



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED PARA BRINDAR SERVICIOS DE INTERNET Y DATOS EN BANDA ANCHA, DIRIGIDO A CLIENTES CORPORATIVOS UBICADOS EN EL SECTOR DE LA PUNTILLA HASTA EL KILÓMETRO 5 DE LA VÍA SAMBORONDÓN, PROVINCIA DEL GUAYAS”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO/A EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Diego Armando Zamora Meregildo

Maribel Del Cisne León Viteri

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



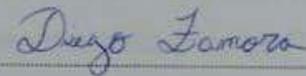
M.Sc. Edison Del Rosario C.
PROFESOR EVALUADOR



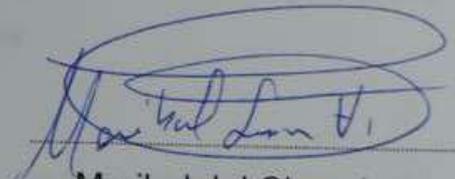
Ph.D. Germán Vargas L.
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Diego Armando Zamora
Meregildo



Maribel del Cisne León
Viteri

RESUMEN

Con el transcurrir de los años, los objetivos principales de una empresa siempre han sido y serán ser una empresa líder en el mercado, crecer y captar mayor cantidad de clientes, para así incrementar sus ventas, sus ingresos y obtener una mayor rentabilidad. El desarrollo impetuoso de las telecomunicaciones a nivel global constituye un factor primordial en el desarrollo tecnológico de las empresas y por ende del país.

El siguiente proyecto presenta el análisis y diseño de una red óptica utilizando enlaces dedicados punto a punto. Con el propósito de que una “Empresa A” la cual es un ISP (Internet Service Provider) o proveedor de servicio de internet, que brinda servicios en la ciudad de Guayaquil, pueda ampliar su cobertura; y de esta forma poder brindar servicio de internet y datos, a clientes corporativos ubicados en el sector de La Puntilla hasta el Km 5 de la vía Samborondón, provincia del Guayas.

Para el diseño de esta red, se tomaron en consideración varios parámetros; tales como el número de abonados, los servicios a brindar, escalabilidad, entre otros. Lo cual permitió tener una idea estimada de los ingresos que se obtendrían y el ancho de banda necesario para cubrir la demanda de servicios.

La zona de cobertura también fue un parámetro muy importante a considerar. Se escogió el sector de la vía Samborondón debido a que es un sector con alto movimiento comercial y con una alta cantidad de clientes corporativos, tales como centros comerciales y entidades bancarias; los cuales son el principal objetivo de la ISP considerada para este proyecto. Por tal motivo se decidió realizar el diseño de la red de distribución de clientes mediante la topología de árbol, así como del enlace de backbone de transporte entre un Nodo ubicado en el Cerro del Carmen de la ciudad de Guayaquil y un Nodo ubicado en el edificio Río Plaza ubicado en el Km 1.5 de la vía Samborondón. Para de esta forma poder dar servicio de internet y datos en banda ancha a los diferentes clientes que se encuentran en la zona delimitada en el estudio.

La cantidad de clientes considerados para este estudio en total son 98, con la posibilidad de que este número se vea incrementado a futuro.

ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN	i
DECLARACIÓN EXPRESA.....	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
CAPÍTULO 1	1
1. DEFINICIÓN GENERAL.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Situación actual de la Empresa A.....	2
1.3. Justificación de la zona seleccionada para la ampliación de cobertura	3
1.4. Descripción del proyecto	3
1.4.1. Objetivo Principal.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Alcance.....	4
1.6. Limitaciones.....	5
1.7. ARPU	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ISP.....	7
2.2. Medios de transmisión.....	7
2.2.1. Medio no guiado o inalámbrico:.....	8
2.2.2. Medios de transmisión guiados	14
2.3. Comparación de las tecnologías y selección.....	29
2.3.1. Enlace por Radio	29
2.3.2. Enlace por Fibra Óptica	29
2.3.3. Enlace por Cobre.....	30
2.4. Arquitectura de las redes de fibra óptica FTTX	31
2.4.1. Redes ópticas pasivas.....	32

2.4.2.	Decisión.....	34
2.4.3.	Arquitectura distribuida.....	35
2.5.	Elementos activos y pasivos de la red punto a punto.....	37
2.5.1.	Rack.....	37
2.5.2.	ODF (Optical Distribution Frame).....	37
2.5.3.	Patch-cord.....	38
2.5.4.	Conversor óptico-eléctrico.....	38
2.5.5.	Switch.....	39
2.5.6.	Router.....	40
2.5.7.	Banco de baterías/generador.....	40
2.5.8.	Mangas de empalme.....	41
2.6.	Instalación de fibra óptica.....	42
2.6.1.	TENDIDO AÉREO.....	42
2.6.2.	TENDIDO SOTERRADO.....	52
CAPÍTULO 3.....		56
3.	DISEÑO DE LA RED.....	56
3.1.	Determinación del área geográfica de cobertura.....	56
3.2.	Diseño del enlace de backbone.....	60
3.3.	Descripción de la trayectoria a seguir para el enlace de Backbone.....	61
3.4.	Relevamiento para el tendido.....	65
3.4.1.	Tramo bajada del cerro.....	65
3.4.2.	Tramo Cerro – Pedro Menéndez.....	66
3.4.3.	Tramo Pedro Menéndez – Puente.....	68
3.5.	Solicitud de permisos para los tendidos de cableado de telecomunicaciones en la ciudad de Guayaquil.....	69
3.5.1.	Instalación de tendido aéreo.....	69
3.5.2.	Instalación de tendido en sector regenerado.....	70
3.5.3.	Instalación de tendido en canalización del Fideicomiso Mercantil Ductos Guayaquil.....	70
3.6.	Ordenanza para el Diseño de la red de acceso.....	71

3.6.1. Disposiciones generales.....	71
3.6.2. Disposiciones transitorias	79
3.7. Topología de la red de acceso	81
CAPÍTULO 4.....	87
4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL DISEÑO	87
4.1. Tiempos de ejecución.....	87
4.2. Inversiones	88
4.2.1. Resumen de Inversión.....	90
4.3. Costos	90
4.3.1. Resumen de costos.....	92
4.4. Balance general del proyecto	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	100

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN GENERAL

1.1. Introducción

Las redes de acceso constituyen el último nivel funcional dentro de una red de telecomunicaciones, y en este se engloban los elementos necesarios para conectar la red principal del ISP con el cliente final, esta a su vez subdividirse en redes de distribución y redes de última milla.

Con el pasar de los años los estándares y tecnologías van evolucionando, para permitir que las redes puedan brindar velocidades de transmisión cada vez más altas, así como una mayor seguridad y confiabilidad en la transferencia de información para el usuario final [1].

Las ISP's son empresas dedicadas a brindar servicios que permitan a usuarios residenciales o a clientes corporativos comerciales, acceder, usar o participar en la red global que es el internet.

A diferencia de los clientes residenciales, un cliente corporativo necesita un mayor ancho de banda y una mayor confiabilidad y seguridad en sus servicios de valor agregado. Un proveedor de Internet ISP debe poder soportar el alto tráfico e importancia de la información que estos clientes generan, por lo que se requiere tener una red más dedicada, segura y de gran capacidad.

Los clientes corporativos al necesitar mayores consideraciones en la red, también representan mayores ingresos para la ISP, por lo que los precios que el cliente deba cancelar para obtener un servicio de calidad serán acorde a éstos requisitos.

La fibra óptica presenta mejores ventajas que otros medios guiados como cable coaxial o par trenzado, además de presentar ciertos beneficios que no poseen los medios inalámbricos, como se detallarán en este proyecto [2].

Uno de los principales problemas que presentan las redes de fibra óptica, es su elevado costo y dificultad para su reparación o mantenimiento, en comparación con otros medios guiados como el cobre.

En contraste a su principal problema, esta red posee alta eficiencia, debido a que entrega un ancho de banda más extenso incurriendo en una mayor velocidad de transmisión; mejorando así la calidad en los servicios de datos y de conexión a internet.

Una gran ventaja que presenta la fibra óptica es que permite alcanzar grandes distancias sin presentar mayores problemas de atenuación o degradación de la señal transmitida.

En base a la ventaja de distancia que nos brinda la fibra óptica, nos permite conectar un Nodo que la empresa A posee en el cerro del Carmen, hasta un nuevo nodo que será ubicado en el edificio Río Plaza, en el Km 1.5 de la vía Samborondón, a través de un enlace de Backbone de transporte; para luego desplegar la red de acceso con fibra óptica para poder dar servicio a los clientes dentro de la cobertura de la red, la cual será detallada dentro de este proyecto [2].

1.2. Situación actual de la Empresa A.

La empresa A es un ISP cuyo enfoque está centrado en clientes de nivel corporativo. Actualmente la empresa A, posee una red de cobertura en la ciudad de Guayaquil, pero tiene interés en ampliar su cobertura de red para poder dar servicio a clientes ubicados en el sector de La Puntilla hasta el Km 5 de la vía Samborondón, Provincia del Guayas.

La red que la empresa A dispone en la ciudad de Guayaquil cuenta con varios nodos interconectados entre sí y distribuidos estratégicamente para cubrir y dar servicio a una gran cantidad de clientes en la ciudad de Guayaquil. Entre esos nodos se encuentra un Nodo ubicado en el cerro del Carmen, el cual es el nodo más cercano hacia el sector en estudio, lo cual implica un menor uso de fibra

óptica para el enlace de backbone de transporte con el nodo en la vía Samborondón, adicionalmente permite tener línea de vista para un radio enlace punto a punto con el nodo.

Al ampliar su cobertura hacia el sector indicado, la empresa A puede crecer y captar una mayor cantidad de clientes comerciales; lo que incurriría en un mayor número de ventas e ingresos, lo que le permitiría a su vez ser una empresa de mayor rentabilidad.

1.3. Justificación de la zona seleccionada para la ampliación de cobertura

En este sector de la vía Samborondón existe una gran concentración de clientes corporativos y comerciales, incluyendo varios centros comerciales y entidades bancarias. Además de que este sector se caracteriza por su constante crecimiento con la construcción acelerada de cada vez más edificios comerciales, lo que conlleva a que varias empresas con sede en otras regiones del país se muden o coloquen sucursales en este sector.

Esta situación convierte a la vía Samborondón en un sector de alta demanda de servicios y competitiva para las empresas de telecomunicaciones, que tienen como objetivo atender a esta rama de clientes.

1.4. Descripción del proyecto

1.4.1. Objetivo Principal

Analizar y diseñar una red de acceso para poder brindar servicios de internet y datos en banda ancha, a través de enlaces de fibra óptica dedicados; dirigido a clientes corporativos en el sector de La Puntilla hasta el Km 5 de la vía Samborondón, provincia del Guayas.

Se incluye un enlace de transporte, que sea escalable y capaz de soportar todo el tráfico de información generado por los clientes.

1.4.2. Objetivos específicos

Analizar y diseñar una red de acceso, para establecer el enlace entre los clientes y el Nodo de servicio. Realizando el respectivo trazado de la trayectoria del tendido y la ubicación estratégica de las mangas de empalme para la derivación de las acometidas; de tal forma que esto incurra a maximizar la cobertura o incrementar los clientes a futuro para la Empresa A.

Analizar y diseñar un enlace de backbone con fibra óptica, desde un Nodo existente en el cerro del Carmen perteneciente a la empresa A, hasta un nuevo nodo a instalar en el edificio Río Plaza ubicado en el kilómetro 1,5 de la Vía Samborondón. Tomando en cuenta la trayectoria a seguir y el respectivo análisis si el tendido corresponde a un tramo aéreo y/o canalizado. Este enlace será capaz de soportar el tráfico masivo de información que se pueda generar proveniente de cada cliente.

1.5. Alcance

Para poder alcanzar el objetivo planteado se propone ubicar un nuevo Nodo en el sector de la Puntilla de la vía Samborondón donde exista factibilidad técnica, para luego establecer un enlace con el Nodo más cercano, en la red que actualmente dispone en la ciudad de Guayaquil.

Este proyecto plantea usar fibra óptica para el enlace de Backbone y para el diseño de la red de distribución; para que de esta manera poder contar con una red de mayor velocidad y escalabilidad para el enlace hacia el cliente y desde el Nodo hacia el resto de la red; tomando en consideración que la demanda de ancho de banda requerido por los clientes puede ampliar en el tiempo la cantidad de clientes en el sector en estudio.

La topología de red de acceso que se seleccionó para este proyecto es la de tipo árbol, la cual está compuesta por un cable principal, que luego se va ramificando a través de mangas de empalme para la distribución de las acometidas hacia los clientes, estableciendo enlaces dedicados punto a punto. La topología de tipo árbol facilita las ampliaciones en las redes mediante la ubicación estratégica de las mangas de empalme y la distribución de hilos de la fibra [3].

1.6. Limitaciones

De acuerdo a una ordenanza por parte del municipio de Samborondón; toda red de telecomunicaciones o eléctrica cuya trayectoria pase a través de la vía principal de la puntilla, debe ser de forma subterránea. Por tal motivo el diseño de la red de distribución debe ser realizado para tendido de forma soterrada [3].

La etapa de ejecución en el diseño que se expondrá en este proyecto, depende de los tiempos de autorización, por parte de entidades regulatorias y municipales. Por ejemplo: para los tramos de tendido aéreo se debe pedir permiso para uso de postes a la Unidad de negocios CNEL EP; si se requiere un tramo canalizado, se debe solicitar la debida autorización a la fundación siglo XXI en el caso de la ciudad de Guayaquil, quienes administran el tema por el uso de las cámaras y regeneración urbana. El tiempo de gestión de estos permisos es variable, lo que generaría demoras en los tiempos de ejecución de las instalaciones [4].

Se ha considerado para este proyecto como límite de cobertura de 5 Km para el Nodo. Esta delimitación de cobertura facilita la administración de la red, permitiendo tener un mayor control sobre los eventos emergentes que se puedan presentar, tales como cortes de fibra, atenuaciones o pérdidas de potencia en los enlaces. No obstante los clientes proyectados para este proyecto se encuentran concentrados en un sector de un radio de 2Km alrededor del Nodo, por lo que el diseño de la red de acceso se realizó para atender a este grupo de clientes.

1.7. ARPU

En base a los precios por servicios a ofrecer (veáse Tabla 15. Precios por ServicioTabla 15, Tabla 16, Tabla 17), y al análisis de los ingresos proyectados durante los 5 primeros años de este proyecto (véase Tabla 18, Tabla 19 y Tabla 20), se logra obtener un valor de ARPU mensual de aproximadamente \$214.75 para el servicio de datos y un valor de \$219.61 para el servicio de internet.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO.

Las telecomunicaciones son toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por cable, eléctrico u óptico y otros sistemas electromagnéticos.

2.1. ISP

Un ISP es una empresa dedicada a proveer servicios que permitan a los usuarios finales acceder usar o participar en la red global que es el internet. Esto se logra estableciendo un enlace hasta el usuario, conectándolo así a la red del ISP, la cual a su vez tiene salida a la red global [5].

2.2. Medios de transmisión

El medio de transmisión es el enlace entre un transmisor y un receptor, como se visualiza en la Figura 2.1.

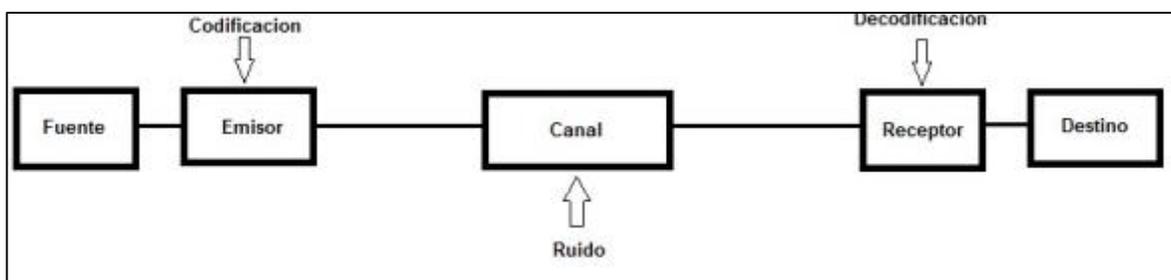


Figura 2.1. Diagrama Básico de un Medio de Transmisión

Estos enlaces se pueden establecer a través de medios guiados como el cobre y la fibra óptica; o a través de medios no guiados como lo son las redes inalámbricas [6].

Todo medio de transmisión presenta ciertos factores que impiden que la señal se propague libremente, como lo son el ruido, la interferencia, y la atenuación. Cada

tecnología de enlace tiene sus ventajas y desventajas a la hora de enfrentar estos factores, las cuales sirven para determinar la tecnología a implementar [7].

2.2.1. Medio no guiado o inalámbrico:

Es una conexión entre diferentes equipos de telecomunicaciones usando ondas electromagnéticas, lo cual podemos observar en la Figura 2.2.

Un radioenlace está conformado por un transmisor de radio (TX) que envía la señal a un receptor (RX) que se encuentra en otro extremo de la red, ambos con sus respectivas antenas [6].

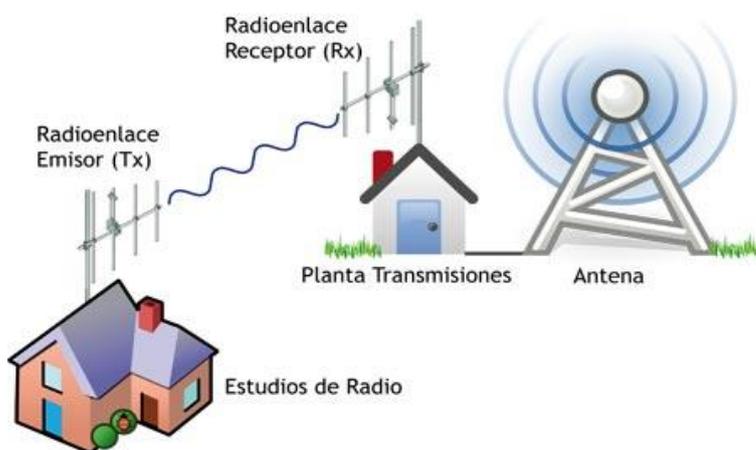


Figura 2.2: Medio no guiado

Para el uso de una determinada frecuencia del espectro radioeléctrico, los enlaces se concesionan al igual que una frecuencia de radio FM o AM. La potencia de estos equipos oscila entre los 5 y los 20 watts. Todo dependerá de la distancia entre el transmisor y el receptor [8].

Zona de Fresnel y línea de vista:

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180 grados

.Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180 grados, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360 grados, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100%, mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel [9].

En la Figura 2.3 se observa la Zona de Fresnel entre el transmisor y el receptor.

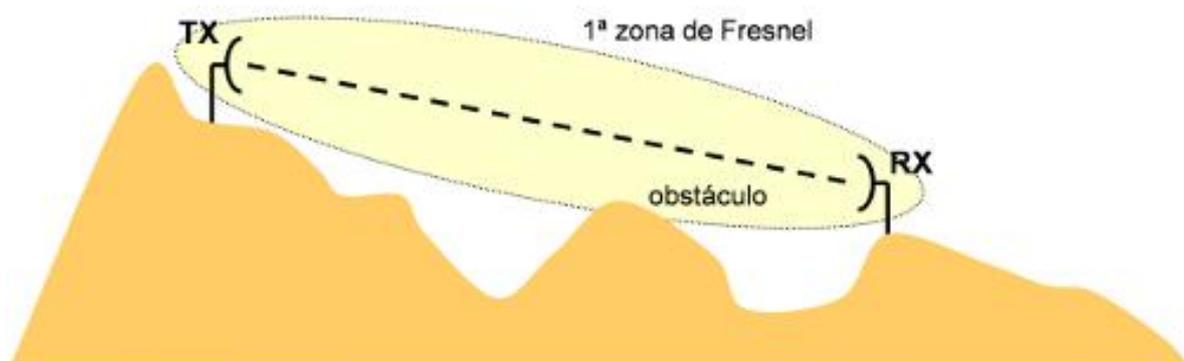


Figura 2.3: Perfil de un radio enlace [9]

RADIO-ENLACE 19-23 GHZ (BANDA SHF)

Descripción

Debido a los problemas de congestión de frecuencias en las bandas más bajas, las administraciones de algunas empresas se han visto obligadas a usar frecuencias iguales o por encima de los 18 GHz para los sistemas de radio de gran capacidad Punto a Punto.

Esta es una banda que requiere licencia por lo que una de las principales diferencias entre estas soluciones y las tradicionales basadas en Wimax o WiFi es el hecho de que cualquier instalación que haga uso de uno de estos equipos requiere la solicitud de una licencia de uso del espectro radioeléctrico.

Las longitudes de los enlaces disminuyen fuertemente con frecuencias mayores, dependen de la distribución de las intensidades de precipitación atmosféricas y de los valores de indisponibilidad tolerados para los enlaces.

Otra limitación es la distancia entre los puntos del enlace, la cual para este tipo de enlace soporta entre 2.9 a 8.1 Km, dependiendo de las estadísticas del desvanecimiento y de la ubicación particular.

La atenuación por precipitaciones es un factor muy importante para la propagación en esta banda de frecuencias, la cual se hace mayor conforme aumenta la frecuencia.

Las moléculas que se encuentran en la atmosfera absorben la energía de las ondas radioeléctricas. Si la longitud de onda llega a ser de la misma magnitud o comparable con la partícula de precipitación, la atenuación por precipitación es directamente proporcional a la distancia.

Las interrupciones causadas por la lluvia inciden por eso predominantemente en la indisponibilidad.

