fijar a este empleando 02 soportes aéreos, y la distancia de separación con respecto al poste debe estar en el rango de 0.80m a 1m.
- Los cables preconectorizados de entrada y salida, que ya se encuentran fijados al trébol, van a pasar a lo del cable mensajero hasta quedar a la altura del FAT, en este tramo se van a realizar encintados cada 20 cm con cintillos negros de plástico de 10 cm x 0.5 cm, fijándolos de esta manera al cable mensajero, luego estos cables preconectorizados van a ingresar al ordenador de reserva del FAT, considerando que se debe dejar un seno o "cola" de 20 cm de alto justo antes de su conexión al puerto del FAT.
- El cable preconectorizado almacenado en el ordenador de reserva del FAT, no debe presentar signos de un mal trabajo y se debe evidenciar un correcto peinado. Para fijar y asegurar los cables al ordenar de reserva, se emplean 04 cintillos metálicos N°16 distribuidos en espacios iguales.
- Se debe evitar la instalación de 2 equipos FAT's en un poste eléctrico, de haber necesidad de instalar otro FAT por demanda de clientes, se debe optar por instalar un poste propio.



*Figura 24:* Instalación de FAT en poste eléctrico. Fuente: Huawei 2020

#### **3.5.4.2 Instalación de FAT en postes propios.**

- Los FAT's se instalan directamente en los postes propios, a una distancia de 60 cm desde la parte superior del poste hasta la parte superior del equipo; sujetándolo al poste mediante dos herrajes de montaje a poste.
- Se puede instalar hasta dos FAT's como máximo en un mismo poste propio, de ser así, el segundo FAT se ubicará 40 cm debajo del primero.
- Los cables preconectorizados de entrada y salida, que ya se encuentran fijados al trébol, van a ingresar al ordenador de reserva del FAT, considerando que se debe dejar un sobrante o "cola" de 20 cm de alto justo antes de su conexión al puerto del FAT.

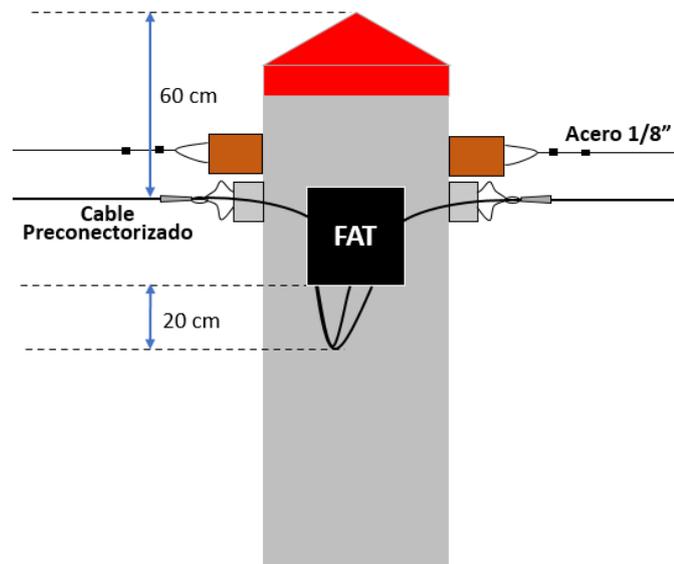
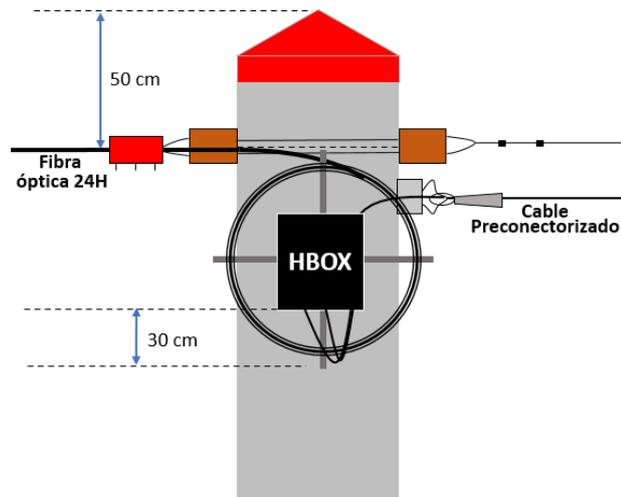


Figura 25: Instalación de FAT en poste propio. Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.4.3 Instalación de Hub Box y Mufa en postes propios.

- Para la instalación de los Hub Box y la Mufa, previamente se va a instalar una cruceta de 0.80m x 0.80m, a una distancia de 50cm desde su parte superior con la parte superior del poste, la cruceta se va a fijar al poste empleando cinta band it. Luego se va a posicionar el equipo en el centro de la cruceta, para finalmente fijarlo al poste empleando 02 abrazaderas, con las cuales se va a rodear al poste.
- Para los casos en donde el poste tenga el brazo de extensión, la fibra óptica va a pasar a lo largo del brazo, luego bajara por el poste hasta ingresar a la cruceta, en su trayecto a lo largo del brazo, las fibras irán encintadas cada 20 cm con cintillos negros de plástico 10 cm x 0.5 cm.
- La cantidad que debe ir almacenada en esta cruceta, debe ser la necesaria para que permita un adecuado trabajo al momento de realizar los empalmes por fusión desde una mesa de trabajo debajo del poste.
- La reserva de fibra óptica almacenada en la cruceta, debe de estar correctamente peinada y fijada a la cruceta mediante 04 cintillos metálicos N° 16 distribuidos en espacios iguales. Finalmente, se debe considerar dejar un seno o “cola” de 30 cm de alto justo antes de su ingreso al equipo.



*Figura 26:* Instalación de Hub Box. Fuente: Elaboración propia

### 3.5.5 Empalmes por fusión

Consiste en unir los extremos de dos fibras mediante la fusión, para obtener una unión resistente. Durante este proceso, se tuvo cuidado al cortar y limpiar las fibras, además de utilizar de manera adecuada la fusionadora, con lo cual nos aseguramos de obtener empalmes por fusión resistentes, con reflectancias y pérdidas muy bajas. A diferencia de una red tradicional, en la solución ODN 2.0 solo se realizan empalmes en la muña y en los Hub Box's.



