



**Digitalización y Diseño de Infraestructura FTTH para la conectividad en Barranquilla,  
Atlántico**

Federico Alejandro Saldarriaga Restrepo

Informe de modalidad de práctica empresarial para acceder al título de Ingeniero Electrónico

Asesor interno

Juan Pablo Urrea, PhD. Profesor universitario

Asesor externo

Elkin Darío Parra Tamayo, Regional Technical Leader

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería Electrónica

Bogotá

2024

---

---

Cita	Saldarriaga Restrepo
<b>Referencia</b>	[1] Saldarriaga restrepo, “Digitalización y Diseño de Infraestructura FTTH para la conectividad en Barranquilla, Atlántico”, Semestre de industria, Ingeniería Electrónica, Universidad de Antioquia, Medellín, 2024

---

Estilo IEEE (2020)



Seleccione biblioteca, CRAI o centro de documentación UdeA (A-Z)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mi familia por ser un pilar fundamental de perseverancia, al municipio de Santo Domingo, Antioquia por ser mi tierra natal y brindarme un entorno de valores y cultura y de manera muy especial a mi madre por ser una fuente inagotable de fortaleza, paciencia y apoyo incondicional.

### **Agradecimientos**

Es menester agradecer a los miembros de mi familia. A la Universidad de Antioquia por contribuir en mi formación para el trabajo, pero esencialmente para la vida. A la empresa Huawei por permitirme realizar el semestre de industria y fortalecer mi aprendizaje.

---

---

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. JUSTIFICACIÓN.....	11
III. OBJETIVOS.....	12
1. Objetivo general .....	12
2. Objetivos específicos.....	12
IV. HIPÓTESIS.....	13
V. MARCO TEÓRICO.....	14
VI. METODOLOGÍA .....	19
A. Survey.....	19
B. Diseño.....	20
C. Acceptance .....	27
VII. RESULTADOS .....	29
VIII. CONCLUSIONES.....	32
IX. POSTER.....	34
X. REFERENCIAS	

---

LISTA DE TABLAS

**Tabla 1:** Elementos esenciales de la infraestructura FTTH.

23

---

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Estructura de una red FTTH.	14
<b>Figura 2:</b> Etapas de un proyecto FTTH.	19
<b>Figura 3:</b> Survey de HHPP y de postes eléctricos.	20
<b>Figura 4:</b> Bloques de casas y edificios.	21
<b>Figura 5:</b> Bloques infraestructura eléctrica.	22
<b>Figura 6:</b> Digitalización de HHPP e infraestructura eléctrica.	22
<b>Figura 7:</b> Posicionamiento en terreno de infraestructura básica.	24
<b>Figura 8:</b> Bloques de infraestructura básica de FTTH.	24
<b>Figura 9:</b> Cableado de fibra óptica.	25
<b>Figura 10:</b> Diseño de la red.	26
<b>Figura 11:</b> Diseño topológico.	27
<b>Figura 12:</b> Diseño unifilar.	27
<b>Figura 13:</b> Diseño topológico de la red completa.	29
<b>Figura 14:</b> Diseño unifilar de la red completa.	29
<b>Figura 15:</b> Diseño de distribución de la red completa.	30
<b>Figura 16:</b> Fiber routing.	30
<b>Figura 17:</b> ATP.	31
<b>Figura 18:</b> Lista de materiales.	31

---

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>FEEDER</b>	Alimentación de la red FTTH
<b>MPO</b>	Cable (Multi-Fiber Push On)
<b>ODN</b>	Optical Distribution Network
<b>PON</b>	Passive Optical Network
<b>SFC</b>	Single Fiber drop Cable
<b>GPON</b>	Gigabit Passive Optical Network
<b>FFTX</b>	Fiber to the X
<b>FTTH</b>	Fiber to the Home
<b>KMZ</b>	Archivo comprimido de Google Earth
<b>BT</b>	Baja tensión eléctrica
<b>AT</b>	Alta tensión eléctrica
<b>MT</b>	Media tensión eléctrica
<b>HP</b>	Home Pass
<b>CL</b>	Cluster
<b>HB</b>	Hubox, equipo
<b>XB</b>	Xbox, Equipo
<b>OLT</b>	Optical line terminal
<b>FAT</b>	Fiber Access terminal

---

## RESUMEN

En el marco de este proyecto, la empresa Huawei busca llevar a cabo la instalación de una red de fibra óptica FTTH en la ciudad de Barranquilla, Atlántico. La tecnología FTTH se caracteriza por brindar una conexión directa de fibra óptica desde la central hasta el hogar del cliente, garantizando un ancho de banda superior, mayor confiabilidad y una experiencia de usuario optimizada.

La construcción de una infraestructura FTTH implica un proceso integral que abarca unas etapas esenciales, las cuales serán descritas en el presente documento y van desde la recopilación de información del cliente y el levantamiento de datos físicos del sitio, hasta la validación, digitalización, diseño detallado de la red, implementación física (colocación de cables, configuración de equipos y conexión de usuarios) y finalmente, la aceptación y entrega del proyecto tras pruebas de rendimiento y verificación de estándares, generando así una red de alta velocidad y calidad para los usuarios.

El desarrollo de este proyecto de permitirá replicar este modelo de manera más eficiente en otras zonas con características similares. La experiencia acumulada en la gestión de proyectos, la selección de tecnologías y la capacitación del personal será fundamental para garantizar el éxito de futuras implementaciones.

***Palabras clave* — Red de fibra óptica, FTTH (Fiber To The Home), infraestructura, diseño, digitalización, ancho de banda.**

---

## ABSTRACT

Within the framework of this project, Huawei is carrying out the installation of an FTTH fiber optic network in the city of Barranquilla, Atlántico. FTTH technology is characterized by providing a direct fiber optic connection from the central office to the customer's home, guaranteeing superior bandwidth, greater reliability, and an optimized user experience.

The construction of an FTTH infrastructure involves a comprehensive process that encompasses essential stages, which will be described in this document and range from the collection of customer information and the collection of physical site data, to the validation, digitization, detailed design of the network, physical implementation (cable laying, equipment configuration and user connection) and finally, the acceptance and delivery of the project after performance tests and verification of standards, thus generating a high-speed and high-quality network for users.

The development of this project will allow this model to be replicated more efficiently in other areas with similar characteristics. The accumulated experience in project management, technology selection and personnel training will be essential to guarantee the success of future implementations.

