

FECHA	lunes, 4 de mayo de 2020
--------------	--------------------------

Señores

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

BIBLIOTECA

Fusagasugá

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
------------------------	-----------------

TIPO DE DOCUMENTO	Pasantía
--------------------------	----------

FACULTAD	Ingeniería
-----------------	------------

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Electrónica
---------------------------	-------------------------------

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Ricardo Acosta	Karen Jasmin	1018461747

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Montufar Benavides	Carlos Humberto

TÍTULO DEL DOCUMENTO
ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED Y MODELOS DE OPERACION SOBRE UN MEDIO GUIADO (F.O)

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Electrónico

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
25/05/2020	64

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1.Terminal de red óptica (OLT)	Optical net terminal (ONT)
2.Orden de trabajo (OT)	Work order (OT)
3.Visita de obra civil (VOC)	Civil work visit (voc)

4.Ejecución de obra civil (EOC)	Civil work execution (EOC)
5.Administrador de relaciones con el cliente (CRM)	Customer Relationship Manager (CRM)
6. administrador de personal (WFM)	workforce management (WFM)

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

RESUMEN

El presente trabajo nace con el fin de tener una guía de requerimientos relevantes básicos para garantizar la calidad de las diferentes actividades que se realizan en la compañía de telecomunicaciones CLARO, en el sector que comprende la fibra óptica; manteniendo y mejorando los estándares fijados en la misión de dicha empresa. Mediante el análisis estructurado de aspectos esenciales para el proceso de interventoría, haciendo énfasis en el área de instalaciones, ya que esta se compone a menor escala de cada uno de los detalles que constituyen las otras áreas, como lo son, el cuidado y priorización del recurso humano, buenos procesos técnicos, aspectos físicos de las instalaciones en el cliente, entre otros; en ejercicio de dicho análisis se emplean dos formas de trabajo esenciales que maneja la compañía Nesitelco S.A. (trabajo administrativo y trabajo de campo) los cuales integran las labores de interventoría.

Palabras clave: Fibra óptica, interventoría, telecomunicaciones.

ABSTRACT

The present work was born with the purpose of having a guide of basic requirements to guarantee the quality of the different activities that are carried out in the telecommunications company CLARO, in the sector that includes the optical fiber; maintaining and improving the standards set in the mission of said company. Through the structured analysis of essential aspects for the audit process, with emphasis on the area of facilities, since this is composed on a smaller scale of each of the details that constitute the other areas, such as, the care and prioritization of the human resources, good technical processes, physical aspects of the installations in the client, among others; In the exercise of this analysis, two essential forms of work are used, which are managed by the company Nesitelco S.A. (administrative work and field work) which integrate the work of supervision.

Key words: Fiber optic, audit, telecommunications

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)		SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.		X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.		X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.		X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En

consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI NO** . En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier

otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED Y MODELOS DE OPERACION SOBRE UN MEDIO GUIADO.pdf	TEXTO E IMAGENES

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Ricardo Acosta Karen Jasmin	 Firma del Estudiante

21.1-51.20

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED Y MODELOS DE OPERACIÓN SOBRE UN MEDIO GUIADO (F.O.)

KAREN JASMIN RICARDO ACOSTA

Universidad de Cundinamarca

Ingeniería Electrónica

Facultad de Ingeniería

Fusagasugá, Colombia

Año 2020

ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED Y MODELOS DE OPERACIÓN SOBRE UN MEDIO GUIADO (F.O.)

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniero Electrónico

KAREN JASMIN RICARDO ACOSTA

Director externo:
Jorge Hernando Buitrago Niño

Co-director:
Sara Nataly Joya Rojas

Director interno:
Carlos Montufar B.

Línea de investigación:
Telemática y Telecomunicaciones

Universidad de Cundinamarca

Ingeniería Electrónica
Facultad de Ingeniería
Fusagasugá, Colombia
Año 2020

Resumen

El presente trabajo nace con el fin de tener una guía de requerimientos relevantes básicos para garantizar la calidad de las diferentes actividades que se realizan en la compañía de telecomunicaciones CLARO, en el sector que comprende la fibra óptica; manteniendo y mejorando los estándares fijados en la misión de dicha empresa, mediante el análisis estructurado de aspectos esenciales para el proceso de interventoría, haciendo énfasis en el área de instalaciones, ya que esta se compone a menor escala de cada uno de los detalles que constituyen las otras áreas, como lo son, el cuidado y priorización del recurso humano, buenos procesos técnicos, aspectos físicos de las instalaciones en el cliente, entre otros; en ejercicio de dicho análisis se emplean dos formas de trabajo esenciales que maneja la compañía Nesitelco S.A. (trabajo administrativo y trabajo de campo) los cuales integran las labores de interventoría.

Palabras clave: *Fibra óptica, interventoría, telecomunicaciones*

Contenido

Resumen	10
1. Contexto	16
2. Actividades	17
3. Marco de teórico	18
3.1. Marco Conceptual	18
3.1.1. Fibra óptica	18
3.1.2. Red AON	21
3.1.3. Red PON.....	22
3.1.4. Enlaces LAN.....	23
3.1.5. Enlaces WAN	24
3.1.6. Equipos de última milla UM.....	24
3.2. Normas aplicadas a instalaciones de fibra óptica.....	26
3.3. Antecedentes.....	27
4. Desarrollo de la pasantía.....	28
4.1. Trabajo administrativo	28
4.1.1. Mantenimiento (MTTO).....	28
4.1.2. Instalaciones.....	30
4.1.3. Planeación (implementación).....	33
4.2. Realizar actividades de interventoría bajo supervisión, en terreno y documental	37
4.2.1. Procesos de intervención a las Redes de FO desde el punto de vista técnico cumpliendo con las normas de seguridad establecidas en HSEQ y por el prestador de la infraestructura.	37
4.2.1.1. Señalización.....	38
4.2.1.2. Trabajo en alturas.....	39
4.2.1.3. Trabajo en terreno (cámaras Codensa).....	41
4.2.2.1. Tendido aéreo.....	43
4.2.2.2. Tendido canalizado	46
5. Análisis de resultados.....	58

6. Glosario	59
7. Referencias	61
Apéndice 1: Proceso de instalación	63
Apéndice 2: Documentos adjuntos	64

Índice de figuras

Figura 1 Transmisión de haz de luz en fibra monomodo. (Mayor, 2014)	20
Figura 2 Transmisión de haz de luz en fibra multimodo. (Mayor, 2014)	21
Figura 3 Topología AON (Punto a Punto). (Cortés, 2018)	22
Figura 4 Topología en árbol con redundancia (punto a multipunto) (Cortés, 2018)	23
Figura 5 Enlace LAN. (CISCO, s.f.)	24
Figura 6 Enlace WAN. (CISCO, s.f.).....	24
Figura 7 Caja OB.	25
Figura 8 Router de Claro.....	26
Figura 9 Decodificador Tv Claro.....	26
Figura 10 Plataforma de documentación RT.	29
Figura 11 Bases de datos RT.	29
Figura 12 Documentación en RT.	30
Figura 13 Árbol de instalaciones.	31
Figura 14 Cuadrillas de Acometidas (EOC).	31
Figura 15 Información de la OT.	32
Figura 16 Documentación PINFO porcentual.	33
Figura 17 Documentación PINFO descriptiva.	33
Figura 18 interfaz SmallWorld.	34
Figura 19 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.	35
Figura 20 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.	35
Figura 21 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.	36
Figura 22 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.	36
Figura 23 Trabajo en alturas.....	38
Figura 24 Arnés de protección contra caídas.	39
Figura 25 Mosquetón de doble seguro.	40
Figura 26 Eslinga.....	40
Figura 27 Línea de vida.....	41
Figura 28 Apertura de cámara Enel-Codensa.	42
Figura 29 Marquillado.	43
Figura 30 Herraje de retención (tipo A).....	44
Figura 31 Herraje de suspensión (tipo B).	44
Figura 32 Adose de empalme aéreo.....	45
Figura 33 Empalme bajo un transformador Enel-Codensa.....	45
Figura 34 Raquetas de reserva aérea.	46
Figura 35 Instalación canalizada.....	47
Figura 36 Señalización de cámaras Enel-Codensal.	47

Figura 37 Adose de empalme canalizado.	48
Figura 38 Adose de empalme con cámara saturada.....	49
Figura 39 Canaleta en mal estado con cintillas negras..	50
Figura 40 Canaleta en mal estado con cintillas negras.	50
Figura 41 Canaleta en mal estado y falta de codo protector de fibra óptica.	51
Figura 42 Fusionadora.	52
Figura 43 Splitter en bandeja de caja de empalme.	54
Figura 44 Conector ST.	54
Figura 45 Conector FC.	54
Figura 46 Conector LC.	55
Figura 47 Conector SC.	55
Figura 48 Potencia con pinza de tráfico.	56

Índice de Tablas

Tabla 1. Normativas para la instalación de fibra óptica.....	27
Tabla 2. Perdidas por empalme.....	53
Tabla 3. Valores de pérdida promedio en Splitter por división.	53
Tabla 4. Equipos de medición y funciones.....	56

1. Contexto

Claro Colombia Inició sus operaciones en 1994 bajo la marca Comcel y desde 2012, se unió con Telmex Colombia, es actualmente el operador de servicios de telecomunicaciones móviles, internet, televisión, telefonía fija y soluciones corporativas con mayor cobertura en Colombia.

Nesitelco S.A. es una empresa que desarrolla soluciones integrales de ingeniería en el sector de las comunicaciones como diseño, instalación, mantenimiento e interventoría de sistemas de microondas, fibra óptica y radio bases celulares. Para Claro la empresa brinda interventorías y capacitaciones, sobre el diseño y la ingeniería de infraestructuras, planeación y enrutamientos de la red de fibra óptica para la entrega de enlaces de última milla para clientes pymes, corporativos y hogares.