*Figura 27:* Bandeja de empalmes Hub Box 1C01. Fuente: CNSIC

Considerando un tiempo promedio de 15 minutos por cada empalme de fusión; muestro la cantidad de empalmes realizados y el tiempo que demandó:

*Tabla 3:* Empalmes por fusión realizados en el proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia

Equipo	Cantidad de empalmes	Hilos involucrados
Mufa	8	61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 y 68
Hub Box 1C01	2	61 y 62
Hub Box 2C01	3	63, 64 y 65
Hub Box 3C01	3	66, 67 y 68
Total	16	
Tiempo promedio (horas)	4	

Sin embargo, la cantidad de empalmes en una red FTTH con tendido tradicional, hubiera sido de la siguiente manera:

*Tabla 4:* Estimado de empalmes por fusión en una implementación FTTH Tradicional. Fuente: Elaboración propia

Equipo	Cantidad de empalmes
Mufa	32
Hub Box 1	8
Hub Box 2	12
Hub Box 3	12
FAT's	32
Total	96
Tiempo promedio (horas)	24

### **3.5.6 Rotulación de equipos**

La rotulación de los equipos es el procedimiento en el cual se realizan grabaciones en los equipos Hub Box's y FAT's, a fin de facilitar su identificación dentro de la zona de implementación y en los reportes

fotográficos. Esta actividad se va a realizar en base a las nomenclaturas mostradas a continuación:

- **Nombre del Plano**

*Tabla 5:* Nomenclatura de identificación del plano. Fuente: Elaboración propia

N° DE DÍGITOS	2	2	3	1	1
REFERENCIA	DEPARTAMENTO	DISTRITO	CORRELATIVO		ABREVIACIÓN FTTH
	DD	dd	###	-	F
EJEMPLO	LM	BV	033	-	F
	LMBV033-F				

- **Rótulo de FAT**

*Tabla 6:* Nomenclatura de rotulación para FAT. Fuente: Elaboración propia

FILA 1	NOMBRE DEL PLANO			
FILA 2	N° FAT CORRELATIVO			
FILA 3	"FAT"	N° BANDEJA EN MUFA	N° HILO ASIGNADO EN LA MUFA	N° PUERTO DE SALIDA EN LA MUFA
EJEMPLO	LMBV033_F 01 FAT[01,61,01]			



*Figura 28:* Rotulación de FAT 01. Fuente: CNSIC

- **Rótulo de HUB BOX**

*Tabla 7: Nomenclatura de rotulación para Hub Box. Fuente: Elaboración propia*

FILA 1	NOMBRE DEL PLANO			
FILA 2	N° HUB BOX CORRELATIVO	CLOSURE "C"	SUB RAMAL	SI NO HAY SUB RAMALES, SE COLOCARÁ 01
FILA 3	ABREVIACIÓN DE HUB BOX "HB"	N° BANDEJA EN LA MUFA	HILOS AISGNADOS EN LA MUFA	N° PUERTO DE SALIDA EN LA MUFA
EJEMPLO	LMBV033_F 1C01 HB(01,61-62,01)			



*Figura 29: Rotulación de Hub Box 1C01. Fuente: CNSIC*

- **Rotulación de la Mufa**

A la mufa no se le realizó ninguna rotulación, debido a su diseño tipo DOMO.



*Figura 30: Mufa instalada sin rótulo. Fuente: CNSIC*

### 3.5.7 Etiquetado

Este proceso consiste en la colocación de etiquetas rojas en ambos extremos de cada fibra preconectorizada, o fibra óptica de 24 hilos instaladas, se va a situar con una separación de 10 cm del equipo, las etiquetas contienen información del tramo de cable instalado, por tal motivo, un mismo cable va a tener la misma información en ambas etiquetas. La información abarca distancias desde el Hub hasta algún equipo, tipo de fibra preconectorizada, entre otros. Las dimensiones para las etiquetas son las siguientes:

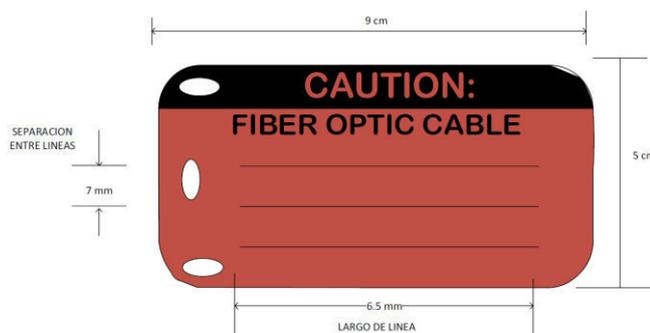


Figura 31: Plantilla de etiqueta. Fuente: Huawei 2020

#### 3.5.7.1 Etiqueta en la mufa.

- **Entrada:** No se va a etiquetar la fibra óptica entrante a la mufa ya que esta fibra se instaló mediante un proyecto complementario y externo al nuestro.
- **Salida:** Se van a etiquetar todas las fibras ópticas de 24 hilos salientes de la mufa, las mismas que van a llegar a cada Hub Box correspondientes.

**Tabla 8:** Información de etiqueta para los puertos salientes de la Mufa.  
Fuente: Elaboración propia

FILA 1	N° Hub Box (Hilos troncal)
FILA 2	Hub -Troncal XX / Nombre del plano
FILA 3	Tipo de fibra óptica / Fecha de etiquetado
FILA 4	Nombre del plano -> Equipo de llegada de la fibra óptica / Distancia entre la mufa y equipo de llegada
FILA 5	Hub -> Equipo de llegada de la fibra óptica / Distancia total
EJEMPLO	1C01 (61-62) Hub Callao – TR 06 / LMBV033-F Cable FO 24 H-SM / 10-04-2022 LMBV033-F -> 1C01 / 156 m Hub -> 1C01 / 3185 m

### 3.5.7.2 Etiquetas en los Hub Box.

- **Entrada:** Se van a etiquetar todos los cables de fibra óptica de 24 hilos entrantes a cada Hub Box, provenientes de la mufa.

**Tabla 9:** Información de etiqueta para los puertos entrantes al Hub Box.  
Fuente: Elaboración propia

FILA 1	N° Hub Box (Hilos troncal)
FILA 2	Hub -Troncal XX / Nombre del plano
FILA 3	Tipo de fibra óptica / Fecha de etiquetado
FILA 4	Nombre del plano -> Equipo de llegada de la fibra óptica / Distancia entre la mufa y equipo de llegada
FILA 5	Hub -> Equipo de llegada de la fibra óptica / Distancia total
EJEMPLO	2C01 (63,64,65) Hub Callao – TR 06 / LMBV033-F Cable FO 24 H-SM / 10-04-2022 LMBV033-F -> 2C01 / 181 m Hub -> 2C01 / 3210 m

- **Salida:** Se van a etiquetar todos los cables preconectorizados salientes de cada Hub Box, las cuales van a llegar a los FAT's.

**Tabla 10:** Información de etiqueta para los puertos salientes del Hub Box.  
Fuente: Elaboración propia

FILA 1	Equipo de llegada / (HBox / Puerto de salida)
FILA 2	Hub -Troncal XX / Nombre del plano
FILA 3	Tipo de cable pre conectorizado / Fecha de etiquetado
FILA 4	Hub -> Equipo de llegada del cable pre conectorizado / Distancia total
EJEMPLO	FAT [01,61,01] (01) / (1C01/01) Hub Callao – TR 06 / LMBV033-F Cable FO 5m preco / 10-04-2022 Hub -> FAT (01) / 3190 m

### 3.5.7.3 Etiquetas en los FAT's.

- **Entrada:** Se van a etiquetar todos los cables preconectorizados entrantes a cada FAT, provenientes de los Hub Box's.

**Tabla 11:** Información de etiqueta para los puertos entrantes al FAT. Fuente: Elaboración propia

FILA 1	Equipo de llegada / (HBox / Puerto de salida)
FILA 2	Hub -Troncal XX / Nombre del plano
FILA 3	Tipo de cable pre conectorizado / Fecha de etiquetado
FILA 4	Hub -> Equipo de llegada del cable pre conectorizado / Distancia total
EJEMPLO	FAT [01,61,01] (02) / (1C01/01) Hub Callao – TR 06 / LMBV033-F Cable FO 100m preco / 10-04-2022 Hub -> FAT (02) / 3290 m

- **Salida:** Se van a etiquetar todos los cables preconectorizados salientes de cada FAT.