***Keywords* — Fiber optic network, FTTH (Fiber to The Home), infrastructure, design, digitization, bandwidth.**

---

## I. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo detallar el proceso integral que Huawei implementa para el levantamiento de un proyecto de red de fibra óptica FTTH (Fiber To The Home) en la ciudad de Barranquilla, Atlántico. Este proyecto busca establecer una infraestructura de fibra óptica robusta y de alta calidad para brindar servicios a un número significativo de clientes en la zona. El proceso de levantamiento de un proyecto FTTH en Huawei se divide en etapas esenciales que abarcan desde la recopilación de información del cliente y el levantamiento de datos físicos del sitio, hasta la validación, digitalización, diseño detallado de la red, implementación física, aceptación y entrega final del proyecto.

La metodología abordada está relacionada de forma directa con las etapas del proyecto, las cuales se pueden agrupar en cinco momentos específicos: survey, permisos, diseño, implementación y aceptación que abarcan desde la recopilación de información de los usuarios y el levantamiento de datos físicos del sitio, hasta la validación, digitalización, diseño detallado de la red, implementación física, aceptación y entrega final del proyecto. Sin embargo, es necesario recalcar que la etapa de permisos siendo una constitución más legal se desarrolla por otra área en la compañía, mientras que la implementación es desarrollada por subcontratistas en campo, por lo cual estas dos etapas no hacen parte del alcance del presente informe. Teniendo en cuenta ello, la propuesta metodológica será abordar las demás etapas en un orden establecido y cada una de ellas marcará su importancia, proceso de ejecución, contratiempos que pueda acarrear y soluciones a estos.

A través de la implementación exitosa de este proyecto, se planea establecer una red FTTH de alta velocidad y calidad en la ciudad de Barranquilla, Atlántico. La experiencia acumulada durante el proceso servirá como modelo replicable para futuras implementaciones en otras zonas con características similares

---

## II. JUSTIFICACIÓN

El presente informe de semestre de industria se centra en el análisis y optimización del proceso de levantamiento y digitalización de proyectos de redes de fibra óptica FTTH (Fiber To The Home), tomando como caso de estudio la implementación de una red FTTH en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, Colombia. La investigación se justifica por las siguientes razones:

### 1. Relevancia del tema:

- 1.1. La implementación de proyectos FTTH presenta desafíos específicos en las fases de levantamiento y digitalización, debido a la complejidad de la infraestructura y la necesidad de precisión en los datos.
- 1.2. La optimización del proceso de levantamiento y digitalización puede generar ahorros significativos en tiempo, costos y recursos, además de mejorar la calidad y confiabilidad de la red FTTH.

### 2. Vacío de conocimiento:

- 2.1. A pesar de la importancia del proceso de levantamiento y digitalización en proyectos FTTH, existe una escasez de investigaciones que aborden este tema de manera sistemática y rigurosa.
- 2.2. La mayoría de la información disponible se encuentra en manuales técnicos y reportes de empresas bajo la categoría de confidencial, lo que limita la comprensión del proceso y las oportunidades de mejora.

### 3. Aporte a la comunidad académica:

- 3.1. Este informe contribuirá al conocimiento científico en el campo de las redes de fibra óptica FTTH, específicamente en el área de gestión de proyectos y optimización de procesos.
- 3.2. El trabajo investigación también servirá como referencia para estudiantes y profesionales interesados en el tema de las redes de fibra óptica FTTH.

---

### III. OBJETIVOS

#### *1. Objetivo general*

Analizar y optimizar el proceso de levantamiento y digitalización de proyectos de redes de fibra óptica FTTH (Fiber To The Home), tomando como caso de estudio la implementación de una red FTTH en la ciudad de Barranquilla, Atlántico, Colombia.

#### *2. Objetivos específicos*

2.1. Identificar las etapas críticas y los principales desafíos del proceso de levantamiento y digitalización en proyectos FTTH.

2.2. Analizar los métodos y herramientas actuales utilizados para el levantamiento y digitalización de datos en proyectos FTTH.

2.3. Evaluar el impacto de la calidad de los datos de levantamiento y digitalización en la eficiencia y eficacia del proyecto FTTH.

2.4. Proponer estrategias y soluciones para optimizar las etapas críticas del proceso de levantamiento y digitalización en proyectos FTTH.

2.5. Desarrollar un modelo de optimización del proceso de levantamiento y digitalización para proyectos FTTH, considerando las variables críticas identificadas.

2.6. Validar el modelo de optimización propuesto mediante la aplicación en el caso de estudio de la implementación de una red FTTH en Barranquilla, Atlántico.

2.7. Documentar los resultados de la investigación y las recomendaciones para la implementación del modelo de optimización en futuros proyectos FTTH.

## IV. HIPÓTESIS

### *A. Hipótesis de trabajo*

Implementar un enfoque optimizado para las fases de levantamiento y digitalización de proyectos FTTH reducirá significativamente el retrabajo, los retrasos y las inconsistencias, lo que conducirá a una mayor eficiencia del proyecto y ahorros de costos.

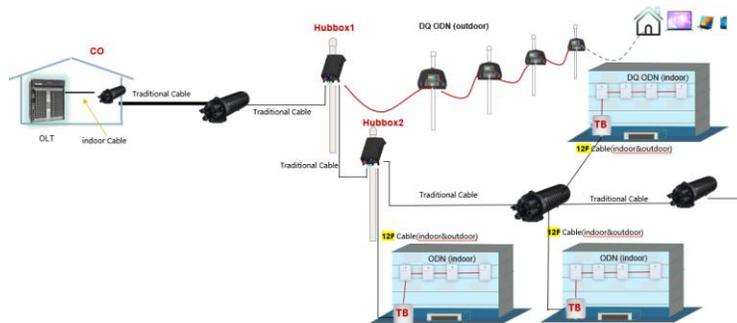
### *B. Hipótesis estadística*

1) *Hipótesis nula*: No existe una diferencia estadísticamente significativa en la eficiencia del proyecto y los ahorros de costos entre los proyectos que implementan un enfoque optimizado para las fases de levantamiento y digitalización y aquellos que no lo hacen.

a) *Hipótesis alterna*: Existe una diferencia estadísticamente significativa en la eficiencia del proyecto y los ahorros de costos entre los proyectos que implementan un enfoque optimizado para las fases de levantamiento y digitalización y aquellos que no lo hacen.