El servicio Interventoría prestado por Nesitelco con un grupo de ingenieros especializados, para el control técnico y administrativo de la ejecución de los proyectos, una de las funciones de los interventores es la aplicación de las normas técnicas y administrativas vigentes de las leyes colombianas que rigen en el momento en que se lleve a cabo el proyecto. La interventoría debe velar porque la ejecución de la obra por parte de los contratistas de Claro este dentro de las especificaciones, costos y plazos pactados en los contratos y que las actividades se realicen de la mejor forma posible.

2. Actividades

Realizar el análisis de los procesos técnicos y administrativos de Claro en el sector de la fibra óptica (F.O.) en las áreas de implementación, instalación y mantenimiento.

Tareas:

- Analizar los principales riesgos al momento de realizar labores técnicas que afecten la integridad del personal y procesos operativos.
- Análisis de diseño y construcción de redes en topología GPON y Punto a Punto (PON) de acuerdo con los requerimientos del cliente
- Identificación de la infraestructura y accesos de medios guiados para enlaces LAN, WAN.
- Identificar los modelos de transmisión en las diferentes longitudes de onda y los factores que la afecta.
- Valores nominales de potencias de operación para los equipos de U.M

Recolección de datos:

- Salida a campo para realizar la identificación de la red de F.O.
 - Aérea
 - Canalizada.
- Realizar actividades de interventoría bajo supervisión de un ingeniero.
 - En terreno
 - En forma documental.

3. Marco de teórico

Para la implementación del proyecto fibra óptica de Claro se tienen documentos base que describen los conceptos generales para la operación de campo, basados en las mejores prácticas de la industria de telecomunicación, de acuerdo a un proceso de diseño apoyado en prestaciones de nivel de servicio, comprendiendo un conjunto de pasos con una metodología bien establecida, que pasa por la selección de los objetivos, su transformación en criterios de ingeniería cuantificables, la definición de los parámetros de aceptación, tipos de trabajo, las herramientas de evaluación de los trabajos, el análisis de las posibles fallas, la definición de las condiciones de operación y mantenimiento, etcétera, así como unos requerimientos mínimos en equipamiento, perfiles de personal que ejecuta los trabajos, transporte entre otros, teniendo siempre como único objetivo el usuario final, por lo cual los objetivos a fijar deben garantizar un alto nivel de satisfacción del mismo y de esta manera implícitamente definir los criterios de aceptación de los trabajos desde el punto de vista Técnico. (Telmex, Equipo Planeación PE, 2013)

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Fibra óptica

Es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones, consiste en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede provenir de un láser o un diodo led.

Características principales

- Elevado ancho de banda, lo cual permite una gran capacidad de transmisión de información, que se traduce en un mayor rendimiento de los sistemas.
- Reduce el valor de atenuación sobre las señales que se propagan a través del portador, en consecuencia la separación de repetidoras en una línea de transmisión óptica es 10 veces mayor a la que se necesita en cables convencionales.
- Las características de transmisión son muy poco alteradas por los cambios de temperatura, siendo innecesaria y/o simplificada la ecualización y

compensación de las variaciones en tales propiedades (estable de -40°C a 80°C).

- Las señales se pueden transmitir a través de zonas eléctricamente ruidosas con muy bajo índice de error y sin susceptibilidad a alguna interferencia eléctrica.
- La diafonía no es problema debido a la no inducción de campos eléctricos y magnéticos.
- Puesto a que las fibras ópticas no radian energía electromagnética, la señal por ellas transmitida no puede ser captada desde el exterior, además técnicamente no es posible extraer subrepticiamente información de una fibra sin alterar notoriamente los parámetros de transmisión.
- Los cables de fibra son muy livianos ya que el peso específico del vidrio es la cuarta parte del cobre.

El cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

Se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

- ❖ **Monomodo.** Se denomina cable de fibra óptica monomodo al viaje que realiza el único modo electromagnético por medio de la línea, es decir los rayos se propagan paralelamente al eje de la fibra óptica generándose de esta manera un rendimiento óptimo con un ancho de banda no superior a los 50 GHz. Para ser considerado monomodo es imprescindible que el valor de la apertura numérica sea inferior a 2.450. Estas fibras requieren el uso de transmisores de láser para la inyección de luz, que proporciona alto ancho de banda y baja atenuación con la distancia, por lo que se utilizan en redes metropolitanas y de área amplia. Son más caros de producir y el equipo es más sofisticado. (Mayor, 2014)

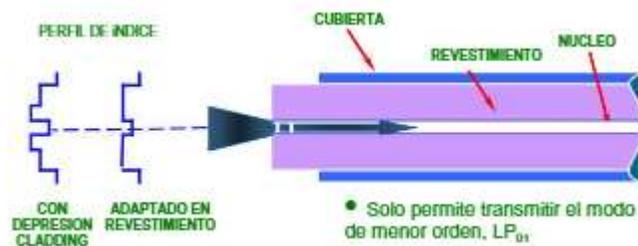


Figura 1 Transmisión de haz de luz en fibra monomodo. (Mayor, 2014)

- ❖ Multimodo: es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 km, es simple de diseñar y económico.

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- Índice escalonado: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

Además, según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda

- OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser (VCSEL) como emisores.

Bajo OM3 se han conseguido hasta 2000 MHz km (10 Gbit/s), es decir, una velocidad 10 veces mayor que con OM1. (xpertsfactory, 2018)

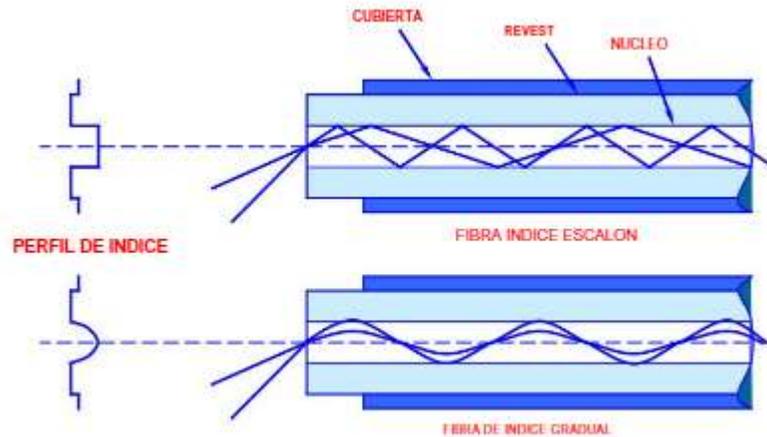


Figura 2 Transmisión de haz de luz en fibra multimodo. (Mayor, 2014)

3.1.2. Red AON

La tecnología AON maneja una topología de punto a punto como se observa en la Figura 3, en la cual cada abonado posee su propia línea de fibra óptica que termina en un concentrador óptico. La red de AON cubre equipos de conmutación con alimentación eléctrica, como un enrutador o un agregador de conmutadores, para administrar la distribución de la señal y las señales de dirección a clientes específicos. El interruptor dirige las señales entrantes y salientes al lugar adecuado. La dependencia de la red AON en la tecnología Ethernet facilita la interoperabilidad entre los proveedores, además maneja velocidades síncronas de subida y bajada por medio de repetidores eléctricos que funcionan de igual manera que los Splitters pasivos que se utilizan en una red PON.

En su transmisión utiliza dos longitudes de onda multiplexadas y diferenciadas sobre cada fibra óptica, de esta manera con cada longitud de onda se tiene dos slots de transmisión, uno se utiliza como canal de transmisión y el otro como canal de recepción lo que permite una transmisión de datos full-duplex con un ancho de banda dedicado totalmente al usuario; este tipo de servicios en la empresa Claro, se conoce como fibra oscura, la cual es utilizada para servicios privados de alta seguridad como los son los canales dedicados para los bancos.

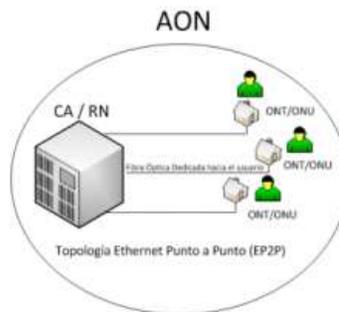


Figura 3 Topología AON (Punto a Punto). (Cortés, 2018)

3.1.3. Red PON

La red óptica pasiva (PON, por sus siglas en inglés) es una arquitectura de red de punto a multipunto de fibra óptica hasta instalaciones en las que se utilizan divisores ópticos sin alimentación (Splitter) para permitir que una única fibra óptica sirva para varias instalaciones, de 32 a 128. La red FTTH utiliza la baja atenuación y el alto ancho de banda de la fibra monomodo para proporcionar un ancho de banda mucho mayor que el disponible actualmente con las tecnologías de banda ancha existentes (Cortés, 2018)

La red Gpon utilizada en Claro se integra por tres componentes que son:

- 1) OLT (Terminal de fibra óptica): es el elemento principal de la red ya que impulsa el sistema FTTH (llamada también cabecera). Se encarga de la programación del tráfico, la programación del búfer y la asignación del ancho de banda entre otras funciones, la OLT funciona con alimentación de circuitos redundante.
- 2) Splitter: es un componente pasivo de la fibra encargado de dividir la potencia de la señal en un número dado de fibras a su salida, permitiendo así, que varios usuarios compartan cada fibra. El splitter óptico pasivo tiene un amplio rango de longitud de onda de operación, baja pérdida y uniformidad de inserción, dimensiones mínimas, alta fiabilidad y una política de protección y supervivencia de red compatible.
- 3) ONT (Terminal de red óptica): la ONT es utilizada en las instalaciones del cliente. Esta está conectada a la OLT por medio de fibra óptica y no tiene elementos activos presentes en el enlace. En GPON, el transceptor en la ONT es la conexión física entre las instalaciones del cliente y la oficina central OLT.