**Tabla 12:** Información de etiqueta para los puertos salientes del FAT.  
Fuente: Elaboración propia

FILA 1	Equipo de llegada / (HBox / Puerto de salida)
FILA 2	Hub -Troncal XX / Nombre del plano
FILA 3	Tipo de cable pre conectorizado / Fecha de etiquetado

FILA 4	Hub -> Equipo de llegada del cable pre conectorizado / Distancia total
EJEMPLO	FAT [01,61,01] (03) / (1C01/01) Hub Callao – TR 06 / LMBV033-F Cable FO 50m preco / 10-04-2022 Hub -> FAT (03) / 3340 m

### 3.5.8 Pruebas de medición

Se realiza luego de terminar la construcción de la red. Los resultados obtenidos deben cumplir con los estándares exigidos por el cliente, los cuales van a formar parte de los entregables de cierre del proyecto. Para este proyecto se realizaron mediciones power meter, IOLM y OLTS, sin embargo, existen otros tipos de mediciones aplicables para una red FTTH.

**3.5.8.1 Mediciones Power Meter.** El Power Meter es un instrumento electrónico, que indica con precisión la potencia de la señal transmitida por la OLT, a través de la fibra óptica, hacia los equipos finales de la planta externa. Estas mediciones fueron realizadas desde cada uno de los 32 FAT's. A continuación, la mínima potencia aceptada para este proyecto:

*Tabla 13:* Potencia mínima aceptada por el cliente. Fuente: Elaboración propia

Longitud de onda	Potencia (dBm)
1490 nm	-22



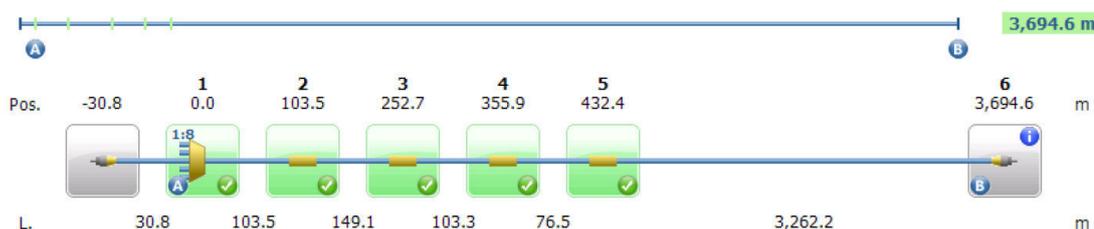
*Figura 32:* Lectura de medición Power Meter (FAT 22). Fuente: CNSIC

**3.5.8.2 Mediciones IOLM.** Las mediciones Intelligent Optical Link Mapping (IOLM) o Mapeo de Enlace Óptico Inteligente, permiten analizar los enlaces de fibra óptica; a través del envío de pulsos, localiza y analiza los distintos eventos del enlace, tales como empalmes, conectores y curvaturas; mediante una representación de íconos, permite visualizar un análisis de los tramos y elementos del enlace. Entre sus principales características tenemos:

- Su software es sencillo de usar y los umbrales pueden ser configurados en base a la necesidad que se tenga.
- Los eventos que excedan los umbrales, aparecerán con un ícono en rojo, y los eventos correctos se mostrarán mediante íconos verdes.
- Ante la detección de eventos críticos, ofrece algunas soluciones.
- Permite guardar y descargar el resultado en formato PDF.

*Tabla 14:* Umbrales de configuración IOLM. Fuente: Elaboración propia

Longitud de onda	Pérdidas máx. (dB)	
	1310 nm	1550 nm
Empalme	2.5	2.5
Conector	0.75	0.75
Divisor 1:8	10.5	10.5



*Figura 33:* Medición IOLM aprobada (FAT 16). Fuente: CNSIC

**3.5.8.3 Mediciones OLTS.** Las mediciones Optical Loss Test Set (OLTS) o Conjunto de Prueba de Pérdida Óptica, permiten cuantificar con precisión las atenuaciones en los enlaces de fibra óptica, a través de la emisión de una

señal continua de un extremo y la medición de la potencia recibida en el otro extremo; para estas mediciones necesita un equipo OLTS en cada extremo del enlace, vale decir, un equipo OLTS conectado al FAT final y otro conectado al mismo hilo, pero desde el HUB. Sus características principales son:

- Sistema de medición de potencia bidireccional.
- Su software es sencillo de usar y su análisis de medición es automático.
- En caso de obtener un evento que exceda los umbrales, nos aparecerá una alerta roja, indicando que el resultado es incorrecto
- Nos permite guardar y descargar el resultado en formato PDF.

En este proyecto, las mediciones OLTS se realizaron solo a los FAT's finales. En los casos en los que se obtuvo pérdidas de potencia mayor a lo permitido, se procedió a limpiar los conectores del extremo que presentó la pérdida de potencia mayor de lo permitido, finalmente, las mediciones correctas fueron guardadas y descargadas en formato pdf, de esta manera nuestros enlaces quedaron certificados. Para este proyecto, los umbrales configurados fueron:

*Tabla 15:* Umbrales de configuración OLTS. Fuente: Elaboración propia

Longitud de onda (nm)	Máx. Pérdida de enlace (dB)	Mín. ORL de enlace (dB)
1310	23.00	33.00
1490	23.00	33.00
1550	23.00	33.00

#### Resultados

Identificador	Longitud de onda	Pérdida máxima	Margen de pérdida	Pérdida A->B	Pérdida B->A	ORL A	ORL B	Longitud (m)	Fecha/hora
	(nm)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)		
LMBV033_F_FAT-4	1310	20.80	2.20	20.77	20.83	46.93	35.25	3,558.1	12/04/2022, 11:15:22 a.m.
	1490	20.83	2.17	20.81	20.86	46.38	36.02		
	1550	20.41	2.59	20.43	20.39	45.79	36.65		

*Figura 34:* Medición OLTS aprobada (FAT 04). Fuente: CNSIC

### **3.6 Liquidación de obra**

Una vez terminada la construcción y las pruebas de medición, pasamos al proceso de liquidación de obra, mediante la elaboración de entregables para su revisión y aceptación por parte del cliente, a fin de entregar el proyecto con las evidencias de haber realizado un trabajo en base a los estándares solicitados. El tiempo para entregar esta documentación, no debe exceder los 30 días posteriores al término de la construcción. Los entregables constan de:

- Reportes fotográficos.
- Reporte de mediciones IOLM y OLTS.
- Hojas de liquidación.
- Planos As-Built.

#### **3.6.1 Reportes fotográficos**

Son documentos que reúnen evidencias fotográficas y son aplicadas a algunas actividades, a fin de evidenciar un correcto acabado en los trabajos ejecutados. Los reportes fotográficos, como parte de los entregables de cierre del presente proyecto, se entregan al cliente en un archivo excel en un formato pre establecido y deben cumplir con lo siguiente:

- Coordenadas, fecha y hora.
- Nombre del plano en ejecución.
- Fotografías claras y nítidas.