Una Ventaja que se presenta al transmitir en esta banda es que presentan una alta direccionalidad y un gran ancho de banda, lo que la hace ideal para transmisiones punto a punto y enlaces de Backbone.

Esta banda de frecuencia es usada generalmente en radares, microondas, LAN inalámbrica, Backhaul Celulares, comunicación satelital, entre otras [8].

Equipos

Los equipos que componen esta solución son:

IDU (IN-DOOR-UNIT): Módem que interconecta la radio con el backbone de la red. En función de las necesidades puede ofrecer interfaces Ethernet, TDM.

ODU (OUT-DOOR-UNIT): Es la unidad radio en sí. Viene definida por la frecuencia de sintonización y la sub- banda de trabajo dentro de dicha frecuencia (Hi-Lo).

Antena: El elemento que determinará la forma en la que se llevará a cabo la radiación de la potencia. Fundamental en la fase de diseño ya que el alcance, capacidad y disponibilidad del enlace dependen directamente de la correcta elección de la misma.

Acoplador: Dispositivo que permite llevar a cabo la combinación de la señal de dos radios por una sola antena. Muy empleado en despliegues que empleen XPIC (emisiones en polarización cruzada).

Cableado: En función del tipo de instalación el cableado requerido para la misma puede variar entre guías de ondas, cable coaxial, FTP de exterior o fibra óptica.

TIPO DE INSTALACIÓN

ALL INDOOR

La instalación tipo ALL INDOOR se puede apreciar en la Figura 2.4

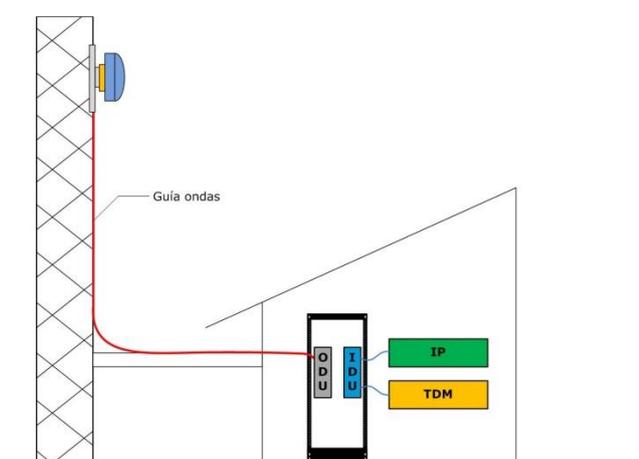


Figura 2.4: Tipo instalación radio enlace: ALL INDOOR

Se trata de instalaciones en las que toda la “inteligencia” de la red se instala en el armario ubicado en el interior de las instalaciones. Es decir IDU y ODU se instalan en el interior y tan solo la antena se instala en el exterior. Este tipo de esquemas facilitan las labores de mantenimiento ya que a pesar de que se trata de soluciones con un alto nivel de fiabilidad el principal punto de fallo se encuentra en la electrónica que en esta configuración no requiere de un perfil especializado en trabajos de altura para llevar a cabo las actuaciones.

En esta configuración el cableado entre interior y exterior es una guía de onda de las características apropiadas para cada escenario concreto que

vendrá definido por diferentes parámetros (distancia radio-antena, frecuencia de trabajo,...) [10].

ALL OUTDOOR

La instalación tipo ALL OUTDOOR se puede apreciar en la **Figura 2.5**

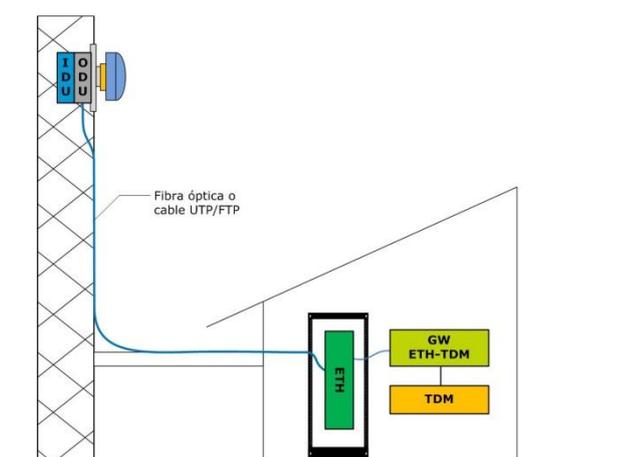


Figura 2.5: Tipo instalación radio enlace: ALL OUTDOOR

Este otro escenario de instalación contempla la instalación de todo el sistema en un armario preparado para instalaciones de exterior en el que se ubicarán IDU y ODU, quedando esta última anexa a la antena para montaje directo o montaje remoto en función de las necesidades. En este caso el cableado entre interior y exterior debe ser fibra óptica o FTP de exterior en función de las características del mismo (distancia, capacidad requerida, interfaces IDU-backbone,...). Este otro escenario es idóneo para emplazamientos donde el acceso no sea complejo (azoteas, fachadas,...) y tiene dos ventajas principales: no requiere espacio en armario de interior (en emplazamientos de terceros muchas veces dicho espacio tiene un precio muy alto) y aporta un nivel de seguridad mayor en cuanto a la posibilidad de acceso al equipamiento [10].

SPLIT MOUNT

La instalación tipo SPLIT MOUNT se puede apreciar en la **Figura 2.6**

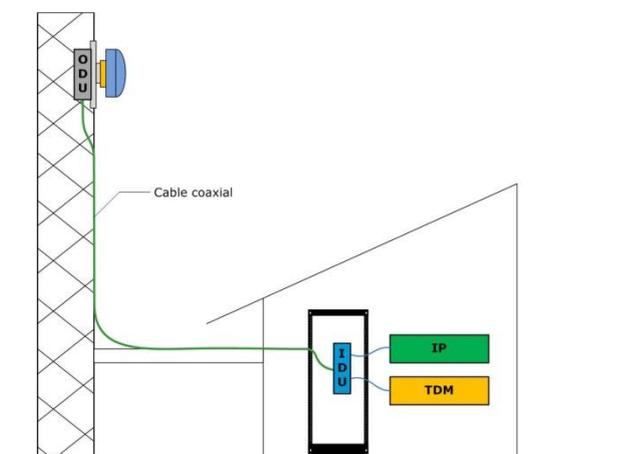


Figura 2.6: Tipo instalación radio enlace: SPLIT MOUNT

Por último el montaje Split Mount es aquel en el que la IDU (módem) queda ubicado en el armario de comunicaciones correspondiente y tanto ODU como antena quedan ubicadas en el exterior. El cableado entre IDU y ODU es un coaxial con las características que requiera cada escenario concreto en función de la distancia entre ambas y la frecuencia intermedia en la que viaja la señal. Hay que tener en cuenta que la señal entre IDU y ODU no se transporta por el cable a la frecuencia de trabajo (superior a 6 GHz) si no que lo hace a una frecuencia intermedia que suele estar en el orden de los 400 MHz con lo que las pérdidas introducidas por el cable no suelen ser delimitantes en un diseño, aunque sí deben ser tenidas en cuenta [10].

2.2.2. Medios de transmisión guiados

Los cables son el componente básico de todo sistema de comunicación no inalámbrico. Existen diferentes tipos de cables y su elección va a depender de los servicios de telecomunicaciones que se van a transportar.

CABLE MULTIPAR DE COBRE

Este cable está constituido por un aislamiento de papel o plástico presurizados, lo que les permite evitar la humedad y una menor atenuación a las altas frecuencias.

El material conductor es el cobre, y los diámetros oscilan entre 4 y 7 milímetros. Estos conductores de cobre vienen constituidos en pares de hilos trenzados envueltos en mallas metálicas que actúan como protecciones electromagnéticas y mecánicas, como se observa en la Figura 2.7 [7].

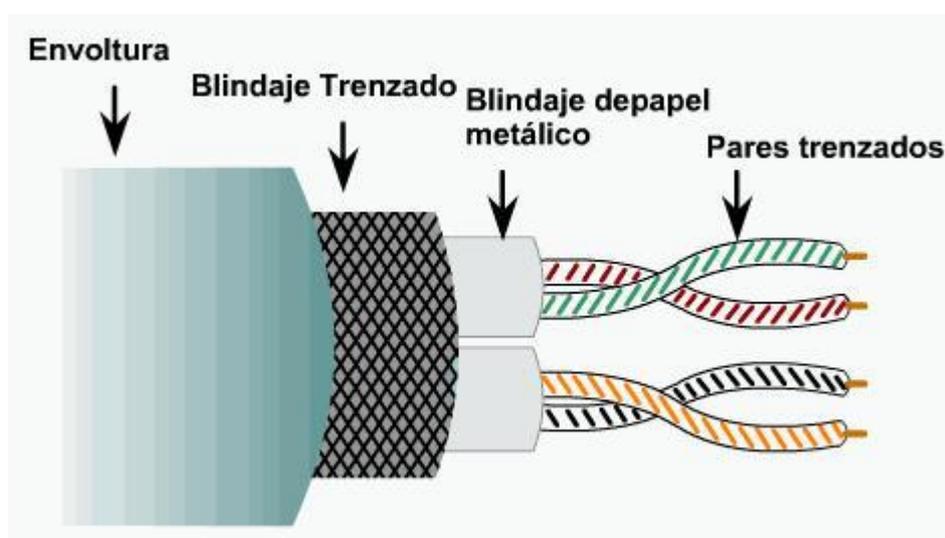


Figura 2.7: Cable Multipar de cobre

La capacidad de estos cables depende del medio por el que pasará su trayectoria, sea este aéreo o canalizado:

- Medio aéreo: 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1800
- Medio Canalizado: 10, 20, 30, 50, 70, 100

Con la finalidad de proteger las redes de descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se deben instalar sistemas de puesta a tierra en las mangas de empalme y en el interior de los Nodos.

Características de velocidad y cobertura:

El par de cobre alcanza velocidades de transmisión de hasta 1000Mbps.

La cobertura de una red de cobre es inversamente proporcional a la frecuencia de la señal transmitida. Es decir que mientras mayor sea la frecuencia de la señal transmitida, esta presentará una mayor atenuación, y viéndose así disminuida la distancia que se puede alcanzar con el enlace de cobre.

FIBRA ÓPTICA

Descripción

La fibra óptica está constituida por un filamento de vidrio de alta pureza, sumamente delgado y flexible, similar a un cabello humano, capaz de conducir rayos ópticos. Para poder utilizar la fibra óptica en forma práctica, se las protege contra esfuerzos mecánicos, humedad y otros factores que afecten a su desempeño. Para ello se les proporciona una estructura protectora, formando lo que conocemos como cable óptico. Dicha estructura de cables ópticos variará dependiendo de si el cable va a ser instalado en ductos subterráneos, enterrado directamente, suspendido en postes o sumergido en agua.

La fibra óptica utiliza la luz como medio para transmitir la información, en lugar de la electricidad como el cobre. Debido a esto la fibra óptica es un medio confiable y seguro ya que es inmune a todo tipo de interferencias electromagnéticas [11].

Ley de Snell

La fibra óptica transmite la información basándose en el principio de la ley de Snell y la refracción de la luz.

Cuando la luz se propaga de un medio con un índice de refracción n_1 , hacia un medio con un índice de refracción n_2 ; esta se ve refractada, lo

que implica un cambio de velocidad y dirección en el límite de los dos materiales [5]. Así como se puede apreciar en la Figura 2.8

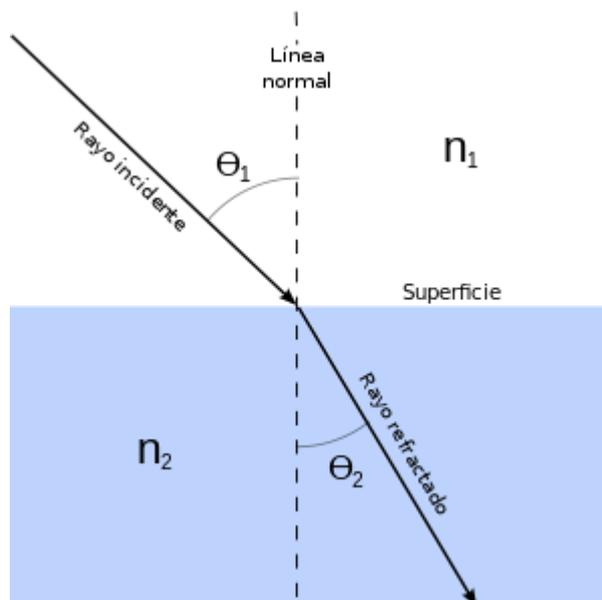


Figura 2.8: Refracción de un rayo de luz al pasar de un material a otro [5].

Angulo crítico y reflexión total interna

La reflexión total interna es el fenómeno que se produce cuando un rayo de luz atraviesa un medio de índice de refracción n_2 menor que el índice de refracción n_1 en el que éste se encuentra, se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente.

Este fenómeno solo se produce para ángulos de incidencia superiores a un cierto valor crítico, θ_c . Para ángulos mayores la luz deja de atravesar la superficie y es reflejada internamente de manera total. La reflexión interna total solamente ocurre en rayos viajando de un medio de alto índice refractivo hacia medios de menor índice de refracción.

El ángulo crítico se usa en la fibra óptica para conducir la luz a través de la fibra sin pérdidas de energía. En una fibra óptica el material interno tiene un índice de refracción más grande que el material que lo rodea. El ángulo de la incidencia de la luz es crítico para la base y su revestimiento y se produce una reflexión interna total que preserva la energía transportada por la fibra, en la Figura 2.9 se puede apreciar lo mencionado.

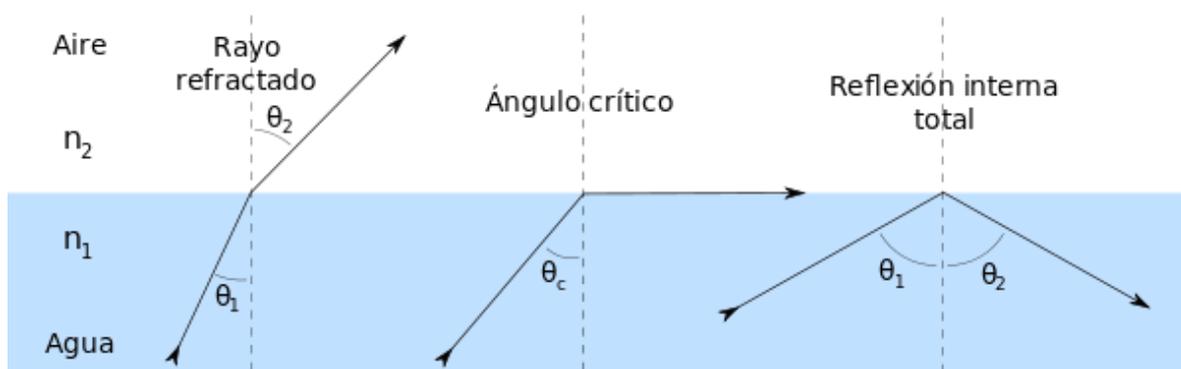


Figura 2.9. Aplicación de la Ley de Snell

Las ventanas de transmisión son 850nm, 1300nm y 1550nm.

Una de las partes principales que componen la Fibra óptica es el Núcleo.

El núcleo

Está constituida principalmente por dióxido de silicio además de ciertos elementos dopantes como el fósforo, germanio, boro y flúor, que permiten alterar el índice de refracción del núcleo.

Su diámetro depende del modo de transmisión:

Monomodo: De 8 a 10 micrómetros.

Multimodo: De 50 a 62.5 micrómetros

El recubrimiento

Capa de dióxido de silicio que recubre al núcleo y posee un diámetro de 125 micrómetros.

La interacción entre los índices de refracción del núcleo y el recubrimiento es lo que permite que ocurra una reflexión interna evitando pérdidas de energía en la fibra óptica.

El revestimiento o protección primaria

Es el componente del cable que protege al núcleo y recubrimiento, constituido principalmente de acrílico y con un diámetro que oscila entre los 245 y 440 micrómetros.

En la Figura 2.10 podemos observar algunas de las características de la fibra óptica.

Features	Benefits
ABM buffer tube made with advanced buffer material	<ul style="list-style-type: none"> > Kink resistant to reduce fiber breaks > Easy midspan fiber access even in cold climates > Enhanced hydrolytic stability for improved environmental reliability > More flexible tube for easier routing or buffer tube storage
Compatible with the Draka Buffer Tube Access Tool	> Easy fiber access without fiber breaks or coating damage
ABM buffer tube routes directly to splice trays	> Average of 15 minute time savings per splice point
Midspan compatibility	> Store up to 14 feet of buffer tube for easier splice access
HDPE jacket	> Improved cable durability
Advanced "dry" design	> Average time savings of of 15 minutes per splice point since no cleaning of compound is required when accessing the cable core or buffer tubes
12 fibers per tube construction	> Easier midspan access of fibers
Low fiber strain design	> Provides transmission



Draka Comteq optical cable products are designed for optimum performance and ease of installation, in accordance with applicable industry

Figura 2.10. Características de la Fibra Óptica

Configuraciones de fibra óptica

Básicamente existen tres configuraciones:

Fibra Monomodo de índice escalonado.

Fibra Multimodo de índice escalonado.

Fibra Multimodo de índice gradual o graduado.

La fibra óptica de índice escalonado posee un núcleo con índice de refracción uniforme. El núcleo de este tipo de fibra está recubierto por un revestimiento externo cuyo índice de refracción es uniforme, aunque menor que el núcleo.

Hay un cambio abrupto en el índice de refracción entre revestimiento y núcleo para este tipo de fibra. La fibra óptica de índice gradual o graduado no cuenta con un revestimiento.

El índice de refracción de su núcleo no es uniforme, siendo máximo en el centro y se reduce gradualmente conforme se aproxima al extremo.

Fibra Monomodo de índice escalonado:

Este tipo de fibra posee un núcleo suficientemente pequeño (normalmente entre 5 y 10 μm de diámetro) para que atraviese un solo haz de luz. El índice de refracción del núcleo de vidrio aproximadamente es de 1,5 y del revestimiento varía dependiendo del material con el que esté construido. Para longitudes de onda mayores a su longitud de onda de corte, este tipo de fibra transmite un solo modo, como se observa en la Figura 2.11.

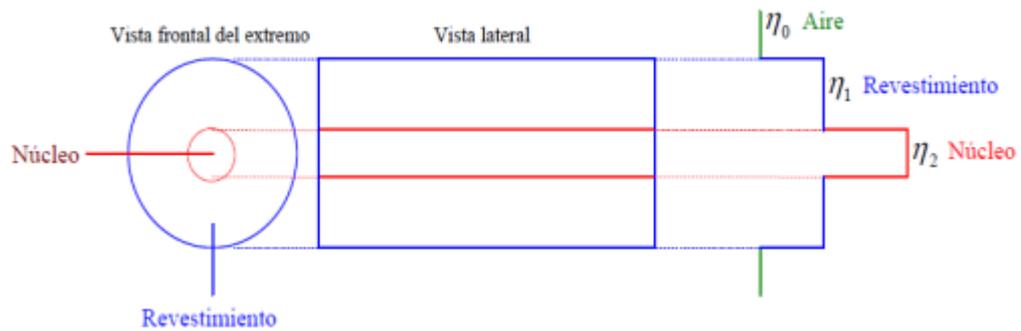


Figura 2.11: Fibra Monomodo escalonado.

Fibra Multimodo de índice escalonado:

Esta configuración es similar a la Monomodo con la diferencia que el núcleo central es más grande (típicamente entre 50 y 100 μm de diámetro aunque puede ser de mayor longitud), lo que permite que más de un haz de luz pase por dicho núcleo y que se propaguen en forma de zigzag, no todos los haces de luz tienen la misma trayectoria y en consecuencia no todos tardan lo mismo en recorrer la longitud de la fibra, según se parecía en la Figura 2.12



Figura 2.12: Fibra Multimodo escalonado [5].

Fibra Multimodo de índice gradual:

En estas fibras de índice de refracción varía, siendo máximo en el núcleo y disminuyendo hacia la orilla externa, el haz de luz se propaga por refracción, un haz pasa de una zona menos densa a otra más densa cuando el rayo viaja diagonalmente desde el exterior del núcleo hacia su centro, los haces que viajan en la zona más cercana al centro recorren menos distancia que los que viajan en la zona más externa, pero los rayos que viajan más alejados al núcleo van a mayor velocidad. El núcleo tiene entre 50 y 85 μm de diámetro aunque puede ser mayor [5].

En la Figura 2.13 se puede advertir como varía en índice de refracción del núcleo en una fibra multimodo de índice gradual.

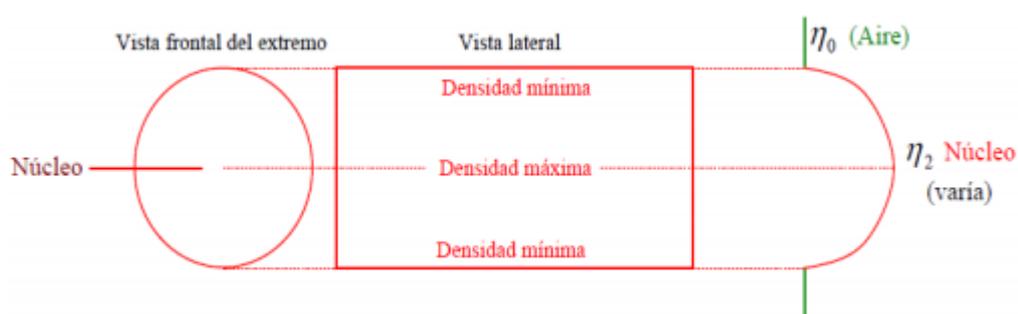


Figura 2.13: Fibra Multimodo de índice gradual [5]

Atenuación por tipo de configuración:

En la Tabla 1 se detalla la atenuación por tipo de fibra para diferentes configuraciones de fibra óptica.