Para la empresa Claro es indispensable mantener un servicio constante y usuarios satisfechos, indistintamente de los problemas que puedan surgir en la red, el contar

con dos nodos de distribución ubicados en distinto lugar como se puede visualizar en la Figura 4, ayuda a que si uno de los nodos deja de funcionar el otro que se encuentra ubicado en otro lugar permitirá brindar en servicio en forma continua e interrumpida, siendo así, la avería que se presente en la red un proceso transparente para el usuario

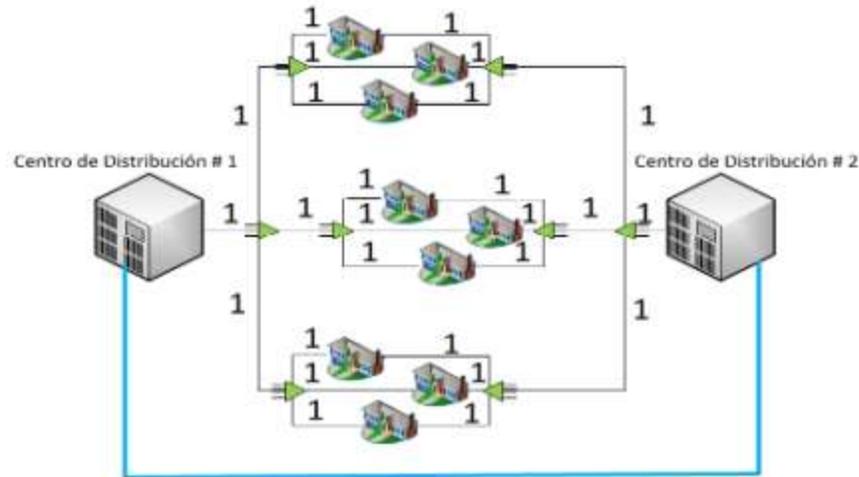


Figura 4 Topología en árbol con redundancia (punto a multipunto) (Cortés, 2018)

3.1.4. Enlaces LAN

Las infraestructuras de red pueden variar en gran medida en términos de:

- Tamaño del área cubierta
- Cantidad de usuarios conectados
- Cantidad y tipos de servicios disponibles.

Una red individual generalmente cubre una única área geográfica y proporciona servicios y aplicaciones a personas dentro de una estructura organizacional común, como una empresa, un campus o una región. Este tipo de red se denomina Red de área local (LAN). Una LAN por lo general está administrada por una organización única. El control administrativo que rige las políticas de seguridad y control de acceso está implementado en el nivel de red. (CISCO, s.f.)

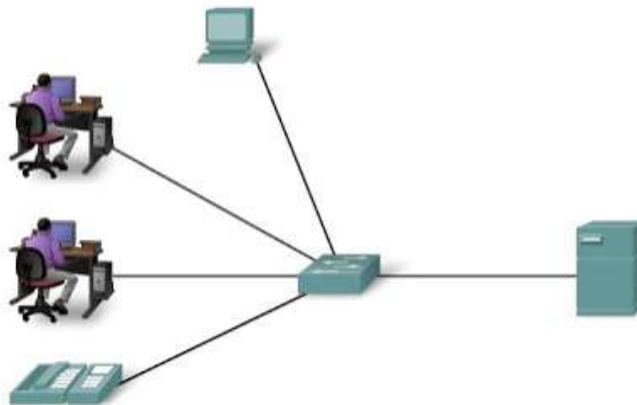


Figura 5 Enlace LAN. (CISCO, s.f.)

3.1.5. Enlaces WAN

Cuando una compañía o una organización tiene ubicaciones separadas por grandes distancias geográficas, es posible que deba utilizar un proveedor de servicio de telecomunicaciones (TSP) para interconectar las LAN en las distintas ubicaciones, a esto se conoce como Redes de área amplia (WAN) lo que permite la transmisión de datos en redes separadas. (CISCO, s.f.)

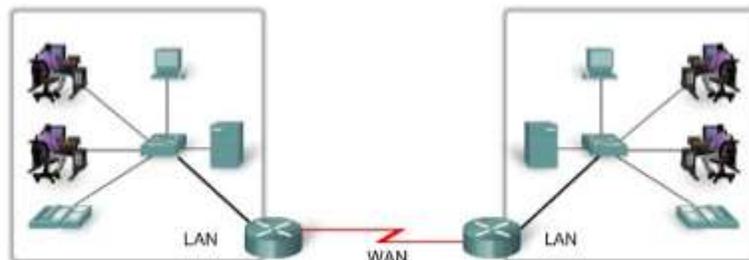


Figura 6 Enlace WAN. (CISCO, s.f.)

Servicios que pueden transmitir los enlaces WAN

- Voz sobre IP.
- Video conferencia y Tele presencia.
- STREAMING de Video.
- Redes privadas virtuales (VPN).
- Internet y muchos más.

3.1.6. Equipos de última milla UM

La última milla es definida en las telecomunicaciones como el tramo final de una línea de comunicación, ya sea telefónica o un cable óptico, que da el servicio al usuario. Los

equipos utilizados en última milla parten desde el empalme de ingreso hasta el equipo receptor

La red FTTH (Fiber to the home) llega directamente al interior de las instalaciones del cliente comenzando por la roseta óptica o también llamada caja OB, router y por último el decodificador

Caja OB

La caja OB o roseta óptica es empleada para la distribución de las fibras de servicio y protección mecánica de los empalmes, donde se requiere la integración y fusión de componentes, además se manejan con fibras de baja capacidad como se observa en la Figura 7

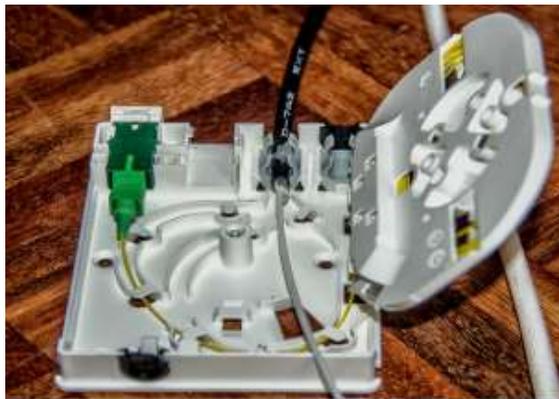


Figura 7 Caja OB.

Los equipos ONT (del inglés Optical Network Terminal) son los equipos que convierten la señal óptica que transporta la Fibra, en una señal de banda ancha Gigabit Ethernet que puede interpretar el router. La ONT necesita alimentación eléctrica y debe estar siempre encendida visualizar Figura 8.



Figura 8 Router de Claro.

El ONT es el encargado de dejar pasar únicamente las tramas de cada usuario hacia el interior de su red particular. En el enlace ascendente cada ONT envía su trama en un intervalo temporal perfectamente delimitado, a fin de no colisionar con tramas ascendentes de otros ONT. Se utiliza por tanto el sistema de multiplexación TDMA, el cual exige que todos los elementos de una red GPON deben de estar sincronizados a una referencia temporal común.

Este a su vez se conecta a un decodificador en caso de que el cliente haya contratado un servicio de televisión.



Figura 9 Decodificador Tv Claro.

3.2. Normas aplicadas a instalaciones de fibra óptica

NORMA	DESCRIPCIÓN
-------	-------------

CommScop	Manual de Construcción y aplicaciones de Banda Ancha. Cable Fibra Óptica
ANSI/TIA/EIA 598-A	Describe el sistema de código de colores utilizado en cables de fibra óptica.
TIA/EIA-569-A	Estándar de Edificios Comerciales para Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones. El estándar especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios, y entre ellos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones. Los estándares específicos se dan para salas o áreas y recorridos en los que se instalan equipos y medios de Telecomunicaciones.
TIA/EIA-570-A	Estándar de cableado para telecomunicaciones residenciales y comerciales menores
ANSI/TIA/EIA-526-7	Medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica monomodo
TIA/EIA-526-14°	Medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica multimodo
ANSI/TIA/EIA-568-B.31:	Indica los requerimientos mínimos para componentes de fibra óptica utilizados en el cableado en ambientes de edificio, tales como cables, conectores, hardware de conexión, patch cords e instrumentos de prueba.

Tabla 1. Normativas para la instalación de fibra óptica.

3.3. Antecedentes

La empresa American Móvil como líder de servicios integrados de telecomunicaciones llegó a Colombia para integrar las marcas Comcel y Telmex dándole paso a la marca Claro líder en Colombia gracias al despliegue de su plataforma logrando una cobertura del 99.1% de la totalidad de los municipios, cumpliendo con su misión orientada a proporcionar soluciones integrales y de calidad en telecomunicaciones, manteniendo el liderazgo en el mercado, altos estándares de responsabilidad en la gestión ambiental y social; y el compromiso con clientes, empleados, accionistas, proveedores y aliados.

Para el cumplimiento de lo antes expuesto Claro realiza contrataciones de empresas que se encarguen del cumplimiento en Calidad y servicio como lo es Nesitelco la cual está encargada del manejo del proyecto de interventoría TELMEX de Fibra Óptica, por lo que tiene la responsabilidad del estado y buen funcionamiento de la zona sur de Bogotá y algunas ciudades a nivel nacional (Medellín-La costa caribe y El eje

cafetero..) de dicha red, para ello los interventores a cargo (Ingenieros) deben tener un conocimiento sobre las normas de la empresa prestadora de la infraestructura por la que se realizan los tendidos, Enel-Codensa, además de la normatividad de Claro frente a los servicios que ofrece considerando su principal objetivo la calidad. Por lo tanto se requiere realizar el análisis de cada uno de los elementos que componen dicho proceso para el diseño de un modelo que optimice los procesos y recursos que intervienen en la red F.O. debido a que se han presentado en las estadísticas que proporciona la empresa una serie de penalizaciones a los pagos mensuales del contrato por la disminución del KPI en cada una de las áreas.

4. Desarrollo de la pasantía

4.1. Trabajo administrativo

Se procuró realizar trabajo administrativo en todas las áreas para tener una información más consistente acerca del funcionamiento operativo del proyecto y mayor información sobre el medio de transmisión que se manejó.

4.1.1. Mantenimiento (MTTO)

El área de mantenimiento es una de las áreas con mayor dificultad, debido a que requiere un amplio contenido de conocimientos ya que, exige a sus técnicos e interventores generar la solución de las fallas y respondiendo en un tiempo definido por el nivel de prioridad dado al momento de crear el ticket. Existen mantenimientos correctivos masivos, de fibra oscura, pymes y corporativos y mantenimientos

preventivos donde se corrigen imperfecciones de la red que puedan llegar a presentar un mantenimiento correctivo en situaciones futuras.