Las actividades que están sujetas a la realización de reportes fotográficos son:

- Instalación de postes.
- Instalación de equipos.
- Etiquetado.
- Mediciones power meter.

**3.6.1.1 Reporte fotográfico de Instalación de postes.** El reporte fotográfico de esta actividad consta de cuatro fotografías tomadas a cada uno de los 29 postes instalados, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- **Vista del rotulado:** En esta vista se debe apreciar con claridad el código rotulado en el poste, a fin de poder ser identificado.



*Figura 35:* Vista del rotulado de poste. Fuente: CNSIC

- **Vista panorámica:** Esta vista nos sirve para evidenciar una adecuada verticalidad en la instalación del poste y también nos ayuda a poder identificar la ubicación del poste en referencia a las fachadas domiciliarias.



*Figura 36:* Vista panorámica de poste. Fuente: CNSIC

- **Vista lateral:** Nos permite evidenciar una adecuada verticalidad en la instalación del poste y su alineación con los postes adyacentes.



*Figura 37: Vista lateral de poste. Fuente: CNSIC*

- **Vista de la base:** Nos permite evidenciar que el igol este en un buen estado; también nos muestra el tipo de resane empleado en la restauración del área afectada a causa de la instalación del poste.



*Figura 38: Vista de base de poste. Fuente: CNSIC*

**3.6.1.2 Reporte fotográfico de Instalación de equipos.** Este reporte, comprende tres fotografías cada equipo, tomadas en ángulos distintos.

- **Vista frontal:** Permite identificar al equipo instalado, además también nos permite verificar el correcto acabado del acondicionamiento de la fibra óptica.



*Figura 39: Vista frontal de FAT. Fuente: CNSIC*

- **Vista lateral:** Esta vista nos va a permitir verificar la correcta fijación del equipo al poste mediante dos abrazaderas y además verificar el correcto remate del acondicionamiento de la fibra óptica.



*Figura 40: Vista lateral de FAT. Fuente: CNSIC*

- **Vista panorámica:** Permite apreciar la porción completa del poste y ayuda a relacionarlo con el equipo instalado.



Figura 41: Vista panorámica de FAT. Fuente: CNSIC

**3.6.1.3 Reporte fotográfico del etiquetado de cables de FO.** El reporte fotográfico de esta actividad, comprende una fotografía para el cable óptica entrante al equipo y otra para el cable óptico saliente.

- **Etiqueta de entrada:** Va a permitir validar el correcto llenado de las etiquetas en los cables de fibra óptica entrantes a los equipos instalados.



Figura 42: Etiqueta de entrada (FAT 07). Fuente: CNSIC

- **Etiqueta de salida:** Permitir validar el correcto llenado de las etiquetas en los cables de fibra óptica salientes de los equipos instalados.

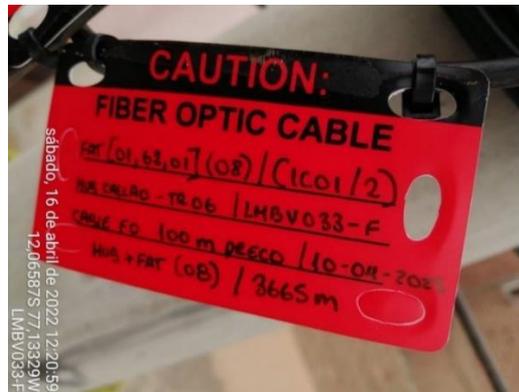


Figura 43: Etiqueta de salida (FAT 07). Fuente: CNSIC

**3.6.1.4 Reporte fotográfico de mediciones Power Meter.** El reporte fotográfico de esta actividad, comprende una única fotografía por cada equipo medido, en la cual se aprecia de manera clara el resultado de la medición.



Figura 44: Medición Power Meter (FAT 05). Fuente: CNSIC

### 3.6.2 Reporte de mediciones IOLM y OLTS

Como parte de los entregables, tenemos el reporte de los resultados aprobatorios de todas las mediciones IOLM y OLTS solicitadas, los cuales una vez descargados desde los equipos de medición correspondientes, deberán ser agrupados y entregados en formatos PDF.

#### Informe OLTS



ID de trabajo: PRUEBA\_OLTS  
 Cliente: CLARO  
 Empresa: HUAWEI  
 Nombre de archivo: PRUEBA\_OLTS\_LMBV033\_F\_F  
 AT\_12.olts

#### Ubicaciones

*Figura 45:* Fragmento de la certificación OLTS (FAT 09). Fuente: CNSIC

### 3.6.3 Hojas de Liquidación

Las hojas de liquidación son documentos en los cuales se van a detallar los cálculos técnicos realizados respecto a la mano de obra, materiales propios, materiales suministrados por el cliente y otros recursos empleados durante el proceso de implementación de este proyecto; a su vez, estos cálculos deben estar ajustados a ciertas partidas ya establecidas. Las hojas de liquidación deben ser validadas y firmadas por el personal de supervisión del cliente.

**3.6.3.1 Hoja de liquidación de obra civil.** En este documento contabiliza la mano de obra y los materiales utilizados en las obras civiles durante la implementación de este proyecto; por ejemplo, la instalación de postes.

**3.6.3.2 Liquidación de cableado.** En este documento de liquidación se va contabilizar la mano de obra, traslado de recursos, uso de maquinarias y materiales que no fueron suministrados por el cliente, utilizados para la implementación del proyecto.

### 3.6.3.3 *Liquidación de materiales suministrados por el cliente.*

Documento en el cual se va a cuantificar la cantidad de materiales suministrados por el cliente, utilizados para el desarrollo del proyecto, dentro de este documento se encuentran los equipos y cables preconectorizados.

### 3.6.4 *Planos As-Built*

Una vez finalizada la implementación, se va a actualizar los tres planos (i1, i3 e i5), considerando las modificaciones efectuadas durante la implementación y respetando la norma de dibujo GIS. De esta manera los planos adquieren su versión As-Built, los cuales representan las versiones finales y ajustadas a la realidad de la zona y el trabajo realizado.

**3.6.4.1 *As Built I1.*** Representación realizada en AutoCAD, la cual muestra la distribución y ubicación de cada uno de los 29 postes instalados. A continuación, detalles importantes mostrados por el plano:

- Altura de los postes instalados
- Distancia de cada poste al frontis del domicilio.
- Distancia de cada poste a su medianera más cerca.

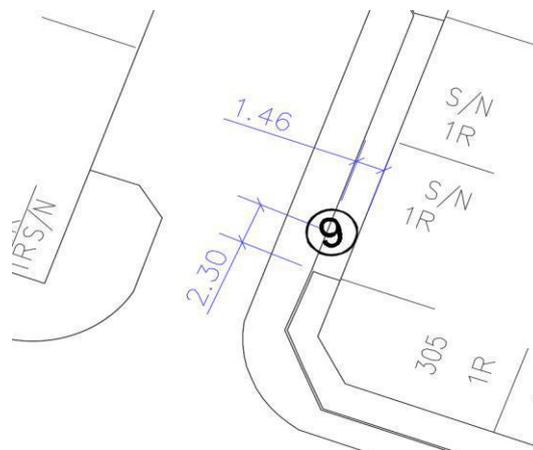


Figura 46: Vista ampliada del plano AS-BUILT i1. Fuente: Elaboración propia

**3.6.4.2 As Built I3.** Es una versión final que abarca el diseño del despliegue y está realizada en AutoCAD, en otras palabras, viene a ser una representación de la distribución, ubicación y cobertura del proyecto. A continuación, detalles importantes mostrados por el plano:

- Distribución de los equipos instalados (FAT's, Hub Box's y Mufa).
- Distribución de los postes instalados y existentes dentro del plano.
- Recorrido de los cables ópticos tendidos.
- Cables preconectorizados diferenciados por longitudes y colores.
- Cobertura de cada equipo FAT, mediante líneas naranjas salientes.