Tabla 1 Atenuación por tipo de fibra

Tipo	Diámetro del núcleo (μm)	Diámetro del recubrimiento (μm)	Atenuación (dB/Km)

Monomodo	8	125	0,5 (operando en la ventana de 1310nm)
Monomodo	5	125	0,4 (operando en la ventana de 1310nm)
Multimodo de índice gradual	50	125	4 (operando en la ventana de 850nm)
Multimodo de índice gradual	100	140	5 (operando en la ventana de 850nm)
Multimodo de índice gradual	200	380	6 (operando en la ventana de 850nm)
Multimodo de índice gradual	300	440	6 (operando en la ventana de 850nm)

Estándares ITU para fibras ópticas

A continuación se procede a nombrar ciertos estándares que presenta la ITU (international telecommunication unión), para el uso de los diversos cables de Fibra óptica.

- UIT-T G 651,1
- UIT-T G 652,1

- UIT-T G 653
- UIT-T G 654
- UIT-T G 655
- UIT-T G 656
- UIT-T G 657
- UIT-T G 694,1

Clasificación de la Dispersión:

Es la variación del ancho del pulso a la salida de la fibra óptica con relación a la entrada.

Esta dispersión se clasifica en:

- Modal
- Cromática

Dispersión Modal:

También conocida como dispersión Multimodo, afecta solo a las fibras Multimodo y está causada por los diferentes caminos o modos que sigue un haz de luz en la fibra, dando como resultado que los haces luminosos recorran distancias diferentes y lleguen al otro extremo de la fibra en tiempos diferentes.

Dispersión cromática:

Esta dispersión a su vez se clasifica en:

- Dispersión cromática debido al material
- Dispersión cromática debido a la guía de onda.

Dispersión cromática debido al material:

Es una característica inherente del material, que no puede ser fácilmente cambiada sin alterar la composición del vidrio y aumentar la atenuación. Ésta ocurre porque el índice de refracción de la fibra varía con la longitud de onda de la luz en la fibra. Debido a que la fuente de luz está compuesta de un espectro con más de una longitud de onda, los rayos de luz de diferente longitud de onda viajan a diferentes velocidades, dando como resultado el ensanchamiento del pulso.

Dispersión cromática debido a la guía de onda:

Esta dispersión se debe a la anchura espectral de la fuente de luz, cuando el índice de refracción permanece constante. La razón de esto es que la geometría de la fibra causa que la constante de propagación de cada modo cambie con la longitud de onda de la luz. Ambas dispersiones dependen del rango de longitud de onda de la señal, sin embargo la dispersión puede tener diferentes símbolos, dependiendo si la velocidad de la luz en la fibra se incrementa o disminuye con la longitud de onda. De esta manera las dispersiones de guía de onda y cromática se cancelan una a otra en un punto cercano a $1,31\mu\text{m}$ en una fibra estándar. Cambiando el diseño de la interface núcleo-revestimiento se puede alterar la dispersión de guía de onda y así cancelar la dispersión cromática en otra longitud de onda.

Ancho de banda:

El ancho de banda de una FO es una medida de su capacidad de transmisión de información; éste está limitado por la dispersión total de la fibra (ensanchamiento del pulso). La dispersión limita la capacidad de transmisión de información porque los pulsos se distorsionan y se ensanchan, solapándose unos con otros y haciéndose indistinguibles para el equipo receptor [12].

Características de distancia y velocidad:

En condiciones ideales, las fibras ópticas permiten alcanzar distancias de 10 a 100 km y con una velocidad máxima de hasta 1.9 Tbps.

Buffer:

El buffer es la funda o protección secundaria que contiene uno o varios hilos de fibra óptica. Las fibras ópticas pueden ser de 1, 4, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 144, 288 hilos, los cuales están distribuidos en los buffers.

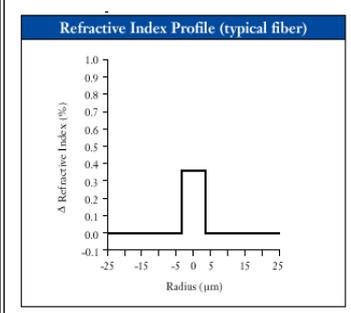
Código de colores:

Para identificar cada fibra y cada grupo de fibras contenidas en los tubos buffer se utilizan diversos códigos de colores que varían de un fabricante a otro, como se aprecia en la Figura 2.14

	1 = VERDE
	2 = ROJO
	3 = AZUL
	4 = AMARILLO
	5 = GRIS
	6 = VIOLETA
	7 = MARRON
	8 = NARANJA

Figura 2.14. Código de colores

Tabla 2. Características de la F.O a utilizarse.

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA (F.O.) A UTILIZARSE	
TIPO DE FIBRA (MONOMODO/MULTIMODO)	MONOMODO
MATERIAL DE LA FIBRA (VIDRIO/PLASTICO)	VIDRIO
DIÁMETRO DEL CAMPO MODAL (MONOMODO) - MFD: mode field diameter.	9.2 ± 0.4 μm
PERFIL DEL ÍNDICE REFRACTIVO (MONOMODO)	 <p>The graph shows the refractive index profile of a typical fiber. The y-axis is labeled 'Δ Refractive Index (%)' and ranges from -0.1 to 1.0. The x-axis is labeled 'Radius (μm)' and ranges from -25 to 25. The profile shows a central core region with a refractive index of approximately 0.35, surrounded by a cladding region with a refractive index of approximately 0.0. The core diameter is approximately 9.2 μm.</p>
ATENUACIÓN TOTAL, COEFICIENTE DE ATENUACIÓN (perdidas en la fibra) (dB/Km)	1310 nm <= 0.40 dB/Km
ATENUACIÓN POR EMPALME (pérdida por empalme) (dB)	0.1
NUMERO DE EMPALMES DEL ENLACE	4
LONGITUD DE ONDA DE OPERACIÓN	1300 nm
RECOMENDACIÓN DE LA U.I.T. QUE CUMPLE LA F.O.	ITU-T G.652
CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE F.O. A UTILIZARSE	
NUMERO DE FIBRAS QUE CONTIENE EL CABLE.	24
TIPO DEL CABLE (PARA INSTALACIÓN AÉREA, SUBTERRÁNEA, SUBMARINA, ETC)	AEREA
CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE F.O. (DEPENDE DEL FABRICANTE)	ADSS PARA TENDIDO POR POSTES

Tipos de empalme por fibra óptica:

Tabla 3. Tipos de empalme por fibra óptica

	Fusión	Mecánico	Conector
Atenuación	0,01db<asp<0,1db	<0,3db	0,2db<asp<0,5db
Re- movilidad	Permanente	Pocas Veces	Muchas Veces
Ensamblaje en campo	Adecuado	Adecuado	Uso Limitado

2.3. Comparación de las tecnologías y selección

En esta sección se procede a realizar una comparación entre las tecnologías expuestas en este capítulo, para luego determinar la tecnología a utilizar en el diseño de la red.

2.3.1. Enlace por Radio

Ventajas

Instalación en lugares de difícil acceso.

Al ser inalámbrica es inmune a riesgos de corte.

Reducción de tiempos de instalación.

Desventajas

Susceptible a interferencia originada por obstáculos y fuentes de radio.

Pérdidas por reflexión de la señal contra obstáculos.

Muy susceptible a atenuación por condiciones atmosféricas.

2.3.2. Enlace por Fibra Óptica

Ventajas

Permite grandes velocidades de transmisión debido al gran ancho de banda que soporta (aproximadamente 1.9 Tbps) [13]

Inmune a las interferencias electromagnéticas, crosstalk, o estática.

Los sistemas de fibra óptica presentan menor atenuación, por lo que se reduce el número de repetidores o amplificadores [14].

Desventajas

Requerimiento de equipos conversores (ópticos-Eléctricos)

Menor resistencia a la tensión mecánica.

Es más difícil y costosa su reparación (Fusión) en relación a otros medios guiados como el cobre [14].

2.3.3. Enlace por Cobre

Ventajas

Las conexiones de cobre normalmente son más baratas y fáciles de instalar que las de fibra óptica

La realización de empalmes en cables de cobre es una práctica más común y por lo tanto con menor costo ya que además no se requiere equipo especializado para realizarlo

Las interfaces de los equipos electrónicos tradicionales y equipos terminales tienen actualmente un costo menor a los similares de fibra óptica. Esto tiende a cambiar en la medida que la tendencia es llevar fibra óptica hasta el escritorio del usuario final.

Desventajas

Los efectos debidos a la capacitancia (inducción) tienen gran influencia en la eficiencia de los cables de cobre que se someten a transmisión de frecuencias muy altas. Esto limita dramáticamente el Ancho de Banda

Los cables de cobre tienen gran afectación debido a la diafonía, el ruido inducido entre los cables y por otras fuentes de emisión de radiaciones electromagnéticas. De igual manera se requiere realizar pruebas de desempeño que contemplen la interferencia entre las mismas señales que son portadas por los diferentes cables que forman un conjunto.

Las conexiones de cables de cobre usualmente tienen pérdidas que se reflejan en 10 veces las de la fibra óptica.

En base a las características descritas en cada tecnología se puede concluir que la tecnología que presenta mayores ventajas para establecer los enlaces de acceso y de backbone es la fibra óptica. Debido a su gran ancho de banda, inmunidad ante las interferencias electromagnéticas, no depende de las condiciones atmosféricas para la atenuación de la señal; hacen a la fibra óptica la mejor opción frente a los enlaces de radio y cobre.

2.4. Arquitectura de las redes de fibra óptica FTTX

El acrónimo FTTx es conocido ampliamente como Fiber-to-the-x, donde x puede denotar distintos destinos. Los más importantes son:

- FTTH (home)
- FTTB (building)
- FTTN (node)

En FTTH, o fibra hasta el hogar, la fibra llega hasta la casa u oficina del abonado. En cambio, en FTTB, la fibra termina antes, típicamente en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados [15].

En FTTN la fibra termina más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, típicamente en las inmediaciones del barrio. La elección de una arquitectura u otra dependerá fundamentalmente del coste unitario por usuario final y del tipo de servicios que quiera ofrecer el operador. En resumen de topologías de FTTx se muestran en la Figura 2.15.

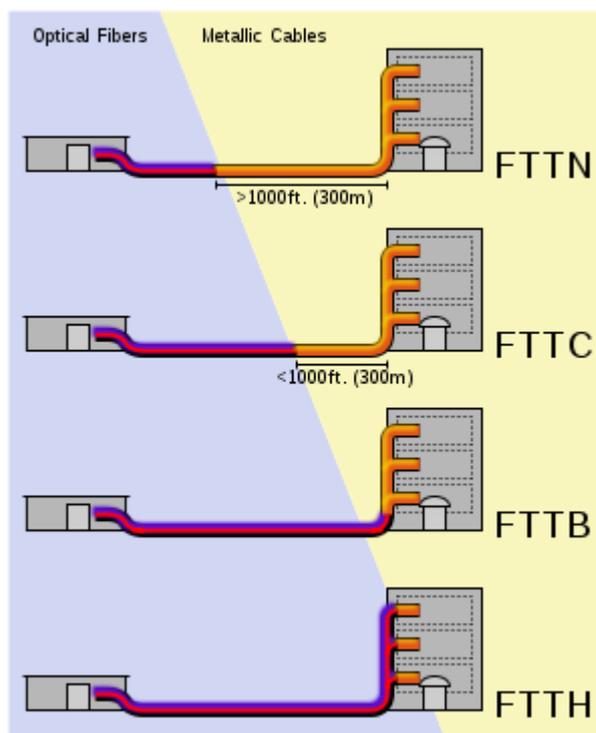


Figura 2.15. Diferentes arquitecturas FTTx [5]

Como anteriormente se mencionó FTTH propone la utilización de fibra óptica directamente hasta el cliente, permite la transmisión de información a altas velocidades aprovechando las ventajas de la fibra óptica y los sistemas de distribución ópticos. Este tipo de arquitectura se está implementando cada vez más en la actualidad [15].

Cómo el diseño está enfocado para atender a clientes corporativos, las características que presentan las redes FTTH la hacen la tecnología propicia para satisfacer las necesidades de la red.

2.4.1. Redes ópticas pasivas

Las redes ópticas pasivas presentan una arquitectura en donde se eliminan todos los componentes activos, entre el Nodo y el cliente.

Este tipo de arquitectura es utilizada tanto en redes punto a multipunto.

Una estructura de este tipo puede dar servicio típicamente a un número de usuarios de 8, 16, 32 o 64 por cada fibra que sale de la central, usuarios situados a una distancia de hasta 20 km de la central. Aunque existen varias tecnologías que utilizan este tipo de infraestructura, la que ofrece más probabilidades de despliegue por sus prestaciones actualmente es la llamada GPON, Gigabit Passive Optical Network [16].

La fibra es aquí por tanto un medio compartido, no asociable a un único usuario, excepto en el último tramo (desde el usuario hasta el divisor óptico). Existen dos canales

Por el canal descendente los datos salen desde cada nodo y se dirigen a la unidad óptica terminal del usuario correspondiente.

Por el canal ascendente, la unidad óptica terminal del usuario envía la información al nodo.

Para que no se produzcan interferencias entre ambos canales (al utilizarse una única fibra para llegar a cada cliente) se utilizan técnicas WDM (Wavelength Division Multiplexing) que permiten el uso de longitudes de onda diferentes sobre la misma fibra. [13]

Redes Punto a Punto (Active Ethernet)

Son redes basadas en el Standard IEEE 802.ah, estas redes Ethernet proveen de ancho de banda simétrico con velocidades superiores a 1Gbps por puerto sobre una única fibra utilizando para ello dos longitudes de onda multiplexadas y diferenciadas sobre cada fibra óptica. De ésta manera con cada longitud de onda tenemos dos slots de transmisión, un slot se utiliza como canal de transmisión y otra para el canal de recepción.

Esto nos permite una transmisión de datos Full-Dúplex mediante una conexión punto a punto con un ancho de banda dedicado al usuario [17].

Las redes punto a punto, al dedicar un puerto para cada enlace dedicado hacia los clientes, se necesita de un switch por lo menos por cada 48 suscriptores, lo cual aumenta el costo del equipamiento de planta interna, en comparación con las redes pasivas. [18].

En la Figura 2.16 podemos observar un esquema de modelo FTTH.

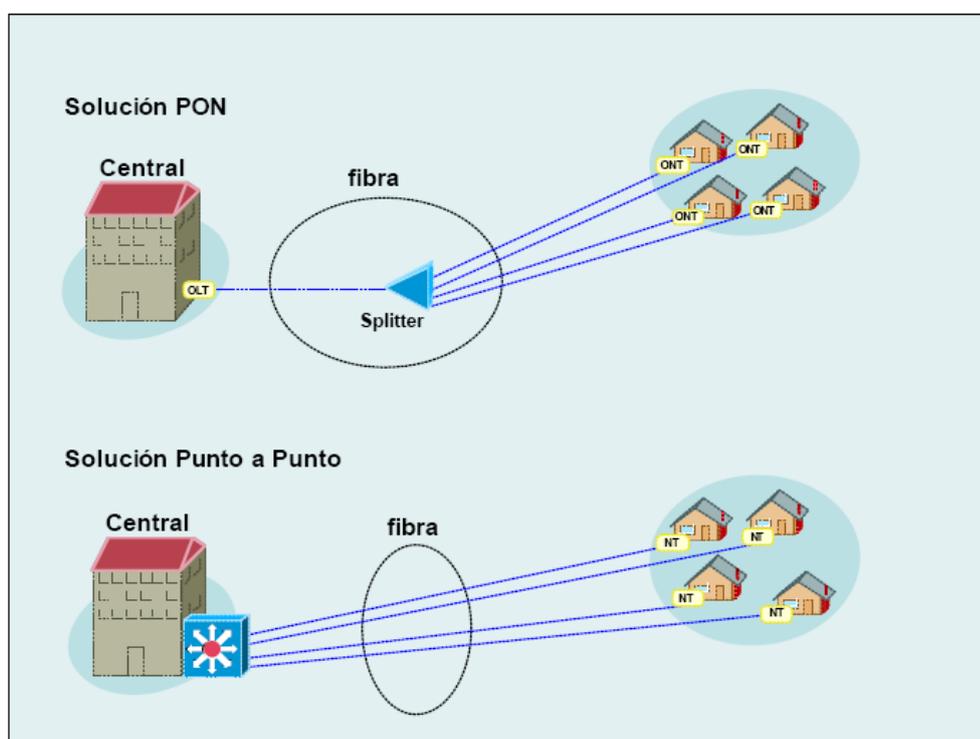


Figura 2.16: Redes Punto a Multipunto vs Punto a Punto [15]

2.4.2. Decisión

Si bien es cierto las arquitecturas punto a multipunto como la GPON permiten dar servicio a varios clientes con un solo hilo de fibra, reduciendo así la cantidad de fibra y por ende el costo de la red; esta ventaja se ve

mejor aprovechada en clientes masivos como los residenciales, los cuales no requieren demasiado ancho de banda.

No obstante en nuestro proyecto estamos enfocados en clientes corporativos los cuales requieren un mejor soporte para aplicaciones IP de voz, datos y multimedia; para lo cual se necesita de grandes volúmenes de ancho de banda simétrico. Por tal motivo se determinó usar la arquitectura punto a punto ya que proporciona una mayor flexibilidad sobre los servicios que proyectamos ofrecer y sus características se acoplan mejor a nuestros objetivos planteados.

2.4.3. Arquitectura distribuida

A continuación, en la Figura 2.17 observamos ejemplo de la distribución de Fibra.

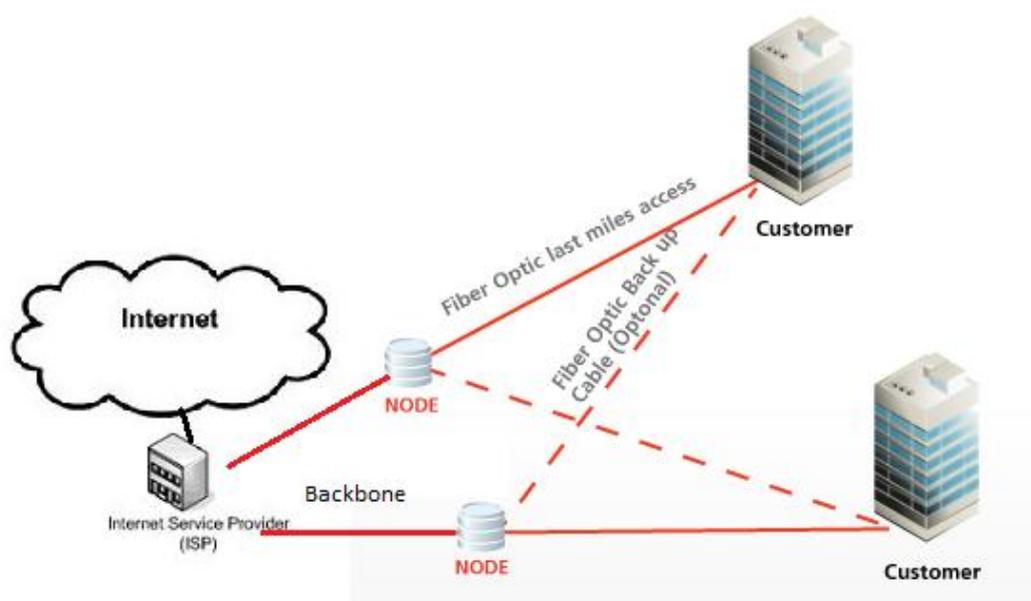


Figura 2.17 Distribución de Fibra

Este tipo de arquitectura se denomina “arquitectura distribuida”, es decir los elementos se distribuirán lo más cerca del cliente final minimizando los gastos de fibra óptica. Sin embargo el principal objetivo de la arquitectura

distribuida no es minimizar los gastos de fibra, sino diseñar una red que sea fácilmente escalable a futuro, aprovechando los recursos del diseño inicial. Ello permitirá que con la menor inversión posible, a futuro se pueda aumentar las zonas de cobertura en caso de crecimiento urbano de la localidad. Se recomienda distinguir tres ramales, con las siguientes características en la distribución de la fibra óptica [19].

La red de acceso se refiere a la fracción de la red que comunica a los clientes o usuarios finales con el Nodo de distribución que les da servicio. Esta red es la cara del ISP hacia el usuario final, por lo que debe asegurar que los datos del cliente lleguen hacia el Nodo de distribución sin inconvenientes.

El Nodo es el punto de intersección, conexión o unión de toda la red de acceso desplegada. En esta parte de la red se concentra todo el tráfico generado por los clientes, para luego ser enrutados hacia su destino fuera del nodo, hacia la red del ISP.

El concepto de Backbone corresponde a la porción de red que comprende los enlaces intermedios entre el núcleo y las subredes en los bordes. El Backbone de transporte o troncal es la parte de la red que sirve para comunicar un nodo al extremo de la red con el resto de la red del ISP. Este enlace es el encargado de soportar todo el tráfico generado por los clientes del ISP y garantizar que los datos lleguen sin ningún problema desde el Nodo de distribución hacia el resto de la red del ISP [20].