- RT: en esta plataforma (figura 10) se encuentran cargados todos los mantenimientos tanto correctivos como preventivos junto con los datos principales y toda la información respectiva, también se pueden crear OT's preventivos, documentar revisión de material para la facturación, descargar bases de los mismos y documentar los mantenimientos (figura 11 y 12)

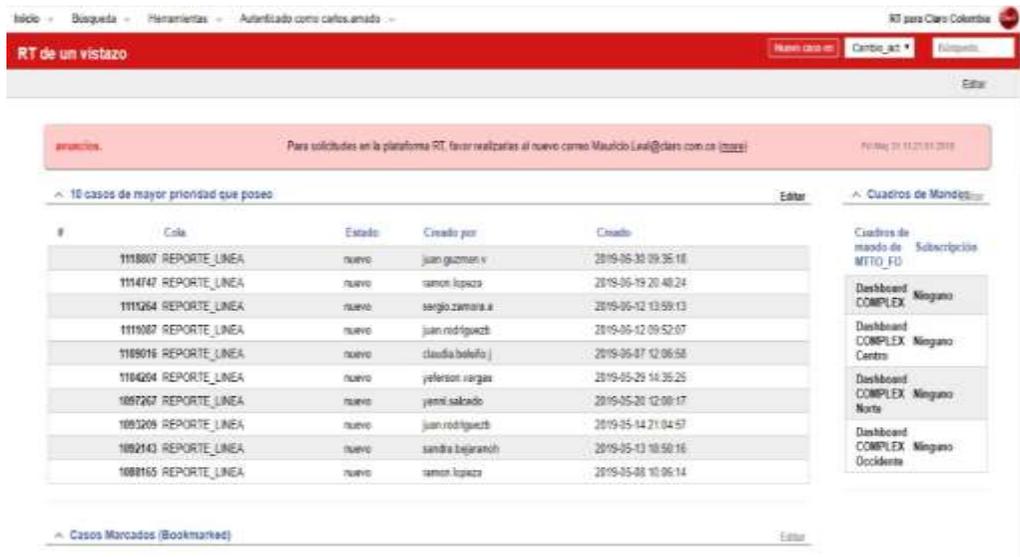


Figura 10 Plataforma de documentación RT.

Id	CustomF	CustomFi	Estado	CustomFi	CustomField_SUPERV	CustomFi	CustomFi	CustomFi	CustomFi	CustomFi	CustomFi
111	1208385	NESITELCO	Bogota	nuevo	CONEJO RODRIGUEZ IVAI	6	6	FONTIBON C CORPORATI	OT506165		
188	1209526	NESITELCO	Bogota	nuevo	CARLOS ARTURO AMADO	6	6	FIBRA OSCUI CORPORATI	OT516276		
191	1209990	NESITELCO	Bogota	nuevo	CESAR ENRIQUE CALDERI	6	6	KENNEDY PYMES	OT516543		
209	1210292	NESITELCO	Bogota	nuevo	CESAR ENRIQUE CALDERI	6	6	KENNEDY CORPORATI	OT519886		
217	1210490	NESITELCO	Bogota	nuevo	HERRERA GUTIERREZ ALE	6	6	KENNEDY PYMES	OT520422		
218	1210498	NESITELCO	Bogota	programado	CARLOS ARTURO AMADO	6	6	KENNEDY PYMES	OT520458		
223	1210592	NESITELCO	Bogota	nuevo	EDGAR YESID MENDOZA I	6	6	VENECIA 1 RESIDENCIAL	OT520853		
243	1210896	NESITELCO	Bogota	nueva	CARLOS ARTURO AMADO	6	6	FONTIBON R RESIDENCIAL	OT521824		
259	1211207	NESITELCO	Bogota	nuevo	CESAR ENRIQUE CALDERI	6	6	VENECIA-CD RESIDENCIAL	OT522962		
260	1211224	NESITELCO	Bogota	nueva	CESAR ENRIQUE CALDERI	6	6	VENECIA 1 CORPORATI	OT522989		
262	1211225	NESITELCO	Bogota	nuevo	HERRERA GUTIERREZ ALE	6	6	VENECIA 1 CORPORATI	OT522850		
263	1211231	NESITELCO	Bogota	nueva	CESAR ENRIQUE CALDERI	6	6	VENECIA 1 CLARO MDV	OT522885		
272	1211452	NESITELCO	Bogota	programado	EDGAR YESID MENDOZA I	6	6	FONTIBON C RESIDENCIAL	OT523507		
282	1211646	NESITELCO	Bogota	abierto	CONEJO RODRIGUEZ IVAI	3	5	AARANDA CLARO MDV	OT534465		
309	1212235	NESITELCO	Bogota	programado	HERRERA GUTIERREZ ALE	6	6	FIBRA OSCUI NOC DE RED	OT526617		
329	1212536	NESITELCO	Bogota	nuevo	CONEJO RODRIGUEZ IVAI	6	6	FONTIBON C CORPORATI	OT527676		
338	1212581	NESITELCO	Bogota	nuevo	HERRERA GUTIERREZ ALE	5	5	COT NOC DE RED	OT527918		
340	1212678	NESITELCO	Bogota	nuevo	JOHAN STIVEN PEREZ FLE	6	6	KENNEDY CORPORATI	OT528211		
343	1212754	NESITELCO	Bogota	programado	JOHAN STIVEN PEREZ FLE	5	5	RESTREPO RESIDENCIAL	OT528345		
346	1212776	NESITELCO	Bogota	nuevo	JOHAN STIVEN PEREZ FLE	6	6	FONTIBON C CORPORATI	OT528425		
347	1212780	NESITELCO	Bogota	nuevo	JOHAN STIVEN PEREZ FLE	6	6	FONTIBON C PYMES	OT528455		

Figura 11 Bases de datos RT.

Campos Personalizados	
FECHA_HORA_CREACION_AVISO_OT_PADRE:	(2020-04-15 16:27:27)
FECHA_HORA_LLAMADA_REPORTO_NOC:	(2020-04-15 16:30:27)
FECHA_HORA_REPORTO_COMPLEX:	(2020-04-15 16:35:00)
FECHA_HORA_ENVIO_INFORMACION_CORREO:	(2020-04-15 16:49:27)
AVISO_OT_PADRE_PYI:	572182 Entrada debe coincidir con [Digits]
OT_HIJA:	572182 Entrada debe coincidir con [Mandatory]
TIPO_DE_ACTIVIDAD_:	NORMAL * Entrada debe coincidir con [Mandatory]
NOMBRE DEL CLIENTE/PROYECTO:	MA11-MUNDO AVENTURA 1 Entrada debe coincidir con [Mandatory]
CODIGO ONIX / ID NODOS OPTICOS:	MA11 Entrada debe coincidir con [Mandatory]
SEGMENTO:	RESIDENCIAL - BIDIRECCIONAL * Entrada debe coincidir con [Mandatory]
SUBSEGMENTO:	*
PUERTOS :	
PERMISO ACCESO:	SI HAY *

Figura 12 Documentación en RT.

- WFM (workforce management): en esta plataforma se asignan a los interventores las actividades, mediante una conferencia se realiza el seguimiento en caso tal de no poder asistir en la totalidad del mantenimiento y de allí se saca la información para la documentación de las OT's,

4.1.2. Instalaciones

En el área de instalaciones, donde se trabajó la mayoría de la pasantía se trabajan cuatro plataformas:

- WFM: para esta área se manejaba un usuario como coordinador en el cual se pueden asignar, suspender, cancelar y modificar las actividades a cada uno de los interventores, al igual que se tiene la información de los trabajos de cada una de las cuadrillas que se encontraban ejecutando labores y actividades tenían asignadas Visualizar Figuras 13, 14 y 15.

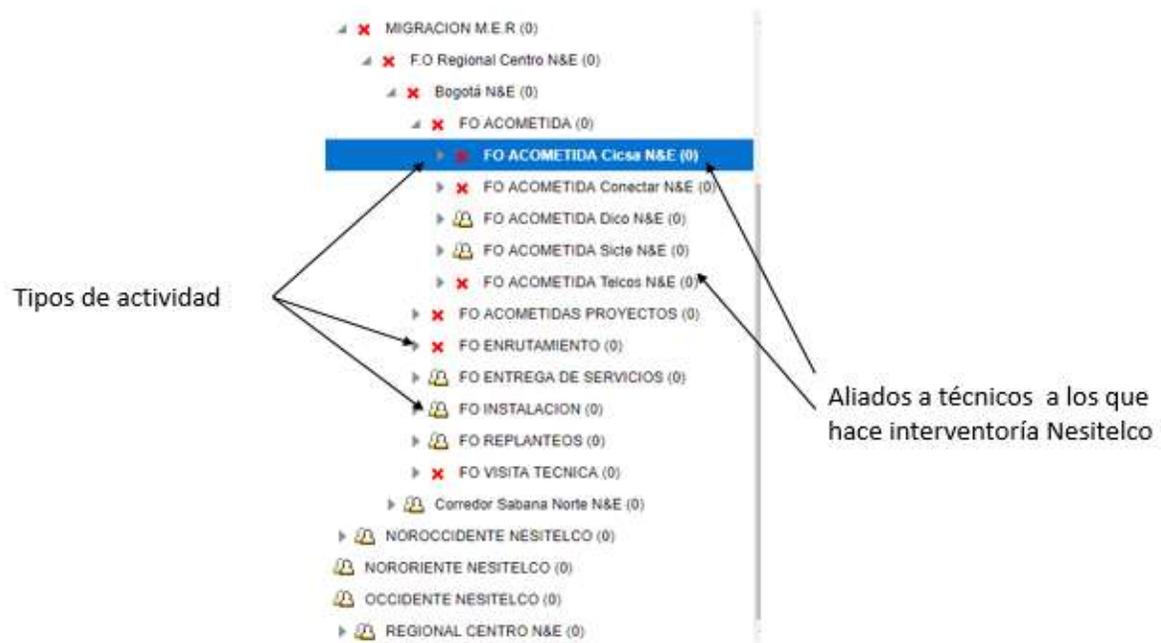


Figura 13 Árbol de instalaciones.

