

**APOYO EN EL DISEÑO, CONTROL Y SUPERVISIÓN EN OBRAS CIVILES DE
INFRAESTRUCTURAS DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA**

**DANIEL RICARDO ACOSTA MARTÍNEZ
ID: 211109**

SUPERVISOR DE LA EMPRESA

ING. MARIA RAQUEL SEPULVEDA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SECCIONAL BUCARAMANGA
2017**

**APOYO EN EL DISEÑO, CONTROL Y SUPERVISIÓN EN OBRAS CIVILES DE
INFRAESTRUCTURAS DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA**

**DANIEL RICARDO ACOSTA MARTÍNEZ
ID: 211109**

**Director
ING. NÉSTOR IVÁN PRADO GARCÍA
Docente Universidad Pontificia Bolivariana**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
SECCIONAL BUCARAMANGA
2017**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Primeramente, quiero dar gracias a Dios, por haberme brindado la sabiduría necesaria para cumplir los objetivos, por cuidar de mi familia siempre y por llenarme cada día de perseverancia, por darme fuerza y fé para creer en lo que parecía imposible terminar y vencer todos los obstáculos.

A mis padres Ricardo Acosta y Lilia Martínez por todo su amor y paciencia que han tenido, por las oportunidades brindadas, por sus desvelos, angustias, sufrimientos, regaños y enseñanzas, porque siempre han estado pendientes de mí y mis hermanas.

A mis hermanas, por compartir varios momentos de mi vida, por estar siempre con una voz de aliento.

Al ingeniero Néstor Prado por el apoyo y guía durante la realización de este trabajo.

A Telebucaramanga y a mi equipo de trabajo por su orientación, colaboración y por compartir sus enseñanzas y sus experiencias.

Y en general, a todos aquellos que de una u otra forma aportaron en mi desarrollo académico para llegar a ser un profesional.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS	11
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	12
2.1 MISIÓN, VISIÓN	12
2.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	12
2.2.1 Subgerencia técnica operativa	12
2.3 GENERALIDADES DE FTTH	14
3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA	16
3.1 PROCEDIMIENTO PARA EJERCER LA LABOR DE AUXILIAR DE INGENIERÍA.	16
3.1.1 Aspecto de diseño	16
3.1.2 Aspecto constructivo	18
3.1.3 Aspecto financiero	19
3.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA	19
3.3 PROYECTOS A SUPERVISAR	21
3.3.1 Retesan E.U.	22
3.3.1.1 Aspectos constructivos	23
3.3.2 Inmel Ingeniería SAS	26
3.3.2.1 Aspectos constructivos	26
3.3.2.2 Aspectos del tendido de la fibra	29
3.3.3 Vesga Moreno Ingenieros Ltda.	31
3.3.3.1 Aspectos constructivos	31
3.3.4 Ingeniería de Obras Civiles S.A.S	38
3.3.4.1 Aspectos constructivos Rsu San Jorge	38
3.3.4.2 Intervención en la carrera 19 entre calle 33 a la 35	42
4. CONCLUSIONES	46
5. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de Telebucaramanga	13
Figura 2. Elementos de la infraestructura FTTH	15
Figura 3. Tabla de convenciones	18
Figura 4. Rotura en cámara ubicada en la calle.....	24
Figura 5. Señalización de las cámaras	24
Figura 6. Mampostería y friso de cámara	25
Figura 7. Reposición de andén	25
Figura 8. Localización y replanteo Fuente: Autor.....	26
Figura 9. Compactación de la canalización Fuente: Autor	27
Figura 10. Demolición de cámaras	28
Figura 11. Fundida de placa superior	29
Figura 12. Reposición del andén	29
Figura 13. Explicación de la carta de conectividad	30
Figura 14. Empalme en caja de distribución	30
Figura 15. Pruebas con el OTDR.....	31
Figura 16. Ductería de 2"	33
Figura 17. Ductería de 3" para las conexiones	33
Figura 18. Base y cámara de AFO - 4649	34
Figura 19. Problemas base AFO – 3640.....	34
Figura 20. Ductería de rutas para los cables	35
Figura 21. Andén intervenido en AFO 3640.....	37
Figura 22. Acometida eléctrica.....	37
Figura 23. Base nivelada	38
Figura 24. Ubicación original de la RSU	39
Figura 25. Replanteo	39
Figura 26. Compactación	40
Figura 27. Viga para el equipo RSU	40
Figura 28. Equipo RSU en funcionamiento.....	42
Figura 29. Recorrido en la carrera 19 con calle 34	43
Figura 30. Inventario de la red subterránea	44
Figura 31. Construcción cámara	44
Figura 32. Cámara 0.60 x 0.60m	45
Figura 33. Recorrido de entrega en la carrera 19 con calle 34	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Dimensiones de la base para los armarios.....	52
Anexo B. Dimensiones del AFO 4649.....	53
Anexo C. Dimensiones del AFO 3640	54
Anexo D. Estructura de cámaras telefónicas tipo F	55
Anexo E. Dimensiones de zanjas y acomodación de ductos.....	56
Anexo F. Estructura de cámaras telefónicas tipo F especial	57

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN EL DISEÑO, CONTROL Y SUPERVISIÓN EN OBRAS CIVILES DE INFRAESTRUCTURAS DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA

AUTOR(ES): Daniel Ricardo Acosta Martínez

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Néstor Iván Prado García

RESUMEN

La empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P dentro de sus planes de mejoramiento en servicios de comunicaciones y en razón a que hace uso del espacio público para instalar sus redes, adelantó el mejoramiento y ampliación de su infraestructura subterránea acogiéndose a las exigencias del plan de ordenamiento territorial. En el presente trabajo de titulación se describe las actividades desarrolladas como ingeniero auxiliar para las labores de control y supervisión de las obras civiles requeridas en la construcción de redes externas de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P. Principalmente las actividades que permitieron cumplir con los objetivos propuestos en la práctica empresarial son las siguientes, estudio y análisis de las normativas técnicas utilizadas para el diseño y construcción de obras civiles en redes de comunicaciones, recopilación y digitalización de datos obtenidos en las visitas de campo, supervisión en obras civiles y tendido de las redes de comunicaciones, participación activa en los comités primarios de avances y el cálculo de materiales para la elaboración de las actas de avances y de liquidación. Finalmente, los usuarios de Telebucaramanga S.A. pueden disfrutar de un mejor servicio de comunicaciones ya que las obras se entregaron en los tiempos estipulados, cumpliendo con las especificaciones técnicas.

PALABRAS CLAVES:

Telebucaramanga, obras civiles, tendido de red de comunicaciones, supervisión

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE DESIGN, CONTROL AND SUPERVISION IN CIVIL WORKS OF TELEBUCARAMANGA FTTH NETWORKS INFRASTRUCTURES

AUTHOR(S): Daniel Ricardo Acosta Martínez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Néstor Iván Prado García

ABSTRACT

The Telecommunications Bucaramanga S.A ESP Company, into it's plans for improvement in communications services and they make use of the public space for the installation of their networks, it advanced the improvement and expansion of their underground infrastructure in accordance with the requirements of land development plan. In this paper degree, it's described the activities developed as an auxiliary engineer for the job like the control and supervision of the civil works needed in the construction of external networks of the Telecommunications Bucaramanga S.A ESP Company. Principally the activities that allowed me to carry out with the objectives proposed for the job practice are the following. The study and the analysis of the technical regulations that are used for the design and the construction of the civil works in communications networks. The compilation and the digitalization of the information obtained in the visits of field. Supervision in civil works and of networks of communications. Participation activates in the primary committees of advances and the calculation of materials for the preparation of progress reports and liquidation. Finally, users of Telebucaramanga S.A. can enjoy with a better communications service because and that the works was delivered in the stipulated times, accomplish with the technical specifications.

KEYWORDS:

Telebucaramanga, civil works, network of communications, supervision.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el crecimiento del área metropolitana de Bucaramanga está en auge, promoviendo el desarrollo de nuevos proyectos, aumentando las edificaciones verticales como horizontales. Para estos proyectos es importante tener en cuenta la construcción, reubicación y contemplación de futuras ampliaciones de las redes de los servicios públicos, temática que cada vez adquiere más importancia y requiere gran inversión.

Telebucaramanga S.A. es la primera compañía de telefonía de Bucaramanga y su área metropolitana con una gran demanda en los servicios de telefonía fija, internet banda ancha y tv digital satelital. Pensando en brindar un mejor servicio a sus clientes, aparece la implementación de redes FTTH (Fiber to the Home), la cual ofrece mayor ancho de banda, televisión en alta definición, videojuegos en línea, entre otras aplicaciones que mejoran la experiencia de los usuarios.

En el presente trabajo de titulación se describe el desarrollo de esta práctica empresarial, en dos partes, la primera de ellas contiene una breve descripción del proyecto FTTH y las obras que se debieron ejecutar para la adecuación de la red subterránea siendo una de las actividades fundamentales y determinantes para el despliegue físico de la red de fibra al hogar (FTTH).

La segunda parte, contiene la supervisión y control requeridos en las obras civiles ejecutadas independientes al proyecto FTTH que se presentaron durante el desarrollo de la práctica.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar el diseño, control y supervisión de las obras civiles requeridas en la implementación de la red FTTH de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P. en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar y cuantificar la infraestructura actual de Telebucaramanga S.A. en las zonas de influencia donde se implementará la red FTTH.
- Actualizar los planos de redes de telecomunicación con la información obtenida en las visitas de campo.
- Diseñar la red FTTH de algunos sectores del Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Asistir las labores de interventoría de las obras civiles requeridas para la adecuación de las redes de telecomunicaciones.
- Apoyar la elaboración de los informes de cantidades de obra ejecutadas y presupuestos para los respectivos cortes que realiza la empresa.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Telebucaramanga S.A es la primera compañía de telefonía de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Hoy como empresa de telecomunicaciones presta los servicios de Telefonía fija, Internet Banda Ancha y TV Digital Satelital a hogares y pymes (Pequeña y Mediana Empresa) siendo la compañía líder en participación del mercado local de Telefonía e Internet.