## V. MARCO TEÓRICO

Las redes de fibra óptica hasta el hogar (FTTH, por sus siglas en inglés) han revolucionado la forma en que accedemos a internet y otros servicios de comunicación en nuestros hogares. Esta tecnología ofrece una alternativa superior a las opciones tradicionales como el cable coaxial y el par trenzado de cobre, brindando velocidades de transmisión de datos más rápidas, mayor ancho de banda y una experiencia de usuario más confiable (Smith, 2020). En la Fig. 1 se muestra una infraestructura de red típica.



**Figura 1:** Estructura de una red FTTH.

### 1. Ventajas de las redes FTTH:

**Velocidad de transmisión de datos superior:** La fibra óptica permite transmitir datos a velocidades de gigabits por segundo (Gbps), lo que es significativamente más rápido que las tecnologías tradicionales. Esto permite disfrutar de una experiencia fluida al navegar por internet, descargar archivos grandes, transmitir videos en alta definición y jugar juegos en línea.

**Mayor ancho de banda:** Las redes FTTH ofrecen un ancho de banda mucho mayor que las tecnologías tradicionales, lo que significa que pueden soportar múltiples dispositivos conectados simultáneamente sin experimentar congestión o lentitud. Esto es ideal para hogares con varios usuarios que utilizan internet para diferentes actividades.

**Confiabilidad y baja latencia:** La fibra óptica es menos susceptible a interferencias y ruido que las tecnologías tradicionales, lo que se traduce en una conexión más confiable y con menor latencia. Esto es especialmente importante para aplicaciones que requieren una conexión

estable y de baja latencia, como las videollamadas, los juegos en línea y la transmisión de video en vivo.

**Futuro a prueba:** Las redes FTTH tienen la capacidad de soportar las crecientes demandas de ancho de banda y velocidad en el futuro, lo que las convierte en una inversión a largo plazo (Otero,2014).

## *2. Aplicaciones de las redes FTTH:*

**Acceso a internet de alta velocidad:** Las redes FTTH son ideales para acceder a internet de alta velocidad, lo que permite disfrutar de una experiencia fluida al navegar por la web, descargar archivos grandes, transmitir videos en alta definición y jugar juegos en línea.

**Televisión de alta definición (HDTV):** La fibra óptica puede proporcionar una señal de televisión de alta definición (HDTV) de alta calidad, con una imagen nítida y un sonido envolvente.

**Telefonía de voz sobre IP (VoIP):** Las redes FTTH pueden ofrecer servicios de telefonía de voz sobre IP (VoIP), que permiten realizar llamadas telefónicas a través de internet.

**Servicios interactivos:** La fibra óptica puede soportar una amplia gama de servicios interactivos, como video a pedido, juegos en línea y realidad virtual (Zarpadiel, 2014)

## *3. Aspectos relevantes para la implementación de proyectos FTTH*

**Infraestructura física:** La instalación de la infraestructura física para una red FTTH requiere una planificación cuidadosa y la ejecución de trabajos de precisión. Esto incluye el tendido de cables de fibra óptica, la instalación de gabinetes y equipos de red, y la realización de pruebas exhaustivas para garantizar la calidad y el correcto funcionamiento de la red.

**Selección de equipos:** La selección de los equipos adecuados para una red FTTH es crucial para garantizar el rendimiento, la confiabilidad y la escalabilidad de la red. Los equipos deben ser seleccionados de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto y los estándares de la industria.

**Pruebas y puesta en marcha:** Una vez instalada la infraestructura física y configurados los equipos, se deben realizar pruebas exhaustivas para garantizar que la red FTTH cumple con los estándares de rendimiento y calidad. Esto incluye pruebas de velocidad, latencia, confiabilidad y seguridad.

**Gestión y mantenimiento:** La gestión y el mantenimiento adecuados de la red FTTH son esenciales para garantizar su correcto funcionamiento a largo plazo. Esto incluye la monitorización continua del rendimiento de la red, la resolución de problemas, la aplicación de actualizaciones de software y la realización de mantenimientos preventivos (Otero, 2014).

#### *4. Consideraciones para la optimización del proceso de levantamiento y digitalización*

**Reducción de errores y retrabajos:** Un proceso optimizado de levantamiento y digitalización puede minimizar la cantidad de errores y retrabajos, lo que ahorra tiempo y costos.

**Mejora de la calidad de los datos:** La recolección y digitalización precisa de datos garantiza que la información utilizada para el diseño e implementación de la red sea confiable y actualizada.

**Agilización del proceso de diseño:** La disponibilidad de datos precisos y actualizados permite agilizar el proceso de diseño de la red, optimizando la ubicación de los componentes de la red y minimizando los imprevistos.

**Reducción de costos de implementación:** La optimización del proceso de levantamiento y digitalización puede reducir significativamente los costos de implementación de la red FTTH (Otero, 2014).

#### *5. Consideraciones para la optimización del proceso de diseño*

**Reducción de costos:** Un diseño optimizado puede minimizar los costos de implementación al utilizar la cantidad adecuada de materiales, optimizar la ubicación de los componentes de la red y evitar soluciones redundantes.

**Mejora del rendimiento:** Un diseño adecuado garantiza que la red FTTH cumpla con los requisitos de rendimiento en términos de velocidad, ancho de banda, latencia y confiabilidad.

**Simplificación de la operación y el mantenimiento:** Un diseño bien planificado facilita la operación y el mantenimiento de la red, lo que reduce los costos operativos a largo plazo.

**Escalabilidad y flexibilidad:** Un diseño escalable permite que la red se expanda y adapte a las necesidades cambiantes de los usuarios en el futuro.

**Topología de red:** La topología de red define la estructura y la forma en que se interconectan los componentes de la red. Su elección adecuada depende de varios factores, como el tamaño de la red, la distribución de los usuarios y los requisitos de rendimiento.

**Selección de equipos:** La selección de los equipos adecuados es crucial para el rendimiento, la confiabilidad y la escalabilidad de la red FTTH. Los equipos deben ser seleccionados de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto y los estándares de la industria. En el caso de Huawei se usan equipos de fabricación propia que permiten el despliegue de la fibra óptica y estos son conocidos internamente como ODF, XBOX, HUBBOX y FAT. Estos tienen una posición específica en la topología implementada de acuerdo a sus capacidades.

**Dimensionamiento de la red:** El dimensionamiento de la red implica determinar la capacidad y el rendimiento necesarios para satisfacer las demandas actuales y futuras de los usuarios. Esto incluye el dimensionamiento de los cables de fibra óptica, los equipos de red y los componentes de infraestructura. Para ello se tiene en cuenta la cantidad de HomePasses (Usuarios) actuales en las zonas y se dejan establecidas unas reservas.