FO ACOMETIDA Cicsa N&E

2020/02/17 Lunes

Vista

Técnicos	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ANDRES FELIPE TORRES MO												
CARLOS ANTONIO LOAIZA RC												
CESAR AUGUSTO SERRANO												
GARCIA TOVAR LUIS ALFRED												
GARCIA GUITIERREZ SIN INF												
GERMAN ANDRES RUIZ APO												
HECTOR ANDRES AREVALO C												
JHOJAN ANDRES GONZALEZ												
KLAUS DANIEL BARRIGA MOF												
NELSON DANIEL OLARTE SIE												
OSCAR MAURICIO ROJAS ZUI												
RUBEN DARIO RUBIO TRUJILI												
JEFFERSON ANDRES AGUIR												

Figura 14 Cuadrillas de Acometidas (EOC).

...tividad (C		Acciones	Chat con técnico
DATOS DE MANTENIMIENTO			
Tipo de Actividad	Instalación FO	Inicio	07:43 AM
Estado:	Completado		
Instalacion FO OT Equipos Preferido Mensajes Bitacora Links			
SubTipo de Trabajo	Ejecución Obra Civil (EOC)		
OT Padre N&E Ins	14185387		
OT Modulo de Gestion	24732704696		
Direccion	BOGOTA// CARRERA 13 # 56-72		
Nombre Cliente	VD EL MUNDO A SUS PIES S.A.S.		
Telefono Contacto	3105733449		
Nombres del Contacto	JOSE MARTIN CAMPOS		
Nombre del Edificio	0		
Segmento	Negocios		
Notas Creacion:	EOC		

Figura 15 Información de la OT.

- **Módulo De Gestión:** en esta plataforma se encuentra la facturación de cada uno de los aliados, fechas, cantidades, entre otra información que se debe verificar y reportar.
- **CRM (Customer Relationship Manager):** es el sistema administrador de información donde se registran todas las OT ejecutadas por el aliado técnico (visitas de obra civil (VOC), Empalmaría, Replanteo, Ejecución de obra civil (EOC), Instalación de caja OB, Entrega de servicio) este incluye cualquier sistema en el cual se pueda gestionar los incidentes de los servicios (ticket, aviso).
- **RT:** en instalaciones el RT se maneja para realizar las penalizaciones por mal procedimiento, por incumplimiento en tiempos de entrega, ejecución de labores no programadas, demora en la entrega de servicio etc...
- **Interventoría** es la encargada de revisar cada OT, desde el diseño en los planos, marquillas, entregables dependiendo del tipo de actividad (Alfe- fotos de la actividad- ruta actualizada- AROC) hasta la pericia de los técnicos en ejecución de labores.
- Se realizaban bases de datos donde se lleva el control de los indicadores de calidad para realizar una retroalimentación a interventores y a los aliados técnicos de igual manera se presenta cada semana informes directamente a la transversal de Claro.
- Se realiza un informe de facturación para las actividades de interventoría.

4.1.3. Planeación (implementación)

- PINFO (Proyecto de Implementación Nacional de Fibra óptica): es una plataforma directa de Claro donde se documenta visita a visita el avance semanal de todos los proyectos de fibra óptica que manejan las interventorías tanto porcentualmente como documental (Observar Figura 16 y 17).



The screenshot shows the 'Consulta de Proyec' interface for 'Perfil Regionales'. It features a header with the Claro logo and 'NodeMAP' branding. The main content area contains a form with the following fields: 'El Proyecto' (Project Name) with value 'PVI FDP P/N S004 208', 'Orden de Trabajo (OT)', 'Nombre del Proyecto' with value 'PVI AL MEDIO GOLFER HABUENSA', and a navigation menu with 'Info Regionales', 'Info General', 'Abastecimiento', and 'Consumo Troncos Ópticos'. Below this is a section for 'Estado Técnico General del Proyecto' with fields for 'Nombre del Supervisor Asignado' (value: 'RISTITUCIO') and 'Nombre del Interventor Asignado' (value: 'SOLISIM'). A 'Lista de Actividades' table shows 'Repuestos' with a percentage of 3.0% and a total of 18%. A sidebar on the right titled 'Medios de Consulta' contains a list of project IDs and a search bar.

Figura 16 Documentación PINFO porcentual.

La documentación se ingresa de la siguiente manera: fecha de cuando se documenta en la plataforma: avance respectivo/ persona quien documenta.



The screenshot shows the 'FORMULARIO REGIONALES' interface for 'Consulta de Proyec'. It features a header with the Claro logo and 'NodeMAP' branding. The main content area contains a form with the following fields: 'Fecha Real de Inicio', 'Clasificación KickOff', '¿Cumplió con la Fecha Fin de Ejecución Propuesta?', 'Fecha Fin Plazada' (value: '28-feb-2020'), 'Fecha Final de Ejecución', 'Punto Crítico', and 'Problemática'. Below these is a 'Observaciones de Avance' section with a text area containing the following entries: '7-02-2020 se realiza enrutamiento de brazo 1,2,3,4 y 5//n.g', '11-02-2020 se realiza enrutamiento de brazo 6,7y8 , se quitan atenuaciones y se confirma pre cableado//n.g', '12-02-2020 validado para certificar//n.g', and '14-02-2020 a espera de que programen certificación//n.g'. A 'Información Diseño' section is visible at the bottom.

Figura 17 Documentación PINFO descriptiva.

- SmallWorld: esta plataforma es de suma importancia debido a que en ella se dibuja los cables tendidos, empalmes creados o reparados, Splitter instalados, y se cargan las rutas de todos los proyectos (todos los clientes), que hilo se encuentra fusionado, que hilos se encuentran libres y los detalles técnicos de los mismos, en la Figura 18 se puede observar la interfaz principal de búsqueda.

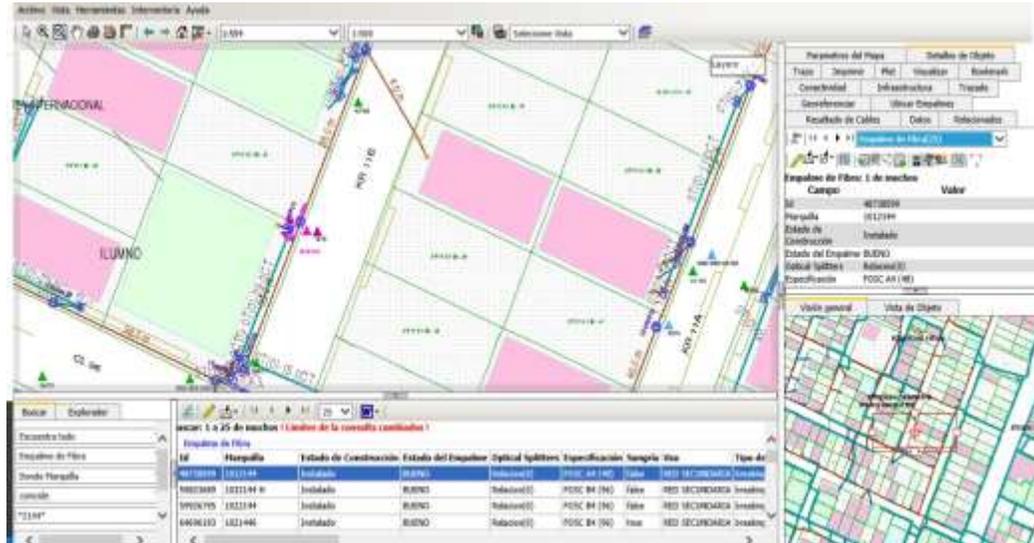


Figura 18 interfaz SmallWorld.

Finalizado el trabajo por parte de las cuadrillas en terreno, las planchas físicas se deben digitalizar teniendo presente los parámetros de:

- Información Predial
- Información Infraestructura

Como se puede observar en las ilustraciones 19, 20, 21 y 22.



Figura 19 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.



Figura 20 Nomenclatura utilizada en tendidos de F.O.

4.2. Realizar actividades de interventoría bajo supervisión, en terreno y documental

Para las salidas a campo, se realizaba una previa documentación del proceso de cada una de las actividades a verificar en terreno, teniendo en cuenta que como principal medida los elementos de protección personal (EPP) que se exigen a los interventores como lo son:

1. Botas dieléctricas.
2. Casco dieléctrico (tipo 2) con barboquejo.
3. Gafas de seguridad.
4. Tapa oídos.

Los cuales fueron suministrados por la empresa totalmente nuevos, además de la chaqueta que identifica al personal de Claro.

4.2.1. Procesos de intervención a las Redes de FO desde el punto de vista técnico cumpliendo con las normas de seguridad establecidas en HSEQ y por el prestador de la infraestructura.

Se inició con una capacitación en el área de HSEQ directamente de la empresa donde se dieron las pautas y reglamentos que se tienen para la ejecución de trabajos en alturas según la legislación vigente (Resolución 1409 de 2012), donde se estudió un manual proporcionado por dicha área que suministró los conceptos genéricos para el inicio del análisis respectivo de esta forma se continuó con la documentación referente ya que para cada proyecto se manejan normas adicionales dependiendo del enfoque de cada uno de estos.

Para el presente proyecto de fibra óptica con la empresa de telecomunicaciones Claro, se coordinan las áreas de implementación, instalaciones y mantenimiento como ramas principales de las actividades desarrolladas (Enrutamiento-Ejecuciones de obra civil-Instalaciones caja OB) en dicho proyecto, para cada una de estas, se aplican las normas HSEQ (Resolución 1409 de 2012) como principal medida de prevención contra los peligros que se pueden presentar a los peatones que transitan por el área y a los técnicos que se encuentran ejecutando las respectivas labores, a fin de certificar que dichas actividades sean ejecutadas de manera segura y de acuerdo a las especificaciones dadas por el cliente.