2.1 MISIÓN, VISIÓN

MISIÓN: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante la innovación en la prestación de servicios de telecomunicaciones sosteniendo el liderazgo en el mercado y los indicadores de rentabilidad.

VISIÓN: En el año 2018, seremos reconocidos como la empresa líder de servicios integrales e innovadores de telecomunicaciones a nivel local, con indicadores de calidad y servicio que superan las expectativas de nuestros clientes

2.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa se encuentra bajo el mando de una junta directiva dividida en ocho subgerencias, como se puede observar en la figura 1.

2.2.1 Subgerencia técnica operativa

La empresa le interesa entregar un excelente servicio, cumpliendo con toda la normativa técnica tanto de telecomunicaciones como la exigida por el POT de Bucaramanga por esta razón dentro de la subgerencia técnica y operativa se encuentra la coordinación de proyectos y es aquí donde ingresan como viabilidades todos los proyectos, haciéndoles seguimiento desde el momento en el que es solicitado el servicio hasta la entrega, revisión y pago de las obras ejecutadas.

Las funciones que desarrolla el equipo de coordinación de proyectos para dar seguimiento a las viabilidades son las siguientes:

- Realizar visita para verificar la canalización de acceso al predio, si es una edificación se contempla el buitrón haciendo un esquema asocial de los apartamentos.
- Diseñar la acometida de la red a instalar y canalización a intervenir.
- Modelar en AutoCAD la acometida diseñada.
- Realizar el presupuesto requerido para la ampliación o construcción de la infraestructura pasiva (telecomunicaciones) como las cámaras.
- Entregar los materiales al contratista para comenzar el tendido de la fibra.
- Seguimiento a contratistas en la ejecución de proyectos.
- Revisión de las obras civiles (cámaras telefónicas, canalizaciones, instalación de ductos, reparación de andenes y calzadas) e instalación de la red (aérea o canalizada de la planta externa e interna).
- Elaboración del acta de liquidación, esta se realiza cada mes.
- Asistir a los comités de redes realizados cada semana para evaluar los trabajos ejecutados, revisar el presupuesto entregado y en caso de los grandes proyectos de infraestructura vial, verificar el porcentaje de las obras que se han ejecutado y coordinar el seguimiento de las faltantes.

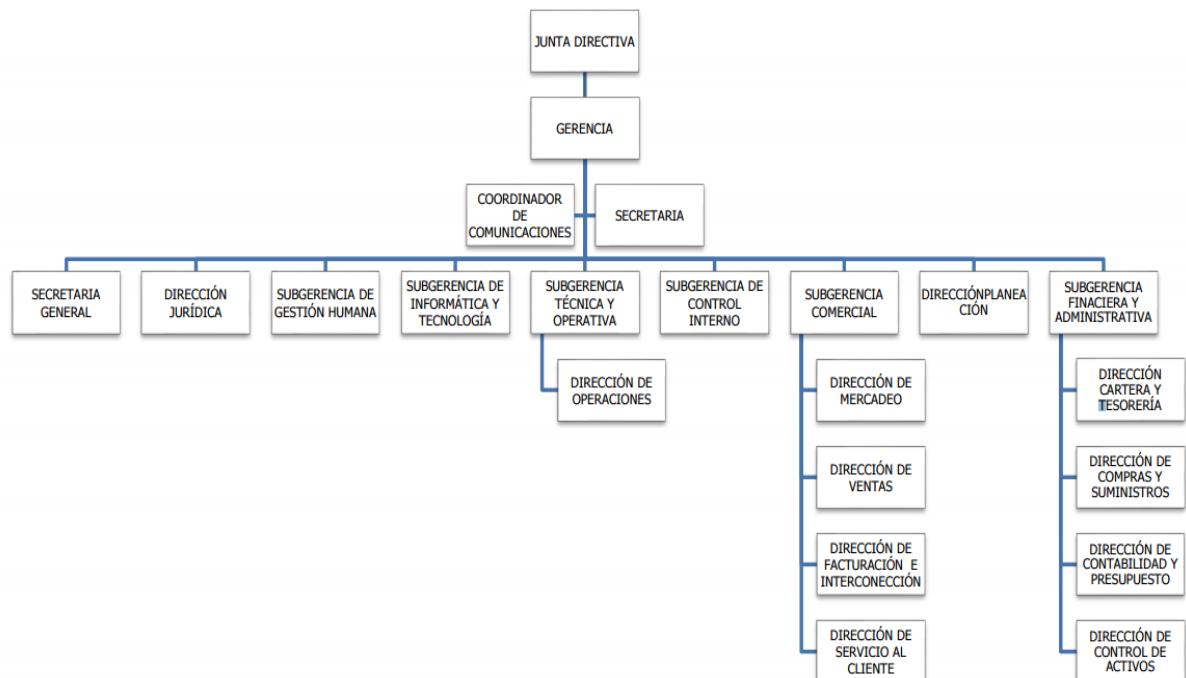


Figura 1. Organigrama de Telebucaramanga
Fuente: Telebucaramanga S.A.

2.3 GENERALIDADES DE FTTH

Para tener un claro conocimiento de cómo se comporta la red de fibra óptica, se realizó un curso de fundamentos de diseño, implementación y verificación de redes de fibra óptica, a continuación, se expondrá lo dicho por el Ingeniero Ricardo Alvarado Jaimes en el curso.

FTTH y redes de acceso: la fibra hasta el hogar (FTTH) se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha de conexión permanente a hogares y pequeñas empresas. La tecnología FTTH admite el acceso a Internet de alta velocidad a un precio accesible, así como el trabajo a distancia, la medicina a distancia y el video a petición.

Existen dos tipos de fibra,

Fibra óptica monomodo: la fibra óptica monomodo (SMF) consta de un núcleo muy pequeño y emplea tecnología láser costosa para enviar un único haz de luz.

Fibra óptica multimodo: la fibra óptica multimodo (MMF) consta de un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. Específicamente, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos. Se usa mucho en las redes LAN, debido a que se puede alimentar mediante LED de bajo costo. Proporciona un ancho de banda de hasta 10 Gb/s a través de longitudes de enlace de hasta 550 m.

Red óptica pasiva (PON)

El equipamiento PON se compone de un terminal de línea óptica (OLT) en la central telefónica. Una fibra se despliega hacia el splitter óptico pasivo de primer nivel que se encuentra en el domo conecta un máximo de 64 usuarios finales donde cada uno tiene una unidad de red óptica (ONT) hacia el punto donde la fibra termina.

Las ventajas de PON incluyen el uso reducido de la fibra, ausencia de equipamiento activo entre la OLT y la ONT, capacidades de asignación dinámica de ancho de banda y la posibilidad de ráfagas de gran ancho de banda, lo cual podría conducir a reducir costos de capital y operación.

En la figura 2 se contemplan algunos elementos de la infraestructura FTTH y son:

Cableado de distribución, cables ópticos de gran tamaño y pueden ser de 96 hilos.

Punto primario de concentración de fibra (FCP), domos de fácil acceso para cableado subterráneo con gran capacidad de distribución de fibra.

Cableado de alimentación, cables ópticos de tamaño medio y pueden ser de 48 y 24 hilos

Punto secundario de concentración de fibra (FCP), Nap y Riser box de fácil y pequeño acceso para cableado subterráneo con capacidad media/baja de fibra y gran capacidad de cableado drop.

Cableado interno, cable interno de fibra y unidad terminal de fibra, los cuales pueden ser parte del ONT.

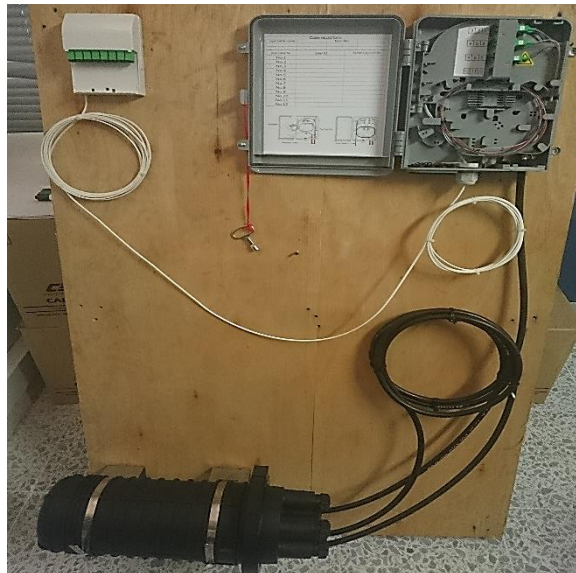


Figura 2. Elementos de la infraestructura FTTH
Fuente: Autor

3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA

Para estar a la vanguardia de la tecnología a nivel mundial, la empresa de telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. ESP se ha puesto a la tarea de ampliar su red de distribución ofreciendo al Área Metropolitana de Bucaramanga una nueva experiencia, como lo es la red GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) que permite a los usuarios acceder a internet a velocidades de 1 ó 2 Gbps (gigabit por segundo)

Por la necesidad de realizar cambios en redes subterráneas y demás obras complementarias, para la implementación de la red FTTH, se contrató a un practicante, quien estuvo pendiente de toda labor de supervisión.

Siguiendo los objetivos propuestos en el plan inicial de la práctica empresarial, se da conocer en detalle los procedimientos llevados a cabo en la supervisión y control de las obras civiles como en el apoyo del diseño FTTH.

3.1 PROCEDIMIENTO PARA EJERCER LA LABOR DE AUXILIAR DE INGENIERÍA.

3.1.1 Aspecto de diseño

Antes de iniciar cualquier diseño, se realizó un estudio de viabilidad de la red FTTH, conociendo el estado de las zonas de objeto de despliegue.