2.5. Elementos activos y pasivos de la red punto a punto

A continuación se describen los elementos activos y pasivos principales de la red punto a punto [21].

Planta interna dentro del nodo

2.5.1. Rack

Un rack es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sean compatibles con equipamiento de distintos fabricantes. También son llamados bastidores, cabinas, gabinetes o armarios. En la Figura 2.18 se puede apreciar modelo de Rack



Figura 2.18. Rack

2.5.2. ODF (Optical Distribution Frame)

Es un distribuidor de fibras ópticas que facilita la centralización, interconexión y derivaciones de cables de fibra óptica en un rack. Ejemplo de lo mencionado se puede apreciar en la Figura 2.19



Figura 2.19. ODF

2.5.3. Patch-cord

Como se observa en la Figura 2.20, el patch-cord es un cable de fibra óptica que permite conectar un dispositivo con otro. Por ejemplo conectar un puerto del patch panel del ODF con un switch.



Figura 2.20. Patch-cord

2.5.4. Conversor óptico-eléctrico

Es un dispositivo que permite convertir la señal de luz que llega a través de la fibra óptica en una señal eléctrica, como se aprecia en la Figura 2.21.



Figura 2.21. Conversor óptico eléctrico

2.5.5. Switch

Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI (Open System Interconnection). Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC (Media Access Control) de destino de las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada ésta. Ejemplo de modelo de switch se observa en la Figura 2.22.

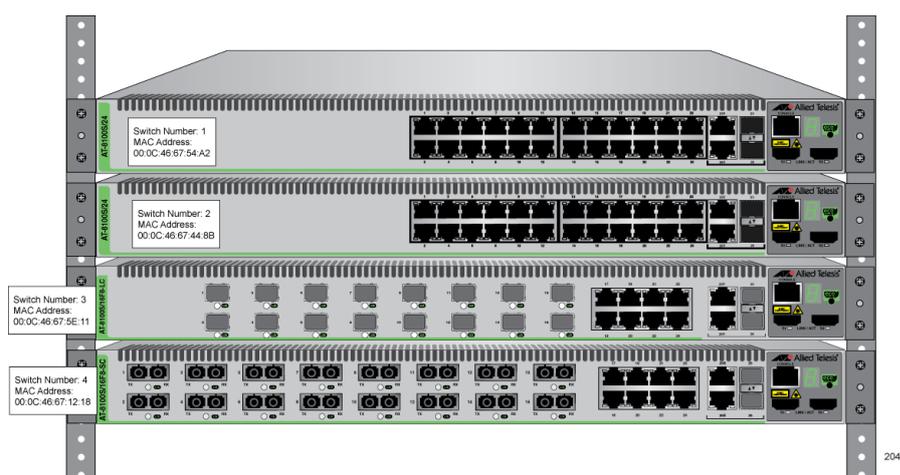


Figura 2.22. Switch

2.5.6. Router

Es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Estos dispositivos permiten dar soluciones de encaminamiento o enrutamiento de los paquetes de datos, o rutas con otras redes, permitiendo escoger la mejor ruta en una solución de conectividad. Modelo de router se muestra en la Figura 2.23 a continuación:



Figura 2.23. Router

La información de datasheet de Cisco 3600 Series Multifunction Platform (Cisco 3620, 3640, 3620-DC, 3640-DC, 36XXRPS) [22], del router a usar para este proyecto.

2.5.7. Banco de baterías/generador

Suministros de energía auxiliares que permiten mantener en funcionamiento los componentes dentro del Nodo, ante un corte del suministro de energía eléctrica local. En la Figura 2.24 se puede apreciar Banco de Batería.



Figura 2.24. Banco de Baterías/generador

Planta externa fuera del Nodo

Además de la fibra óptica en la planta externa encontramos:

2.5.8. Mangas de empalme

Estos accesorios son contruidos a base de materiales que protegen a la fibra óptica de las radiaciones UV, el sellado de las mangas es muy importante ya que debe ser duradero y mantener su hermeticidad.

Dentro de las mangas de empalme se realizan las fusiones de fibra óptica, permitiendo distribuir los hilos de fibra hacia el destino correspondiente; ya sea para acometer al cliente, o hacia una nueva manga de distribución.

Un ejemplo de mangas de empalme en la Figura 2.25 se puede apreciar.



Figura 2.25. Mangas de Empalme

2.6. Instalación de fibra óptica

Se puede ampliar la información sobre los tendidos de los manuales de instalación de las operadoras de telecomunicaciones en la siguiente referencia: Elaboración de un manual de procedimientos para la presentación de proyectos de Redes de Fibra Óptica [22] [11].

2.6.1. TENDIDO AÉREO

Consideraciones

Para realizar un despliegue de fibra óptica se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Tendido Aéreo por postes de distribución de energía eléctrica o de otra operadora.
- Topología tipo árbol para accesos finales.
- El cable de Fibra Óptica recomendado para tendidos aéreos, por la norma ITU-T G652 (D), es el cable de tipo ADSS (Totalmente Auto soportado y Dieléctrico)
- Los cables se instalarán entre los 4 y 5 metros desde el piso (dependerá de la saturación de cada poste)

- Se ubicarán a 50 cm de las líneas eléctricas de mediana y baja tensión.
- Para los casos de postes propietarios se instalarán los cables a 80 cm del final del poste.
- Para los casos de cable de fibra óptica se dejarán reservas cada 500 m en el poste en forma de anillos de 30-40 mm de diámetro debidamente sujetos y ordenados con amarras plásticas con resistencia de filtro UV.

Procedimiento

Se sugiere el siguiente procedimiento para la instalación de la Fibra óptica:

- a. Asegurarse de que se guardan todas las precauciones de seguridad.
- b. Instalar el fijador con la tensión de comba adecuada y asegurarse de que se lleva a tierra adecuadamente.
- c. Preparar el equipamiento. Instalar el cable de guía y el fijador al fiador. El cable guía debería mantenerse 4 pies por delante del fijador con una barra rígida.
- d. Asegurarse de que la curvatura de canalón del cable guía es suave y mayor que el radio mínimo de instalación del cable. También se podría utilizar una polea de radio adecuado.
- e. Elevar el cable hasta el cable guía y hasta el fijador. Mantener la bobina del cable al menos 15m (50 pies) separada del fijador. Asegurarse de que el cable no se curva más pronunciadamente que su radio e curvatura mínimo.
- f. Instalar el fijador y asegurarlo al fiador con una abrazadera.
- g. Para mantener temporalmente el cable sobre el fiador, atar el cable al fiador en la abrazadera.

- h. Ajustar el fijador para una operación adecuada.
- i. Fijar un cabo de tiro al fijador. Debería tirarse del cabo de tiro el fijador a mano.
- j. Comenzar la operación de fijar a mano tirando del fijador a una velocidad constante y conduciendo el vehículo que lleva el carrete de tal manera que este a 50 pies del fijador.
- k. Siempre y cuando se alcance un poste debería detenerse el tendido. Se desconectan el fijador y la guía y se mueven al otro lado del poste. El hilo del fijador se termina con una abrazadera y se forma con el cable un lazo de expansión (si se requiere).
- l. Una vez que se han situado el fijador y la guía en el otro lado del poste y se ha completado el lazo de expansión se continúa con la operación del fijador.
- m. Instalar donde se requieran etiquetas de aviso de cable de fibra óptica.

Extracción de cable al punto medio

- a. Ubique el punto medio de extracción.
- b. Usando el método de enrollado retractable/fijo, extraiga el cable desde el punto medio hasta el final en una dirección.
- c. Prepare el cable restante según un diseño en 8.

Ejemplo se observa en la Figura 2.26.



Figura 2.26. Extracción de cable al punto medio

Desenrollado de carrete

- a. Instale dos conos de tráfico a 10 -15 pasos de separación.
- b. Desenrolle el cable desde la parte superior del carrete y entrelácelo holgadamente alrededor de los conos siguiendo un diseño en 8.
- c. Quite los conos.
- d. Prepare el extremo del cable en su mano para extraerlo en la otra dirección.
- e. Cuando reanude la extracción, el cable se desenrollará de la parte de arriba de la forma de 8.

Ejemplo se observa de desenrollado en la Figura 2.27

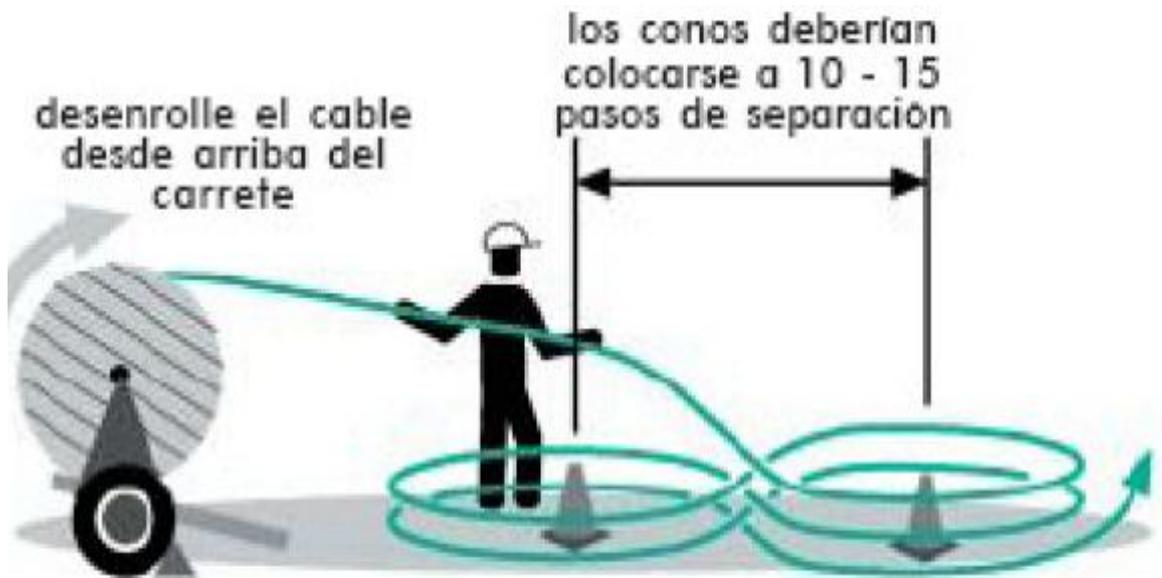


Figura 2.27. Desenrollado de carrete

Método de enrollado retractable/fijo Guía de instalación.

- La guía de instalación debería colocarse en el primer poste de la ruta del cable o acoplarse al alambre en el primer poste.
- La ubicación de la guía de cables debería mantener el cable apartado para que no roce el carrete ni el poste.
- Se puede usar un bloque de esquina de 45° o 90° como guía de instalación.

Método de enrollado se puede apreciar en la Figura 2.28



Figura 2.28. Método de enrollado retractable

Método de enrollado retractable/fijo Instalación del remolque

- El remolque debería colocarse en línea con el alambre y a doble distancia de la guía de instalación al piso desde la guía. Esto impedirá que el cable roce el poste (o carrete) o que se acople a la guía.
- El cable debería desenrollarse desde la parte superior del carrete del cable.
- El desenrollo del cable desde el carrete debería originar una fuerza descendente en el enganche del remolque.
- Calce las ruedas del remolque. Ajuste los frenos según sea necesario.

- e. Coloque barreras y conos protectores según necesite para proteger a los peatones.

Instalación con desplazamiento de carretes o bobinas

El método de instalación con desplazamiento de bobinas o carretes puede requerir menos mano de obra y ahorrar tiempo durante el tendido y atado de hilos de cables.

- a. El cable se acopla al alambre y se desenrolla de un carrete alejándose de él. El cable se ata a medida que se tira.
- b. Las reservas del cable se forman durante el atado de hilos de cables.
- c. Asegúrese que todos los cables de soporte de poste en las esquinas y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable.

Instalación con desplazamiento de carrete:

- a. Coloque la guía de instalación al frente del atador de cables y acóplela al atador con un empujador de bloques.
- b. Acople la línea de extracción a la guía de instalación o atador de cables.
- c. Enhebre el cable a través de la guía de instalación y colóquelo en el atador de cables.

Ejemplo de Instalación con desplazamiento de carrete se puede observar en la Figura 2.29.

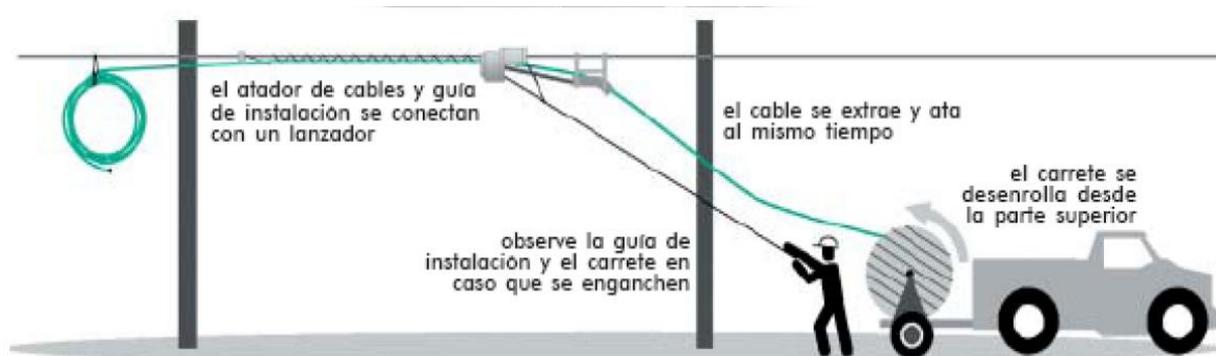


Figura 2.29. Instalación con desplazamiento de carrete

EMPALME DE FIBRAS

Preparación de la fibra

- a. Mida y marque el cable en las terminales de los puntos de entrada propuestos con dos envolturas de cinta vinílica.
- b. Con una cuchilla, **CON CUIDADO** haga un corte de anillo a través de la chaqueta. En un cable dieléctrico, el hilo de aramida será la única protección para los tubos protectores. Preste extrema atención para no cortar ni pellizcar el/los tubo(s) protectores.
- c. Libere la cuerda al estriar cuidadosamente la chaqueta en alrededor 6 pulgadas (15 cm).
- d. Envuelva la cuerda alrededor del eje del destornillador y envuélvala. Usando un destornillador como manija, tire de la cuerda.
- e. Remueva la chaqueta con cuidado. Corte el exceso de la cuerda con las tijeras.
- f. Recorte el hilo de aramida, dejando 12 a 16 pulgadas (30 -40 cm) en cada punta. Este hilo se usará para asegurar el cable dentro de la caja de empalme. En los cables de tubo central, las partes con resistencia de acero se pueden usar para asegurar el cable.

- g. Remueva los tubos de relleno y córtelos (no tienen fibras).
- h. Recorte la pieza central y amarre el cable a la caja. La pieza central y el hilo de aramida se usarán para asegurar el cable en la manga.

RECORTE EL TUBO PROTECTOR

- a. Use un cortador de tubo protector para estriar el tubo protector en intervalos de 12 a 16 pulgadas (30 a 40 cm).
- b. Flexione el tubo protector hacia atrás y adelante hasta que encaje y de inmediato deslice el tubo para sacarlo de las fibras.
- c. Las instrucciones para la caja de empalme le indicarán cuánto avanzar para remover los tubos protectores.

REMOCIÓN DE CAPA PROTECTORA DE FIBRA

- a. La capa protectora según el estándar es de 250 μ m.
- b. No trate de remover más de 2 pulgadas (5 cm) a la vez.
- c. Después de remover una fibra, deberá limpiar el cable con alcohol isopropilo en una proporción del 96% y con un paño sin pelusas para remover el residuo de la capa.
- d. Mantenga el manejo de fibras desnudas a un nivel mínimo.
- e. Después de la limpieza, estríe y empalme la fibra tan pronto como sea posible para reducir el contacto de la misma con los contaminantes ambientales.

CORTE DE FIBRAS

- a. Estríe el extremo de la fibra usando un cortador de fibras de buena calidad.

- b. El corte debería ser parejo (sin rebordes) y estar dentro del 1° de perpendicular.
- c. Trate de dejar muy poca fibra desnuda o sin revestimiento (no más de ½". [1,25 cm]).
- d. Los cortadores de fibra manuales (conocidos como cortadores planos) no se recomiendan para cortes de precisión.

EMPALMADOR DE FUSIÓN

- Una fuente térmica de fusión (arco eléctrico).
- Abrazaderas de ranura en V para sostener las fibras.
- Una manera de distribuir las fibras para su óptimo empalme
- Una manera de visualizar las fibras (microscopio, pantalla de visualización) para poder colocarlas con precisión.
- LID (Inyección y Detección Local) y/o PAS (Sistema de Alineación de Perfiles) para ayudar con la alineación de fibras.

Se puede apreciar en la Figura 2.30 ejemplo de fusionadora.

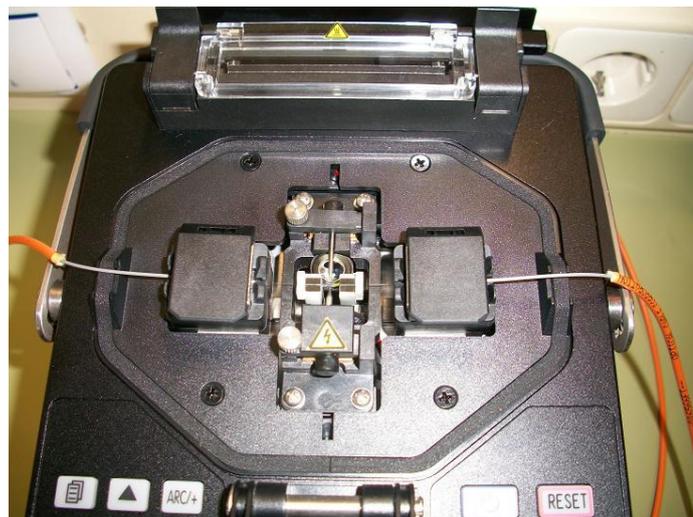


Figura 2.30. Fusionadora

2.6.2. TENDIDO SOTERRADO

Canalización

Conformada por ductos hechos de cemento o PVC, para unir los pozos y las cámaras.

Cámaras / Pozos.

Construidas de manera subterránea permiten el despliegue de las redes primarias y secundarias, utilizadas para soportar las mangas de empalmes y facilitar su mantenimiento.

Procedimiento de la instalación:

- a. Asegurarse de guardar las precauciones de seguridad (identificación de arquetas, presencia de gases, combustibles, cables de energía, etc.).
- b. Preparación, inspección e identificación de los conductos a utilizar (lubricado, dimensionado, etc.).
- c. Preparar cable guía de tracción, de ser preciso.

Se puede observar ejemplo de Tendido Soterrado en la Figura 2.31

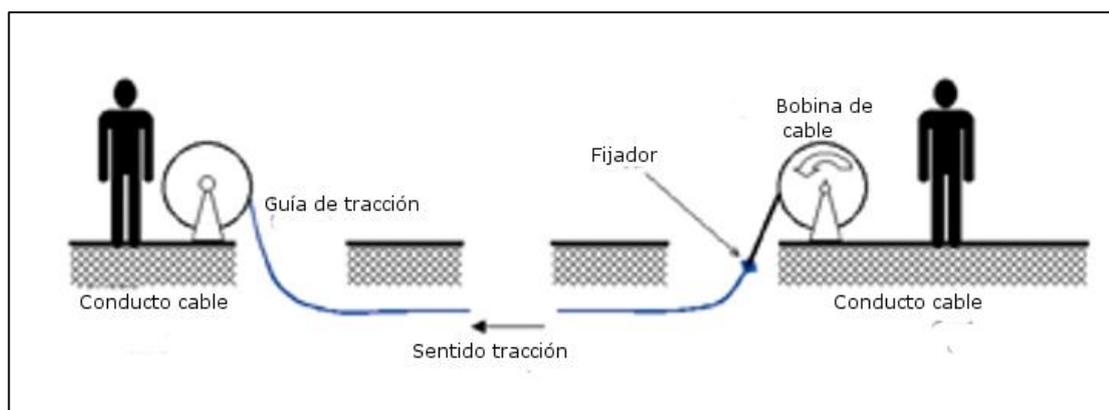


Figura 2.31 Tendido de Fibra óptica Soterrada

- d. Instalar cable guía.
- e. Respetar los radios de curvatura apropiados.
- f. Colocar la bobina de cable en los soportes adecuados para facilitar el desencarretado.
- g. Colocar las poleas y rodillos necesarios para facilitar el arrastre del cable a través de los conductos y arquetas del trayecto.
- h. Instalar fijador y asegurar el fiador (abrazadera de fijación).
- i. Atar el cable al fiador en la abrazadera de manera temporal.
- j. Ajustar el fijador para una adecuada operación.
- k. Iniciar la operación de estirar a mano sin brusquedad y mantener la velocidad de estirado y lubricar el cable si es necesario.
- l. En cada arqueta se verificará el guiado del cable y se realizará la reserva de cable, si esta es precisa (sobre todo en arquetas de cambio de dirección).

En la Figura 2.32 se puede observar ejemplo de ubicación de reserva en cámara subterránea.