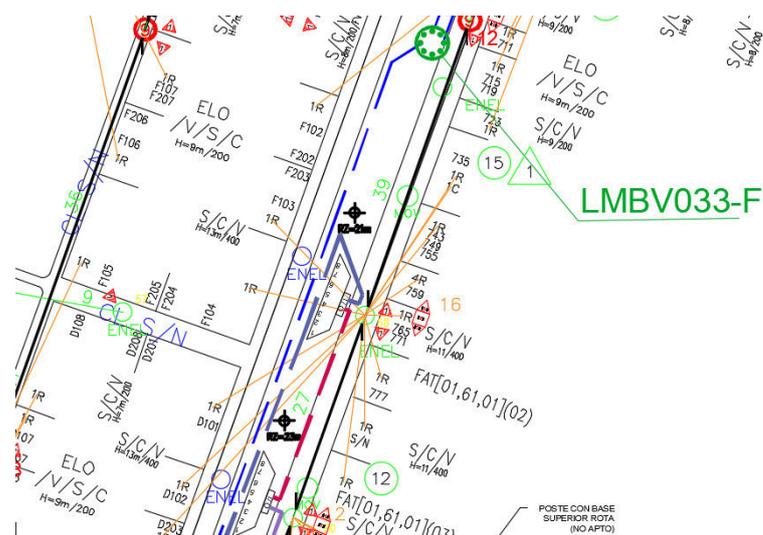


Figura 47: Vista ampliada del plano AS-BUILT i3. Fuente: Elaboración propia

**3.6.4.3 As Built I5.** Es la versión final del plano realizada en AutoCAD, mediante un diagrama tipo árbol, el cual muestra el esquema de distribución de la implementación realizada. Sus características son:

- Número de troncal alimentadora e hilos empalmados.
- Longitudes de los cables tendidos, diferenciados por colores.
- Diagrama de los equipos instalados (FAT's, Hub Box's y mufa).

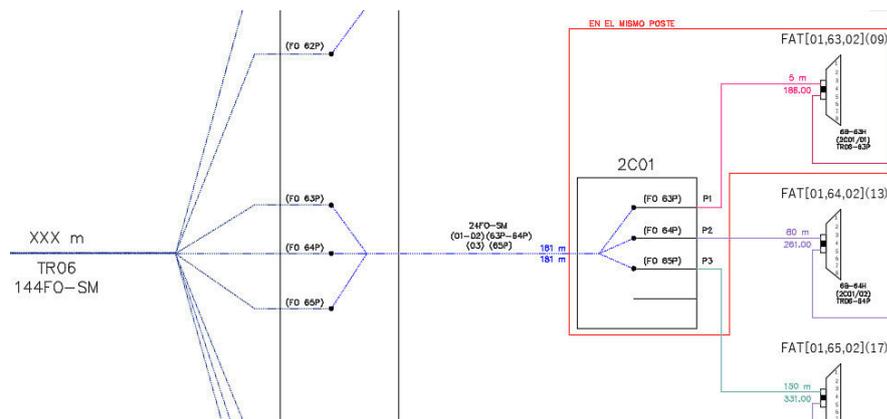


Figura 48: Vista ampliada del plano AS-BUILT i5. Fuente: Elaboración propia

### 3.7 Resultados de la actividad

Luego de las actividades llevadas a cabo, se procedió a recopilar y organizar los resultados obtenidos, los cuales se van a presentar en las hojas de liquidación solicitadas por el cliente.

#### 3.7.1 Liquidación de obra civil.

Tabla 16: Hoja de liquidación de obra civil. Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	UOM	Cantidad
1	Poste de C.A.C. de 9.00 MTS /250/140/275	PCS	29
2	Instalación de poste superficie de vereda	PCS	24
3	Instalación de Poste superficie de tierra	PCS	5

### 3.7.2 Liquidación de cableado

Tabla 17: Hoja de liquidación de cableado. Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	UOM	Cantidad
1	Medición Unidireccional con Power Meter por puerto.	EACH	32
2	Medición Unidireccional con OTDR por puerto.	EACH	8
3	Medición Bidireccional con OLTS por puerto.	PCS	8
4	Inspección de conectores con microscopio óptico por puerto.	PCS	64
5	Instalar cable o acometida cilíndrica de F.O en postes - Fibras hasta 96 hilos.	M	653
6	Instalación de Cable Preconectorizado Aéreo (1 hilo, diámetro exterior 5mm).	M	2865
7	Instalar cable mensajero y accesorios.	M	2429
8	Devanado de cable de fibra utilizando Cintillos Metálicos.	M	105
9	Suministro e Instalación de Cruceta para reserva de Fibra Óptica.	PCS	4
10	Suministro e instalación de brazo de extensión hasta 1m.	PCS	42
11	Empalme de f.o Monomodo sin servicio hasta 8 hilos.	PCS	4
12	Instalación de Hub box/FAT o Closure 96, 48, 24 or 12 cores en poste, por set.	PCS	36
13	Cable mensajero de 1/4".	M	125
14	Kit Herraje inicio/fin p/cable fibra óptica.	PCS	41
15	Kit Herraje preformado p/cable mensajero.	PCS	10
16	Grapa de cruce o clamp de suspensión para cruce americano o medio vano.	PCS	10
17	Kit de Sujeción a poste para Herraje de fibra preconectorizada.	PCS	85
18	Cable mensajero de 1/8".	M	2304
19	Kit Herraje preformado p/cable mensajero 1/8".	PCS	170

### 3.7.3 Liquidación de materiales suministrados por el cliente

*Tabla 18:* Hoja de liquidación de materiales suministrados por el cliente.  
Fuente: Elaboración propia

N°	Cod. SAP	Descripción de Equipo / Material	UOM	Cantidad
1	1004200	Cable ADSS 4000N (69186) 24 Hilos F.O.SM	PZA	653
2	1046843	Cable preconectorizado distribucion 5m	PZA	3
3	1046844	Cable preconectorizado distribucion 50m	PZA	8
4	1046845	Cable preconectorizado distribucion 80m	PZA	10
5	1046846	Cable preconectorizado distribucion 100m	PZA	4
6	1046847	Cable preconectorizado distribucion 150m	PZA	5
7	1046848	Cable preconectorizado distribucion 250m	PZA	2
8	1046853	Cierre empalme HUB BOX 8 salidas preconectorizadas	PZA	3
9	1046842	Cable pigtail-SC/APC SM G.657A2-0.9MM-1M	PZA	8
10	1048424	Cierre de empalme FAT 9 salidas 14260812 (FAT Inter-2da generación)	PZA	28
11	1048423	Cierre de empalme FAT 8 salidas 14260813 (FAT Final-2da generación)	PZA	4
12	1046851	Herraje ordenador de reserva para FAT	PZA	32
13	1046852	Herraje de montaje poste FAT HUB BOX	PZA	20
14	1047430	Cierre de empalme 144H - FOSC - 260R - B106	PZA	1
15	52590162	Herraje trébol	UND	87
16	52590158	Herraje templador	UND	119
17	9995302	Herraje colgador de FAT	PAR	26