Cada uno de los interventores debe tener como normativa de Claro el certificado de curso de trabajo seguro en alturas, dado que este proporciona los conocimientos suficientes para el seguimiento de las labores de campo.

4.2.1.1. Señalización

Como primera medida, para toda labor a ejecutar, bien sea, trabajo en alturas o trabajo en tierra (camaras) se debe realizar la respectiva señalización (visualizar Figura 14) del área de trabajo, de igual manera se debe tener en cuenta el estado de los elementos de señalización.

- Los conos deben estar en buen estado, completos y con las franjas reflectivas.
- Las cintas de señalización deben estar en buen estado y con las debidas marquillas de (peligro).



Figura 1 Señalización.

Teniendo en cuenta lo anterior dentro de las labores en terreno se evidenciaron inconsistencias como lo son el mal estado de los elementos de señalización debido a que se encontraban sin la punta y no se observan las franjas reflectivas como se puede percibir en la Figura 23.



Figura 23 Trabajo en alturas.

4.2.1.2. Trabajo en alturas

Trabajo seguro en alturas es considerado el como toda labor o desplazamiento que ejecuta el trabajador a 1,50 metros sobre el nivel más seguro. (Ministerio de trabajo , 2012)

Elementos de protección contra caídas para el trabajo en alturas:

- Arnés de protección contra caídas: este debe estar elaborado en material sintético equipado de correas que rodeen las piernas y los hombros de manera que permitan una adecuada distribución del peso y las fuerzas presentes en el usuario, de igual manera debe poseer como mínimo tres (3) argollas, dos de ellas usadas para posicionamiento a la altura de la cadera y la restante será utilizada de restricción de movimiento o detención de la caída en la parte posterior.



Figura 24 Arnés de protección contra caídas.

- Mosquetón: el mosquetón de posicionamiento o de absorción de caídas debe poseer doble seguro de forma que evite que se abra de manera accidental. De ninguna manera se deben conectar dos mosquetones entre si y este debe estar posicionado en la parte superior de la espalda permitiendo que el usuario pueda manipularlo en dado caso.



Mosquetón de doble seguro con eslinga

Figura 25 Mosquetón de doble seguro.

- Eslingas: estas deben estar hechas en nylon trenzado con un diámetro de 5/8 de pulgada, una longitud de 0.6mt a 1.8mt dependiendo el tipo de aseguramiento (En línea de vida horizontal o vertical) y mosquetón con doble seguro en cada extremo, dichas eslingas de posicionamiento deben ser ancladas a estructuras capaces de soportar un peso muerto mínimo de 2272Kg.



Figura 26 Eslinga.

- Líneas de vida: las líneas de vida al igual que las eslingas deben tener un diámetro de 5/8 de pulgada y una resistencia no menos a 2272Kg por otra parte si el trabajo es efectúa en alturas grandes o donde la línea de vida está expuesta a abrasión el diámetro cambiara a 7/8 de pulgada, estas deben estar aseguradas por encima del punto de operación.
- Línea de vida vertical: no debe tener más de un trabajador asegurado a esta.
- Línea de vida horizontal: puede tener dos trabajadores asegurados a la misma siempre y cuando cada punto de anclaje tengan una resistencia de más de 2272Kg.



Figura 27 Línea de vida.

Cada uno de los elementos de seguridad mencionados anteriormente se encuentran especificados bajo la normatividad Nacional. (Ministerio de trabajo , 2012)

Antes de iniciar las actividades es responsabilidad del interventor solicitar el certificado de trabajo en alturas a todos los técnicos de la móvil, revisar comprobante de pagos de salud y verificar el estado de las herramientas y elementos para el trabajo en alturas, con el fin de evitar alguna caída que pueda causar al técnico politraumatismos de magnitud variada generados por el impacto además de contusiones o heridas ocasionados por elementos que se encuentren en el área de trabajo.

Teniendo en cuenta la anterior premisa se realizaron las verificaciones correspondientes en terreno; en la cual se encontraron irregularidades que eran pasadas por alto por el personal de interventoría como el no emplear la línea de vida en trabajo en alturas y las herramientas de trabajo se encontraban en mal estado.

4.2.1.3. Trabajo en terreno (cámaras Codensa)

Para el trabajo en cámaras Enel-Condensa es obligatorio el seguimiento del manual para la apertura y uso de la infraestructura de esta compañía.

Primero es indispensable el tener en cada móvil las herramientas necesarias para dicha labor como los son:

- Barra de hierro.
- Pata de cabra.
- Tacos de madera.

Como segunda medida el seguimiento paso a paso para ejecutar dicha labor.

Apertura

- Señalice y proteja la zona de trabajo (cámara de inspección donde va a trabajar).
- Realice una inspección visual del estado de la tapa de la cámara y tome las medidas de control necesarias para realizar la apertura de forma segura.
- Levante y gire totalmente la tapa de la cámara hasta dejarla sostenida sobre un soporte sólido (taco de madera).
- Realice una inspección visual al interior de la cámara y tome las medidas de control necesarias antes de ingresar a la misma.

Cierre

- Levante y gire la tapa de la cámara.
- Lleve la tapa de la cámara hasta la barra y descárguela suavemente sobre ésta.
- Deje deslizar la tapa de la cámara lentamente hasta que cierre.
- Ajuste la tapa al marco de la cámara.

Por último la apertura y cierre de las cámaras se debe realizar con 3 técnicos como se muestra en la Figura 28, debido a que las tapas de las cámaras son bastante pesadas, lo que aumenta el riesgo de fracturas o lesiones permanentes que impidan la realización de las labores correspondientes de dicho personal.



Figura 28 Apertura de cámara Enel-Codensa.

4.2.2. Realizar la identificación de la red de fibra óptica aérea y canalizada y normatividades de instalación

Bajo la supervisión de un interventor el cual se encargaba de explicar paso a paso los procedimientos a realizar.

- Según normatividad Enel-Codensa deben ir identificados todos los cables con las plaquetas correspondientes a cada empresa.

Para realizar la identificación de un tendido aéreo y canalizado se tiene en cuenta el marquillado de la red óptica; en este se relaciona la información correspondiente a su capacidad, tipo de medio, origen y destino. Ningún tramo de fibra y/o empalme puede tener 2 códigos de marquillas. (Telmex, Equipo Planeación PE, 2013), como se observa en la Figura 29.



Figura 29 Marquillado.

4.2.2.1. Tendido aéreo

Para la ejecución del tendido aéreo se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- La instalación de redes de fibra debe estar a 50cm de distancia de la percha de baja tensión.
- Los cables deben estar instalados por el costado del predio para no afectar el mantenimiento de las redes eléctricas.
- En los postes no deben encontrarse más de tres(3) bajantes galvanizadas dos de energía y una de telecomunicaciones compartida con otros operadores con un diámetro mínimo de 4 pulgadas.
- La distancia del piso al primer telemático debe ser como mínimo de 4,8mt
- Se realiza la instalación de herrajes de tipo A (herraje de retención) o herraje terminal en el inicio o fin del tendido o en los cambios de dirección de la ruta

en tramos mayores o iguales a 90 metros o después de dos herrajes tipo B (herraje de suspensión) consecutivos según normativa de diseño y construcción de redes con fibra óptica.



Figura 30 Herraje de retención (tipo A).

- El herraje de suspensión o tipo B se utiliza como guía de la fibra ayudando a sostenerla, en su interior posee un material antideslizante para evitar que la fibra resbale.



Figura 31 Herraje de suspensión (tipo B).

- Los empalmes de tendido aéreo se adosan a la red mediante cintillas de amarre a mínimo 2 metros del poste para evitar el hurto del mismo, con las puntas debidamente cercenadas

- Para tendidos última milla (UM) de más de 200mt se colocan raquetas para dejar la reserva de máximo 20 metros en caso de algún mantenimiento.



Figura 34 Raquetas de reserva aérea.

- En tendidos aéreos se debe utilizar cable ADSS (All dielectric self supported) es un tipo de cable totalmente dieléctrico con una armadura especial que permite cubrir grandes vanos sin necesidad de cable mensajero además estos cables ópticos son inmunes a interferencias de las reds eléctricas y no son susceptibles a la caída de rayos ya que carece de elementos metálicos. (Bustamante, 2016)

4.2.2.2. Tendido canalizado

Al igual que en el tendido aéreo, para realizar la ejecución del tendido canalizado se observó que los interventores estaban pasando por alto algunos aspectos importantes que seguidamente se mencionarán.

- Se debe tener en cuenta las curvaturas en las esquinas de los tendidos, no deben llegar a un ángulo igual o mayor a 90° grados ya que corre el riesgo de quebrar o fracturar los filamentos del cable como se muestra en la Figura 35.

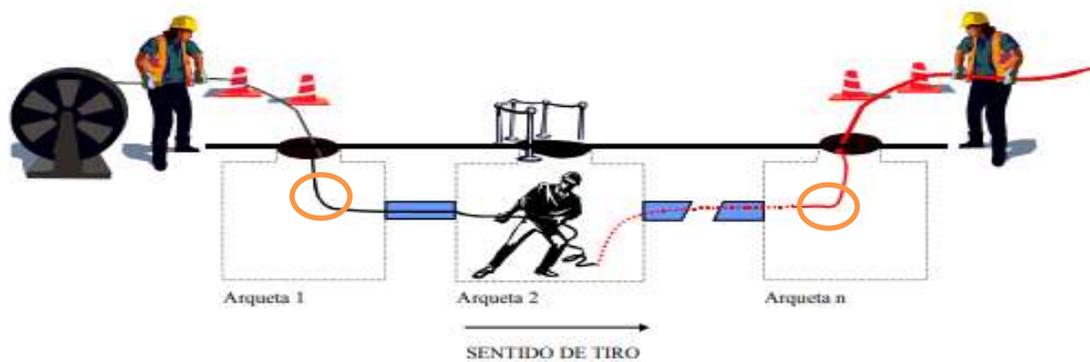


Figura 35 Instalación canalizada.