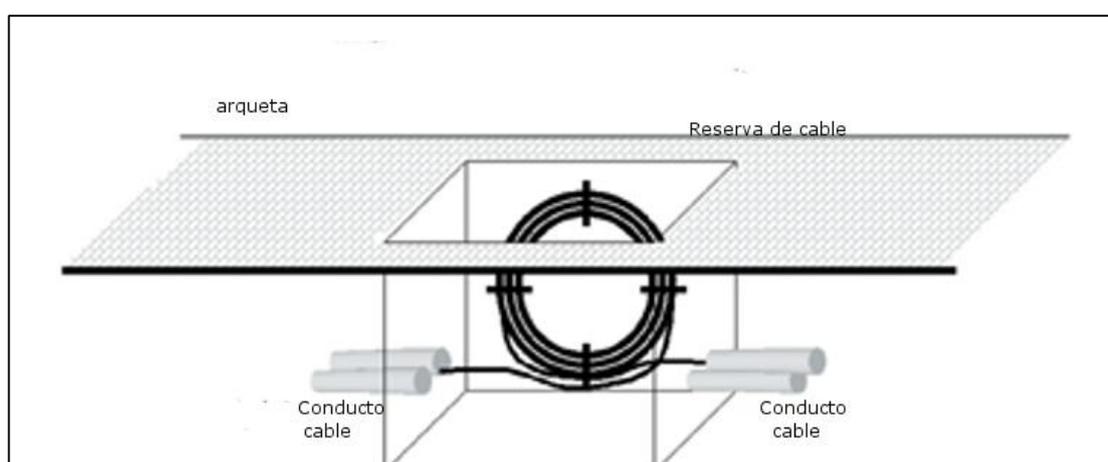


Figura 2.32 Ubicación de Reserva en cámara subterránea

- m. Continuar el tendido procurando que los extremos de los cables de cada trayecto, coincidan en una arqueta para su posterior mecanización mediante empalmes. Prever la longitud necesaria para la realización de los empalmes fuera de la arqueta.
- n. Identificar en las arquetas de empalme los extremos de cada cable con etiquetas de identificación de cable óptico.

Ejemplo de paso de fibra por ducto de canalización en la Figura 2.33

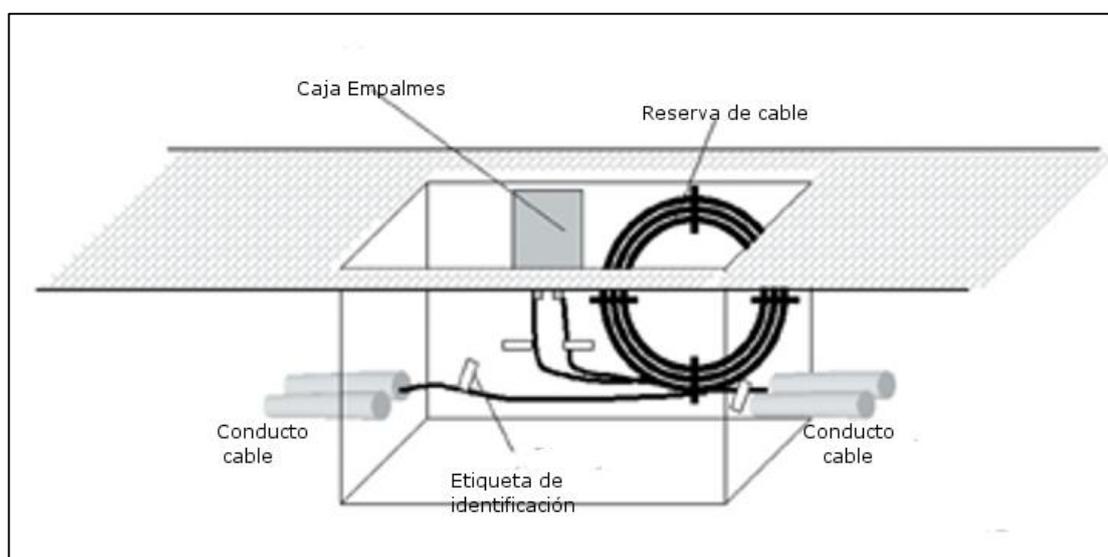


Figura 2.33 Paso de fibra por ducto de canalización

- o. Asegurarse de que durante el tendido (siempre que sea posible mediante tracción manual) se mantiene una holgura de desencarretado de 3 o 4 metros para evitar excesiva fuerza de tracción y rozaduras en el cable.
- p. Terminado el trayecto deberá realizarse una verificación del tendido del cable óptico mediante un OTDR con el fin de comprobar que no haya sufrido daño alguno el cable (roturas, radios de curvatura excesivos, etc).
- q. Acondicionar el cable y cerrar cada una de las arquetas del trayecto correspondiente (grapeado del cable, identificación de reservas, sellado de conductos, etc).

En este capítulo el autor deberá presentar la solución encontrada o propuesta de mejora al problema planteado en la introducción.

En esta parte se debe incluir detalles de la metodología empleada para resolver el problema. Se sugiere ser conciso y no copiar y pegar de fuentes bibliográficas, basta un resumen de las mismas y una explicación acerca de por qué es apropiado incluir dicha metodología en su proyecto.

Se recomienda si el espacio y el tipo de proyecto lo ameritan incluir detalles de implementación de la solución al problema.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA RED

3.1. Determinación del área geográfica de cobertura

El diseño de la red tiene como objetivo brindar servicios a clientes corporativos ubicados en el sector de La Puntilla hasta el kilómetro 5 de la vía Samborondón, provincia del Guayas, como se observa en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Área de cobertura

La competencia en el sector es un factor importante a considerar a la hora de seleccionar el sector de cobertura. En este sector existen otras operadoras de telecomunicaciones que brindan servicios a los clientes del sector; operadoras como Telconet, TV Cable, Claro y Movistar.

En la cobertura de nuestra red, se presentan 98 clientes potenciales distribuidos entre centros comerciales, edificios, e infraestructura propia de cada cliente.

A continuación se realiza una breve descripción de estos clientes, bajo la consideración de que existen clientes con más de una sucursal en el sector, como es el caso de los bancos y sus cajeros; estos clientes serán mencionados una sola vez. En el caso de los centros comerciales y edificios corporativos, se consideró un promedio de 5 a 6 clientes.

Centros Educativos

Unidad Educativa Espíritu Santo
 Colegio Naciones Unidas
 Unidad Educativa Nuevo Mundo

Cientes corporativos

Servigroup
 Construcciones JCL
 Pinto
 Supralive
 Giasmanicorp
 Medicalplus
 Corpelsa
 Diximant S.A.
 Fybeca
 IPAC
 Pharmacy's

Centros de asistencia médica

Hospital Clínica Kennedy

Entidades Bancarias

Banco Bolivariano
 Banco Internacional
 Banco del Pacífico
 Banco Pichincha

Edificios corporativos

Business Center
 SBC Office Center
 XIMA

Centros Comerciales

La Piazza
 Bocca
 Riocentro
 Las Terrazas
 Plaza Samborondón
 Village Plaza
 La Torre

La ubicación de los clientes se puede apreciar en la Figura 3.2.



Figura 3.2 Ubicación clientes

La Tabla de coordenadas de clientes (

Tabla 24. Coordenadas de los clientes]

3.2. Diseño del enlace de backbone

En base a la premisa de clientes potenciales planteada en el punto anterior, y basándonos en los servicios a ofrecer considerados en nuestra red; el ancho de banda troncal tendría un valor mínimo de 830 Mbps.

Tabla 4 Ancho de Banda para Internet

Ancho de banda para internet			
Planes	Número de Puertos	Kbps por unidad	Kbps Total
Plan 512 Kbps	0	512	0
Plan 1 Mbps	3	1024	3,072
Plan 2 Mbps	48	2048	98,304
Plan 10 Mbps	10	10240	102,400
Plan 20 Mbps	8	20480	163,840
Plan 30 Mbps	3	30720	92,160
Plan 50 Mbps	3	51200	153,600
Plan 100 Mbps (ISP's)	1	102400	102,400
Total			715,776

Tabla 5 Ancho de Banda para Datos

Ancho de banda para Datos			
Planes	Número de Puertos	Kbps por unidad	Kbps Total
Plan 512 Kbps	0	512	0
Plan 1 Mbps	21	1024	21,504
Plan 2 Mbps	15	2048	30,720
Plan 10 Mbps	8	10240	81,920
Total			134,144

En enlace de Backbone se establece a través del tendido de 8400 metros de fibra óptica de 36 hilos entre el nodo perteneciente al ISP en el cerro del Carmen, hasta el nuevo nodo a instalar en el edificio Río Plaza ubicado en el Km 1.5 de la vía a Samborondón.

Ruta Celeste: Trayectoria por canalización perteneciente al Municipio de Guayaquil.

El recorrido continúa de manera aérea bajando el Cerro hasta llegar a la calle Pedro Menéndez. El tendido continúa por los postes de la calle Pedro Menéndez hasta llegar al puente de la Unidad Nacional. Esta parte de trayectoria se puede apreciar en la Figura 3.4.

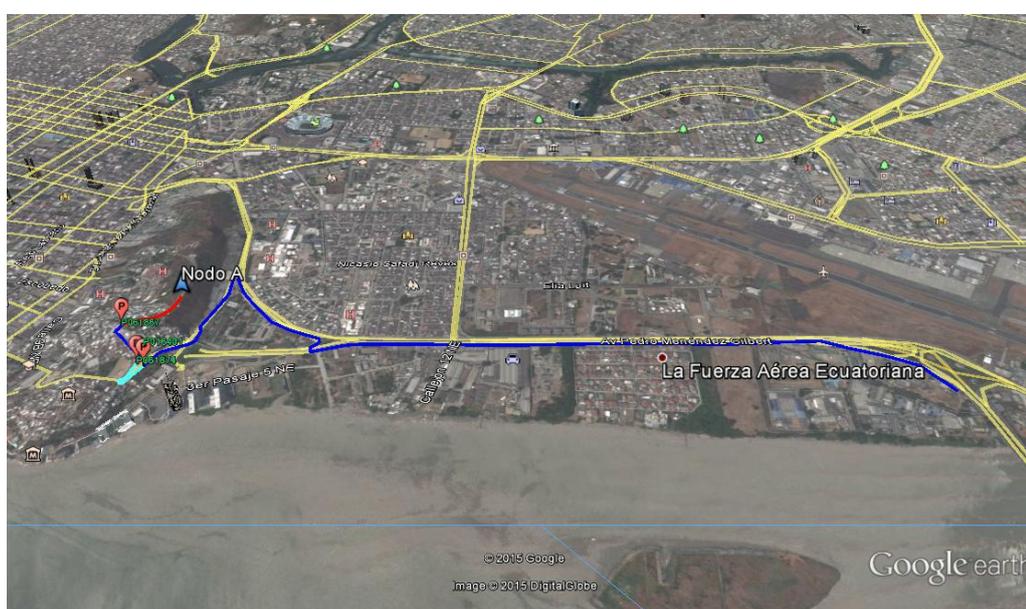


Figura 3.4 Trayectoria enlace de Backbone parte #2

Simbología

Ruta Azul: Trayectoria aérea por postes de la Unidad de Negocios Guayaquil CNEL EP.

Para cruzar el puente de la Unidad Nacional se debe realizar a través de tubería rígida adosada al puente. La tubería de telecomunicaciones presente actualmente en el puente es de propiedad exclusiva de cada operadora que lleva su red cruzando el puente, como es el caso de las operadoras Telconet y Claro. Ante lo anterior expuesto para cruzar el puente con nuestro tendido es necesario

alquilar la tubería de una de las mencionadas operadoras o bien instalar una tubería rígida propia.

La tubería de las operadoras desemboca en la canalización de la Vía principal de Samborondón, perteneciente al Fideicomiso Mercantil Ductos Samborondón; el tendido de nuestro enlace de Backbone continúa su recorrido hasta ingresar al Nodo en el edificio Río Plaza de forma canalizada.

Esta parte de trayectoria se puede apreciar en la Figura 3.5.

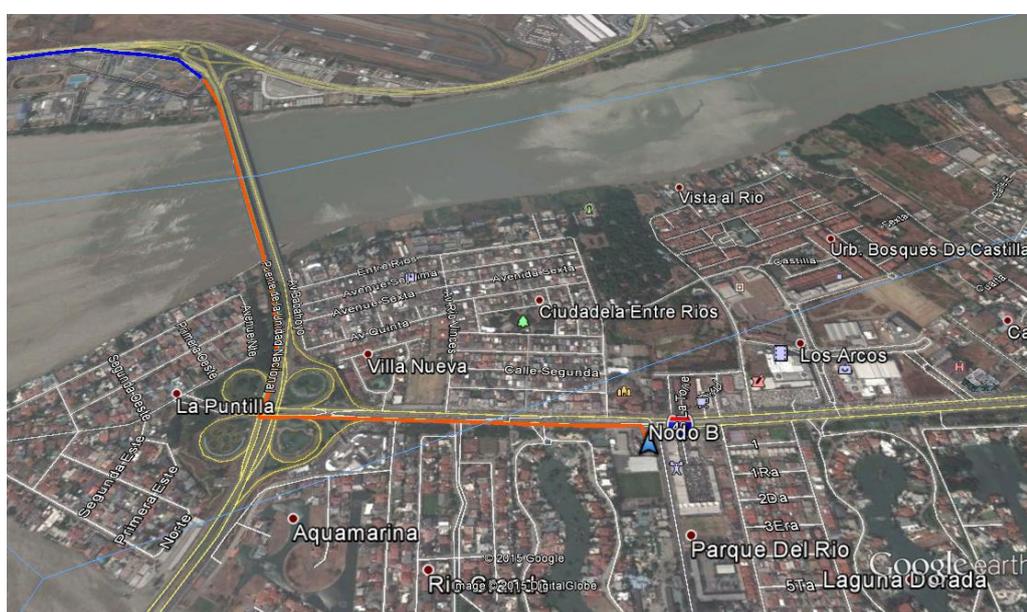


Figura 3.5 Trayectoria enlace de Backbone parte #3

Simbología

Ruta Naranja: Trayectoria por tubería rígida adosada al puente y por canalización perteneciente al Fideicomiso Mercantil Ductos Samborondón.

La trayectoria total entre el nodo A al nodo B se muestra en la Figura 3.6.

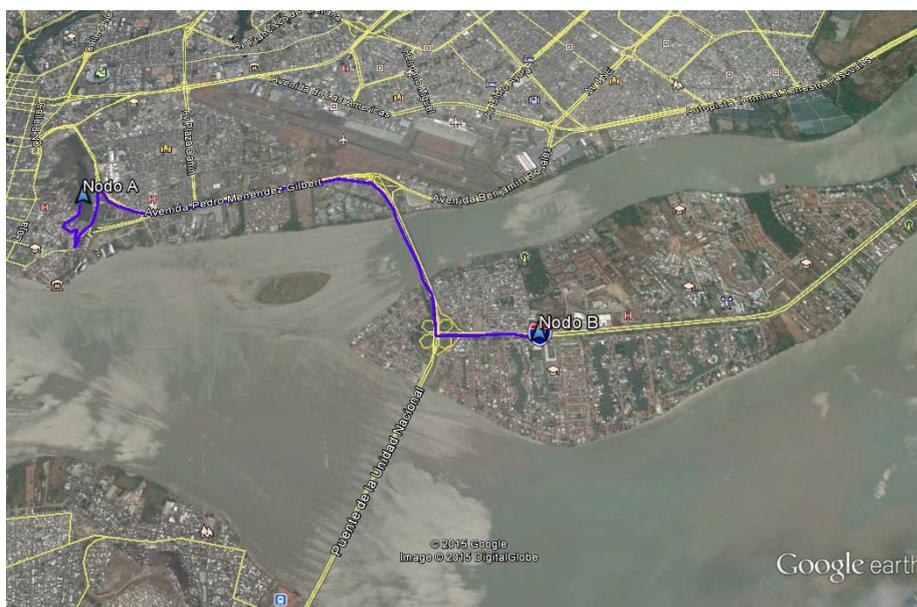


Figura 3.6 Trayectoria enlace de Backbone del Nodo A al Nodo B

3.4. Relevamiento para el tendido

3.4.1. Tramo bajada del cerro

En la Figura 3.7 se detalla el tramo de bajada del Cerro del Carmen.

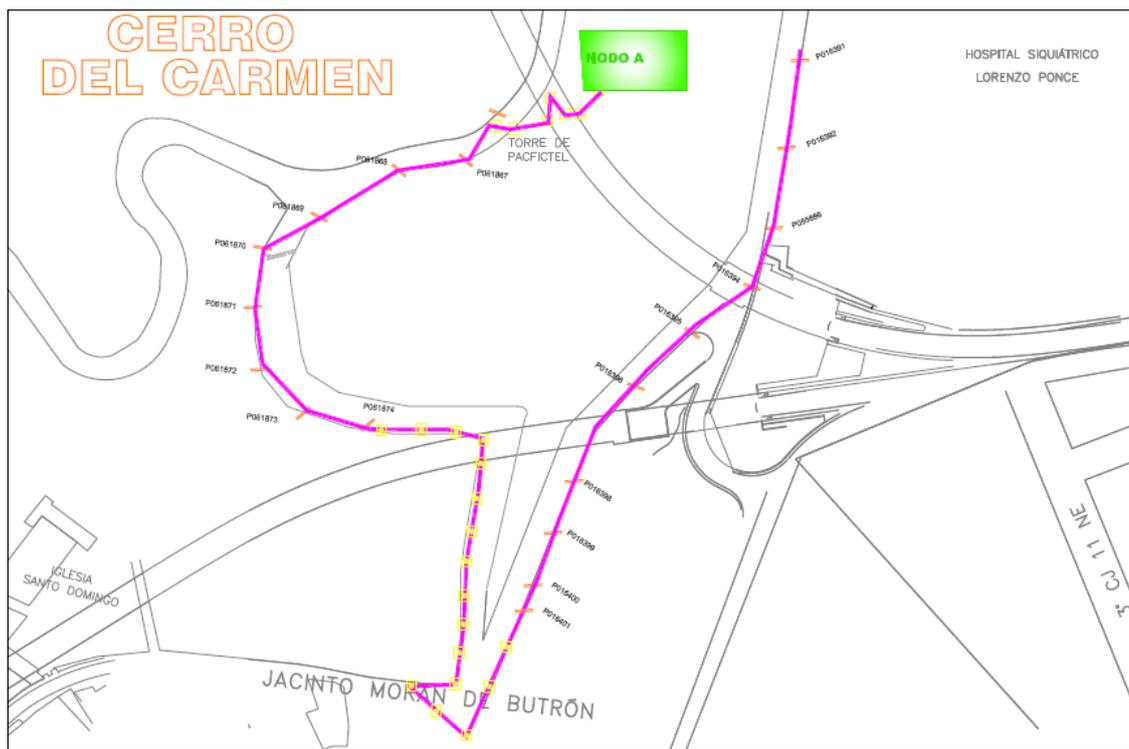


Figura 3.7 Tramo de bajada Cerro del Carmen

Tabla de coordenadas

Tabla 6 Coordenadas de los Postes Cerro del Carmen

P016342	2°10'43.19"S	79°52'58.32"O
P016341	2°10'43.08"S	79°52'57.42"O
P016340	2°10'43.01"S	79°52'56.63"O
P016386	2°10'42.95"S	79°52'56.01"O
P016387	2°10'42.82"S	79°52'54.52"O
P016388	2°10'42.80"S	79°52'53.27"O
P016389	2°10'42.94"S	79°52'51.42"O
P016390	2°10'43.29"S	79°52'49.58"O
P016391	2°10'43.51"S	79°52'48.17"O
P016392	2°10'43.75"S	79°52'46.76"O
P055886	2°10'43.46"S	79°52'46.22"O
P016394	2°10'43.66"S	79°52'44.86"O
P016395	2°10'43.94"S	79°52'44.02"O
P016396	2°10'44.91"S	79°52'43.49"O
P016398	2°10'46.63"S	79°52'41.89"O
P016399	2°10'46.88"S	79°52'41.43"O

P016400	2°10'47.28"S	79°52'40.47"O
P016401	2°10'47.62"S	79°52'39.72"O
P061874	2°10'48.47"S	79°52'40.02"O
P061873	2°10'48.28"S	79°52'43.15"O
P061872	2°10'48.88"S	79°52'41.91"O
P061871	2°10'49.36"S	79°52'41.63"O
P061870	2°10'51.00"S	79°52'43.15"O
P061869	2°10'52.21"S	79°52'44.08"O
P061868	2°10'52.26"S	79°52'44.58"O
P061867	2°10'51.95"S	79°52'45.15"O

3.4.2. Tramo Cerro – Pedro Menéndez

En la Figura 3.8 se detalla el tramo de postes en la Pedro Menéndez.

