

Diseño de una red de Acceso y Transporte de Datos para proveer el servicio de internet en diez Municipios del Choco Interconectados por Fibra óptica.

David Alberto López Torres

Pablo Enrique Bazarro Botero

Nota de los autores

David Alberto López Torres; Pablo Enrique Bazarro Botero, Especialización en Gerencia de Proyectos de Ingeniería de Telecomunicaciones, Universidad Santo Tomas. Los comentarios de este trabajo enviarlos a davidlopez\_190@hotmail.com; bazarro70@hotmail.com

Profesor: Rolando Ramos

Bogotá D.C abril de 2015

## Contenido

1. Resumen Decisorio .....	6
2. Planteamiento del Problema .....	8
2.1. Situación del Problema.....	8
2.2. Formulación del Problema.....	8
2.3. Delimitación del Problema .....	8
2.4. Objetivos.....	9
2.4.1. Objetivo General .....	9
2.4.2. Objetivos Específicos .....	9
2.5. Justificación .....	9
3. Marco de Referencia .....	11
3.1. Marco Teórico .....	11
3.1.1. Introducción .....	11
3.1.2. Protocolo Fast Ethernet IEEE 802.3U.....	13
3.1.3. Protocolo DHCP.....	13
3.1.4. Protocolo Vlans IEEE 802.1Q .....	16
3.1.5. Protocolo 10GE 802.3.ae .....	17
3.1.6. Protocolo de Gestión SNMP .....	18
3.2. Marco Conceptual.....	19
3.2.1. OLT .....	19
3.2.2. Fibra Óptica.....	20
3.2.3. Cableado UTP .....	22

	3
3.2.4. Módulos SFPs .....	22
3.2.5. Sistema de Gestión .....	24
4. Descripción General del Proyecto .....	25
4.1. Antecedentes del Proyecto.....	25
4.2. Alcance General del Proyecto .....	26
4.2.1. Entregables .....	26
4.3. Aspectos Técnicos .....	34
4.3.1. Tamaño.....	34
4.3.2. Localización .....	35
4.3.3. Ingeniería del Proyecto.....	42
5. Dirección General del Proyecto .....	49
5.1. Fases del Proyecto. ....	49
5.2. Control de Cambios .....	49
5.3. Definición de Actividades (EDT).....	50
5.4. Matriz de Responsabilidades .....	51
5.5. Planeación de los Recursos Humanos .....	52
5.6. Plan de Capacitaciones .....	52
5.7. Plan de Comunicación del Proyecto (Matriz de Escalamiento) .....	53
6. Aspectos financieros .....	55
6.1. Costos .....	55
6.2. Análisis de Riesgos e Incertidumbre .....	57
7. Calidad del Proyecto .....	58

7.1. Control de Calidad del Proyecto.....	58
7.2. Acuerdos de Disponibilidad y Garantía.....	58
8. Gestión de Riesgos del Proyecto.....	60
8.1. Análisis de Riesgos.....	60
8.2. Seguimiento y Control de Riesgos .....	60
9. Cierre de contrato.....	61
10. Conclusiones y Recomendaciones .....	62
Anexo 1 .....	63
Anexo 2 .....	66
Anexo 3 .....	70
Anexo 4 .....	72
Anexo 5 .....	73
Anexo 6 .....	77
11. Referencias Bibliográficas .....	79

## Lista de figuras

Figura 1: Costos Vs Capacidad .....	7
Figura 2: Formato Trama .....	16
Figura 3: SFP Óptico.....	23
Figura 4: SFP Eléctrico .....	23
Figura 5: Reporte de TSS .....	29
Figura 6: Reporte de Instalación .....	30
Figura 7: Reporte Acometida Eléctrica.....	31
Figura 8: Reporte Acometida Fibra Óptica.....	32
Figura 9: Reporte Conexión de Fibra.....	33
Figura 10: Mapa Choco.....	35
Figura 11: Mapa Municipio Atrato .....	36
Figura 12: Mapa Municipio Lloro.....	37
Figura 13: Mapa Municipio de Bagadó.....	37
Figura 14: Mapa Municipio Certeguí.....	38
Figura 15: Mapa Municipio Medio San Juan.....	39
Figura 16: Mapa Municipio Medio Baudo.....	39
Figura 17: Mapa Municipio Istmina.....	40
Figura 18: Mapa Municipio Rio Iro .....	40
Figura 19: Mapa Municipio Condoto.....	41
Figura 20: Mapa Municipio Novita.....	41
Figura 21: Diseño de la Red .....	44
Figura 22: Matriz de Escalamiento .....	54

## 1. Resumen Decisorio

En aras de establecer una diferencia decisoria al comparar las diferentes tecnologías de transmisión de datos, podríamos ingerir en varios aspectos por los cuales la Fibra Óptica es más costosa que los métodos tradicionales de microondas y satelital. Pero se hace una símil y determina una comparación de capacidad contra los costos de implementación para cada solución.