**Planificación de la ruta:** La planificación de la ruta define el camino que seguirán los cables de fibra óptica para conectar a los usuarios. La planificación de la ruta debe considerar factores como la ubicación de los usuarios, la infraestructura existente, las restricciones del terreno y las regulaciones locales. Para esto se requiere un survey adecuado de infraestructura tanto de postes como de cámaras subterráneas (Zapardiel, 2014).

#### *6. Documentos generados por la empresa para el proceso de Acceptance*

**Fiber routing:** Este documento detalla la infraestructura de fibra óptica instalada, incluyendo información por cada troncal (ubicación de equipos, detalles de cables, atenuaciones, etc.). Es crucial para el cliente ya que permite localizar y resolver futuras fallas de manera eficiente.

**ATP:** El ATP, o Aceptación Técnica de Protocolo, es un documento que documenta la instalación y puesta en marcha de cada segmento de una red de fibra óptica. El cooperador responsable de la instalación debe presentar evidencia fotográfica de la instalación de cada equipo, incluyendo su dirección y coordenadas exactas. Además de las pruebas reflexométricas, de potencia, etc.

**As Build:** El As Built, o plano final, constituye el entregable más importante de esta fase, ya que refleja con precisión la distribución real de la infraestructura instalada durante el levantamiento. Este documento, elaborado en formato AutoCAD, incluye tanto la distribución topológica como el diagrama unifilar, además del mapeo detallado de la zona y la ubicación precisa de todos los dispositivos.

**Redline:** El Redline, elaborado por el ingeniero en sitio, constituye un plano de distribución topológica que refleja el cableado y las conexiones reales realizadas en la ubicación del proyecto. Este documento ofrece una descripción precisa de cada tramo del levantamiento, incluyendo información específica de cada equipo y cable utilizado, así como las distancias y los puertos de conexión empleados (Huawei, 20223).

## VI. METODOLOGÍA

Como se ha mencionado anteriormente el proyecto de FTTH contiene varios momentos que para fines prácticos se pueden agrupar en cinco fases, por lo tanto, se abordará a continuación las etapas relacionadas con el alcance del trabajo, las cuales son el Survey, diseño y Aceptance, con el fin de resaltar sus características y su importancia en el proceso de construcción de una red de fibra óptica hasta el Hogar. Por otro lado, es de gran importancia recalcar dos conceptos sumamente importantes que son el Homepass (HP) que se refiere a la cantidad de usuarios potenciales y Set que se refiere a la cantidad de predios que contienen mínimamente un HP. A continuación, se presenta un diagrama de alto nivel (Fig. 2) para representar la constitución del proyecto de manera introductoria, antes de realizar las profundizaciones correspondientes:



**Figura 2:** Etapas de un proyecto FTTH.

### A. Survey

En este proceso se contacta un subcontratista certificado y se le generan las inducciones necesarias para hacer una correcta obtención de información, en el caso preciso para homepasses e infraestructura, se usa la aplicación móvil Map Marker que permite agregar un marcador georreferenciado por set, con sus respectivas coordenadas, además de

información adicional como dirección, cantidad y distribución de *hommepasses* (casas, apartamentos, edificios, etc.), fotos, entre otras características de utilidad. De forma análoga se realiza para la infraestructura eléctrica existente (Fig. 3).



**Figura 3:** *Survey de HHPP y de postes eléctricos.*

Posteriormente esa información es recolectada y revisada por el equipo de calidad para reducir la mayor cantidad de errores cometidos por el subcontratista, hacer ajustes y en caso de ser necesario realizar devoluciones para que se verifiquen nuevamente en terreno. Esta etapa es vital para obtener características con alta exactitud en cantidad de HHPP y la infraestructura eléctrica que se usará para anclar la fibra óptica en etapas posteriores.

La etapa de *survey* es la más importante, puesto que de ella dependen todas las demás, anteriormente la empresa no se enfocaba tanto en la calidad de este proceso y eso llevó a que en una fase anterior realizada en otras ciudades hubiese muchas inconsistencias. Por eso es importante nombrar el control de calidad como una mejora sustancial en todo el proceso de FTTH.

### B. Diseño

El diseño tiene un momento vital antes de que este se realice y es la digitalización, donde se toma toda la información recolectada durante el *survey* y se traduce en un plano de CAD que

dispondrá inicialmente de unos bloques específicos para Sets: el bloque de edificio y el bloque de casa, estos bloques muestran las características como la dirección, distribución de HHPP, etc (Fig 4).



**Figura 4:** Bloques de casas y edificios.

Adicionalmente se encuentran los bloques de infraestructura eléctrica que tienen diferente representación de acuerdo a las características del poste como carga soportada, altura, baja o media tensión y si contiene un transformador:

Aerial Infrastructure						
alt \ Carga	510	750	1050	1350		Special
						Poste AL Pub.
8.0mt						Poste Madera
10.0mt						Poste Metalico
12.0mt						Poste Transformador
14.0mt						Poste TR en H

Figura 5: Bloques infraestructura eléctrica.

El proceso que se desarrolla a partir de las plantillas generadas en survey permite un ingreso masivo de información en el software CAD y así llamar a los respectivos bloques, acto seguido se organizan detalles estéticos de rotaciones y tamaños hasta que se tenga una visual adecuada (Fig. 6).