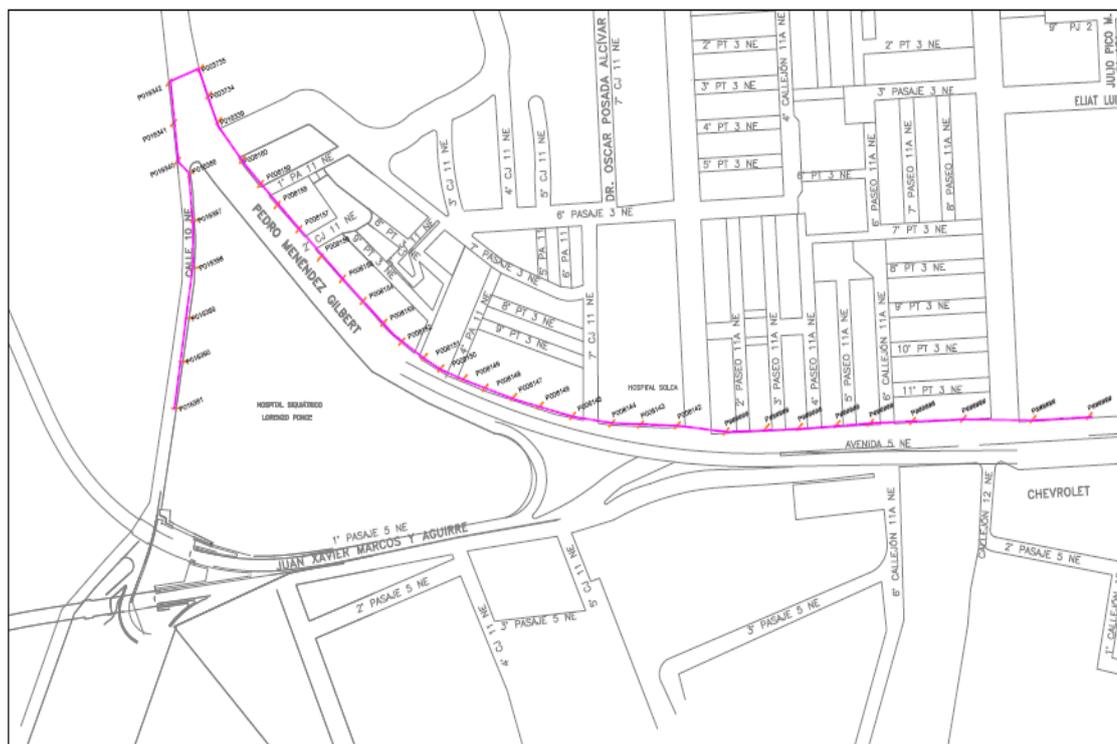


Figura 3.8 Tramo Pedro Menéndez

Tabla 7 Coordenadas Postes Pedro Menéndez

P003735	6.242.456.854	97.591.620.272
P003734	6.242.777.838	97.591.774.440
P016339	6.242.868.188	97.592.006.496

P008160	6.243.197.433	97.592.203.488
P008159	6.243.303.718	97.592.293.682
P008158	6.243.580.508	97.592.549.865
P008157	6.243.828.364	97.592.778.807
P008156	6.244.086.382	97.593.017.629
P008155	6.244.357.950	97.593.271.413
P008154	6.244.575.883	97.593.482.005
P008153	6.244.812.098	97.593.741.834
P008152	6.245.017.958	97.594.007.075
P008151	6.245.189.550	97.594.283.939
P008150	6.245.350.879	97.594.557.763
P008149	6.245.512.605	97.594.947.024
P008148	6.245.606.637	97.595.178.197
P008147	6.245.709.694	97.595.451.810
P008146	6.245.782.596	97.595.666.174
P008145	6.245.832.189	97.595.923.159
P008144	6.245.864.276	97.596.310.061
P008143	6.245.867.200	97.596.630.214
P008142	6.245.834.817	97.596.944.920
P#####	6.245.748.193	97.597.362.158
P#####	6.245.727.135	97.597.867.076
P#####	6.245.716.774	97.598.171.689
P#####	6.245.699.681	97.598.467.717
P#####	6.245.690.118	97.598.703.585
P#####	6.245.678.933	97.598.948.759
P#####	6.245.658.847	97.599.295.103
P#####	6.245.641.893	97.599.616.859
P#####	6.245.541.822	97.600.932.921

3.4.3. Tramo Pedro Menéndez – Puente

En la Figura 3.9 se detalla el tramo de Pedro Menéndez hasta el Puente de la Unidad Nacional.

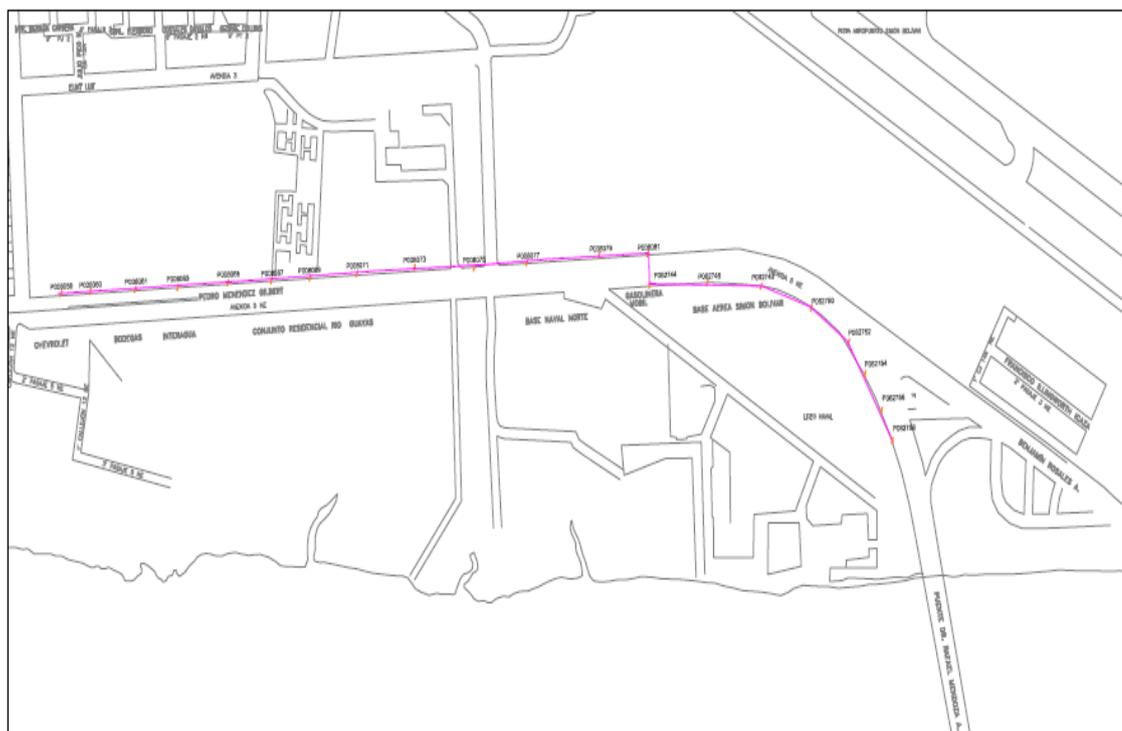


Figura 3.9 Tramo Pedro Menéndez - Puente

Tabla 8 Coordenadas Postes Pedro Menéndez - Puente

P008059	6.245.562.939	97.605.310.152
P008060	6.245.528.820	97.605.740.058
P008061	6.245.511.450	97.606.114.753
P008063	6.245.435.395	97.607.029.487
P008065	6.245.398.089	97.607.703.838
P008067	6.245.345.621	97.608.503.609
P008069	6.245.273.414	97.609.449.292
P008071	6.245.257.133	97.610.218.773
P008073	6.245.193.126	97.611.080.368
P008075	6.245.148.043	97.611.796.694
P008077	6.245.104.072	97.612.505.229
P008079	6.245.057.180	97.613.217.798

P008081	6.245.033.668	97.613.884.086
P062744	6.245.263.733	97.614.020.888
P062746	6.245.286.616	97.614.555.174
P062748	6.245.332.808	97.615.114.585
P062750	6.245.458.574	97.615.679.610
P062752	6.245.766.609	97.616.231.003
P062754	6.246.237.342	97.616.772.491
P062756	6.246.733.314	97.617.158.001
P062758	6.247.280.137	97.617.434.237

3.5. Solicitud de permisos para los tendidos de cableado de telecomunicaciones en la ciudad de Guayaquil

Para poder realizar tendidos de cable en la ciudad de Guayaquil, se debe solicitar la debida autorización a las diferentes entidades que poseen o regulan la infraestructura necesaria para los tendidos, ya sea esta canalización para el tendido soterrado o postes para el tendido aéreo.

3.5.1. Instalación de tendido aéreo

El permiso para tendido aéreo debe ser dirigido a la Unidad de Negocios Guayaquil CNEL EP, incluyendo la siguiente documentación:

Oficio en Word, en el que se describe la actividad a realizar, así como la trayectoria a intervenir, fecha y hora de la actividad.

Oficio en Excel, en el que se detallan la cantidad de postes a utilizar, incluyendo su respectiva ubicación georeferenciada. A su vez incluye el personal encargado de realizar la actividad.

Plano en Autocad de la trayectoria respectiva.

Plano en formato PDF de la trayectoria respectiva.

Esta documentación debe ser enviada mediante los siguientes medios:

Vía correo electrónico.

Oficio en Word impreso, acompañado de los otros documentos en formato digital en un cd, enviados a la matriz de la Unidad de Negocios Guayaquil.

Una vez que se reciba la respuesta afirmativa por parte de la Empresa Eléctrica, se procede a realizar la actividad programada.

3.5.2. Instalación de tendido en sector regenerado

El permiso de instalación en sector regenerado debe estar dirigido al gerente de ARTIEXPOR S.A.; la cual es la empresa encargada de la fiscalización municipal para tendidos en ductería municipal.

La solicitud consiste en un oficio en el cual se indica la naturaleza de la actividad (instalación, desinstalación, mantenimiento), la dirección correspondiente de la trayectoria (acompañada del plano respectivo), el metraje total de la instalación y el personal a cargo de la actividad.

Esta información debe ser entregada vía correo electrónico, solicitando la asignación de un fiscalizador para la fecha y hora plateadas en el oficio para la ejecución de la actividad.

En el caso de las instalaciones ARTIEXPOR S.A. envía la solicitud de la Fundación Siglo XXI, la cual es la encargada de autorizar el tendido.

Una vez que se reciba la respuesta afirmativa por parte de ARTIEXPOR S.A., se procede a realizar la actividad programada, en compañía de un fiscalizador asignado por ARTIEXPOR S.A.

3.5.3. Instalación de tendido en canalización del Fideicomiso Mercantil Ductos Guayaquil

Previo al tendido del cable se debe alquilar un ducto al Fideicomiso, esto es si la empresa no pertenece al Fideicomiso. Una vez obtenida la autorización para utilizar el ducto y se estableció el precio a pagar por el alquiler, se procede a seguir los siguientes lineamientos:

El permiso de instalación en canalización del fideicomiso debe dirigirse al gerente de proyectos del fideicomiso, con copia al presidente del fideicomiso.

La solicitud consiste en un oficio en donde se describe la actividad a realizar, se especifica la dirección y la trayectoria a intervenir (incluyendo el plano de la trayectoria y la tubería específica asignada a la operadora), fecha de la actividad y el personal encargado.

Esta información debe ser enviada vía correo electrónico.

Una vez que se reciba la aprobación por parte del fideicomiso, se procede a realizar la actividad programada.

3.6. Ordenanza para el Diseño de la red de acceso

Para poder realizar el diseño de la red de acceso, en el sector que se tiene como objetivo, se debe tener presente lo estipulado en la ordenanza para regular y controlar el tendido y despliegue de redes y de infraestructuras para la prestación de servicios domiciliarios en el espacio público del cantón Samborondón, en vigencia desde el mes de Abril del 2011. A continuación se describen los puntos importantes para el diseño de nuestra red de acceso. Para revisar la ordenanza completa referirse al enlace [3] de la bibliografía.

3.6.1. Disposiciones generales

Artículo 1.- Objeto.- Esta Ordenanza tiene por objeto regular, controlar y sancionar el uso o explotación del espacio público municipal para el despliegue o construcción de infraestructura y tendido de redes alámbricas y de gas para la prestación de servicios domiciliarios, comerciales o industriales.

Artículo 2.- Ámbito.- Las normas y disposiciones contenidas en la presente Ordenanza se aplicarán, sin excepción alguna, a todos los prestadores o proveedores de servicios públicos o privados que empleen, exploten o aprovechen el espacio público municipal dentro del cantón Samborondón para la prestación de sus servicios a través de redes alámbricas áreas o soterradas y de redes de gas.

Artículo 3.- Acto Administrativo de Autorización.- La Licencia para el Uso del Espacio Público, es el acto administrativo emitido por la Dirección Municipal de Obras Públicas a través del cual el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Samborondón habilita a su titular la utilización, aprovechamiento y explotación del espacio público municipal para el tendido, despliegue, instalación o construcción de redes alámbricas y uso de infraestructura que esté destinada a la provisión de servicios domiciliarios en el cantón.

DE LA OBTENCIÓN DE LA LICENCIA PARA EL USO DE ESPACIO PÚBLICO MUNICIPAL PARA LA INSTALACIÓN, TENDIDO O CONSTRUCCIÓN DE REDES E INFRAESTRUCTURA PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DOMICILIARIOS.

Artículo 6.- De los Sujetos Obligados.- Todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas, privadas o mixtas que requieran el despliegue, tendido o construcción, en espacio público municipal, de redes de servicio y el uso de infraestructura de propiedad

municipal, para la provisión de servicios domiciliarios en el cantón Samborondón, deberán obtener previamente al inicio de dichas actividades la Licencia de Uso del Espacio Público. Sin perjuicio a lo prescrito en el párrafo anterior, los sujetos obligados podrán iniciar las actividades mencionadas, previo a la obtención de la Licencia de Uso de Espacio Público, si rinden a favor del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Samborondón una caución o garantía emitida por una Institución del Sistema Financiero Nacional, legalmente reconocida, la misma que tendrá como beneficiario exclusivo a la Municipalidad, por un monto no inferior de QUINCE MIL DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA (USD \$ 15.000.00). Una vez obtenida la Licencia de Uso de Espacio Público, por parte del sujeto obligado y recibida la obra a satisfacción de la municipalidad, devolverá la caución o garantía presentada a solicitud expresa y por escrito del interesado en un plazo no mayor a 90 días. En ese mismo orden, la municipalidad devolverá la garantía o caución a petición escrita del interesado y una vez constatado el tendido o despliegue correcto de las redes aéreas.

Artículo 7.- Requisitos para la Obtención de la Licencia de Uso del Espacio Público Municipal.-

Para la obtención de la Licencia de Uso del Espacio Público para el despliegue, tendido, construcción y uso de infraestructura de propiedad municipal o uso del suelo, el interesado presentará ante la Dirección Municipal de Obras Públicas, lo siguiente:

- a) Solicitud dirigida al Alcalde del Cantón, debidamente suscrita por el interesado o por su representante legal en caso de personas jurídicas.
- b) Fotocopia de la escritura pública de constitución para el caso de las personas jurídicas
- c) Fotocopia del Registro Único de Contribuyentes, actualizado.

- d) Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito y vigente.
- e) Planos del tendido o despliegue de las redes debidamente georeferenciados, sean estas aéreas o subterráneas.
- f) Croquis del sector a servir a través de las redes a instalar.
- g) Detalle de la Infraestructura a construir o a utilizar por parte de los interesados.
- h) Fotocopia del Título Habilitante otorgado por la Autoridad Nacional Competente para la prestación de los servicios.
- i) Fotocopia del Pago de la Patente Municipal, correspondiente al año en curso. Salvo cambio se presentarán actualizado dichos documentos.

Artículo 10.- Del otorgamiento de la Licencia.- La Dirección de Obras Públicas Municipal , una vez presentados por ventanilla los requisitos establecidos en los artículos precedentes, deberá en un plazo no mayor a 30 días, emitir la Licencia de Uso del Espacio Público. En caso de que la Dirección

de Obra Pública no emitiera o negare dentro del plazo establecido la Licencia de Uso del Espacio Público, el sujeto obligado solicitante podrá desplegar, tender o construir las redes y la infraestructura necesaria para la prestación de sus servicios, previa la presentación del séxtuple del valor de la caución o garantía establecida en el artículo 6.

Sin perjuicio de lo cual, los sujetos obligados deberán observar y cumplir obligatoriamente con la normativa técnica que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Samborondón haya emitido para el tendido, despliegue y construcción de redes y uso de infraestructura para la prestación de los servicios domiciliarios, así como con las obligaciones económicas que se originen por el uso de espacio público municipal. En

caso contrario dichos sujetos serán sancionados de conformidad a lo preceptuado en esta Ordenanza y al marco jurídico vigente.

DE LA VIGENCIA, MODIFICACIÓN Y EXTINCIÓN DE LA LICENCIA DE USO DEL ESPACIO PÚBLICO MUNICIPAL

Artículo 11.- Vigencia de la Licencia.- La vigencia de la Licencia de Uso del Espacio Público Municipal será indefinida, sin perjuicio de la obligación que tienen los sujetos obligados de cancelar en el mes de enero de cada año, los valores correspondientes al pago de la tasa por uso de espacio público municipal.

Artículo 13.- De la extinción de la Licencia.- La Licencia de Uso del Espacio Público se extinguirá, de pleno derecho, en los siguientes casos:

- a) En el plazo de 60 días, contados a partir del otorgamiento de la misma, si el Sujeto Obligado no iniciare las actividades para las cuales se le otorgó la habilitación.
- b) Por falta de pago dentro del plazo previsto en la presente Ordenanza, de la tasa por el uso de espacio público municipal.
- c) Por violaciones reiterativas a la presente Ordenanza y a sus normas técnicas, debida y legalmente determinadas por la autoridad municipal competente.
- d) Por violación a las disposiciones ambientales que dictare la Municipalidad para el tendido de redes y uso del espacio público; y,
- e) Por los demás casos previstos en el ordenamiento jurídico nacional.

Artículo 14.- Efectos de la extinción de la Licencia de Uso del Espacio Público.- Son efectos de extinción de la Licencia los siguientes:

1.- La extinción de la Licencia de Uso del Espacio Público impedirá a los sujetos obligados a utilizar el espacio público municipal para continuar con la explotación de sus actividades a través de las redes dentro del Cantón Samborondón.

2.- La extinción de la Licencia de Uso del Espacio Público declarada conforme a la presente Ordenanza por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Samborondón, podrá ser recurrida de conformidad a la normativa vigente, ante uno de los Tribunales de lo Contencioso Administrativo. Sin embargo de lo cual la declaratoria de extinción, no generará a favor del Sujeto Obligado, indemnización de ninguna naturaleza.

3. Una vez declarada la extinción de la Licencia de Uso de Espacio Público y si el sujeto obligado no hubiere recurrido ante las autoridades competentes y por tanto ésta gozare de la calidad de acto administrativo firme, se procederá a notificar a dicho sujeto de la obligación que tiene de retirar, a su costo, las redes de servicio instaladas en el cantón Samborondón en el plazo máximo de

6 meses contados desde la fecha de la notificación.

En caso de que el sujeto obligado no cumpliera con la disposición del retiro de las redes en el plazo previsto, la Municipalidad procederá a costo del sujeto obligado a retirar las redes y emitirá los títulos de crédito correspondientes por dicha actividad; los mismos que podrán ser cobrados vía procedimiento coactivo por parte de la Municipalidad.

DE LA ZONIFICACIÓN PARA EL REORDENAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DEL TENDIDO DE REDES ALAMBRICAS EN ESPACIO PÚBLICO MUNICIPAL

Artículo 15 De la Unificación e Identificación de Redes de Servicios.- Todos los proveedores o prestadores de Servicios domiciliarios que tiendan o desplieguen redes de servicios dentro del perímetro urbano y

rural del cantón Samborondón, deberán mantener identificadas las redes, así como su infraestructura, a través de la colocación de una etiqueta en la que conste la razón social del Proveedor. Así mismo, deberán para efectos de mitigar el impacto visual que genera el tendido de redes aéreas, unificar las mismas a través de la agrupación y sujeción de los cables que las conforman, de tal manera que se observen como un solo elemento visual, de conformidad al cronograma que para este efecto preparare la Dirección de Obras Públicas Municipal en consenso con los Proveedores o Prestadores de Servicios.

Artículo 16 De la Zonificación para el Despliegue de Redes de Servicios.- Para efectos de control, supervisión, despliegue y tendido de las redes alámbricas de servicios domiciliarios y uso de la infraestructura dentro del cantón Samborondón se ha establecido la siguiente zonificación.

Zona A.- Alta prioridad de desocupación del espacio aéreo.- Se consideran como “Zona A” las áreas turísticas e históricas comprendidas dentro del perímetro urbano o rural del cantón Samborondón. En estas zonas la Dirección de Obras Públicas establecerá un cronograma para el soterramiento, el cual no excederá de un plazo máximo de 48 meses, de las redes de servicio existentes en el espacio público aéreo al espacio público del subsuelo.

Se considera dentro de la zona A, la zona comprendida a lo largo de la vía Puntilla – Samborondón, desde el intercambiador de tráfico hasta el kilómetro 10 de la vía. En esta zona los proveedores de servicios domiciliarios deberán en un plazo no mayor a 24 meses, soterrar el tendido de cable aéreo existente, conforme las normas mínimas técnicas aprobados por el Gobierno Descentralizado Municipal.

Zona B.- Alta prioridad de reordenamiento del espacio público aéreo.- Se consideran como “Zona B” la zona comprendida dentro del perímetro rural del cantón Samborondón. En estas zonas los proveedores de servicios

domiciliarios deberán en un plazo no mayor a 48 meses, reordenar e identificar el tendido de cable aéreo existente.

Zona C.- Residencial, Comercial e industrial.- Se consideran como “Zona C” las áreas residenciales, comerciales e industriales comprendidas dentro del perímetro urbano y rural del cantón Samborondón. En estas zonas coexistirá el tendido de redes aéreas con el despliegue de redes subterráneas y será la Dirección de Obras Pública quién definirá las aéreas específicas de soterramiento de redes, en base a las necesidades urbanísticas y de planificación del cantón.