Se realizó un estudio del lugar, en la que se comprobó número de viviendas, ubicación de cada predio, infraestructura existente y radio de penetración con respecto a la central telefónica.

Una vez se tuvo el estudio completo del lugar, el área comercial de la empresa determinó el número de clientes y de servicios a atender, dimensionando la red en relación a su utilización a corto plazo, y en vista de ampliaciones para largo plazo.

El diseño se basó en la demanda de usuarios y en la optimización de todo el sector. Estudiando y analizando las características presentes en cada equipo de la red de fibra al hogar en el manual de Fiberhome (2016), se planificó la ubicación idónea donde se instalaron los domos de distribución, definiendo

reforma o construcción de nueva infraestructura. Posteriormente, se digitalizó la ruta de distribución de la red FTTH en la herramienta computacional AutoCAD (Computer Aided Design), incluyendo la red interna de cada predio, permitiendo conocer con exactitud la ruta de cada cliente. Se diseñó en la plataforma Microsoft Excel un calculador óptico que permitió corroborar la eficiencia de cada ruta y cerciorando que el enlace de fibra óptica desde la central telefónica hasta el usuario tenga la suficiente potencia óptica.

Se le entregó al contratista de manera digital y física los planos donde se especificó, diseño, longitud y distribución espacial de cada elemento de red. Es importante que los planos estén georreferenciados ya que, al encontrarse bajo un sistema de coordenadas conocido facilitó la migración de la información a otra base de datos, sin pérdida de información durante el proceso.

En la tabla de convenciones mostrada en la figura 3, la simbología empleada es concisa y clara, esto le permitió al contratista tener una excelente interpretación al ejecutar el proyecto, ubicando los armarios de distribución, empalmes, strip telefónicos, postes, cámaras telefónicas, reserva de cable, el número de hilos a empalmar, la longitud de cada tramo de fibra, canalización y cámaras.

Se realizaron rondas por las obras que se intervinieron, recopilando información de cambios y observaciones presentadas durante la ejecución del proyecto, manteniendo al día los planos.

















	DRDOP
	12 FO
	24 FO
	96 FO
	GABINETE OPTICO
	EMPALME FO FTTH
	SANGRIA FO FTTH
	GA-01 SPLITER PRIMER NIVEL
	F141 NAP
	E141 SPLITER SEGUNDO NIVEL
	CAMARA EXISTENTE
	CAMARA PROYECTADA
	POSTE EXISTENTE
	CANALIZACION EXISTENTE
	CANALIZACION PROYECTADA
	TEXT0 FIBRA

Figura 3. Tabla de convenciones
Fuente: Telebucaramanga S.A.

3.1.2 Aspecto constructivo

Luego de previo análisis y replanteo, el contratista solicitó oportunamente a Telebucaramanga todos los materiales que se requería manteniendo siempre el progreso de los trabajos.

Antes de realizar las visitas de obra se analizó y se estudió el manual de normas técnicas para la construcción de redes externas de Telebucaramanga (2008), exigiendo en todo momento al contratista que cumpliera con las especificaciones técnicas. En las visitas de obras realizadas se estuvo pendiente que los operarios tuvieran botas de seguridad, casco, así como los elementos de protección requeridos para cada uno de los trabajos.

El contratista cumplió con cada ítem que se desplegó en el pliego de condiciones, más adelante se especificará las actividades que se ejecutaron en cada contrato.

3.1.3 Aspecto financiero

Con el fin de llevar un control detallado sobre las ordenes de trabajo que se iban ejecutando, el contratista diligenció y envió al auxiliar de ingeniería en forma completa los “formatos de registro de actividades” de cada orden de trabajo: datos de la orden de trabajo, registro fotográfico y esquema de trabajos ejecutados.

El diligenciamiento de los formatos de registro de actividades, por parte del contratista, fue indispensable para el pago oportuno de los trabajos.

El auxiliar de ingeniería, tuvo en cuenta los siguientes aspectos cuando analizó lo enviado por el contratista:

- Verificó las cantidades reportadas, las cuales coincidían con las medidas tomadas en las revisiones previas.
- La ubicación exacta del proyecto.
- La fecha de ejecución.
- Comprobó las fotos del antes, durante y después correspondieran a lo ejecutado, evidenciando que el personal que aparece en ellas esté con EPP (Elementos de protección personal)
- Verificó la afiliación del personal con la empresa y la seguridad social.
- El auxiliar de ingeniería elaboró mes a mes el acta de pago que posteriormente fue firmada por las dos partes encargadas del contrato, en original y dos copias, se archivó una copia en coordinación de proyectos, el contratista recibió una copia y el original se envió al área financiera, contable y jurídica de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P.

3.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA

El objetivo principal del auxiliar de ingeniería fue lograr que la obra estructural y el tendido de la red de comunicaciones se ejecutara dentro del programa estipulado, calidad de obra especificada y costo indicado, por tal motivo ejerció las siguientes funciones:

1. Revisó y dio su concepto técnico sobre los estudios previos, planos del proyecto y sus obras complementarias.
2. Sometió a consideración y aprobación de Telebucaramanga los precios

- unitarios de conceptos de trabajo no incluidos en el contrato.
3. Vigiló y controló el desarrollo de las obras en sus aspectos de calidad, costo, tiempo, apego al proyecto aprobación por el municipio.
 4. Participó en las reuniones del comité técnico primario, presentando los avances, alertas y consideraciones necesarias para el buen desarrollo de los proyectos. A estas reuniones asistieron representantes del contratista y los miembros del comité técnico primario de la coordinación de proyectos. De cada comité se levantó un acta debidamente suscrita.
 5. Suministró oportunamente la información, en medio magnético e impreso, de toda la información relacionada con el avance de obra construida. Elaboró y presentó oportunamente las actas de obra y en general de todo lo requerido en curso del contrato.
 6. Asesoró al contratista en los aspectos técnicos y administrativos de la obra, de acuerdo a los lineamientos administrativos de Telebucaramanga.
 7. Llevó registro escrito de todo lo ocurrido en la obra, durante su ejecución, hasta la terminación de la misma, de acuerdo con los lineamientos estipulados.
 8. Informó al contratista sobre todo lo que se requiera para la buena ejecución de la obra.
 9. Cuantificó y evaluó la obra que se iba ejecutando, así como la faltante, para efecto de pago oportuno al contratista.
 10. Solucionó aquellos problemas de diseño complementarios al proyecto, elaborando cualquier tipo de documentación necesaria (diseño de diagramas unifilares, planos, especificaciones complementarias, etc.)
 11. Verificó y avaló las actas de avance y los soportes que aplicaron a la misma (diagrama unifilar, observaciones, memorias de cálculo, excavaciones, certificaciones de calidad de los materiales, etc.)
 12. Revisó y avaló la memoria de avance de la totalidad de los ítems ejecutados, junto con el plano record de obra.
 13. Coordinó y vigiló el correcto desarrollo de la obra, cerciorándose que todas las actividades se realizaran bajo el total cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y de seguridad, siguiendo el diseño del proyecto.

3.3 PROYECTOS A SUPERVISAR

La coordinación de proyectos de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P. tuvo a su cargo los siguientes proyectos, haciendo supervisión técnica que implica vigilancia de materiales, cumplimiento de las condiciones contractuales.

Objetivo contrato	Contratista	Plazo días	Acta inicio	Fecha de terminación	Acta entrega
La construcción de las obras civiles (canalización, cámaras, acometidas, etc.) y el despliegue de la red externa para la prestación de los servicios de acceso a internet de alta velocidad (FTTH); en el municipio de Bucaramanga.	RETESAN E.U	180	Sep.12 de 2016	Ene. 10 de 2017	Ene. 20 de 2017
La construcción de las obras civiles (canalización, cámaras, acometidas, etc.) y el despliegue de la red externa para la prestación de los servicios de acceso a internet de alta velocidad (FTTH); en el municipio de Floridablanca.	INMEL ingeniería S.A.S.	180	Sep.12 de 2016	Dic. 6 de 2016	Dic. 13 de 2016
Construcción de fundamentos para gabinetes de uso exterior (cámaras, base para los AFOS)	Vesga Moreno Ingenieros limitada	180	Jun. 24 de 2016	Nov. 27 de 2016	Dic. 13 de 2016

Objetivo contrato	Contratista	Plazo días	Acta inicio	Fecha de terminación	Acta entrega
Construcción de las obras civiles para la instalación del RSU San Jorge.	Ingeniería de obras civiles S.A.S	45	Sep. 1 de 2016	Oct. 10 de 2016	Oct.18 de 2016
La construcción de las obras civiles (canalización, cámaras, etc.) para la subterranización de la red sector carrera 19 entre calles 33 a la 35	Ingeniería de obras civiles S.A.S	30	Nov. 12 de 2016	Dic. 9 de 2016	Dic. 13 de 2016

La empresa Retesan E.U y Inmel Ingeniería S.A.S tuvieron a su cargo el desarrollo de las obras civiles y de tendido de la red FTTH, cumpliendo con todos los aspectos propuestos. Complementarias a la red FTTH, se tuvieron a cargo otras obras civiles para el despliegue de la red de comunicaciones de Telebucaramanga S.A.

A continuación, se explicarán los aspectos constructivos presentes en cada uno de los proyectos.

3.3.1 Retesan E.U.

El modelo de negocios empleado, mostró que es mejor lograr una buena penetración en un área limitada que tener una baja penetración sobre una gran área, por esta razón los primeros diseños contemplaron 4000 hogares conectados en el municipio de Bucaramanga. La empresa Retesan E.U, ganó la licitación de este contrato por su experiencia en adecuación de infraestructura subterránea y tendido de la red en fibra.

Logrando la meta para Cabecera, se reformaron 31 cámaras subterránea en los barrios Cabecera, Sotomayor y Terrazas.