### 3.7.4 Mediciones Power Meter

*Tabla 19:* Resultado de mediciones power meter correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia

N°	Equipo	Potencia (dBm)	Resultado
1	FAT 1	-15,02	APROBADO
2	FAT 2	-14,81	APROBADO
3	FAT 3	-15,38	APROBADO
4	FAT 4	-11,59	APROBADO
5	FAT 5	-16,74	APROBADO
6	FAT 6	-15,38	APROBADO
7	FAT 7	-13,75	APROBADO
8	FAT 8	-16,59	APROBADO
9	FAT 9	-12,87	APROBADO
10	FAT 10	-14,75	APROBADO
11	FAT 11	-15,86	APROBADO
12	FAT12	-12,87	APROBADO
13	FAT 13	-12,56	APROBADO
14	FAT 14	-14,14	APROBADO
15	FAT 15	-15,57	APROBADO
16	FAT 16	-11,80	APROBADO
17	FAT 17	-12,66	APROBADO
18	FAT 18	-14,88	APROBADO
19	FAT 19	-14,85	APROBADO
20	FAT 20	-12,31	APROBADO
21	FAT 21	-12,45	APROBADO
22	FAT 22	-14,33	APROBADO
23	FAT 23	-15,22	APROBADO
24	FAT 24	-11,72	APROBADO
25	FAT 25	-11,18	APROBADO
26	FAT 26	-13,79	APROBADO
27	FAT 27	-14,89	APROBADO
28	FAT 28	-11,09	APROBADO
29	FAT 29	-14,20	APROBADO

30	FAT 30	-12,89	APROBADO
31	FAT 31	-14,91	APROBADO
32	FAT 32	-11,07	APROBADO

### 3.7.5 Mediciones IOLM

*Tabla 20:* Resultado de mediciones IOLM correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia

N°	Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)	Resultado
FAT 04	1310	17.915	65.50	APROBADO
	1550	17.323	60.01	APROBADO
FAT 08	1310	17.033	54.46	APROBADO
	1550	16.300	53.69	APROBADO
FAT 12	1310	17.787	57.79	APROBADO
	1550	17.088	59.64	APROBADO
FAT 16	1310	18.526	62.21	APROBADO
	1550	18.106	51.57	APROBADO
FAT 20	1310	17.982	58.68	APROBADO
	1550	17.043	57.70	APROBADO
FAT 24	1310	21.347	61.91	APROBADO
	1550	20.588	63.66	APROBADO
FAT 28	1310	19.089	46.95	APROBADO
	1550	17.820	42.33	APROBADO
FAT 32	1310	16.158	61.00	APROBADO
	1550	15.619	56.05	APROBADO

### 3.7.6 Mediciones OLTS

Tabla 21: Resultado de mediciones OLTS correspondiente al proyecto LMBV033-F. Fuente: Elaboración propia.

N°	Longitud de onda (nm)	Pérdida máx. (dB)	ORL A (dB)	ORL B (dB)	Resultado
FAT 04	1310	20.80	46.93	35.25	APROBADO
	1490	20.83	46.38	36.02	APROBADO
	1550	20.41	45.79	36.65	APROBADO
FAT 08	1310	18.21	40.97	35.32	APROBADO
	1490	17.41	42.77	36.71	APROBADO
	1550	17.61	43.44	37.74	APROBADO
FAT 12	1310	18.41	48.10	35.46	APROBADO
	1490	17.61	48.18	36.74	APROBADO
	1550	17.68	44.50	37.39	APROBADO
FAT 16	1310	22.04	48.02	35.72	APROBADO
	1490	21.58	42.11	36.77	APROBADO
	1550	20.94	41.00	37.57	APROBADO
FAT 20	1310	21.37	46.43	34.80	APROBADO
	1490	21.44	49.38	35.78	APROBADO
	1550	21.04	46.54	36.60	APROBADO
FAT 24	1310	19.28	49.04	35.30	APROBADO
	1490	18.21	42.31	36.01	APROBADO
	1550	18.17	40.81	36.19	APROBADO
FAT 28	1310	22.79	48.26	36.32	APROBADO
	1490	22.13	48.11	36.13	APROBADO
	1550	21.66	45.20	36.21	APROBADO
FAT 32	1310	18.50	47.42	34.56	APROBADO
	1490	17.20	45.82	35.22	APROBADO
	1550	17.34	44.20	36.32	APROBADO

## **CAPITULO IV: CONCLUSIONES**

### **3.8 Conclusiones**

- El desarrollo del proyecto mediante la solución ODN 2.0 redujo el tiempo de entrega del proyecto y con un menor uso de recursos, en comparación a los tendidos tradicionales.
- La migración a la tecnología ODN 2.0 fue adoptada de una manera rápida y amigable por el personal técnico a cargo de la construcción de la red FTTH, lo cual generó un entorno más favorable para el desarrollo del proyecto, facilitándolo aún más los procesos de implementación.
- Las fallas y desperfectos detectados al momento de realizar las mediciones, fueron corregidas de manera más rápida, debido a que gran parte de los elementos instalados son rápidamente reemplazables, por ejemplo, los cables preconectorizados, FAT's, Hub Box, entre otros.
- Con la implementación de la solución ODN 2.0 en este sector dentro del distrito de Bellavista se busca beneficiar a 256 hogares, brindándoles una red que cumple con todos los estándares de calidad del cliente; además, esta red por sus características ayuda a tener un menor tiempo de respuesta de solución ante posibles averías.

## CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

- Debido al proceso de adaptación a la solución ODN 2.0, es probable detectar malos manejos en cuanto a la manipulación de los nuevos elementos por parte del personal técnico, siendo el más común la falta de cuidado a la hora de manipular los cables preconectorizados, lo cual provocará fallas o pérdidas en la red, es por ello el refuerzo de las instrucciones al inicio de cada jornada.
- Las observaciones en cuanto a la construcción de la red, por parte de la supervisión del cliente, deben ser levantadas antes del proceso de medición y elaboración de entregables, ya que es probable que se necesite manipular la red, lo que a su vez puede involucrar el reemplazo o adición de materiales.
- Gran porcentaje de las anomalías o errores de lectura al momento de realizar las mediciones, se deben a suciedades en los conectores ópticos, por ello se debe verificar que el personal técnico cuente con el kit de limpieza adecuado y asegurarnos que lo aplique adecuadamente.
- Debido a la creciente demanda del servicio de banda ancha, a los que estén interesados en migrar sus redes a la tecnología ODN 2.0, se les recomienda no solo identificar su mejor zona de cobertura, sino también que su implementación tenga capacidad para poder expandirse; para ello es importante el uso de productos de fábrica y de buena calidad, a fin de asegurar que la implementación cuente con una operatividad eficiente a largo plazo.

## CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

AMITEL Perú Telecomunicaciones. (2021). *Procedimientos para la instalación de fibra óptica*. Obtenido por: Osiptel. <https://www.osiptel.gob.pe/media/rddp3q0m/informe060-dprc-2021-apendice-ii-1-2.pdf>

EXFO. (s.f.). *La guía FTTH PON. Realización de pruebas de redes ópticas pasivas, 5ta edición* [Archivo PDF]. <https://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Guia%20FTTH%20PON%20de%20EXFO%202013.pdf>

Fibramérica (2022). *Soluciones preconectorizadas: Importancia, desafíos y ventajas*. Obtenido por: Fibramérica. <https://fibramerica.com/2022/06/28/soluciones-preconectorizadas-importancia-desafios-y-ventajas/>

García, E. (2021). *Implementación de una Red FTTH para mejorar la calidad del servicio de internet en el distrito de San Juan de Lurigancho, para la empresa Best Cable Perú SAC en el año 2021* [ Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4983/%20E.Garcia Trabajo de Suficiencia Profesional Titulo Profesional %202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4983/%20E.Garcia%20Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional%20Titulo%20Profesional%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GILAT. (2011). *Instalación y tensado de cables ADSS, postes, anclas y retenidas*. Obtenido por: Osiptel.

<https://www.osiptel.gob.pe/media/b2fheif0/anexo-metodos-instalacion.pdf>

Ministerio de Energía y Minas (2021). *Código Nacional de electricidad (SUMINISTRO 2011)* [Archivo PDF].

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf>

More, J & Agardoña, D. (2020). *Las redes de transporte de fibra óptica, microondas y satelital y su rol para promover la expansión de la cobertura de los servicios públicos de telecomunicaciones: reporte y mapas de cobertura*. Obtenido por: Osiptel.

[49 DT Reporte y Mapas de cobertura Redes de Tx Fibra MW y Satelital.pdf \(osiptel.gob.pe\)](#)

Salvatierra, R. (2017). *Diseño y cuantificación para el despliegue de una red de planta externa mediante la tecnología GPON-FTTH para brindar servicios Triple Play en la ciudadela Huancavilca Norte* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil].

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7396/1/T-UCSG-POS-MTEL-65.pdf>

SYSCOM. (2018, diciembre 12). *Introducción a las Redes FTTH y GON ¿Cómo comenzar?* [Archivo de video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=2vj1VO4y4xo>

## CAPITULO VII: ANEXOS

Certificación de la medición OLTS del FAT 12 del proyecto LMBV033-F.

### Informe OLTS



ID de trabajo: PRUEBA\_OLTS  
 Cliente: CLARO  
 Empresa: HUAWEI  
 Nombre de archivo: PRUEBA\_OLTS\_LMBV033\_F\_F  
 AT\_12.olts

#### Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operador		
Modelo	MAX-945-SM4-EA	MAX-945-SM4-EA
Número de serie	1198578	1190238
Fecha de calibración	19/12/2018 (UTC)	05/12/2018 (UTC)

#### Resultados

Identificador	Longitud de onda	Pérdida máxima	Margen de pérdida	Pérdida A->B	Pérdida B->A	ORL A	ORL B	Longitud (m)	Fecha/hora
	(nm)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)		
LMBV033_F_FAT-12	1310	18.41	4.59	18.45	18.37	48.10	35.46	3,472.4	12/04/2022, 03:24:56 p.m.
	1490	17.61	5.39	17.60	17.62	48.18	36.74		
	1550	17.68	5.32	17.71	17.64	44.50	37.39		

#### Referencia

Método de referencia	Cable de prueba	Longitud de onda (nm)	Referencia A->B (dB)	Referencia B->A (dB)	Verificación de cable de prueba (dB)	Fecha/hora
Prueba con un cable EXFO	Grado estándar	1310		0.16	0.51	0.00
		1490		0.06	0.45	0.00
		1550		0.11	0.51	0.00

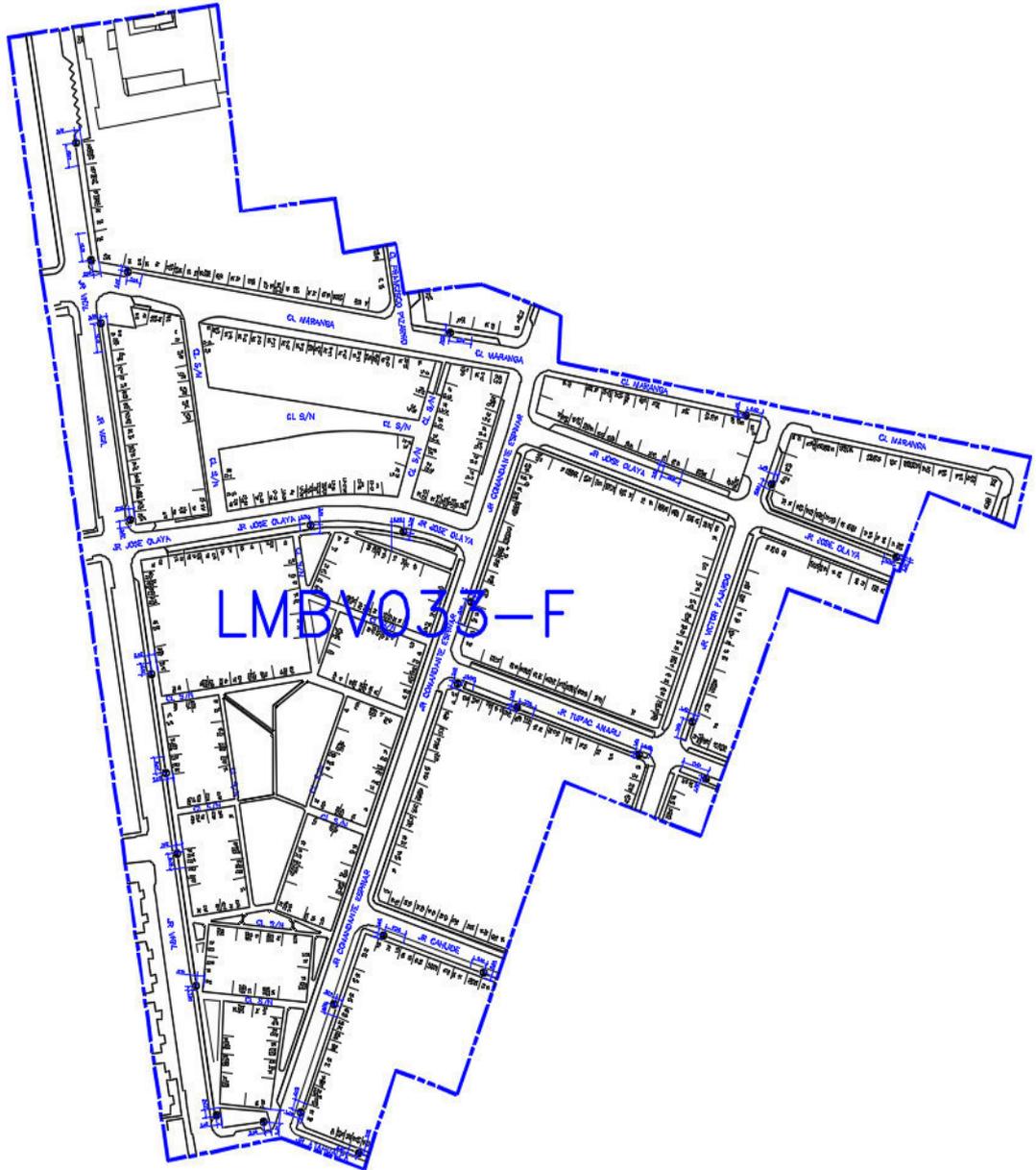
#### Umbral de aprobación/fallo

Longitud de onda (nm)	Mín. Pérdida de enlace (dB)	Máx. Pérdida de enlace (dB)	Mín. ORL de enlace (dB)	Máx. Longitud de enlace (m)
1310	0.00	23.00	33.00	15,000
1490	0.00	23.00	33.00	15,000
1550	0.00	23.00	33.00	15,000