DE LAS TASAS POR EL USO DE ESPACIO PÚBLICO MUNICIPAL PARA EL DESPLIEGUE DE REDES DE SERVICIO

Artículo 20.- Cuantía de las Tasas.-

- a) Por la utilización o aprovechamiento del espacio público aéreo municipal en las Zonas A, y C, determinadas en el artículo 16, los sujetos obligados cancelarán por cada metro lineal de cable unificado y por cada año, al Gobierno Autónomo Descentralizado de Samborondón la suma de Cincuenta centavos de dólar de los Estados Unidos de América (USD 0,50)
- b) Por la utilización o aprovechamiento del espacio público aéreo en las Zonas B, por cada metro lineal de cable unificado y por cada año, el sujeto obligado pagará la suma de Diez centavos de dólar de los Estados Unidos de América (USD 0,10); y,
- c) Por la utilización o aprovechamiento del espacio público del subsuelo a través de ductería de propiedad municipal, el sujeto obligado pagará por cada metro lineal de cable, por cada año, la suma de Cinco centavos de dólar de los Estados Unidos de América (USD 0,05.)
- d) Por la utilización o aprovechamiento de los postes de propiedad municipal, sea por su interior o como soporte de un tubo exterior para el tendido de las redes, los sujetos obligados cancelarán la suma de U\$0,50,

cincuenta centavos mensual de Dólares de los Estados Unidos de América, por cada uno.

e) Por la instalación, colocación y mantenimiento en el suelo del cantón Samborondón, los Sujetos Obligados pagarán por cada uno de los postes, por cada año, la suma de cinco Dólares de los Estados Unidos de América (USD 5,00.).

DEL TENDIDO O DESPLIGUE DE REDES DE SERVICIOS DOMICILIARIOS EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DEL CANTÓN SAMBORONDON.

Artículo 31.- Sólo podrán tender, desplegar o construir redes de servicio, aquellos Proveedores que hayan obtenido previamente los títulos habilitantes correspondientes, de conformidad con lo establecido en las normativas que rigen cada uno de los sectores en específico, que cuenten con los permisos ambientales de ser éstos necesarios y con la Licencia de Uso del Espacio Público.

3.6.2. Disposiciones transitorias

TERCERA.- Los Proveedores de Servicios que tengan desplegadas sus redes alámbricas en el espacio público aéreo situado sobre la vía principal Puntilla – Samborondón, deberán soterrar sus redes de servicios alámbricas en un plazo no mayor a 24 meses. Para lo cual realizarán la obra civil necesaria a su costo y previa coordinación con la Dirección de Obras Públicas, bajo el régimen concesional. Mientras dure el plazo para el reemplazo de tendido aéreo por tendido subterráneo no se cobrará tasa alguna a las empresas que se encuentren invirtiendo en soterrar las redes.

Para cumplir con los puntos descritos en los párrafos anteriores la empresa A debe:

Obtener la licencia para el uso del espacio público municipal con el fin de tener autorización del despliegue de la red de acceso.

Debido a que los cables deben ir soterrados en la vía principal de la Puntilla, la Empresa A dispone de las siguientes opciones:

Alquilar un ducto al Fideicomiso Mercantil Ductos Samborondón. La canalización del Fideicomiso es de 6 vías con tubos de PVC de 4 pulgadas a lo largo y en ambas aceras de la vía principal. Actualmente 4 ductos pertenecen a las empresas que conforman el fideicomiso, las cuales son Telconet, Claro, TV Cable y Movistar; quedando 2 ductos restantes.

En caso de no alquilar un ducto, se deberá invertir en una canalización propia, lo cual generaría un costo sumamente elevado.

En base a que existe infraestructura construida que se puede utilizar, se sugiere alquilar un ducto al fideicomiso y pagar las tasas municipales detalladas en el artículo 20 de la ordenanza descrita previamente; ya que esto genera un costo menor a corto plazo, que el que generaría el invertir en canalización propia.

Cabe recalcar que el proyecto de canalización por parte del Fideicomiso Ductos Samborondón aún se encuentra en construcción. Por tal motivo el diseño mostrado a continuación está sujeto a cambios por alteraciones que sufre el diseño de la canalización actual.

3.7. Topología de la red de acceso

La red está conformada por un cable de 144 hilos que sale directamente desde el Nodo hacia una manga de tipo GCO2, de la cual se dejan 2 Buffers de 12 hilos para atender a los clientes del sector; y se derivan 2 cables de 72 hilos hacia las mangas C y E. Siendo 4 Buffers de 12 hilos hacia la manga C y 6 Buffers de 12 hilos hacia la manga E.

De la manga C, en la cual se dejan 2 Buffers de 12 hilos para atender a los clientes del sector, y se derivan 2 Buffers de 12 hilos hacia una fibra de 36 hilos que va a la manga D, como se aprecia en la Figura 3.10.



Figura 3.10 Tendido de la Fibra y ubicación de las Mangas de Empalme parte #1

Simbología

Cables Azules: Fibra óptica de 36 Hilos

Cables Naranjas: Fibra óptica de 144 Hilos

Cables Amarillos: Fibra óptica de 72 Hilos.

Cuadrados Azules: Mangas de Empalme.

De la manga E, se deja un Buffer de 12 hilos para atender a los clientes del sector, y se derivan dos fibras de 36 hilos, 2 Buffers de 12 hilos van para una Fibra de 36 hilos hacia la manga G, en la cual se reserva un Buffer de 12 hilos para atender a los clientes de la zona y a su vez se utiliza un Buffer de 12 hilos hacia una fibra de 12 hilos que va a la manga H, como se observa en la Figura 3.11.

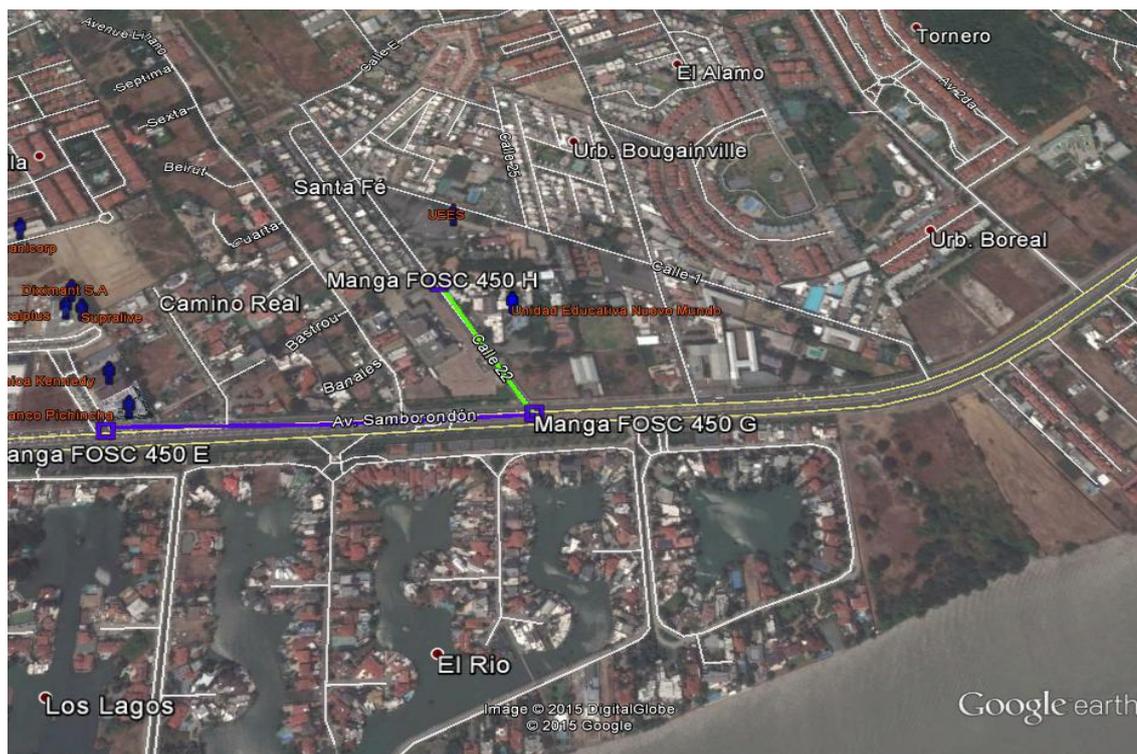


Figura 3.11 Tendido de la Fibra y ubicación de las Mangas de Empalme parte #2

Simbología

Cables verdes: Fibra óptica de 12 Hilos

Cables Azules: Fibra óptica de 36 Hilos

Cuadrados Azules: Mangas de Empalme

Hacia la segunda fibra de 36 hilos se derivaron 3 Buffers de 12 hilos, esta fibra se dirige hacia la manga B, de la cual se derivan 2 fibras de 12 hilos hacia las mangas A y F, utilizando un Buffer de 12 hilos cada una, como se visualiza en la Figura 3.12.



Figura 3.12 Tendido de la Fibra y ubicación de las Mangas de Empalme parte #3

Simbología

Cables verdes: Fibra óptica de 12 Hilos

Cables Azules: Fibra óptica de 36 Hilos

Cuadrados Azules: Mangas de Empalme

Con esta topología se cubre a todos los clientes dentro de un rango de 350 metros hacia la manga más cercana. Por tal motivo las mangas se ubicaron en sectores estratégicos de tal forma que el tendido de fibra de 12 hilos o menos no supere los 350 metros.

El tendido de fibra de 12 hilos menor no debe superar los 350 metros debido a que a distancias mayores se presentan atenuaciones y pérdidas de potencia.

El tendido de la fibra y ubicación de mangas mencionadas se pueden observar en la Figura 3.13.

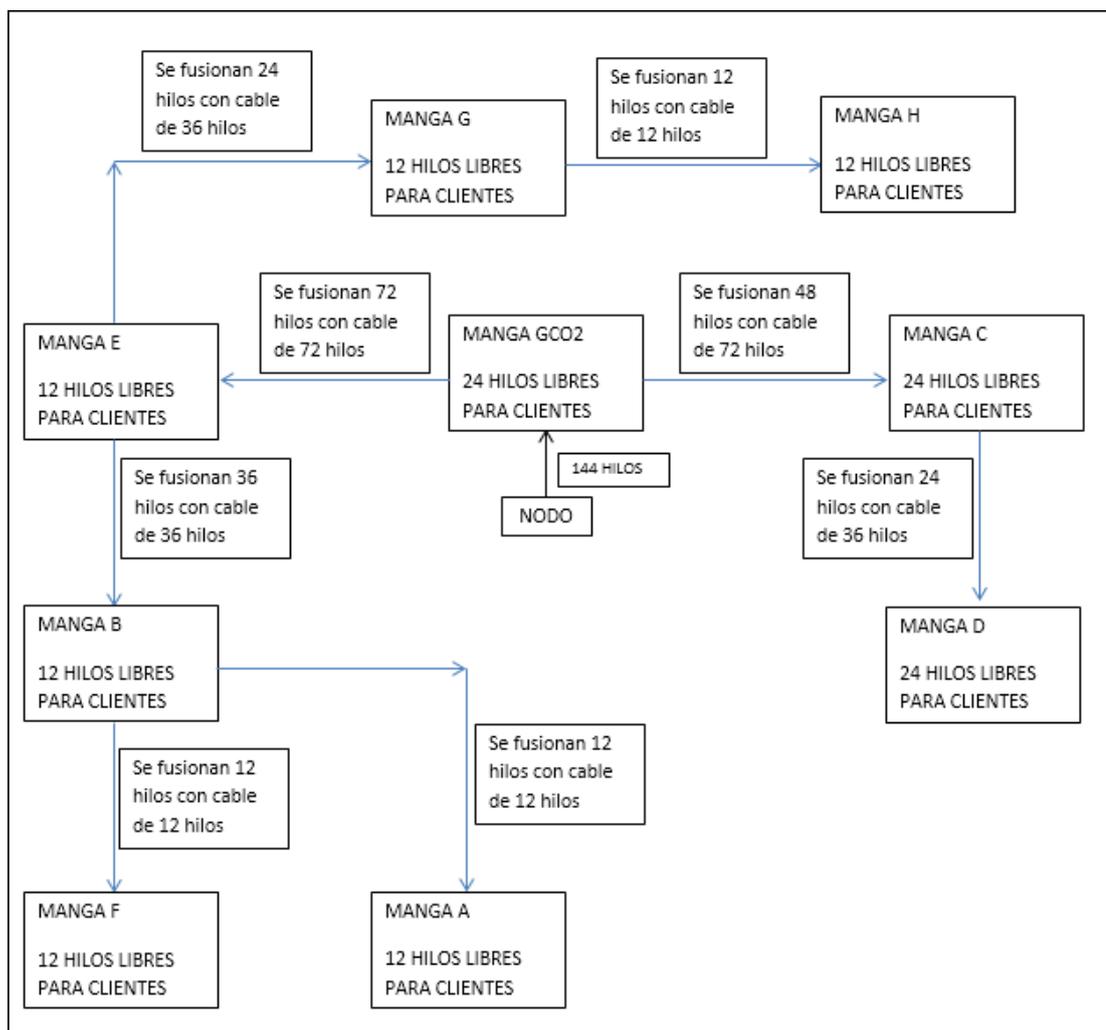


Figura 3.14 Diagrama general de Red de acceso

Existen clientes dentro de la cobertura de 5Km del Nodo pero que se encuentran muy alejados y dispersos de la red de acceso diseñada, estos clientes no se tomaron en cuenta para este proyecto, pero pueden ser considerados a futuro para una ampliación de red acceso debido a que están dentro de la cobertura del Nodo, esta área de clientes se puede observar en la Figura 3.15.



Figura 3.15 Ubicación clientes para considerar en una segunda parte.

Planta interna de la red

El cable de Backbone deberá llegar en punta hacia una manga de fusión dentro del Nodo en el edificio Río Plaza, para luego fusionarse con un ODF de fusión de 48 puertos ubicado en una unidad de Rack.

Del cual a través de Patchcords se conectan a los conversores ópticos, para luego a través de cables RJ45 conectarse al router que soporta el tráfico proveniente de los clientes y los enrutará fuera del Nodo.

Para la red de acceso el cable de 144 hilos llega a 3 ODF de fusión de 48 puertos ubicados en 3 unidades de Rack. Para luego a través de Patchcords conectarse a los conversores ópticos y después a través de conexiones UTP llegar a los switches que distribuyen el tráfico de los clientes hacia el router que enruta el tráfico de los clientes hacia el resto de la red fuera del Nodo a través del enlace de Backbone.

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL DISEÑO

Luego del estudio técnico es necesario considerar la factibilidad de realizar el proyecto al menor costo posible.

En este último capítulo se analizará el aspecto económico del diseño que se realizó en el capítulo anterior, detallando los materiales y equipos para el tendido en planta externa, así como los elementos necesarios para la habilitación de la planta interna.

El detalle de precios de cada uno de los materiales y equipos permitirá obtener el valor de la inversión total del proyecto de acuerdo a los requerimientos del mismo.

Existen fabricantes reconocidos para fibra óptica y sus equipos, tales como Alcatel, Corning, Comscope, Kurukawa, Draka, Nortel, Tyco, Focus, entre otros. Para este diseño se escogieron los fabricantes Corning y Tyco porque además de que sus equipos cumplen con los estándares y especificaciones requeridas descritas en el capítulo 2 y 3 para el propósito de este proyecto, también proveen información publicada en su página web

4.1. Tiempos de ejecución

Antes de proceder a realizar el análisis de costos correspondiente, primero se realizará un análisis de los tiempos de ejecución de cada etapa del proyecto. Para lo cual se tomará como punto de partida el día 4 de enero del 2016 y con semanas laborables de 5 días sin contar los fines de semana.

Etapa de proyecto	Duración	Inicio de actividad	Fin de actividad
Planteamiento del problema	2 semanas	4 de enero	15 de enero
Estudio de demanda	8 semanas	18 de enero	11 de marzo
Diseño	4 semanas	14 de marzo	8 de abril
Ingeniería de detalle	8 semanas	11 de abril	3 de junio

Equipos, acceso y troncales			
Revisiones y cambios	2 semanas	6 de junio	17 de junio
Participación del proyecto a la empresa contratista y compra de materiales de proveedores	4 semanas	20 de junio	15 de julio
Tendido de planta externa y habilitación de planta interna	24 semanas	18 de julio	30 de diciembre

En base a los tiempos obtenidos en la tabla anterior se puede observar que nuestra red estaría operativa a partir del 2 de enero del 2017, y a partir de este punto se puede comenzar con la respectiva etapa de venta del servicio; por lo que se considera que las instalaciones correspondientes iniciarían a partir del primer mes del año 2017. Para este proyecto se consideró un promedio de 9 instalaciones por mes; esto es tomando en consideración la disponibilidad de personal para las instalaciones, así como las ventas que podría concretar el personal comercial ante la competencia de otras operadoras en el sector.

4.2. Inversiones

A continuación se procede a realizar un análisis de lo que la empresa A debe invertir para la ejecución del proyecto.

Tabla 9 Capex de materiales de Planta Externa para el enlace Troncal

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
F.O. 36 Hilos Corning	1.65 por metro	8400	13,860
Mangas FOSC-450 TYCO	290	3	870
Herrajes Preformados	59	210	12,390
		Total	27,120

Tabla 10 Capex de materiales de planta externa para la red de acceso

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
F.O. 12 Hilos Corning	1.43 por metro	1100	1,573
F.O. 36 Hilos Corning	1.65 por metro	2000	3,300
F.O. 72 Hilos Corning	1.77 por metro	1500	2,655
F.O. 144 Hilos Corning	3.98 por metro	250	995
Mangas FOSC-450 TYCO	290	8	2,320
Mangas FIST-GCO2 TYCO	1,300	1	1,300
Herrajes Preformados	33	50	1,650
		Total	13,793

Tabla 11 Capex de planta interna para la red de acceso

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
Cisco 3600 24 puertos	6,400	7	44,800
ODF's internos en los nodos	2,160	5	10,800

Sistema de monitoreo por PLC	2,000	1	2,000
Dos banco de baterías tipo telecomunicaciones + Rack	10,200	1	10,200
		Total	67,800

4.2.1. Resumen de Inversión

Para el respectivo pago a los proveedores se consideró un pago mensual iniciando desde el mes de Julio del 2016, la cual es la fecha estimada para la compra de materiales según el cronograma establecido; durante 12 meses, a una tasa de interés del 10% anual.

Bajo estas condiciones el valor de inversión del proyecto resulta ser de \$114,601.62. Como se detalla en la Tabla 21. Inversiones de los anexos.

4.3. Costos

A continuación se procede a realizar un análisis de los costos que la empresa A deberá asumir para la ejecución y mantenimiento del proyecto.

Tabla 12 Costos de instalación de planta externa para el enlace Troncal

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
Instalación del cable	0.8 por metro	8400	6,720
Instalación y Fusión de mangas	14 por fusión	108	1,512
		Total	8,232

Tabla 13 Costo de instalación de planta externa para la red de acceso

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
Instalación del cable	0.8 por metro	4850	3,880

Instalación y Fusión de mangas	14 por fusión	240	3,360
		Total	7,240

Tabla 14 Costo de instalación de planta interna

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
Instalación planta interna	2000	2	4000

Tabla 13 Costo de operación de la Red (Tasas municipales y alquiler de postes)

Equipo	Precio Unitario	Cantidad	Total
Alquiler de poste Unidad de Negocios Guayaquil CNEL EP	16.07 por cable y por poste	109 postes con 1 sólo cable	1,751.63
Tasa uso de infraestructura municipio sector regenerado	0.20	216	43.20
Tasa uso de infraestructura subterránea municipal Samborondón	0.05 por metro	4,850	242.5
Tasa por uso de postes municipales	0.50 por postes	9	4.50
Alquiler y mantenimiento del Nodo	15,000 (Valor al año)	1	15,000
Alquiler de ductería	2,000 (Valor al año)	Ductos Fideicomiso y cruce de Puente	2,000
Fiscalización y relevamiento	2,000 (Valor al año)	Promedio de horas de instalación de la red	2,000
		Total	21,041.83

Costos Varios

Tabla 14 Costos Varios

Equipo	Precio Unitario	Detalle	Total
Elementos varios	10,000	Durante la instalación	10,000

4.3.1. Resumen de costos

Los valores de alquiler de ductos en la canalización perteneciente al fideicomiso, así como el alquiler de la tubería rígida que cruza el puente que une Guayaquil con Samborondón y el valor del alquiler del Nodo; no representan valores fijos al momento, debido a que dependen de un mutuo acuerdo entre la Empresa A y los dueños de la infraestructura. Por lo que el valor presentado para el análisis es un valor promedio.

De igual forma, los costos por fiscalización en sector regenerado así como los relevamientos necesarios para los permisos de tendidos aéreos, también son valores variables, ya que dependen de la hora y duración de la ejecución así como de la disponibilidad de estos entes reguladores. Por tal razón el valor considerado para el análisis, también es un valor promedio.

Los costos de instalación se financian mediante un solo pago al final de la instalación; y los costos por tasas municipales y de alquiler de postes se financian mediante un solo pago al final del año.

Para la ejecución del siguiente proyecto el personal debe contar con los siguientes implementos de trabajo:

Fusionadora

Etiquetadora

OTDR	Amarras
Patchcords	Etiquetas
Cables RJ45	Taladro + Brocas
Convertidores Transition	Escaleras
Kits de limpieza de Fibra óptica	Cizalla
Peladora de Fibra	Equipos de seguridad (Señalización y seguridad personal)
Ponchadora	

Los valores de estos elementos fueron considerados como costos varios.

Bajo estas condiciones los costos generados por instalación y operación de la red es de \$54,817.05. Como se detalla en la Tabla 16. Costos de los anexos.

4.4. Balance general del proyecto

Cabe recalcar que la red de última milla no entra en análisis de este proyecto, debido a que esto implicaría un análisis más detallado de diseño y de costos. Por tal razón se considera que los ingresos obtenidos por instalación de los clientes son valores netos que cubren los respectivos costos por la última milla.