3.3.1.1 Aspectos constructivos

Una vez firmada el acta de inicio, se procedió al reconocimiento de los planos, observando los puntos donde se debían intervenir las obras civiles y las respectivas rutas que tuvo el tendido de la red FTTH.

El equipo de coordinación de proyectos se encargó de la gestión de la licencia intervención y ocupación del espacio público para reposición de cámaras subterráneas realizando un recorrido con un delegado del municipio de Bucaramanga observando las diferentes zonas que se intervinieron y así el contratista no presentó ningún inconveniente al momento de trabajar en el lugar.

Reposición de cámaras subterráneas en Bucaramanga

Las cámaras telefónicas que se intervinieron tenían como fin la ubicación de los equipos pasivos de la red GPON, para esto se debió demarcar, cortar, hacer rotura y posteriormente la reposición del andén.

Primeramente, se demolió la cámara existente tomando las máximas precauciones para evitar daños en los cables existentes y perjuicios al personal de obra o a los particulares.

El cimiento para la nueva cámara que se realizó fue de 1 x 1m y en algunos casos se modificó por cuestión de espacio, la placa de piso de 0.10m, se construyó con las profundidades mostradas en los planos respectivos, utilizando hormigones de 210 kg/cm² con tamaños máximos de ¾" para el agregado grueso, nivelando adecuadamente las cimentaciones y dando a la losa de fondo una pendiente de 0.5% hacia el filtro del centro de la cámara.

Las actividades desarrolladas durante la reposición de las cámaras son las siguientes:

Ubicación y replanteo.

Esta actividad se realizó conociendo cuáles eran las cámaras a intervenir, se fue a terreno marcando, señalizando y posteriormente haciendo la rotura de cada cámara.

Uno de los aspectos que se presentó durante la rotura de la cámara de la carrera 41No.41-71, se encontró una acometida de gas, para ello se modificó

el tamaño de la cámara permitiendo que la acometida del gas pase por la cámara. (Ver Figura 4)

El contratista, mantuvo la cinta de señalización durante el tiempo que intervino las cámaras, como se observa en la figura 5.



Figura 4. Rotura en cámara ubicada en la calle
Fuente: Autor



Figura 5. Señalización de las cámaras
Fuente: Autor

Mampostería

Los muros de las cámaras se construyeron con bloques macizos de cerámica, las dimensiones nominales de los bloques fueron de 0.10 x 0.20 x 0.40m y la pega se ejecutó con mortero de arena y cemento de promedio 0.20m.

Friso

Las paredes se frisaron con mortero 1:3 de aproximadamente 0.20m de espesor, cuidando de dejar una superficie que guarde la verticalidad y forma longitudinal mostrada en los planos como se observa en la figura 6.

Placa superior

La losa o placa superior para las cámaras de empalme tienen un espesor de 0.20m, ya sea en calzada o andén. El hormigón se vació en el sitio y fue de 245 kg/cm². El aro quedó embebido al momento de fundir la placa superior. El aro y la tapa están contruidos en hierro fundido tipo liviano y tienen un diámetro de 0.60m. La tapa lleva impreso el año de construcción de la cámara.

Reposición de andenes, zonas verdes y calzadas de asfalto o concreto

Esta actividad consistió en la reparación del pavimento, andenes y zonas verdes existentes en todos los sitios afectados por la construcción de canalizaciones telefónicas, restituyendo las condiciones iniciales con los mismos materiales, dimensiones y especificaciones del existente, como se muestra en la figura 7.



Figura 6. Mampostería y friso de cámara
Fuente: Autor



Figura 7. Reposición de anden
Fuente: Autor

3.3.2 Inmel Ingeniería SAS

A la empresa Inmel se le adjudicó el contrato del municipio de Floridablanca, el cual tenía a su cargo la instalación de 2800 hogares, junto con la reposición de cámaras y canalización de algunos sectores de Cañaveral y Lagos.

3.3.2.1 Aspectos constructivos

El equipo de coordinación de proyectos de Telebucaramanga tuvo presente cada labor de intervención de espacio público y adquirió las licencias en la alcaldía de Floridablanca y evitó cualquier inconveniente legal.

Construcción de tramo canalizado

Cada predio contemplado en el proyecto FTTH fue escogido mediante un estudio de demanda y de crecimiento poblacional presente en el barrio Cañaveral.

Uno de los predios que fue ejecutado, es Reserva cañaveral, el cual se encontraba culminando la etapa constructiva y no disponían de una canalización exclusiva para las telecomunicaciones. Esto se tuvo en cuenta durante el diseño, contemplando en el presupuesto la construcción de un tramo de 300 m de canalización.

Teniendo en cuenta este altercado para el tendido de la red, el contratista realizó la respectiva localización y replanteo, comenzando con la limpieza del sitio, ver figura 8.



Figura 8. Localización y replanteo
Fuente: Autor

Señalización y excavación.

El contratista, señaló el lugar durante todo el tiempo que estuvo ejecutando la obra, manteniendo visibles y en buen estado las señales. Una vez acordonada la zona, demarcó y procedió a excavar, delimitándose a las dimensiones requeridas para colocar el tubo de PVC.

Colocación de los ductos y compactación del material.

El contratista, suministró e instaló los ductos de PVC de un diámetro de 3" formando una ruta directa entre la cámara telefónica del conjunto hasta la cámara donde se efectuó la empalmería de la red de fibra. Utilizando materiales rígidos, herméticos, impermeables y con suficiente resistencia para evitar la penetración de aguas del subsuelo por medio de las uniones de los tubos.

La tubería quedó nivelada y alineada con el fin de evitar deflexiones verticales, las cuales, dan origen a pendientes irregulares y a reducciones de la sección circular del ducto.

Finalmente, se procedió a rellenar y compactar la zanja donde quedó la nueva canalización, este procedimiento se hizo por tramos de trabajo como se puede observar en la figura 9. El material empleado para el relleno fue seleccionado de la excavación. Terminada la construcción de la nueva canalización, se dejó el lugar en óptimas condiciones sin obstrucción alguna.



Figura 9. Compactación de la canalización
Fuente: Autor

Reposición de cámaras subterráneas en Floridablanca

La demolición y construcción de cámaras se hizo tomando las máximas precauciones evitando daños en los cables existentes y perjuicios al personal de las obras, ver figura 10.

El contratista, señaló las cámaras que se intervinieron, quitando la tapa, demoliendo la placa superior. El aro y la tapa de acero liviano se guardaron y posteriormente se utilizaron en la nueva cámara.

Al construir nuevamente la cámara sobre el eje de la canalización existente, se amarró y protegió la tubería interceptada durante la demolición de mampostería.



Figura 10. Demolición de cámaras
Fuente: Autor

Mampostería y friso.

Se niveló adecuadamente el terreno, dándole a la losa de fondo un espesor de 0.10m con una pendiente de 2% hacia el filtro que se construyó en el centro de la cámara, cuyo diámetro es de 4". Los muros de las cámaras se construyeron con bloques macizos de cerámica, las dimensiones fueron de 0.10 x 0.20 x 0.40m y la pega se ejecutó con mortero de arena y cemento de promedio 0.20m.

Las paredes se frisaron con mortero de proporción 1:3 de 0.20m de espesor, cuidando de dejar una superficie que guarde la verticalidad y forma longitudinal.

Placa superior

Para las cámaras en andén el espesor de la placa superior es de 0.20m, se vació el hormigón en el sitio y fue de 245 kg/cm². El aro quedó embebido al momento de fundir la placa superior, el hormigón se vació en el sitio, como se puede observar en la figura 11. Se coloca la tapa de diámetro 0.60m.

Una vez concluida la cámara, se cortarán los ductos enrasando con las paredes de la cámara y se harán los respectivos embones.

Reposición de andenes y zonas verdes.

Esta actividad consistió en la reparación de los andenes existentes en todos los sitios afectados por la construcción de las cámaras telefónicas. Como se muestra en la figura 12, se restituyó a las condiciones iniciales.



Figura 11. Fundida de placa superior
Fuente: Autor



Figura 12. Reposición del andén
Fuente: Autor

3.3.2.2 Aspectos del tendido de la fibra

Una vez culminadas las obras civiles y cumpliendo con el cronograma, se procedió a tender la fibra óptica por las rutas de interconexión, derivación y alimentación hacia los predios.

Se realizan los empalmes primarios en los domos de distribución, los cuales, distribuyeron el cable de interconexión de la central telefónica hasta el usuario por medio de cables más pequeños (alimentación). Como se puede ver en la figura 13, el equipo de diseñadores realizó una explicación en terreno sobre las cartas de conectividad a los empalmadores, conociendo que hilos de fibra debieron empalmar para cada predio



Figura 13. Explicación de la carta de conectividad
Fuente: Autor

Finalmente, se tendió el tramo de alimentación el cual llegó hasta la ubicación de las cajas de distribución, que son la parte terminal de la red de acceso FTTH, se realizó un empalme como se ve en la figura 14 permitiendo colocar en funcionamiento el servicio de voz y datos.

Desde la central telefónica se iluminó el puerto de la OLT disponible para el predio, esto permitió realizar las pruebas con el OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), el cual, detectó de forma muy rápida las pérdidas en dB (decibeles) como se observa en la figura 15. En todas las pruebas que se realizaron los resultados fueron los esperados, arrojando pérdidas menores a los -23 dB.



Figura 14. Empalme en caja de distribución
Fuente: Autor



Figura 15. Pruebas con el OTDR

Fuente: Autor

3.3.3 Vesga Moreno Ingenieros Ltda.

En la actualidad unos de los limitantes de las redes de comunicaciones se encuentran en los cables de cobre, que son utilizados para prestar el servicio de voz y datos.