- Es importante la debida señalización del área de trabajo tanto en los tendidos aéreos como en canalizados previniendo algún daño a peatones y/o transeúntes de igual manera es obligación del técnico la supervisión del área de trabajo por ningún motivo se debe dejar la cama sola.



Figura 36 Señalización de cámaras Enel-Codensal.

En la imagen anterior (Observar Figura 36), se muestra en el costado izquierdo la debida señalización del área de trabajo, además el técnico presente en la cámara abierta mientras que en el costado derecho se observa la cinta en el suelo además de la falta del técnico presente.

- Al momento de crear un empalme este se debe dejar en cámaras dobles o triples por normativas Enel-Codensa y por organización del tendido.

- Todos los empalmes deben estar adosados a una esquina de la cámara con su respectivo kit de adosamiento, se acomoda la reserva de 10 metros máximo si es necesario, de igual manera adosada a la pared, previniendo así la falta de fibra en caso de algún daño, idealmente como se puede observar en la Figura 37, además la cámara debe ser bombeada para extraer el agua y sacar elementos que no pertenezcan a los tendidos de fibra ni a las redes de energía eléctrica de Enel-Codensa.



Figura 37 Adose de empalme canalizado.

- En caso tal, de tener una cámara saturada se puede dejar el empalme adosado de forma horizontal debidamente organizado como se muestra en la Figura 38.



Figura 38 Adose de empalme con cámara saturada.

- La fibra armada se utiliza para instalaciones externas canalizadas gracias a su cubierta de acero corrugado recubierta de polietileno negro que ofrece resistencia contra las mordeduras de los roedores, de igual manera ofrece recubrimiento mediante tubos termoplásticos holgados rellenos de gel repelentes a la humedad ayudando a que la fibra no se dañe o se deteriore (Techno Wired, s.f.).

4.2.2.3. Instalación interna

La instalación en interiores se realiza dependiendo de las características arquitectónicas de cada cliente o petición y deseo del cliente para ellos también se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones.

- Las instalaciones de cable de fibra óptica se realizan con su respectiva canaleta promoviendo la estética y los servicios de calidad.
- Se deben dejar los muros de las instalaciones del cliente limpios.
- Siempre se deben dejar unas vueltas de exceso de fibra en falso techo o en suelo técnico, de longitud suficiente para permitir movimientos futuros del rack o del panel repartidor, respetando en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable.
- En caso de causar daños es responsabilidad de la móvil en labores hacer resane y pintar.
- Las instalaciones en interiores se realizan con cable de fibra tipo indoor de 12 hilos.

Según las normativas anteriores se encontraron en terreno inconsistencias meritorias de penalizaciones por parte del interventor como se observa en las figuras 39, 40 y 41.



Figura 39 Canaleta en mal estado con cintillas negras..



Figura 40 Canaleta en mal estado con cintillas negras.



Figura 41 Canaleta en mal estado y falta de codo protector de fibra óptica.

4.2.3. Valores nominales de potencias de operación para los equipos de U.M y pérdidas totales del enlace

Al momento de certificar un enlace hay que tener en cuenta la suma de las pérdidas que se pueden presentar en cada uno de los siguientes eventos, para lograr un valor óptimo y ofrecer un servicio de calidad.

- Pérdida por empalme.
- Pérdida por Splitter.
- Pérdida por inserción del conector.
- Pérdida por distancia.

4.2.3.1. Pérdidas en empalme

El diseño de sistemas de transmisión de fibra óptica es de suma importancia la emisión y recepción de datos con la menor pérdida posible, certificando así, la calidad del servicio. Es por esta razón que los conectores y técnicas de empalme juegan un papel fundamental en dicho proceso.

Se debe tener en cuenta que las pérdidas se clasifican en intrínsecas (homogeneidad y composición de la fibra) y extrínsecas (proceso de empalme y desalineación), en este caso se tendrá en cuenta las pérdidas de tipo extrínseco, debido a que se enfocará en las técnicas y proceso de empalmaría.

Los empalmes son la unión entre dos fibras, las cuales se utilizan para realizar la concatenación de varios cables bien sea por conexiones largas en plantas externas en donde la longitud del tendido requiere más de un cable, o para realizar conexiones a diferentes tipos de cable.

Existen dos tipos de empalme, el empalme mecánico, el cual se utiliza para realizar la unión un a soporte mecánico, encargado mediante un localizador visual de fallos (laser de comprobación) que la unión se encuentre lo más cercana posible para que la pérdida sea mínima y el empalme por fusión utilizado por Claro, este se realiza mediante un equipo (fusionadora) observar Figura 42, el cual alinea las puntas de la fibra mediante el método de alineación por núcleo, dando al técnico mediante la pantalla de visualización la aprobación del corte de la fibra para realizar la respectiva fusión, mediante un arco eléctrico encargado de calentar las puntas de forma controlada de igual manera le permite al técnico tener una visualización de un promedio de pérdida de la fusión realizada.



Figura 42 Fusionadora.

En la Tabla 1 se observa los valores específicos de los dos tipos de empalme mencionados anteriormente.

Atenuación en empalmes				
	Multimodo		Monomodo	
	Nominal	Máxima	Nominal	Máxima
Fusión	0.1dB	0.15dB	0.15dB	0.3dB
Mecánica	0.15dB	0.3dB	0.2dB	0.3dB

Tabla 2. Pérdidas por empalme.

4.2.3.2. Pérdidas por Splitter

Los splitters son divisores ópticos, elementos que dividen y confinan los haces de luz para poder extender la red a lo largo de su recorrido, debido a que multiplexan y demultiplexan la señal, también confinan y dividen la potencia, en partes iguales. Son dispositivos de distribución óptica bidireccional, es decir, dividen la potencia recibida entre los múltiples puertos de salida, y también confinan los haces de los puertos de salida a un único haz hacia la entrada Sin embargo el hecho de dividir la potencia en múltiples salidas causa una atenuación que es función de su factor de división:

$$A_{es} = 10 \log_{10} \frac{1}{N}$$

Donde N es el factor de división

Splitter	Pérdida promedio
Divisor 1:2	3.5dB
Divisor 1:4	7dB
Divisor 1:8	10.3dB
Divisor 1:16	12.85dB

Tabla 3. Valores de pérdida promedio en Splitter por división.

En la Figura 35 se muestra un ejemplo de un Splitter instalado en la bandeja de una caja de empalme.



Figura 43 Splitter en bandeja de caja de empalme.

4.2.3.3. Tipos de conectores y pérdidas

Pese a que los conectores son dispositivos encargados de obtener la mayor cantidad de luz posible para realizar la conexión entre el emisor y el receptor poseen una pérdida por inserción de este en el cable de fibra.

Desde que se introdujo la tecnología de fibra óptica en el mundo de las telecomunicaciones han desarrollado diversos tipos de conectores de los cuales en la actualidad bajo la norma TIA-568B podemos encontrar SC – ST – FC – LC.

- ST: este conector es usado en terminaciones de cables tipo MM para aplicaciones de redes.



Figura 44 Conector ST.

- FC: este conector es usado para equipos de medición como OTDR además de conexiones CATV.



Figura 45 Conector FC.

- LC: este tipo de conectores son utilizados para equipos de comunicación de alta densidad de datos.



Figura 46 Conector LC.

- SC: es el más utilizado en las instalaciones de fibra óptica actualmente gracias a que es un conector de bajas pérdidas implementado en instalaciones SM y aplicaciones CATV.



Figura 47 Conector SC.

Las pérdidas en promedio por inserción de cada uno los conectores es de 0.5dB.

4.2.3.4. Pérdidas totales del enlace

Para determinar las pérdidas totales del enlace se deben sumar todos los eventos que se encuentran en la ruta a certificar de la siguiente manera:

Atenuación total del enlace (dB):

$$\text{ATENUACIÓN DE CABLE (dB)} + \text{PÉRDIDA CONECTORES (dB)} + \text{PÉRDIDA EMPALME (dB)}$$

Donde:

- **Atenuación de cable (dB)** = Atenuación de cable (dB/Km) * (Longitud (Km)+Reservas (10% longitud total))
- **Pérdida de inserción de conector (dB)** = Número de conectores * Pérdida de conector (dB)
- **Pérdida de inserción por empalme (dB)** = Número de empalmes * Pérdida por empalme (dB)

Los equipos última milla (modem) requieren de una pérdida que oscila entre los -8dB y un máximo de -24dB (visualizar Figura 48), después de la suma total de todas la pérdidas por los diferentes eventos anteriormente mencionados, es

requisito y exigencia del interventor que las móviles de instalaciones de caja OB certifiquen la potencia mediante un equipo de medición llamado pinza de tráfico.



Figura 48 Potencia con pinza de tráfico.

4.2.4. Equipos de medición

Dentro de los servicio de fibra óptica es de suma importancia al momento de realizar una instalación certificar la señal, debido a que dicha certificación asegura la calidad del servicio al momento de su entrega, para ello se cuenta con diferentes dispositivos de medición como lo son el OTDR, la pinza de tráfico, el OPM y el IOLM cada uno de estos diseñado para diferente tipo de mediciones y de fibra.

EQUIPO DE MEDICIÓN	GPON	UNIFILAR	
OTDR	x	X	DISTANCIA(t), VALOR DE LA PÉRDIDA
OPM	X	X	POTENCIA(dB-dBm)
IOLM	X		POTENCIA, DISTANCIA
PINZA DE TRAFICO	X	X	DETECCIÓN DE SEÑAL

Tabla 4. Equipos de medición y funciones.

En la tabla 3 muestra la función principal de cada uno de los equipos que utilizan las móviles de fibra óptica.