En base al análisis de ingresos vs costos del proyecto se puede determinar que el proyecto presenta ganancias a partir del segundo año de operación, mostrando un valor actual neto de \$ 271,829.57; lo cual indica que es un proyecto rentable. Estos valores se ven detallados en la Tabla 23 Balance General de los anexos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El diseño que hemos planteado logra cumplir con el objetivo principal de diseñar una red que sea capaz de ser utilizada para brindar servicios de internet y datos en banda ancha, a través de enlaces de fibra óptica dedicados (punto a punto); dirigido a clientes corporativos en el sector de La Puntilla de la vía Samborondón, hasta el Km 5, provincia del Guayas. Así como los objetivos específicos, con el diseño de la red del enlace troncal y la red de acceso.
2. El elevado VAN presentado en el capítulo 4, así como la rápida recuperación de la inversión inicial; representan la alta rentabilidad de este proyecto, haciéndolo atractivo para su implementación.
3. Al final de este proyecto, se puede concluir que a pesar de que se diseñó una red de pequeño tamaño, este diseño permitió desarrollar y analizar cada uno de los parámetros y consideraciones bases para el desarrollo de un proyecto profesional. Esto se debe a que en este proyecto se analizaron las etapas de desarrollo de los principales componentes de una red completa, como lo son el enlace troncal y la red de distribución.
4. Al escoger la arquitectura de red de fibra óptica punto a punto, se pudo cumplir con el objetivo de ofrecer un enlace dedicado, sin compartición para cada cliente proyectado dentro de la red de distribución, generando así un valor agregado para ofrecer a los clientes, a la hora de la venta de los servicios.

Recomendaciones

1. A la fecha de presentación de este proyecto, aún se encuentra en ejecución la canalización en la vía principal de la Puntilla en Samborondón, por parte del Fideicomiso ductos de Samborondón. Por tal razón se recomienda considerar los cambios que se puedan ejecutar en la canalización, debido a que el diseño de la red de acceso tiene planteado usar los ductos de esta canalización.
2. Ante la gestión de permisos con las diferentes entidades reguladoras, se recomienda realizarlas con la debida anticipación a la ejecución, debido a que

estos trámites pueden tardar dependiendo de la disponibilidad de cada entidad reguladora; generando desfases de tiempo en el cronograma establecido para este proyecto.

Observaciones

1. El diseño de este proyecto resulta rentable de acuerdo a los análisis realizados. Debido a que existe un gran margen de ganancias, se puede considerar invertir este flujo positivo de efectivo en un nuevo proyecto.
2. El diseño de la red al ser realizado con fibra óptica, permite la escalabilidad de la red y manejar un gran ancho de banda; esto cede la posibilidad de realizar un nuevo estudio para una segunda fase del proyecto, con la expansión de la red y así lograr brindar servicios a los clientes que se encuentran dentro de la cobertura del Nodo, pero que no fueron considerados para este proyecto. Teniendo en cuenta que la fase actual resulta factible en base a los análisis realizados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Miguel Antonio Loor Díaz and Ramiro Andrés Novoa Cox, "Diseño de una Red Óptica Pasiva de Acceso para una Urbanización Ubicada en la Vía Samboróndon," Guayaquil, 2010. [Online]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/15949>
- [2] Juliá Samuel. (2015, Junio) Ventajas de la fibra óptica sobre el cable de cobre. [Online]. Disponible en: <http://www.gadae.com/blog/ventajas-de-la-fibra-optica-sobre-el-cable-de-cobre/>
- [3] Concejo Municipal de Samborondón. (2011) Ordenanza Para Regular Y Controlar El Tendido Y Despliegue De Redes. [Online]. Disponible en: <http://www.samborondon.gob.ec/pdf/Ordenanzas/OrdenanzaParaRegularYControlarEITendidoYDespliegueDeRedes.pdf>
- [4] Gobierno Municipal del Cantón Samborondón. (2011) ANEXO 2, Norma técnica para el uso de postería de propiedad municipal. [Online]. Disponible en: http://www.samborondon.gob.ec/pdf/Ordenanzas/ANEXO_2.pdf
- [5] Freddy Javier Oviedo Ordóñez. (2011, Octubre) Red de Acceso con Fibra Óptica mediante tecnología FTTx. [Online]. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf
- [6] Luis Eduardo Guanoluisa. (2012) Implementación de Sistemas de Telecomunicaciones para las Redes de Datos de las Empresas Públicas y Privadas del País. [Online]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4470>
- [7] Byron Alvarado. (2014, Febrero) Despliegue de Nodos de Acceso Multiservicios MSAN en el Área de Central, como solución a la eliminación del cable multipar en la Red Primaria. [Online]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/1701>
- [8] Carmita Eufemia Armas Perez, "Proyecto de Radio-Enlace para tres Edificios del I.E.S.S.," Agosto Agosto 1990. [Online]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5703/1/T377.pdf>

- [9] Francisco Ramos. (2014, Octubre) Tecnologías inalámbricas y diseño de radioenlaces. [Online]. Disponible en:
<http://www.radioenlaces.es/articulos/perdidas-en-obstaculos/>
- [10] Toni Martínez. (2012, Julio) Radioenlaces microondas en banda licenciada ¿Por dónde empezar? [Online]. Disponible en:
<http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html>
- [11] Sozaw. (2012, Octubre) Cable de fibra óptica. [Online]. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/110422843/Cable-de-fibra-optica-ADSS#scribd>
- [12] María Violeta Miranda Pozo. (2010, Abril) Estudio y Diseño de la Red de Fibra Óptica mediante la técnica de Microzanjado para la empresa TELCONET en el centro de la ciudad de Ambato. [Online]. Disponible en:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/133/1/t515e.pdf>
- [13] Adeks. (2011, Mayo) Redes de Acceso. [Online]. Disponible en:
<http://adcs7.blogspot.com.ar/2011/05/redes-opticas.html>
- [14] Aldo Martín. (2015, Junio) Cobre ó Fibra Óptica, Un Enfoque de Capacidades y Limitaciones. [Online]. Disponible en:
<http://perso.wanadoo.es/aldomartin1/cobre.htm>
- [15] Wikitel. (2009, Agosto) Accesos NGA fijos. [Online]. Disponible en:
http://wikitel.info/wiki/Accesos_NGA_fijos
- [16] David Ortal Acosta. (2011, Abril) La Fibra óptica. [Online]. Disponible en:
<http://fibraopticas.blogspot.com.ar/2011/04/tipos-de-redes-de-fibra.html>
- [17] Tim Crosby. How Fiber-to-the-home Broadband Works. [Online]. Disponible en:
<http://computer.howstuffworks.com/fiber-to-the-home2.htm>
- [18] natymatiz. Información de Redes de Acceso. [Online]. Disponible en:
<http://natymatiz.blogspot.com.ar/2011/05/redes-de-fibra-optica-activas-y-pasivas.html>
- [19] Wikipedia. (2007, Enero) Fibra hasta la casa. [Online]. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_hasta_la_casa

- [20] Federico Raue, "Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del BACKBONE de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos," Guayaquil, 1979. [Online]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/107.pdf>
- [21] Opcomm. (2015, Agosto) Communication Networks. [Online]. Disponible en: <http://www.corning.com/worldwide/en/products/communication-networks/products.html>
- [22] Christian Soto. (2010, Enero) Elaboración de un manual de procedimientos para la presentación de proyectos de Redes de Fibra Óptica. [Online]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1386>
- [23] Level 3, "LEVEL 3 MANAGED NETWORK SERVICES," fecha de consulta Junio 2015.
- [24] Level 3, "Tarifas e Información Regulatoria," fecha de consulta Junio 2015. [Online]. Disponible en: <http://www.level3.com/es/legal/level-3-latam-tariffs-and-regulatory-information/ecuador/>
- [25] Gobierno Municipal Samborondón. (2011) ANEXO 1, Norma Técnica para el tendido, despliegue e identificación de redes alámbricas áreas de Telecomunicaciones. [Online]. Disponible en: http://samborondon.gob.ec/pdf/Ordenanzas/ANEXO_1.pdf
- [26] Gobierno Municipal del Cantón Samborondón. (2011) ANEXO 3, Norma técnica para el tendido aereo de las redes de Telecomunicaciones. [Online]. Disponible en: http://www.samborondon.gob.ec/pdf/Ordenanzas/ANEXO_3.pdf
- [27] Gobierno Municipal del cantón Samborondón. (2011) ANEXO 4, Normas técnicas para la construcción de canalización para cables de Telecomunicaciones. [Online]. Disponible en: http://www.samborondon.gob.ec/pdf/Ordenanzas/ANEXO_4.pdf
- [28] EQUILIBRATUM, "Ejecución del proyecto de canalización para instalaciones de TelecomunicacionesES, TRAMO KM 5 SAMBORONDÓN," Samborondón, 2013. [Online]. Disponible en: <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013->

[septiembre/FICHA%20AMBIENTAL%20CANALIZACI%C3%93N%20Acera%20Este.pdf](#)

- [29] ELICONSUL, "Ejecución del Proyecto de Canalización para instalaciones de Telecomunicaciones, tramo Km 5 al Km10 de la acera de la vía La Puntilla - Samborondón," Samborondón, 2013. [Online]. Disponible en:
<http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2013/2013-septiembre/FICHA%20AMBIENTAL%20DUCTOS%20ACERA%20OESTE.pdf>

ANEXOS

PRECIOS DE MERCADO

Tabla 15. Precios por Servicio [23]

SERVICIO	Tipo de Plan	% CLIENTES POR SERVICIO	PUERTOS	Costo
Datos (Internet por Fibra 1:1 o radio Punto a Punto)	512 Kbps	0%	0	\$ 45.00
	1 Mbps	4%	3	\$ 59.00
	2 Mbps Fibra	64%	48	\$ 84.00
	10 Mbps	14%	10	\$ 298.00
	20 Mbps	10%	8	\$ 522.00
	30 Mbps	4%	3	\$ 731.00
	50 Mbps	4%	3	\$ 1,044.00
ISP's (Alquiler de última milla)	100 Mbps	100%	1	\$ 4,181.00
Datos (Portador)	512 Kbps	0%	0	\$ -
	1 Mbps	49%	21	\$ 70.00
	2 Mbps	35%	15	\$ 100.00
	10 Mbps	16%	8	\$ 350.00
IP MPLS VPN de VPLS		34%	15	\$ 42.00
de VPLS		18%	8	\$ 128.00
de CDN		34%	15	\$ 15.00
Network Management		14%	6	\$ 300.00

Tabla 16. Estimación de instalaciones por mes

Estimación de Instalaciones por mes	
Días para asignación de recursos	1
Días para inspección	1
Días de Instalación	1
Instalaciones por semana	3
Promedio de instalaciones por mes	9

Tabla 17. Precio de Instalación por Servicio [24]

Precio de Instalación	
Por Fibra	\$ 200.00
ISP's	\$ 800.00
Datos (Portador)	\$ 300.00

Tabla 18 Facturación Estimada por Mes por Servicio (6 primeros meses)

Facturación Estimada por Mes por Servicio						
Mes	1	2	3	4	5	6
Puntos Instalados	9	18	27	36	45	54
Datos (Internet por Fibra 1:1 o radio Punto a Punto)						
Inst. Fibra	\$1,600.00	\$1,800.00	\$800.00	\$800.00	\$1,600.00	\$1,400.00
512 Kbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
1 Mbps	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00
2 Mbps	\$0.00	\$336.00	\$924.00	\$1,428.00	\$1,764.00	\$2,016.00
10 Mbps	\$1,490.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00
20 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,044.00	\$2,088.00
30 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$731.00	\$1,462.00
50 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,044.00	\$2,088.00
TOTAL	\$3,267.00	\$5,293.00	\$4,881.00	\$5,385.00	\$9,340.00	\$12,211.00
Servicios para ISP's (Alquiler de última milla)						
Inst. ISP's	\$0.00				\$800.00	
100 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,181.00	\$4,181.00
TOTAL	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,981.00	\$4,181.00
Datos (Portador)						
Inst. Datos	\$1,500.00	\$1,500.00	\$2,100.00	\$900.00	\$600.00	\$1,200.00
512 Kbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
1 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$140.00	\$350.00	\$350.00	\$490.00
2 Mbps	\$500.00	\$1,000.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00
10 Mbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$700.00	\$1,400.00
TOTAL	\$2,000.00	\$2,500.00	\$3,740.00	\$2,750.00	\$3,150.00	\$4,590.00
Servicios Extras						
IP MPLS VPN	\$210.00	\$420.00	\$630.00	\$630.00	\$630.00	\$630.00
VPLS	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$256.00	\$512.00
CDN	\$75.00	\$150.00	\$225.00	\$225.00	\$225.00	\$225.00
Network Management	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$600.00	\$1,200.00
TOTAL	\$285.00	\$570.00	\$855.00	\$855.00	\$1,711.00	\$2,567.00
TOTAL por mes	\$5,552.00	\$8,363.00	\$9,476.00	\$8,990.00	\$19,182.00	\$23,549.00

Tabla 19 Facturación Estimada por Mes por Servicio (6 últimos meses)

Facturación Estimada por Mes por Servicio						
Mes	7	8	9	10	11	12
Puntos Instalados	63	72	81	90	98	0
Datos (Internet por Fibra 1:1 o radio Punto a Punto)						
Inst. Fibra	\$1,400.00	\$1,400.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,200.00	\$0.00
512 Kbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
1 Mbps	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00	\$177.00
2 Mbps	\$2,268.00	\$2,688.00	\$3,108.00	\$3,528.00	\$4,032.00	\$4,032.00
10 Mbps	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00	\$2,980.00
20 Mbps	\$3,132.00	\$4,176.00	\$4,176.00	\$4,176.00	\$4,176.00	\$4,176.00
30 Mbps	\$2,193.00	\$2,193.00	\$2,193.00	\$2,193.00	\$2,193.00	\$2,193.00
50 Mbps	\$3,132.00	\$3,132.00	\$3,132.00	\$3,132.00	\$3,132.00	\$3,132.00
TOTAL	\$15,282.00	\$16,746.00	\$16,766.00	\$17,186.00	\$17,890.00	\$16,690.00
Servicios para ISP's (Alquiler de última milla)						
Inst. ISP's						
100 Mbps	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00
TOTAL	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00	\$4,181.00
Datos (Portador)						
Inst. Datos	\$1,200.00	\$1,200.00	\$1,200.00	\$1,200.00	\$600.00	\$0.00
512 Kbps	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
1 Mbps	\$630.00	\$770.00	\$1,050.00	\$1,330.00	\$1,470.00	\$1,470.00
2 Mbps	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00
10 Mbps	\$2,100.00	\$2,800.00	\$2,800.00	\$2,800.00	\$2,800.00	\$2,800.00
TOTAL	\$5,430.00	\$6,270.00	\$6,550.00	\$6,830.00	\$6,370.00	\$5,770.00
Servicios Extras						
IP MPLS VPN	\$630.00	\$630.00	\$630.00	\$630.00	\$630.00	\$630.00
VPLS	\$768.00	\$1,024.00	\$1,024.00	\$1,024.00	\$1,024.00	\$1,024.00
CDN	\$225.00	\$225.00	\$225.00	\$225.00	\$225.00	\$225.00
Network Management	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00	\$1,800.00
TOTAL	\$3,423.00	\$3,679.00	\$3,679.00	\$3,679.00	\$3,679.00	\$3,679.00
TOTAL por mes	\$28,316.00	\$30,876.00	\$31,176.00	\$31,876.00	\$32,120.00	\$30,320.00

Tabla 22 Costos

COSTOS	Año 2016												Total	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
1 Costo de instalación de planta externa para la red troncal													\$8,232.00	
2 Costo de instalación de planta externa para la red de acceso													\$7,240.00	
3 Costo de instalación de la planta interna													\$4,000.00	
4 Costos Financieros estimados								\$905.94	\$830.45	\$754.95	\$679.46	\$603.96	\$528.47	
5 Costo de operación de la red													\$21,041.83	
6 Costos Varios													\$10,000.00	
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$905.94	\$830.45	\$754.95	\$679.46	\$603.96	\$51,042.30	
Se incluye el valor de IVA														
Total Proyecto	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$905.94	\$830.45	\$754.95	\$679.46	\$603.96	\$51,042.30	\$54,817.06

Tabla 23 Balance General

Item	Descripción	AÑO				
		Año 0	2017	2018	2019	2020
1	INGRESOS PROYECTADOS		259,796.00	363,840.00	363,840.00	363,840.00
	<i>Por Servicio de internet</i>		175,185.00	250,452.00	250,452.00	250,452.00
	<i>Por Servicio de datos</i>		84,611.00	113,388.00	113,388.00	113,388.00
2	INVERSIONES	108,713.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Capex de planta externa red troncal</i>	27,120.00				
	<i>Capex planta externa red de acceso</i>	13,793.00				
	<i>Capex planta interna</i>	67,800.00				
3	COSTOS	54,817.05	197,788.52	196,203.12	196,203.12	196,203.12
	<i>Costo de instalación de planta externa para la red troncal</i>	8,232.00				
	<i>Costo de instalación de planta externa para la red de acceso</i>	7,240.00				
	<i>Costos Varios</i>	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
	<i>Costo de instalación de la planta interna</i>	4,000.00				
	<i>Acceso Internacional</i>		165,161.29	165,161.29	165,161.29	165,161.29
	<i>Costo de operación de la red</i>	21,041.83	21,041.83	21,041.83	21,041.83	21,041.83
	<i>Costos financieros estimados</i>	4,303.22	1,585.40			
	FLUJO DE CAJA	-163,530.05	62,007.48	167,636.88	167,636.88	167,636.88
	<i>Acumulado</i>	163,530.05	101,522.57	66,114.31	233,751.19	401,388.07
	VALOR PRESENTE NETO		\$ 271,829.57		RENTABILIDAD (TIR) 5 años	63.0%
	Tasa de Descuento para Calculo VAN		10.0%		Recuperación de Inversión	2.6

Tabla 24. Coordenadas de los clientes

Nombre	Latitud	Longitud	Tipo
Centro Educativo La Moderna	-2.13153363	-79.8723718	Colegio
UEES	-2.13318096	-79.8666559	Colegio
Servigrup	-2.14841812	-79.8640333	GGCC
Construcciones JCL	-2.14850521	-79.8649645	GGCC
Pinto	-2.14196686	-79.8648446	GGCC
Supralive	-2.1385567	-79.8655964	GGCC
Giasmanicorp	-2.13953135	-79.8671888	GGCC
Pinto	-2.11207747	-79.8721893	GGCC
Medicalplus	-2.13878544	-79.8656582	GGCC
Corpelsa	-2.1445676	-79.8646421	GGCC
Diximant S.A	-2.13871282	-79.8659565	GGCC
Blix	-2.1055273	-79.8708798	GGCC
Hospital Clínica Kennedy	-2.13813783	-79.8644766	Hospital
Banco Bolivariano	-2.14463796	-79.8630298	Bancos
Fibecca	-2.14462226	-79.8634182	Farmacias
Toyota	-2.14545356	-79.8633422	Consesionaria
Fibecca	-2.14588017	-79.8645282	Farmacias
Banco Internacional	-2.1451311	-79.8635005	Bancos
Colegio Naciones Unidas	-2.14457496	-79.8605528	Colegio
IPAC	-2.14571196	-79.8602026	GGCC
Banco Bolivariano	-2.14332736	-79.8648778	Bancos
Banco Pacífico	-2.14296044	-79.8642714	Bancos
Pharmacys	-2.14239273	-79.8645801	Farmacias
Banco Pichincha	-2.13784651	-79.8638809	Bancos
Liceo Panamericano	-2.12370829	-79.8664009	Colegio
Unidad Educativa Nuevo Mundo	-2.13247335	-79.8649827	Colegio
Banco Bolivariano	-2.11336543	-79.8708164	Bancos
Guayaquil Tennis Club	-2.11597038	-79.8724057	Club
Driving Range Golf Court	-2.09881502	-79.8727436	Club
Almacenes Boyacá	-2.10892292	-79.8724114	Centro Comercial
La Piazza	-2.14431492	-79.8623164	Centro Comercial
Bocca	-2.14449237	-79.8646595	Centro Comercial
Riocentro	-2.14176193	-79.8646403	Centro Comercial

Las Terrazas	-2.14180291	-79.8659303	Centro Comercial
Samborondón Plaza	-2.13796245	-79.8639932	Centro Comercial
Village Plaza	-2.14052269	-79.8646414	Centro Comercial
La Torre	-2.1440774	-79.8645392	Centro Comercial
Business Center	-2.1405898	-79.8669975	Edificio
SBC Office Center	-2.13970253	-79.8671592	Edificio
XIMA	-2.13865827	-79.8657829	Edificio
Plaza Navona	-2.11197803	-79.8718801	Centro Comercial
Plaza Lagos	-2.10040296	-79.8776734	Centro Comercial

Tabla 25 Coordenadas de Mangas de Empalme

Nombre	Latitud	Longitud
Manga FOSC-450	-2.14370833	-79.861337
Manga FOSC450	-2.14423623	-79.8639942
Manga FOSC450	-2.14377105	-79.8636707
Manga FOSC450	-2.14123306	-79.8637501
Manga FOSC450	-2.14097285	-79.8660402
Manga FOSC 450	-2.13813731	-79.8635365
Manga FOSC 450	-2.14689039	-79.8641807
Nodo A	-2.17975572	-79.8808158
Nodo B	-2.14516637	-79.8630318