El cobre es un gran conductor de señal, pero este depende de la distancia con la que se encuentre cada usuario de la central telefónica, presentando mayor pérdida aquellos usuarios que se sitúen lejos de ésta. Una de las soluciones para mitigar este problema, es implementar armarios para uso exterior, ya que permiten almacenar energía de respaldo, soporte de conexión, transmitir datos y voz brindando mejor cobertura a los usuarios.

Telebucaramanga realizó un estudio de demanda, el cual arrojó que los barrios Caldas, Mutualidad, San Alonso, Provenza, Esmeralda estaban presentando problemas con la señal. Esto permitió abrir un proceso contractual con Vesga Moreno Ingenieros Ltda para realizar las obras que se necesitaron para colocar en funcionamiento 7 armarios AFO (Armarios de fibra óptica).

3.3.3.1 Aspectos constructivos

La construcción de la base para cada AFO depende del modelo y su capacidad. El proveedor suministró el dimensionamiento de cada elemento indicando cual es el refuerzo, diámetro de pernos, diámetro de ductería entre otras medidas para que cada armario funcione en óptimas condiciones.

Se gestionó y se aprobó en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca las licencias de intervención y ocupación del espacio público, esto permitió comenzar las labores de construcción.

Replanteo y señalización.

Una vez conocida la ubicación de cada armario AFO, se procedió a dichos lugares, realizando la limpieza, demarcación y replanteo.

El contratista, designó el personal que intervino en las labores constructivas, asignando un residente de obra que estuvo pendiente y dio respuesta a los inconvenientes presentados.

Durante todo el proceso constructivo se le recomendó al residente de obra, proveer todos los medios de señalización en el sector, ya que "Siempre que deban efectuarse trabajos que alteren la circulación en las vías públicas, el interesado en tal labor obtendrá en forma previa la autorización correspondiente de la autoridad competente y señalizará el sitio de labor mediante la colocación de señales preventivas, reglamentarias e informativas que han de iluminarse en horas nocturnas" (Artículo 101, Ley 769 de 2002, 2002)

Excavación y compactación.

El contratista, demarcó y realizó cortes con cortadora de disco de las franjas de andén, demolió el andén existente y extrajo los escombros resultantes. El corte y extracción del andén se limitó a las dimensiones requeridas para ejecutar los trabajos. Según lo indicado por el proveedor de los armarios, ver anexo A, se excavó 0.30m por debajo de la rasante.

No se mezclaron los entresuelos, el recebo y los demás materiales de excavación que posteriormente fueron utilizados en la reposición del andén. Una vez culminada la excavación se procedió a compactar el suelo de manera manual, esto evitó espacios vacíos aumentando la capacidad de soporte y estabilidad del suelo.

Cimentación y mampostería de la base.

El contratista, construyó la base fundamento, en concreto de 3500 PSI (pounds-force per square inch); estructura requerida para soportar, fijar con seguridad, instalar y poner en funcionamiento los armarios AFO. Además, suministró los pernos de anclaje, verificando su correcta ubicación verticalidad, según el anexo A. Los cuatro pernos de anclaje de diámetro 5/8" estaban embebidos en el concreto al momento de fundir el fundamento.

La base fundamento de cada armario AFO se encuentra comunicada con una cámara subterránea por medio de 3 ductos de 2" en PVC (policloruro de vinilo) donde se aloja el suministro de energía para el AFO y 2 ductos para los cables de cobre y fibra óptica (Figura 16), además tiene un cuarto ducto de 2" donde

va el polo a tierra del equipo. Asimismo, tiene 3 ductos PVC de 4" para la fácil instalación de la red de cobre (Figura 17). En las zonas donde no se pudieron colocar los ductos de 4", se autorizó la construcción de un cárcamo de 0,30m x 0,40m x 1,00 m en ladrillo temosa macizo.



Figura 16. Ductería de 2"
Fuente: Autor



Figura 17. Ductería de 3" para las conexiones
Fuente: Autor

En la construcción de la base del AFO 4649 y del AFO 3640 se presentaron algunos inconvenientes. A continuación, se mencionarán junto con las soluciones que se dieron en su momento.

AFO LA ESMERALDA- 4649, el inconveniente se presentó durante el tiempo de fraguado, donde se cambiaron algunas medidas de la base. Se le indicó al contratista que diera solución inmediata a la ubicación de los pernos y los ductos de PVC, ya que se debió cumplir con lo estipulado en los planos.

En el anexo A se puede observar las dimensiones de la base suministradas por el proveedor y se puede comparar con el anexo B que fueron las medidas tomadas de la base del AFO-4649.

El contratista, demolió la parte de la ductería dando solución al inconveniente de las medidas, como se puede observar en la figura 18, siendo ésta la entrega final de la base.



Figura 18. Base y cámara de AFO – 4649
Fuente: Autor

AFO CONJUNTO COMULTRASAN- 3640, se presentaron problemas similares a la construcción del AFO 4649, que después de curado el concreto se corroboró las medidas y no quedaron bien ubicados 2 ductos de 2", como se especifica el anexo C. Se tomó una fotografía para evidenciar el sitio correcto de los ductos, ver figura 19. Se hizo la observación al contratista, el cual realizó dichas correcciones a tiempo de la entrega.



Figura 19. Problemas base AFO – 3640
Fuente: Autor

Al observar el continuo inconveniente durante la fase de curado, se le recomendó al contratista diseñar una formaleta para la base, la cual sirvió de molde manteniendo en el sitio cada elemento. El contratista, entregó las otras bases sin ningún inconveniente.

Cámara tipo F andén.

Para 4 armarios tipo AFO, por no contar con una cámara telefónica cercana, se le construyó una con dimensiones presentes en el anexo D, el cual se obtuvo del manual de normas técnicas para la construcción de redes externas de Telebucaramanga (2008), se utilizó concreto de 210 kg/cm² con tamaños máximos de ¾" para el agregado grueso, se niveló adecuadamente el terreno y dándole a la losa de fondo una pendiente de 2% hacia el filtro que se construyó en el centro de la cámara. Los muros de las cámaras se construyeron con bloques macizos de cerámica de 0.10 x 0.20 x 0.40m y la pega se ejecutó con mortero de arena y cemento proporción 1:3, impermeabilizado, de espesor promedio 0.20m.

Las paredes de la cámara se frisaron con mortero 1:3 impermeabilizado, de 0.20m de espesor promedio. La cámara tiene 4 entradas de ductos para las rutas de cables hacia los usuarios. Para su correcta ejecución los tubos fueron rematados a mitad de muro y posteriormente hasta empatar con el friso de la cámara, se formó un embudo bien liso, libre de asperezas que pueden dañar la cubierta del cable durante el tendido ver figura 20.

La placa superior se construyó con la misma pendiente del terreno hasta cubrir la cara externa de los muros, con espesor de 0.15m, el concreto se vació en el sitio, después de 14 días del vaciado se retiró la formaleta.

La profundidad nominal libre de la cámara hacia el centro se conservó de tal manera que la cámara quedó correctamente nivelada, estable y enrasada con el nivel del sitio.



Figura 20. Ductería de rutas para los cables

Fuente: Autor

Sistema polo a tierra.

El contratista, suministró e instaló los materiales correspondientes al SPAT (sistema de puesta a tierra) como son: el cable de cobre desnudo 1/0, dos varillas de cobre puro 5/8" x 2.40 m, que se ubicaron con una separación mínima de 5.00 m, cemento conductor y conectadas con soldadura exotérmica.

El sistema de puesta a tierra se construyó en una zanja de profundidad 0.60 m, con un cable 1/0, conectando dos electrodos (varillas de cobre puro de 5/8" x 2.40 m). Los electrodos y el cable quedaron embebidos en toda su longitud en cemento conductor. Finalmente, se rellenó la zanja con material seleccionado y realizando la prueba al SPAT arrojando mediciones menores a 10 Ohmios.

Acometida eléctrica.

El contratista, colocó la conexión de los equipos por un ducto independiente a la red de comunicaciones e instaló el contador al poste de alumbrado público más cercano del armario.

Se colocó una curva en tubo PVC desde la cámara hasta el poste, permitiendo la continuidad de la canalización con el tubo galvanizado de 2". Después de colocada la curva se realizaron los arreglos respectivos a la cámara y al sitio donde se realizó la excavación para que estos queden en el estado en que se encontraban. El tubo galvanizado está adherido al poste con cinta bandit.

Durante todo el proceso constructivo de la acometida eléctrica se documentó y se sacaron los tramites de disponibilidad, aprobación del diseño eléctrico, solicitud de conexión, revisión del contador. Finalmente, el contratista garantizó la aprobación de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. ESP, colocando en funcionamiento al AFO.

Reposición de andenes, zonas verdes y calzadas de asfalto o concreto.

Culminada la obra civil se procedió a la reparación de andenes y zonas verdes existentes en los sitios afectados por la construcción de la base.

Al andén se le aplicó una capa de 10 cm de hormigón de 3.000 PSI y se le construyó las juntas de dilatación que técnicamente se requieren, restituyendo las condiciones iniciales con los mismos materiales, dimensiones y especificaciones existentes.

En la figura 21, se puede evidenciar que se entregó el andén intervenido en excelentes condiciones. Esto fue de gran importancia para la aceptación de la obra.



Figura 21. Andén intervenido en AFO 3640

Fuente: Autor

Una vez terminada la etapa de construcción se procedió a realizar visita a los sitios donde se encuentran las bases, ésta se realizó previa a la instalación de los equipos con un delegado del proveedor de los armarios AFO.

Se corroboró nuevamente la instalación de la acometida eléctrica (figura 22), el polo a tierra con su terminación de ojo de pescado, y los ductos, pernos y dimensionamiento de cada base estuvieran iguales a lo suministrado por el proveedor, también se verificó que las bases se encuentren a nivel, permitiendo al equipo funcionar en óptimas condiciones ver figura 23.