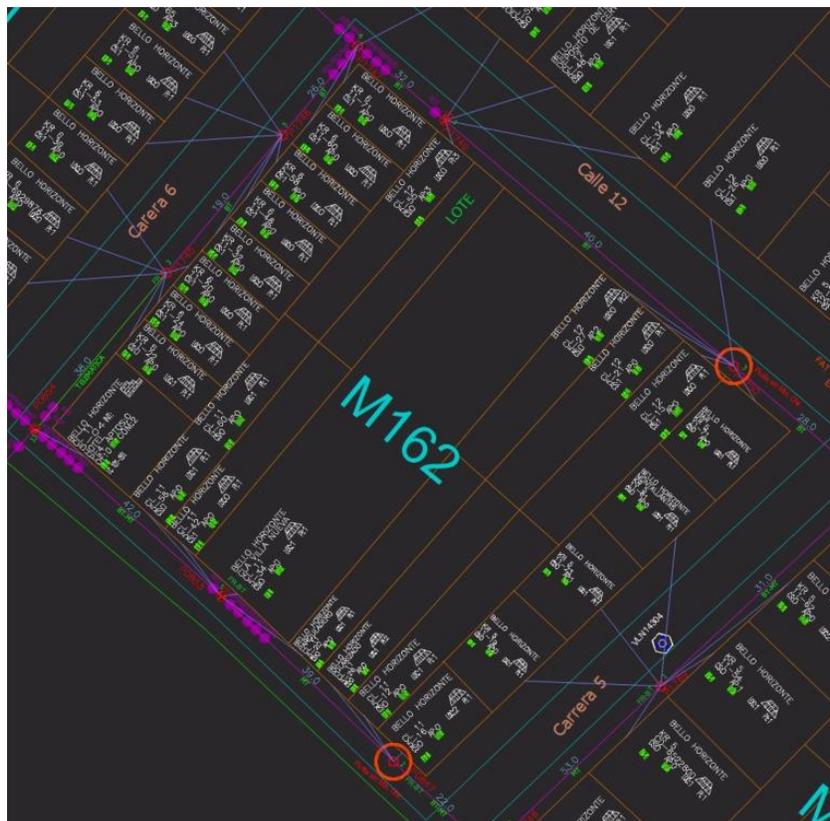


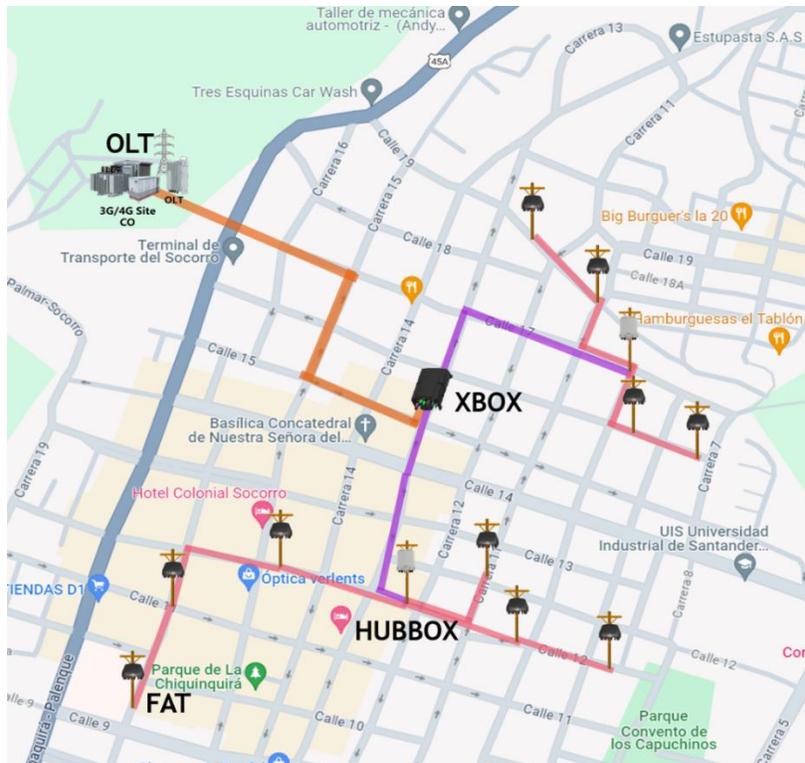
Figura 6: Digitalización de HHPP e infraestructura eléctrica.

El proceso a continuación requiere un buen conocimiento de la solución que ofrece Huawei para planificar de forma acertada la distribución de equipos de tal forma que se pueda satisfacer el servicio a todos los usuarios de la zona objetivo. Dicha solución conocida como ODN 3.0 no es más que el despliegue de fibra óptica utilizando unos equipos que cumplen la función de hacer distribuciones consecutivas desde una oficina central hasta el usuario final. Para dar un mejor entendimiento se procede a continuación a realizar la presentación de cada uno de esos equipos a través de la siguiente tabla (Tab. 1):

<b>COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA RED FTTH</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>ASPECTO FISICO</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>CAPACIDAD</b>
FAT		Surte a los usuarios finales	16 HHPP (usuarios)
HUBBOX		Despliega los hilos de fibra óptica hacia las FATS	8 troncales de 4 FATS para un total de 32 FATS
XBOX		Es la interfaz entre el cable tradicional y el pre conectorizado	Puede abastecer múltiples HUBBOX dependiendo de la cantidad de hilos de fibra óptica del cable feeder
OLT		Enlaza la ciudad con el resto de ciudades y por lo tanto con el internet global	Su capacidad depende de los hilos de fibra óptica del feeder que se vaya a instalar

**Tabla 1:** Elementos esenciales de la infraestructura FTTH.

Con el entendimiento de estos elementos se puede mostrar a grandes rasgos la estructuración de la solución ODN 3.0 y su forma de interconexión como se muestra en la figura 7.



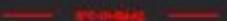
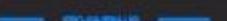
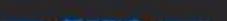
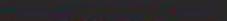
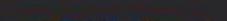
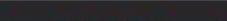
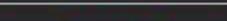
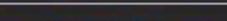
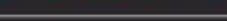
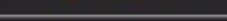
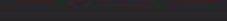
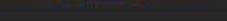
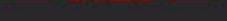
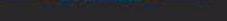
**Figura 7:** Posicionamiento en terreno de infraestructura básica.

Teniendo en cuenta los elementos de la anterior tabla, se puede realizar un diseño que abarque grandes zonas junto con otros que cumple la labor de conexión entre los cables de fibra óptica cuando las distancias lo requieren. Es necesario que tanto los equipos principales como los secundarios tengan una representación en el archivo CAD tal como se muestra a continuación en la figura 8:

Legend	Description	Legend	Description
	OLT		X-Box
	Sub Box 16		MEC
	End Box 16		Hub-Box 3.0
	CloSURE 96H		SFC-Connector