- OTDR: este consta de una fuente de diodo láser, un detector de fotodiodos y un circuito temporizador (o base de tiempo) de alta precisión. El láser emite un pulso de luz con una determinada longitud de onda y este pulso de luz se transmite a lo largo de la fibra sometida a las pruebas. A medida que el pulso de luz se desplaza por la fibra, partes de la luz transmitida se reflejan o refractan, o se retro dispersan por la fibra hacia el foto-detector del OTDR. La intensidad

de esta luz de retorno y el tiempo que esta tarda en volver al detector indican el valor de la pérdida (por inserción y reflexión), el tipo y la ubicación de un evento en el enlace de la fibra (VIAVI SOLUTIONS , 2019)

Para la certificación final del enlace en el área de instalaciones se solicitó a los aliados técnicos un PDF. con todas las características del enlace que descarga el OTDR (Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo) al momento de la medición, donde se puede observar que eventos componen dicho enlace que pérdida tiene cada uno de ellos y el valor de retorno óptico (ORL), dado que el equipo es bastante costoso y no lo tienen todas las móviles de instalaciones se solicita un documento cada 8 entregas de servicio.

Los otros equipos se utilizan en las actividades de enrutamiento y ejecución de obra civil.

- OPM: medidor de potencia óptica pueden realizar pruebas generales en la fibra óptica tales como: las mediciones de atenuación y mediciones pérdida, la verificación de continuidad y evaluación de la calidad de transmisión en las fibras monomodo y multimodo en infraestructura LAN / WAN / CATV.
- iOLM: proporciona la pérdida y ORL de un enlace, además de identificar todos los elementos de la red como empalmes, divisores y conectores mediante un pictograma. Ofrece la pérdida y la reflectancia de los elementos identificados y cuando un elemento específico del enlace obtiene un diagnóstico de "error", ofrece una opción para ayudar al operador a resolver el problema.
- Pinza de tráfico: es un instrumento portátil diseñado para detectar señales ópticas sin interrumpir el tráfico. Basado en la tecnología de macro-flexión no destructiva, el identificador de fibra óptica no interrumpe el tráfico, daña o sobrecarga la fibra, lo que permite una adquisición de datos eficiente, precisa y confiable, esta indica la existencia de tráfico, señales moduladas y dirección de propagación.

5. Análisis de resultados

Después de realizar los análisis de las actividades anteriores verificadas en terreno con diferentes interventores, se identificaron diversas fallas por la omisión de procesos técnicos mal ejecutados; Se realizó el respectivo reporte a la líder del área de instalaciones además de tener en cuenta que el tiempo de permanencia de los trabajadores era corto, se evidenciaba constante cambio y se habían efectuado cambios organizacionales en la empresa se llegó a la conclusión de que era necesario la elaboración de un “Manual que comprendiera cada uno de los aspectos más relevantes que se debía tener en cuenta al momento de realizar la revisión de interventoría en terreno” esto ayudaría con la optimización del tiempo de capacitación a personal nuevo además de retroalimentar a los interventores que tomaban el trabajo de forma rutinaria pasando por alto ciertos aspectos que generarían a largo plazo penalizaciones de parte de Claro por el no cumplimiento del KPI (Key Performance Indicators) o indicadores claves de desempeño

6. Glosario

- **OT:** Orden de trabajo, especifica el tipo de actividad a ejecutar.
- **HSEQ:** Normas de salud, seguridad ambiente y calidad.
- **ODN:** Red de distribución óptica.
- **VOC:** Visita de obra civil.
- **EOC:** Ejecución de obra civil.
- **ONT:** Terminal de red óptica.
- **CRM:** (Customer Relationship Manager CRM: Del inglés Customer Relationship Manager. Es el sistema administrador de información donde se registran todas las OT ejecutadas por EL CONTRATISTA, esto incluye cualquier sistema el cual se puedan gestionar los incidentes de los servicios (ticket, aviso).
- **WFM:** (workforce management) plataforma encargada de la administración del personal.
- **Enrutamiento:** encaminamiento del hilo por donde va a tener servicio el cliente.
Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que los servicios puedan seguir funcionando adecuadamente.
- **Mantenimiento Correctivo:** conjunto de tareas que se realizan con el fin de recuperar la prestación del servicio ofrecido en la red de Claro.
- **Mantenimiento Preventivo:** conjunto de acciones de mantenimiento concebidas, planeadas y coordinadas para realizar acciones (Reingenierías, tendidos, cambios de rutas, subterranizaciones, movimientos de infraestructura) que mitiguen las horas de indisponibilidad de la red de CLARO, este conjunto de estrategias tienen como objetivo principal reducir la probabilidad de ocurrencia de fallas del servicio para conseguir mayores beneficios operativos.
- **KPI:** "Key Performance Indicators", miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos, de forma que se logre alcanzar el objetivo fijado.
- **Cuadrilla:** se denomina Cuadrilla al grupo de personas del aliado técnico que realiza la prestación de un servicio con la ejecución de una labor o trabajo específico asignado por CLARO con una infraestructura operativa previamente acordada (vehículo, herramienta de mano, herramienta especializada, GPS, cantidad de técnicos y auxiliares, capacitación, perfiles, comunicación) definida contractualmente entre las partes.
- **Actividades:** trabajos asignados por CLARO para actualización, eliminación, modificación, consulta, reporte, graficación, mapeado, geo-referenciación, entre otros, de información sobre la base de datos.

- **Marquilla:** una marquilla es un identificador de red, único e irreplicable y se le asigna un código distinto a cada tramo de cable y a cada caja de empalmes presentes en la red.
- **Fibra armada:** se utiliza para instalaciones externas canalizadas gracias a su cubierta de acero corrugado recubierta de polietileno negro que ofrece resistencia contra las mordeduras de los roedores, de igual manera ofrece recubrimiento mediante tubos termoplásticos holgados rellenos de gel repelentes a la humedad ayudando a que la fibra no se dañe o se deteriore. (Techno wired, s.f.)
- **Fibra ADSS:** (All dielectric self supported) fibra óptica auto-soportada, es totalmente dieléctrica a las descargas atmosféricas y a redes de alto voltaje.
- **Interventoría:** la interventoría es el seguimiento técnico a la ejecución de contratos de distintas tipologías, realizado por una persona natural o jurídica contratada para ese fin por las entidades solicitantes (Aguilar, 2016).
- **Telecomunicaciones:** es la unión de la palabra tele que significa distancias y la palabra comunicación que es la transferencia de información con sentido desde un lugar (remitente, fuente, transmisor) a otro lugar (destino, receptor) por lo que completa significa comunicación a distancia mediante un canal de transmisión (medios electrónicos y/o tecnológicos).
- **Vano:** distancia de la fibra que hay entre dos postes.
- **ALFE:** formato de entrada, salida de material y control de metraje de las instalaciones
- **AROC:** formato de satisfacción y observaciones adicionales para el cliente.

7. Referencias

- Aguilar, N. (24 de Junio de 2016). *Colombia Compra*. Obtenido de Colombia Compra:
<https://www.colombiacompra.gov.co/content/en-que-consiste-el-contrato-de-interventoria>
- Bustamante, P. E. (Octubre de 2016). *bibdigital*. Obtenido de bibdigital:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16820/1/CD-7403.pdf>
- CISCO. (s.f.). *ciscobgl.blogspot*. Obtenido de ciscobgl.blogspot: <http://ciscobgl.blogspot.com/p/lanred-de-area-local-wanred-area-amplia.html>
- Cortés, A. (17 de octubre de 2018). Planificación de las topologías de las redes de acceso Fiber to the home con tecnologías Gigabit Passive Optical Network: un caso de estudio. *Prisma Tecnológico*, 14-15.
- Hassan Hajjdiab, A. O. (2010). A Vision-based Approach for Nondestructive Leaf Area Estimation. *ESIAT*, 53-56.
- HSIEN MING EASLON, A. J. (2014). EASY LEAF AREA: AUTOMATED DIGITAL IMAGE ANALYSIS FOR RAPID AND ACCURATE MEASUREMENT OF LEAF AREA. *Applications in Plant Sciences*, 4.
- Jiaxing Che, C. Z. (2009). Embedded Smart Camera in Measuring Area of Plant Leaves. *IEEE Computer society*, 6-9.
- Jorge A. Delgado, K. K. (2013). The first Nitrogen Index app for mobile devices: Using portable. *ELSEVIER*, 3.
- Kapil Prashar, R. T. (2015). A Review on Efficient Identification of American Cotton Leaf Diseases through Training Set. *International Journal of Computer Applications*, 8.
- Manuel Campos-Taberner, F. J.-H.-R.-V. (2015). Mapping Leaf Area Index With a Smartphone and Gaussian Processes. *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, 5.
- Mayor, C. A. (8 de Mayo de 2014). *isuu*. Obtenido de isuu:
https://issuu.com/cesargeronimo2/docs/libro_de_comunicaciones_opticas
- Ming Sun, J. S. (s.f.). Nondestructive Measurement of Tomato Seedlings during Their Growth Based on Machine Vision. 255-258.
- Ministerio de trabajo. (23 de JULIO de 2012). *Mintrabajo*. Obtenido de Mintrabajo:
https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/45107/resolucion_00001409_de_2012.pdf/0de02148-1145-84f5-c667-92b5329bd01c

R. Confalonieri a, M. F. (2013). Development of an app for estimating leaf area index using a smartphone. Trueness and precision determination and comparison with other indirect methods. *ELSEVIER*, 8.

Techno Wired. (s.f.). *Techno Wired*. Obtenido de Techno Wired: <http://www.technowired.net/fibras-opticas/>

Telmex, Equipo Planeación PE. (2013). *Criterios de Construcción PE* . Bogotá .

V.D. Shivling, A. S. (2011). Plant leaf imaging technique for agronomy. *ICIIP*, 5.

VIAVI SOLUTIONS . (Octubre de 2019). *VIAVI*. Obtenido de VIAVI: <https://www.viavisolutions.com/es-es/principio-de-funcionamiento-y-caracteristicas-de-los-otdr>

xpertsfactory. (Agosto de 2018). Obtenido de *xpertsfactory*: <https://xpertsfactory.com/wp-content/uploads/2018/08/Libro-de-Fibra-optica-pdf.pdf>

Apéndice 1: Proceso de instalación



Apéndice 2: Documentos adjuntos

- Manual de interventoría instalaciones
- Diseño de tendido de FO Sibate.
- Normatividad Enel-Codensa para tendido de FO.
- Resolucion 1409 del 2012 trabajo en alturas