Figura 22. Acometida eléctrica

Fuente: Autor



Figura 23. Base nivelada

Fuente: Autor

3.3.4 Ingeniería de Obras Civiles S.A.S

3.3.4.1 Aspectos constructivos Rsu San Jorge

Telebucaramanga, al contemplar el crecimiento poblacional que se está generando por la zona de San Jorge, decidió colocar una RSU (Remote Service Unit) para poder brindar un mejor servicio de voz, datos y video.

La función de una RSU es ser una minicentral, la cual puede proporcionar los servicios de internet, telefonía y televisión a los ciudadanos que desean adquirirlos con Telebucaramanga, pero se encuentran lejos de las centrales telefónicas por tal motivo el servicio no se prestaría en sus óptimas condiciones. Telebucaramanga pensando en ellos instaló un RSU para brindar el servicio que los Santandereanos se merecen.

Ubicación y replanteo

La RSU quedó ubicada en la entrada del conjunto los robles en Girón.

En un principio se planteó que la RSU quedara ubicada como se puede ver en la figura 24, después de realizado el replanteo y la demarcación en el sitio como se evidencia en la figura 25, se encontró un problema de seguridad para el equipo de transmisión, quienes al manipular el equipo RSU podrían haber tenido un accidente laboral. Por tal motivo se giró 180° como solución.

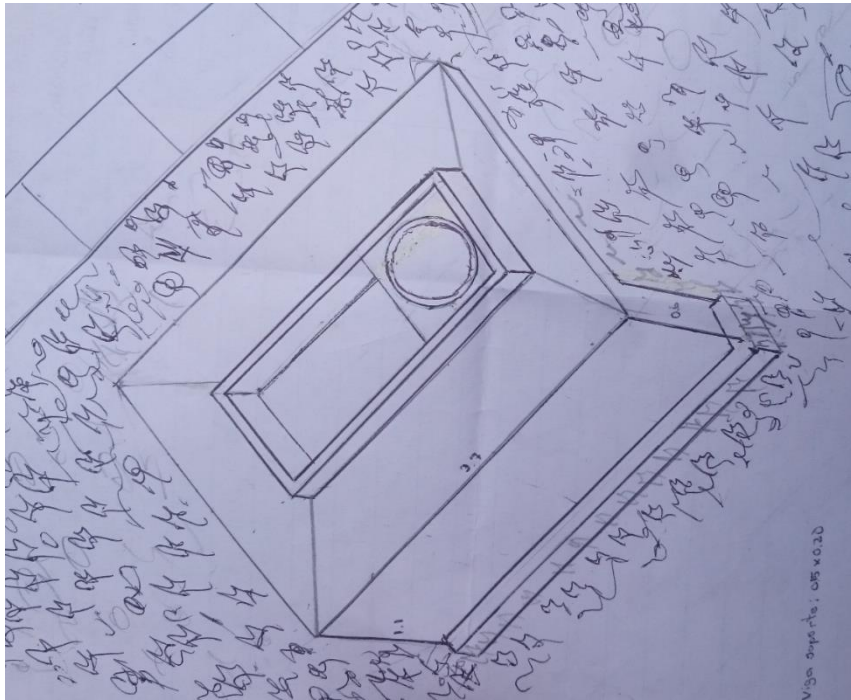


Figura 24. Ubicación original de la RSU

Fuente: Autor

Excavación y compactación.

El contratista, removió la masa del suelo, delimitando la zona donde se construyó la base de apoyo del equipo RSU. Seleccionó, cargó, transportó y botó el suelo inadecuado para rellenos, con el material que conservó se dirigió a realizar de manera manual la compactación, controlando previamente el contenido de humedad del suelo. (ver figura 26)



Figura 25. Replanteo

Fuente: Autor



Figura 26. Compactación
Fuente: Autor

Construcción viga del muro.

Se colocó primero la manga delimitando la ubicación de la viga, posteriormente se construyó dos vigas base de apoyo del equipo RSU, con dimensiones 0.40m de alto x 0.20m de ancho, en concreto reforzado de 3500PSI y refuerzo longitudinal con 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " y el transversal por estribos de $\frac{3}{8}$ " cada 0.15 m. Las vigas base quedaron embebidas y perfectamente niveladas, garantizando que el equipo RSU funcione en óptimas condiciones. Entre las vigas base de apoyo, se formó un cárcamo que permitió el ingreso y ubicación de los cables de cobre y la fibra óptica, como se observa en la figura 27.



Figura 27. Viga para el equipo RSU
Fuente: Autor

Cámara tipo F especial.

El equipo RSU, está comunicado con una cámara subterránea tipo F especial, donde llegan y se distribuyen los cables de cobre y fibra óptica.

En el anexo F, se observa las características de dimensiones de este tipo de cámara telefónica, junto con su dimensión de zanja presente en el anexo E, la imagen se obtuvo del manual de normas técnicas para la construcción de redes externas de Telebucaramanga (2008).

Para su construcción se niveló el terreno, se realizó la placa de fondo de 0.10m con una pendiente de 2% hacia el filtro que se encuentra en el centro de la cámara. Se utilizó concreto de 210 kg/cm² con tamaños máximos de ¾" para el agregado grueso, con bloques macizos de 0.10 x 0.20 x 0.40m, la pega y el frisado se ejecutó con mortero de arena y cemento proporción 1:3, impermeabilizado, de espesor promedio 0.20m.

La placa superior se construyó con la misma pendiente del terreno hasta cubrir la cara externa de los muros, con espesor de 0.15m, el concreto se vació en el sitio, embebiendo el aro en hierro fundido tipo liviano. La tapa tiene impresa el año de construcción de la cámara.

Mampostería para instalar sistema eléctrico

En los equipos RSU, la ubicación del contador no quedó en un poste, se construyó un elemento en mampostería a la vista, con dimensiones aproximadas 0.70m x 0.30m x 1.50m, instalando en su interior tableros, contador, supresores, salida toma corriente, etc.

Sobre la mampostería, se construyó una placa superior en concreto, con pendiente para desagüe del agua lluvia, sobresaliendo 0.8m por todos los lados de la estructura, protegiendo el sistema eléctrico del equipo.

El contratista, suministró e instaló en la parte frontal una puerta metálica permitiendo revisar y verificar el consumo de energía, brindando seguridad al contador.

Sistema polo a tierra.

El contratista, construyó el SPAT en una zanja de profundidad 0.80m, con un cable 1/0, conectando 2 varillas de cobre puro de 5/8" x 2.40 m, quedaron embebidos en toda su longitud en cemento conductor. Se relleno la zanja con material seleccionado de la excavación y se realizó una primera prueba, el resultado que arrojó fue mayor a 5 Ohmios, por tal motivo se extendió el electrodo, un metro más, empleando una varilla adicional. Se realizó nuevamente la prueba y el resultado fue menor a los 5 Ohmios, siendo este un valor aceptado por el proveedor del equipo.

Retiro de material sobrante y escombros.

El contratista retiró del sitio todo el material sobrante y los escombros a un botadero oficial de acuerdo con la normatividad prevista para tal fin por la CDMB (Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga).

El contratista, asumió toda la responsabilidad por el cargue, transporte y botada del material.

Entrega final.

Antes de recibir la obra se tomó las medidas respectivas de cada elemento, cumpliendo con lo estipulado en el contrato. Se verificó los formatos de registro de actividades, procediendo a realizar el acta de entrega de la obra.

Una semana después terminada las obras civiles y cumpliendo con el cronograma previsto, se pudo instalar y poner en funcionamiento el equipo RSU, sin ningún inconveniente como se puede observar en la figura 28.



Figura 28. Equipo RSU en funcionamiento
Fuente: Autor

3.3.4.2 Intervención en la carrera 19 entre calle 33 a la 35

La administración municipal estuvo ejecutando el proyecto denominado remodelación del espacio público carrera 19 entre calles 33 y 35 del municipio de Bucaramanga, el cual tuvo como objeto intervenir los andenes y la calzada de este sector adoptando el POT (Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga):

“2. Las nuevas redes eléctricas tanto de baja, muy baja, media tensión y redes de telecomunicaciones (telefonía, radio, televisión, transmisión de voz y datos, entre otros) deben ser subterráneas en zonas urbanas y de expansión urbana con estratos socioeconómicos 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

3. En las zonas de nuevos desarrollos en área urbana y de expansión urbana para estratos socioeconómicos 3, 4, 5 y 6 se debe realizar la soterración de todas las redes construyendo y/o usándolos cárcamos o ductos, de acuerdo con lo especificado en el Decreto municipal 067 de 2008 "Manual para el Diseño y Construcción del Espacio Público de Bucaramanga (MEPB)" o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.

4. Las empresas prestadoras y comercializadoras de servicios públicos de energía y telecomunicaciones, deben estructurar antes del 31 de diciembre de 2015 y ejecutar en un cien por ciento (100%) antes del 31 de diciembre de 2020 como plazos improrrogables. los programas de soterración de todas las redes existentes y nuevas en las zonas urbanas clasificadas como estratos socioeconómicos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 y en las vías arterias urbanas de la ciudad." (Artículo 42, Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga, 2014)

Telebucaramanga con el fin de acatar estas órdenes estipuladas en el POT y no atrasar las obras civiles que el municipio estuvo realizando en ese sector, se dio a la tarea de subterranizar la red que pasa por en la carrera 19 entre calle 33 a la 35.

Ubicación y replanteo

Se hizo un recorrido previo con el contratista por la carrera 19 entre calle 33 a la 35, se realizó el inventario de la red de comunicaciones que posteriormente se subterranizó como se observa en la figura 29. Durante el recorrido se tomó nota del estado de las cámaras, ocupación de ductería, número de pares de cobre tendidos de forma aérea y canalizada, como se puede ver en la figura 30. El contratista, realizó el respectivo replanteo y dio a conocer los lugares donde se construyeron las nuevas cámaras y la canalización, haciendo el desmonte del tendido aéreo.