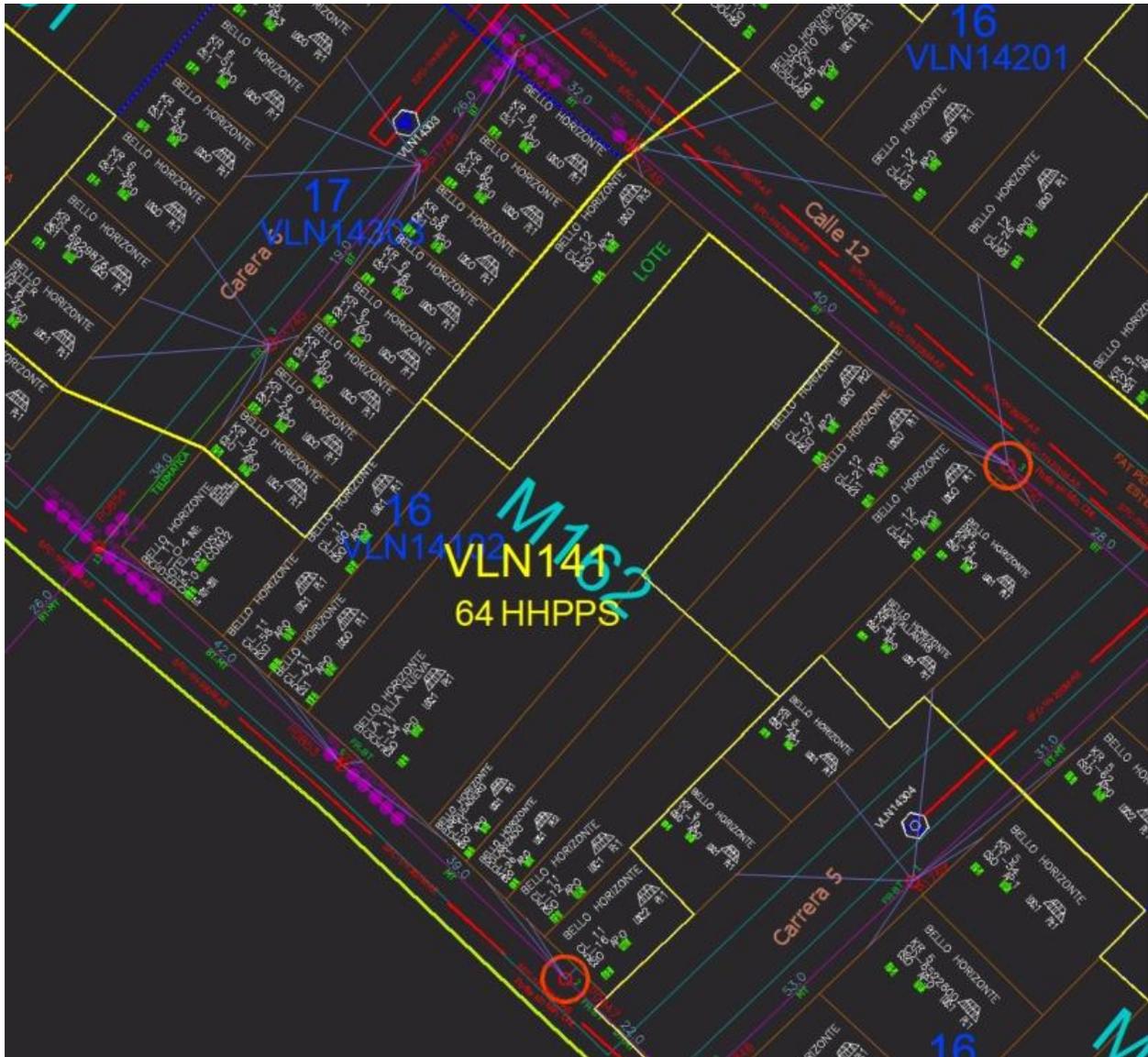
**Figura 8:** Bloques de infraestructura básica de FTTH.

Por su parte el cableado puede ser variado y este va desde el tendido de fibra tradicional, hasta el cable preconectorizado teniendo categorías entre tendido aéreo y underground (subterráneo) y haciendo distinciones de acuerdo a sus longitudes (Fig. 9).

Pre-connectorized Distribution Cable(Outdoor)			
Aerial		Underground	
	5M 1H		5M 1H
	50M 1H		50M 1H
	80M 1H		80M 1H
	100M 1H		100M 1H
	120M 1H		120M 1H
	150M 1H		150M 1H
	180M 1H		180M 1H
	200M 1H		200M 1H
	250M 1H		250M 1H
	300M 1H		300M 1H
	350M 1H		350M 1H
	500M 1H		500M 1H

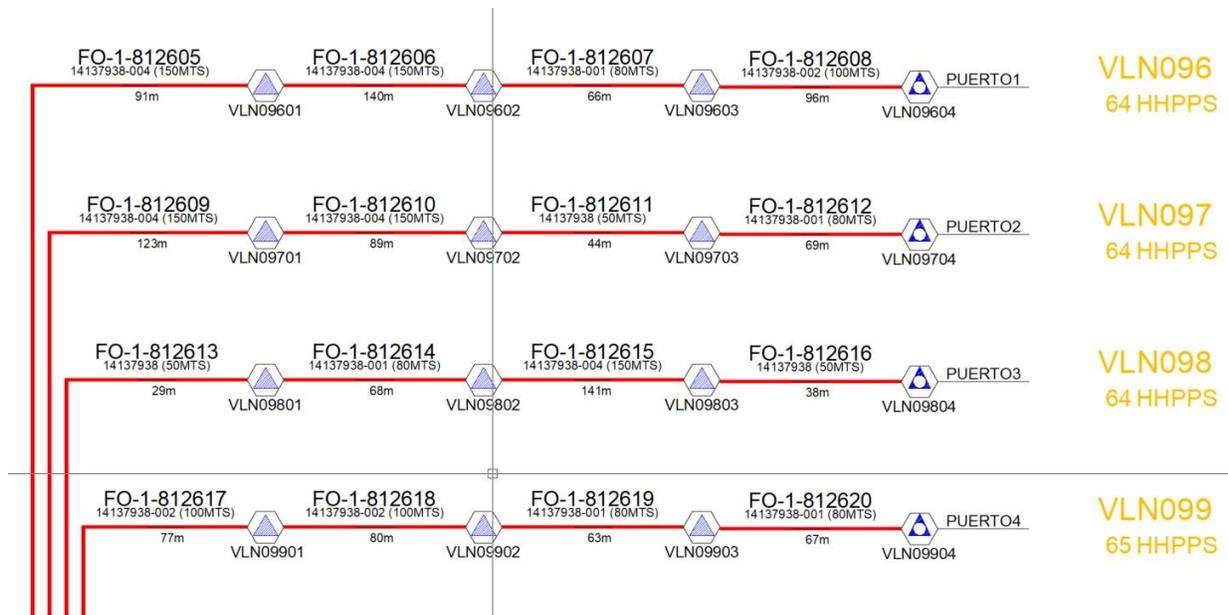
**Figura 9:** Cableado de fibra óptica.