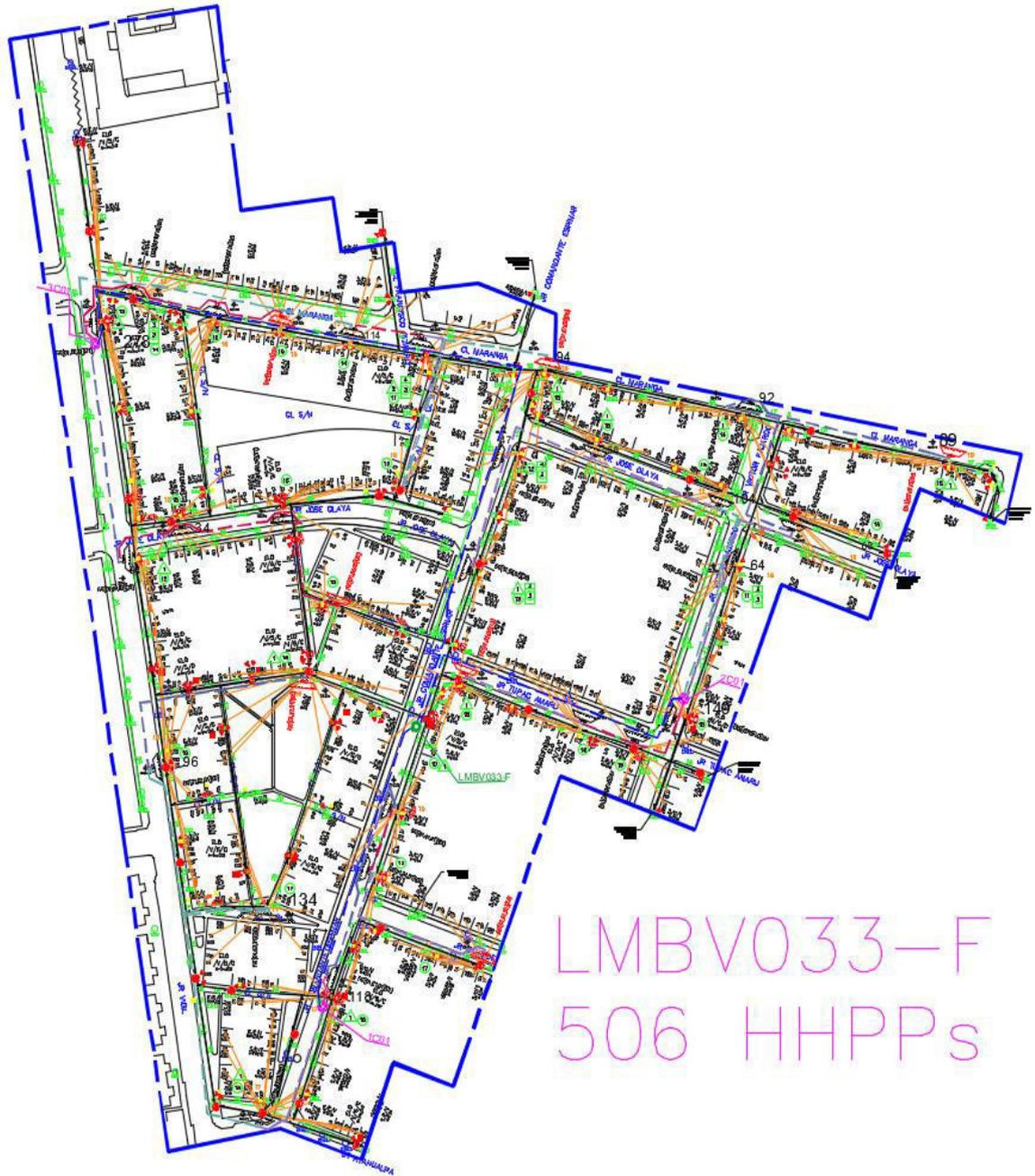
## Extracto de partidas de liquidación del proyecto LMBV033-F.

N°	Descripción	UOM	Contiene:
1	Kit de Sujeción a poste para herraje de fibra preconectorizada.	PCS	Kit de Sujeción a poste para herraje de fibra preconectorizada. Incluido suministro, almacenaje y transporte a sitio. Incluye: Cinta 3/4" x 0.75m Precilla para cinta 3/4" x 1
2	Kit Herraje preformado p/cable mensajero.	PCS	Kit Herraje preformado p/cable mensajero. Incluido suministro, almacenaje y transporte a sitio. Incluye: Preformado para cable mensajero de 1/4" o 3/16" x 1 Herraje de tensión tipo D (CLE) x 1 Aislador tipo carrete x 1 Cinta 3/4" x 1.5m Precilla para cinta 3/4" x 2
3	Kit Herraje preformado p/cable mensajero 1/8"	PCS	Kit Herraje preformado p/cable mensajero 1/8". Incluido suministro, almacenaje y transporte a sitio. Incluye: Preformado para cable mensajero de 1/8" x 1 Herraje de tensión tipo D (CLE) x 1 Aislador tipo carrete x 1 Cinta 3/4" x 1.5m Precilla para cinta 3/4" x 2 Grapas de sujeción de mensajero
4	Kit Herraje inicio/fin p/cable fibra óptica	PCS	Kit Herraje inicio/fin p/cable fibra óptica. Incluido suministro, almacenaje y transporte a sitio. Incluye: Herraje de tensión tipo D (CLE) x 1 Aislador tipo carrete x 1 Cinta 3/4" x 1.5m Precilla para cinta 3/4" x 2 Sujetador inicio o final para Cable ADSS x 1
5	Suministro e instalación de brazo de extensión hasta 1m	PCS	Suministro e instalación de brazo de extensión hasta 1m. Incluido transporte de equipos y herramientas a sitio. Suministro e instalación de brazo de extensión hasta 1m Suministro de elementos de fijación a poste como cinta bandit y hebillas Cinta 3/4" x 1.5m Precilla para cinta 3/4" x 2 Provisión de las herramientas y equipos necesarios.

Plano AS-BUILT i1 de la implementación del proyecto LMBV033-F.



Plano AS-BUILT i3 de la implementación del proyecto LMBV033-F.



Plano AS-BUILT i5 de la implementación del proyecto LMBV033-F.