Figura 29. Recorrido en la carrera 19 con calle 34

Fuente: Autor



Figura 30. Inventario de la red subterránea

Fuente: Autor

Construcción de las cámaras

Por la gran ocupación de las redes subterráneas que pasan por este sector, se le indicó al contratista construir nuevas cámaras, tipo f andén y otras de 0.60 x 0.60m, con su respectiva canalización, ver figura 31.

El contratista, procedió a construir las cámaras, niveló el terreno, realizó la placa de fondo con una pendiente de 2%. Utilizó concreto de 210 kg/cm², la pega y el frisado se ejecutó con mortero de arena y cemento proporción 1:3, impermeabilizado, de espesor promedio 0.20m para las cámaras tipo f andén y 0.10m para las cámaras de 0.60 x 0.60m.

Realizó la placa superior con la misma pendiente del terreno con espesor de 0.15m, el concreto se vació en el sitio, embebiendo el aro en hierro fundido tipo liviano. La tapa tiene impresa el año de construcción de la cámara.

Las cámaras de 0.60 x 0.60m no tienen placa superior y su tapa es de concreto prefabricado, la cual, tiene inscrito el nombre de la empresa. Ver figura 32.



Figura 31. Construcción cámara

Fuente: Autor



Figura 32. Cámara 0.60 x 0.60m
Fuente: Autor

Entrega de las obras

Culminada las obras civiles, el contratista envió los formatos de actividades, se analizaron sacando las cantidades de obra, se programó la visita de recibido de obra. Como se puede observar en la figura 33 con ayuda del odómetro se corroboró que la distancia entre cámaras correspondiera a la canalización entregada.

El perfecto estado de los andenes manipulados durante la construcción fue el último factor que se tuvo en cuenta para recibir la obra.



Figura 33. Recorrido de entrega en la carrera 19 con calle 34
Fuente: Autor

4. CONCLUSIONES

Cada uno de los objetivos se cumplieron y se desarrollaron correctamente, obteniendo los resultados esperados gracias a la motivación constante por aprender y hacer un trabajo responsable, recibiendo la cooperación y aprobación de los miembros de la empresa con los cuales se estableció un trabajo en equipo.

La construcción de obras civiles para la instalación de la red de fibra al hogar, es una labor importante, significativa y necesaria ya que en alguna de ellas se encuentran alojados los equipos pasivos de la red FTTH, siendo los encargados de llegar con este importante servicio a los distintos clientes. Es por esta razón que es importante el estudio y análisis previo del manual de normas técnicas de obras civiles de Telebucaramanga para poder realizar los recorridos y exigir al contratista que todas las obras cumplan con las especificaciones de construcción.

El constante seguimiento y control de las obras en ejecución, siendo una labor diaria, eficaz y responsable, evitó percances que pudieron originar un problema a futuro.

Es necesario la programación de los comités primarios, con el objetivo de evidenciar los avances e imprevistos que se van presentando durante la ejecución del proyecto.

Teniendo como base los conocimientos adquiridos del manual técnico para la construcción de redes externas, se logró abordar de manera completa la supervisión y revisión de las obras.

Se adquirieron nuevas destrezas y conocimientos en la digitalización de planos de redes en AutoCAD, permitiendo tener al día la base de datos de Telebucaramanga, ya que es indispensable para el diseño y control de las nuevas redes.

Durante el estudio de la viabilidad se logró cuantificar a detalle la infraestructura de Telebucaramanga, permitiendo la toma de decisiones sobre las zonas de influencia donde se implementó la red FTTH.

Finalizando esta etapa universitaria, el haber participado en los diferentes proyectos de la empresa Telebucaramanga S.A, puso a prueba mis conocimientos adquiridos en las aulas de clase, asumiendo el reto de diseñar un tramo de la red FTTH, realizando cálculos de cantidades de materiales, elaborando presupuesto y acta de liquidación de contrato, siendo un profesional versátil, asimilando conceptos de la ingeniería civil.

Se ratificó la gran importancia del trabajo que se realiza tanto en oficina como en campo y atender el reglamento operativo que se maneja en proyectos públicos

5. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el cambio de tecnología implementado por la empresa, la red de fibra al hogar (FTTH), es necesario llevar a cabo capacitaciones al personal tanto del área comercial como técnica, porque son ellos quienes venderán e instalarán a los nuevos y antiguos usuarios este servicio. De igual manera, es importante que a estas capacitaciones se unan con actitud innovadora y con ganas de aprender todos los cambios que llegan con la era digital.

Seguir retroalimentando la base de datos de la infraestructura de Telebucaramanga S.A. en la medida que se van ampliando las redes y se ejecutan nuevos proyectos; con el fin de tener de forma clara y concisa la información, permitiendo consultarla en cualquier momento.

La continua actualización del manual técnico de especificaciones es de gran importancia ya que para efectuar una excelente labor de supervisión y control de las obras es necesario el estudio y análisis previo de éste.

REFERENCIAS

Alvarado R. (2016, Agosto). Curso de fibra Ricardo Alvarado Jaimes [Material de clase]. Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Concejo de Bucaramanga (21 de mayo de 2014). Artículo 42 [subcapítulo 3. Sistema de espacio público]. Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga. Recuperado de <http://www.concejodebucaramanga.gov.co/planordenamientoterritorial/tomo12.pdf>

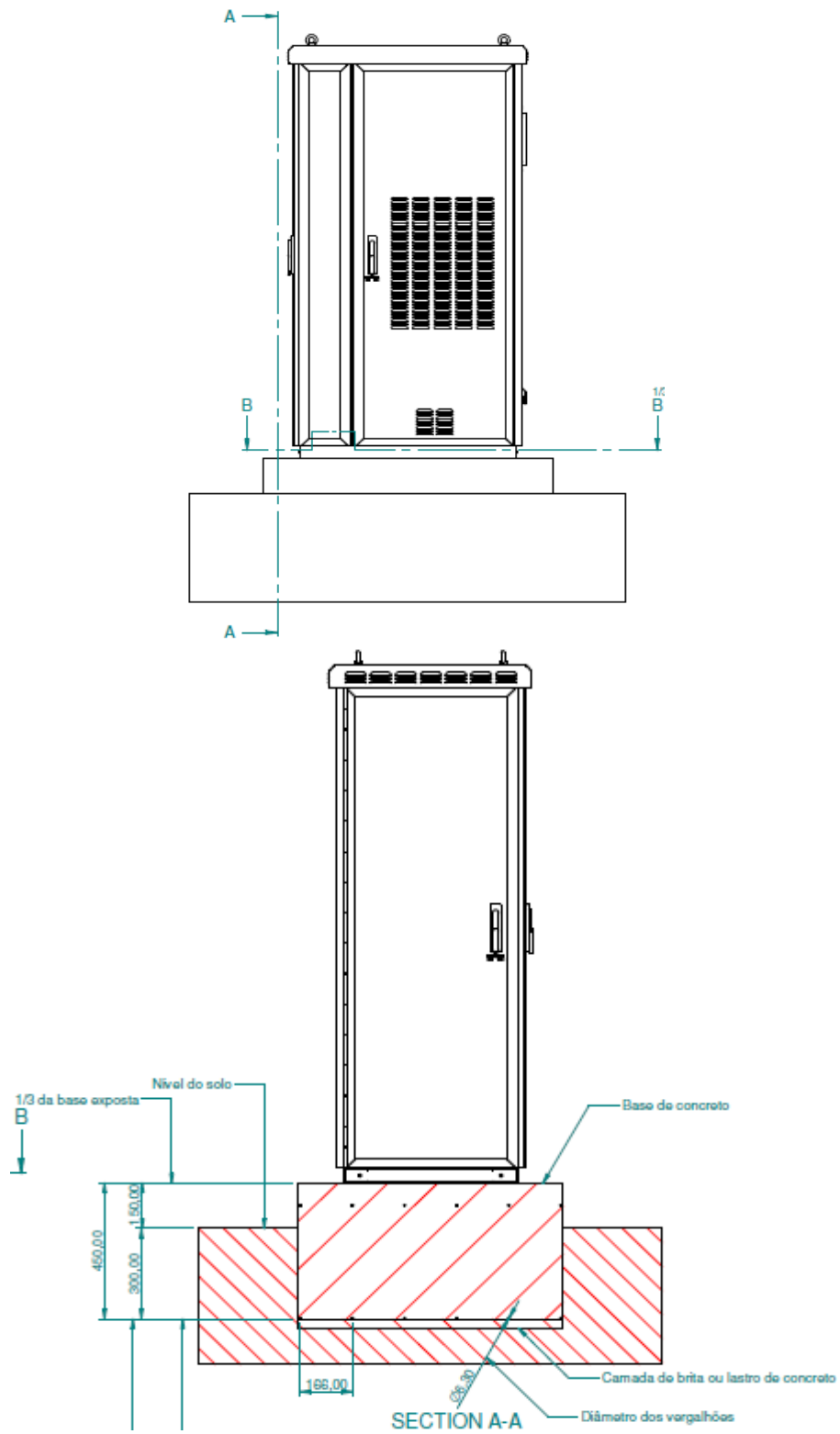
Fiberhome telecommunication technologies co., ltd. (2016) Instrution Manual. Bucaramanga, Colombia.