Ya que están todos estos componentes digitalizados, se procede a su posicionamiento de forma estratégica. Iniciando con un estudio de la cantidad de HHPP presentes en la zona, se procede a ubicar las FATs que van a alimentar dichas cuentas, después las HUBBOX que distribuyen el cableado a las FATs, posteriormente la XBOX que se lleva a cabo el despliegue para las HUBBOX, mientras que la OLT se sitúa en una oficina central del operador, el paso siguiente es utilizar las distancias interpostales adquiridas en el proceso de survey para seleccionar de forma más adecuada las longitudes del cableado de fibra óptica.



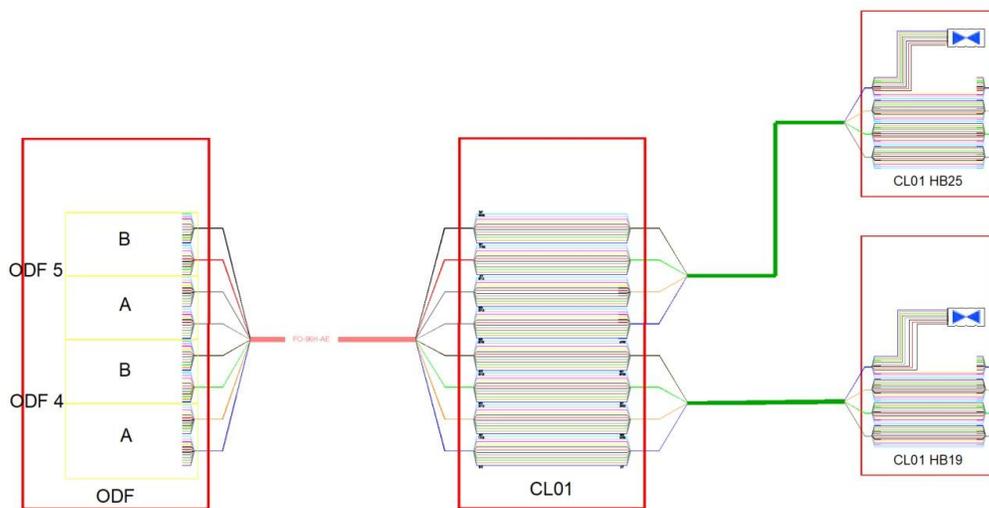
**Figura 10:** *Diseño de la red.*

Cuando este proceso está finalizado se requieren otros dos esquemas para la visualización de la información. El primero de estos dos es el topológico que constituye una herramienta fundamental para garantizar la correcta implementación, funcionamiento y mantenimiento de una red FTTH. Al proporcionar una representación visual clara y concisa de la red, facilita la toma de decisiones y contribuye al éxito del proyecto y este se pueden apreciar en alto nivel tanto los componentes como los medios de transmisión.



**Figura 11:** *Diseño topológico.*

El otro esquema necesario es el diagrama unifilar, el cual provee una perspectiva de la configuración de los hilos de fibra óptica desde que salen de la OLT, hasta que llegan a cada una de las FATs finales, es de vital importancia para la habilitación de usuarios, mantenimientos y adaptaciones futuras.



**Figura 12:** *Diseño unifilar.*

### C. Acceptance

La etapa de aceptación en un proyecto de Fibra Óptica al Hogar (FTTH) representa el punto culminante de la implementación. Es en este momento cuando se verifica que la infraestructura

desplegada cumple con los estándares de calidad y rendimiento establecidos, y que está lista para prestar el servicio de manera efectiva. La aceptación implica una serie de pruebas y verificaciones exhaustivas que garantizan que la red FTTH esté en óptimas condiciones para su puesta en marcha. Estas pruebas suelen incluir:

- **Pruebas de continuidad:** Verificar que la fibra óptica esté conectada correctamente en todos los puntos de la red.
- **Pruebas de atenuación:** Medir la pérdida de señal a lo largo de la fibra para asegurar que no afecte la calidad de la transmisión.
- **Pruebas de retorno de pérdida:** Evaluar la cantidad de luz que se refleja en las conexiones, lo que puede indicar problemas de calidad en las terminaciones.
- **Pruebas de servicio:** Simular el tráfico de usuarios para verificar el rendimiento de la red en condiciones reales.
- **Pruebas de funcionalidad:** Asegurar que todos los equipos y servicios asociados a la red funcionen correctamente.

La etapa de aceptación es fundamental por varias razones:

- **Garantía de calidad:** Permite verificar que la red cumple con los requisitos técnicos y de calidad establecidos en el diseño del proyecto.
- **Prevención de problemas:** Identifica y corrige cualquier falla o deficiencia en la red antes de su puesta en servicio, evitando interrupciones y problemas para los usuarios.
- **Cumplimiento de contratos:** Demuestra al cliente y a las entidades reguladoras que el proyecto se ha ejecutado de acuerdo a los términos del contrato.
- **Base para la garantía:** Sirve como punto de partida para el cálculo de los períodos de garantía de la red.
- **Mantenimiento:** Facilita la transición de la fase de construcción a la fase de operación y mantenimiento de la red.

la etapa de aceptación es un proceso crítico en un proyecto FTTH que garantiza la calidad, confiabilidad y sostenibilidad de la infraestructura desplegada. Al asegurar que la red esté en óptimas condiciones, se establece una base sólida para la prestación de servicios de alta calidad a los usuarios finales. Finalmente se realiza la entrega de cuatro documentos principales mencionados en el marco teórico y que utilizará el cliente para tener un conocimiento detallado de la red y para futuras reparaciones y mantenimientos.