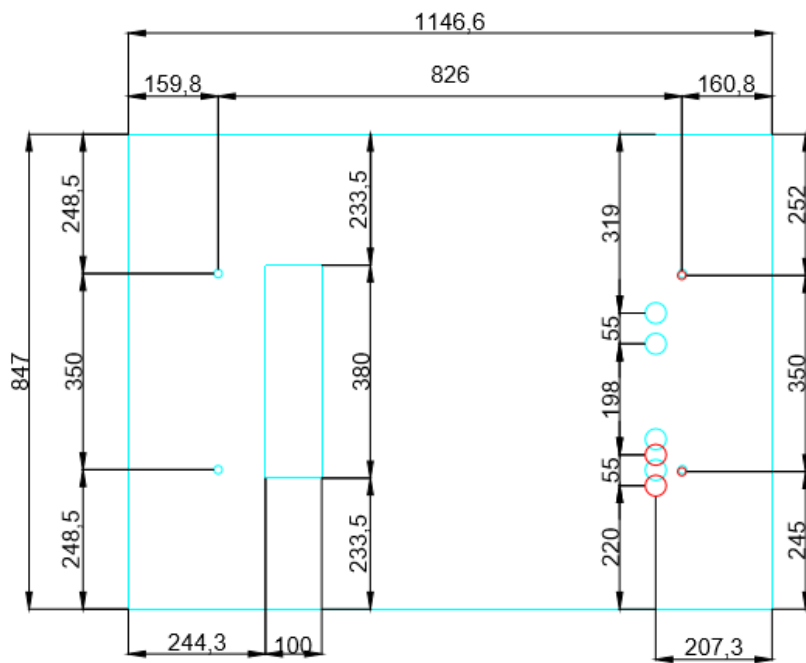
Empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P. Telebucaramanga. (2008). Manual de normas técnicas para la construcción de redes externas. Bucaramanga, Colombia.

Ministerio de transporte (6 de agosto de 2002). Artículo 101 [capitulo VIII]. Código Nacional de Tránsito Terrestre. [Ley 769 de 2002]. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/Normatividad/Leyes>

Telebucaramanga S.A. (2016). Quienes somos. Recuperado de <https://www.telebucaramanga.com.co/nuestra-empresa/quienes-somos>

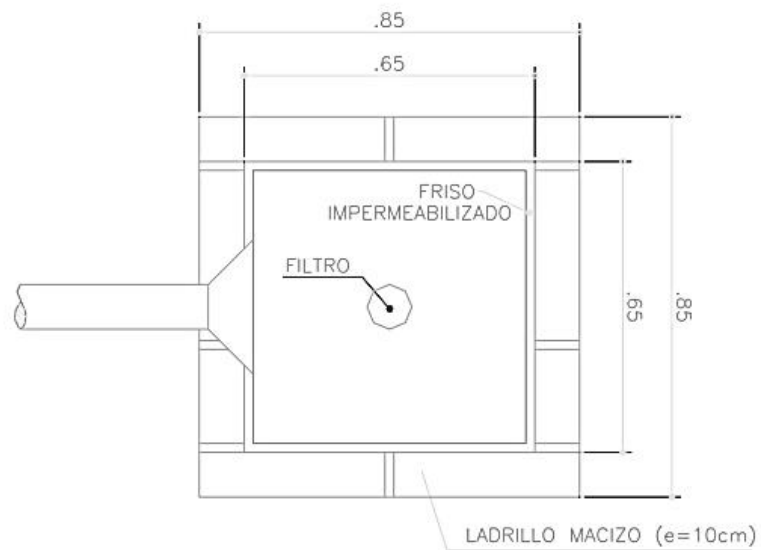
ANEXOS



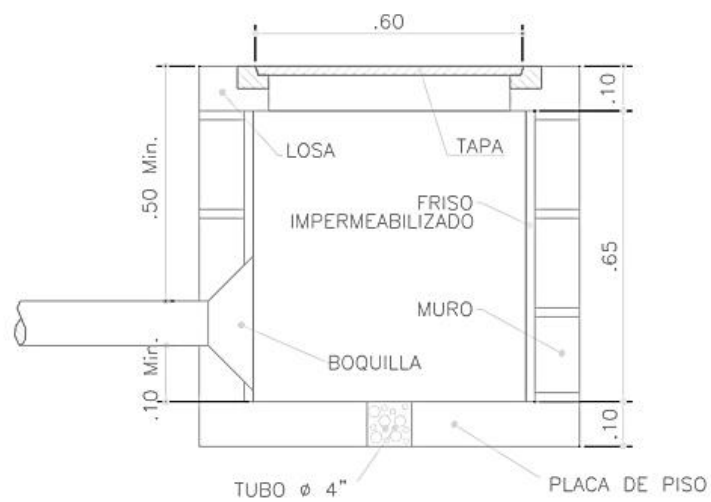


Anexo C. Dimensiones del AFO 3640

Fuente: Autor



PLANTA INFERIOR

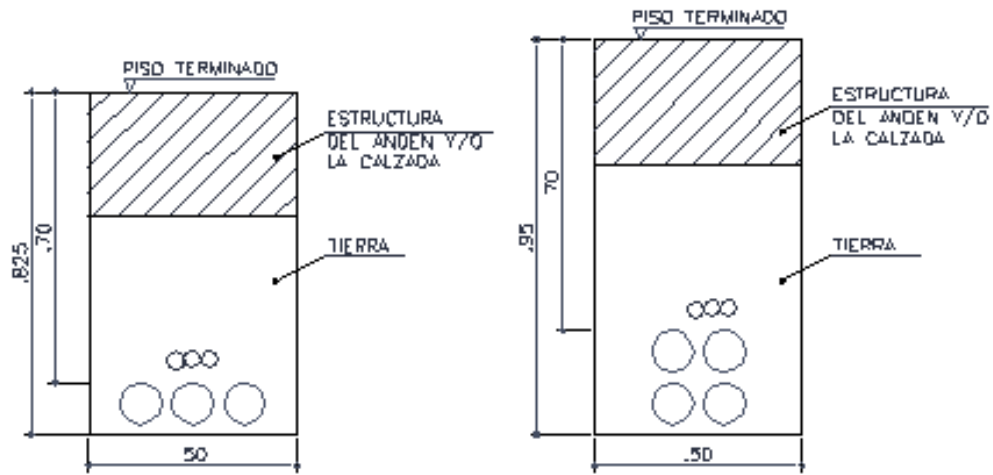


CORTE LONGITUDINAL

Anexo D. Estructura de cámaras telefónicas tipo F

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)

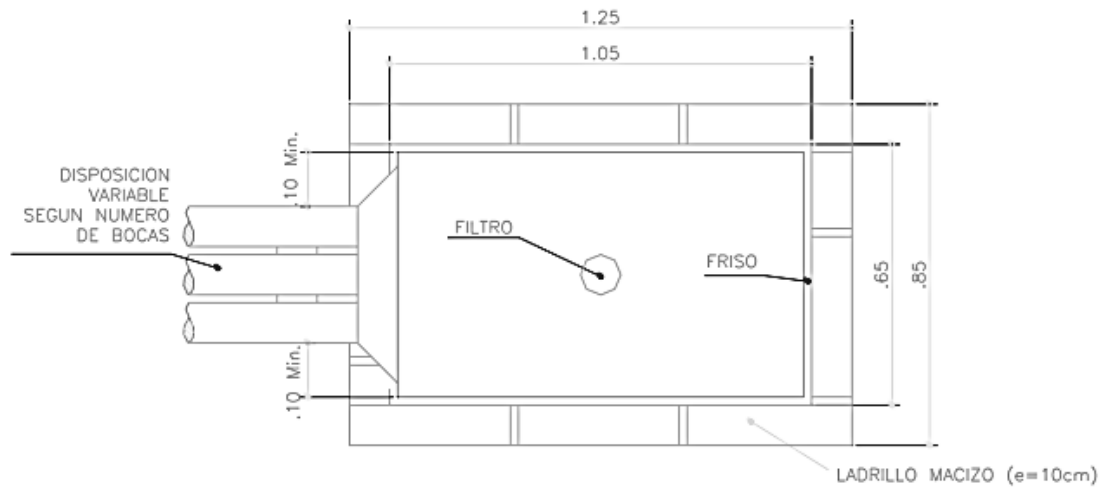
SECCION EXCLUSIVA PARA ACOMETIDA
Y/O TRAMOS ENTRE CAJAS F



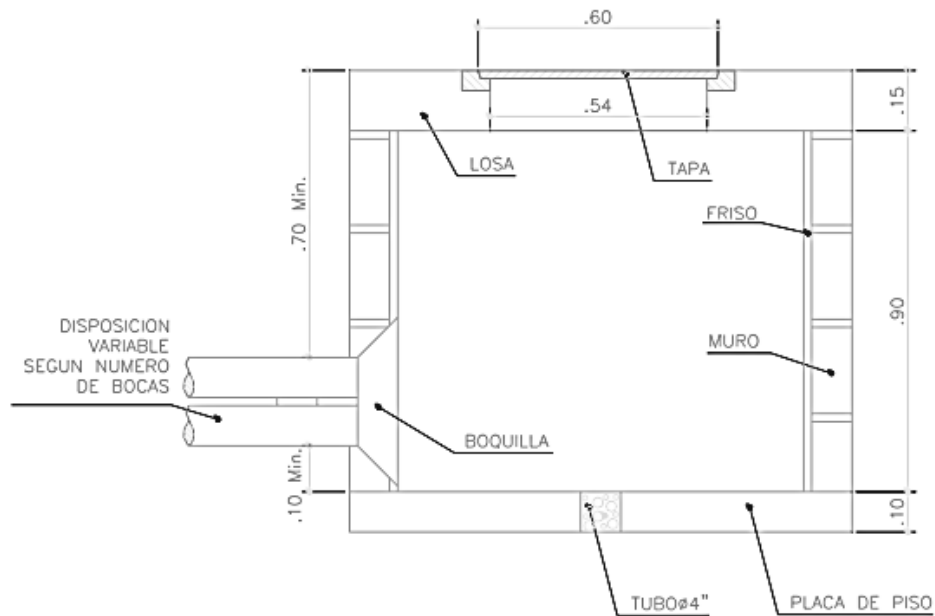
SEPARACION ENTRE DUCTOS = 0.025 M

Anexo E. Dimensiones de zanjas y acomodación de ductos

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



PLANTA INFERIOR



CORTE LONGITUDINAL

Anexo F. Estructura de cámaras telefónicas tipo F especial

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)