## VII. RESULTADOS

Huawei ha completado con éxito la fase de planificación para la implementación de su red en Barranquilla. Los estudios realizados determinaron que se requerirán 58 troncales principales para alimentar un total de 8120 puntos de acceso en el área de estudio. A continuación, se presentan algunos detalles del diseño final de esta infraestructura:



**Figura 13:** *Diseño topológico de la red completa.*



**Figura 14:** *Diseño unifilar de la red completa.*



**Figura 15:** *Diseño de distribución de la red completa.*

Las tres graficas anteriores son los componentes del archivo As build, el cual es el entregable más importante que tiene el proyecto, además de este también se entregan los formatos: fiber routing que describen las conexiones que tienen las troncales, ATP que tiene las pruebas reflexométricas y de calidad y BOM que contiene el listado de materiales por HUBBOX,

# CABLE DE SALIDA	HILO DE SALIDA	Cap. / Marca	ATEN. (dB)	LONGITUD (mts)
FO-96-812603 1012	11	96 FH	0	0
FO-48-812604 269	11	48 HUAWEI	0.9542	1012
FO-48-812621 416	11	48 HUAWEI	1.34835	1281
FO-48-812630 150	1	1 HUAWEI	2.09395	1697
FO-48-812631 100	1	1 HUAWEI	4.64645	1847
FO-48-812632 100	1	1 HUAWEI	7.18145	1947
FO-48-812633 150	1	1 HUAWEI	9.71645	2047
N/A	N/A	N/A	24.06895	2197
N/A	N/A	N/A		

**Figura 16:** *Fiber routing.*



---

## VIII. CONCLUSIONES

La calidad de la información recopilada durante la fase de levantamiento es un factor determinante para el éxito del proyecto. Incoherencias en direcciones o coordenadas pueden generar retrasos significativos y aumentar los costos. Asimismo, la obtención de permisos de las empresas eléctricas representa un desafío importante, ya que los requisitos suelen ser estrictos y los rechazos pueden obligar a rediseñar las rutas. La optimización de las rutas es clave para reducir costos y facilitar la ejecución del proyecto.

El presente informe evidencia que la implementación exitosa de un proyecto FTTH depende en gran medida de una planificación exhaustiva y de múltiples etapas de control de calidad. Si bien el informe no profundiza en los aspectos relacionados con la calidad, es fundamental destacar que cada fase del proyecto está sujeta a rigurosas revisiones y verificaciones conjuntas con el cliente. La comunicación efectiva entre Claro y Huawei resulta esencial para garantizar que el diseño final se ajuste a las necesidades y expectativas del cliente.

La implementación de proyectos FTTH en ciudades como Barranquilla presenta una serie de desafíos que requieren una planificación meticulosa y una gestión proactiva. La calidad de los datos iniciales, la obtención de permisos, la optimización de las rutas y la coordinación entre los diferentes actores involucrados son factores críticos que pueden influir significativamente en el éxito del proyecto. A pesar de estos desafíos, el proyecto FTTH en Barranquilla ha servido como una valiosa oportunidad para aprender y mejorar los procesos de implementación. Los aprendizajes obtenidos a lo largo de este proyecto pueden ser utilizados para optimizar futuros despliegues de redes de fibra óptica en otras localidades.

IX. POSTER

Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones

# Digitalización y Diseño de Infraestructura FTTH para la conectividad en Barranquilla, Atlántico



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
Facultad de Ingeniería

**PRACTICANTE:** Federico Alejandro Saldarriaga Restrepo  
**ASESORES:** Juan Pablo Urrea y Elkin Darío Parra.

**PROGRAMA:** Ingeniería electrónica  
**Semestre de la práctica:** 2023-1

En el marco de este proyecto, La empresa Huawei busca llevar a cabo la instalación de una red de fibra óptica FTTH en la ciudad de Barranquilla. La tecnología FTTH se caracteriza por brindar una conexión directa de fibra óptica desde la central hasta el hogar del cliente, garantizando mejores características que la forma tradicional.



El desarrollo de este proyecto de permitirá replicar este modelo de manera más eficiente en otras zonas con características similares. La experiencia acumulada en la gestión de proyectos, la selección de tecnologías y la capacitación del personal será fundamental para garantizar el éxito de futuras implementaciones.

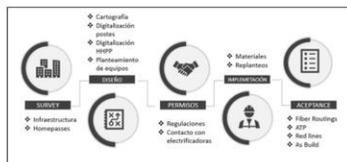


### Objetivos

- ✓ Digitalizar y diseñar una red FTTH de Alta Calidad en un sector de Barranquilla, Atlántico.
- ✓ Evaluar el impacto de la calidad de los datos de levantamiento y digitalización en la eficiencia y eficacia del proyecto FTTH.
- ✓ Proponer estrategias y soluciones para optimizar las etapas críticas del proceso de levantamiento y digitalización en proyectos FTTH.
- ✓ Desarrollar un modelo de optimización del proceso de levantamiento y digitalización para proyectos FTTH, considerando las variables críticas identificadas.

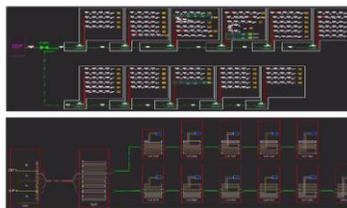
### Metodología

La metodología abordada está relacionada de forma directa con las etapas del proyecto, las cuales se pueden agrupar en cinco momentos específicos: survey, permisos, diseño, implementación y aceptación que abarcan desde la recopilación de información de los usuarios y el levantamiento de datos físicos del sitio, hasta el diseño de la red e implementación física.



### Resultados

Huawei ha completado con éxito la fase de planificación para la implementación de su red en Barranquilla. Los estudios realizados determinaron que se requerirán 58 troncales principales para alimentar un total de 8120 puntos de acceso en el área de estudio. Entregando además los diseños necesarios para la implementación.



### Conclusiones

- ✓ La calidad de los datos es fundamental para el éxito del proyecto. Errores en los datos iniciales pueden causar retrasos y costos adicionales.
- ✓ La planificación detallada y el control de calidad son esenciales. Cada etapa del proyecto requiere revisiones rigurosas.
- ✓ Obtener permisos y optimizar rutas son desafíos clave. La comunicación efectiva entre todas las partes involucradas es crucial.
- ✓ Los proyectos FTTH presentan desafíos únicos pero ofrecen oportunidades de aprendizaje. La experiencia adquirida en Barranquilla puede ser aplicada a futuros proyectos.

**DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR:**

+57 3206548271    +57 3206548271    federico.saldarriaga@udea.edu.co

## X. REFERENCIAS

- [1] Martín Otero, J. (2014). *Diseño de la red de fibra óptica FTTH para un municipio* [Proyecto Fin de Carrera]. Departamento de Mecánica y Estructuras, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España.
- [2] Smith, J., & Jones, A. (2020). *El impacto de las redes FTTH en la experiencia del usuario doméstico*. Revista de Telecomunicaciones, 15(2), 45-62.
- [3] Prieto Zapardiel, J. (2014). *Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica* [Proyecto Fin de Carrera]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- [4] *Huawei FTTR for home solution*. Huawei Enterprise. (2023, September 29). <https://e.huawei.com/es/solutions/enterprise-optical-network/ftth/fttr-home>