Como se puede apreciar en la figura 1, en aéreas donde no se cuenta con una demanda alta de conexión a internet, las microondas y los enlaces satelitales se ven como una de las soluciones más económicas y versátil, mas sin embargo cuando la demanda crece de manera exponencial y los enlaces de microondas y satelitales no cuentan con la capacidad suficientes para cubrirla, en ese momento se hace evidente la ventaja con la que cuenta la Fibra Óptica ya que si hacemos una relación entre Costos contra la Demanda se determina que la FO es mas económica a medida que la demanda incrementa su consumo.

La Fibra Óptica es usada en enlaces de alta capacidad y a largo plazo, por citar un ejemplo los grandes operadores alrededor del mundo toman la fibra óptica como la infraestructura para su backbone. En razón de este criterio, para este proyecto se toma la decisión de implementar Fibra Óptica para la interconexión de los municipios del Choco.

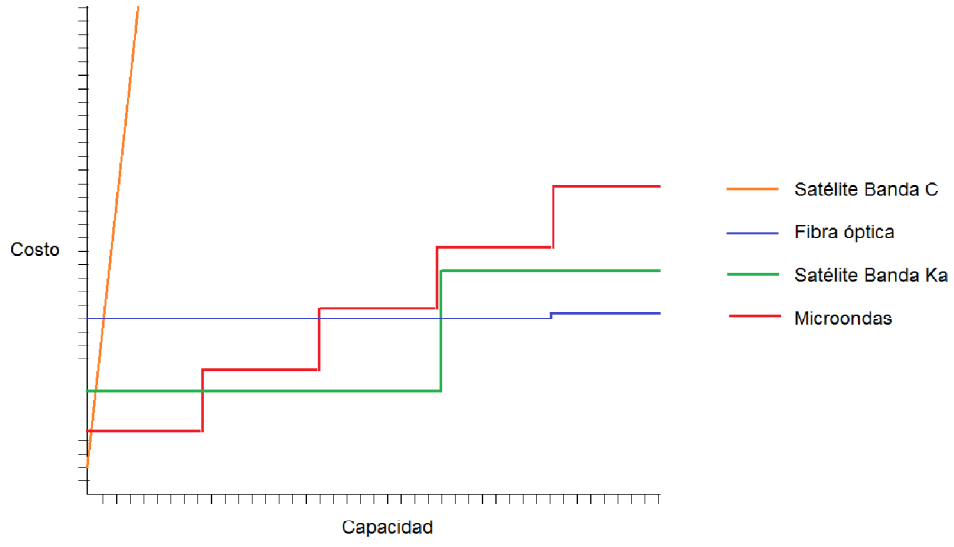


Figura 1: Costos Vs Capacidad

## **2. Planteamiento del Problema**

### **2.1. Situación del Problema**

Las telecomunicaciones en el mundo han jugado un papel decisivo en el desarrollo social y cultural de los países, el permanente intercambio informático de interés mutuo, ha facilitado en los vínculos sociales, que el conocimiento se desarrolle, y por lo tanto todos los componente inherentes a la evolución de la sociedad contemporánea.

En la actualidad la masificación de sistemas informáticos ha dimensionado una necesidad mucho más grande de conexión que en años atrás ya que la conectividad brinda la posibilidad de la información en diferentes puntos geográficos a la hora que se requiera.

Hoy en día nuestro país cuenta con un despliegue muy pobre en la cobertura de redes que proporcionen conectividad a internet, las redes que se encuentran desplegadas en nuestro país pertenece a empresas privadas y con cobertura en las cabeceras municipales y ciudades densamente pobladas, las poblaciones más apartadas de la geografía son las más vulnerables ya que el acceso a la red es cero.

### **2.2. Formulación del Problema**

¿Mediante un sistema de interconexión de OLTs por fibra óptica se podrá brindar un acceso a la red garantizando la conexión a internet en lugares remotos del Choco?

### **2.3. Delimitación del Problema**

El proyecto se ocupa de plantear una serie de soluciones técnicas, corporativas y económicas, que le brinden a un cliente potencial, la posibilidad de acceder a mayores niveles de cobertura y de desarrollo a través de la contratación por un lado de un servicio de acceso de datos de manera segura y confiable, y por otro lado la consolidación del mercado en regiones apartadas.

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo General**

Diseñar una red de acceso y transporte de datos para proveer el acceso a internet en diez Municipios del Choco interconectados por fibra óptica.

### **2.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la topología actual de conexión de fibra del choco, los municipios actualmente implementados, el estado del arte.
- Elaborar el diseño de una red de acceso basado en OLT que permita el suministro de internet a poblaciones apartadas del Choco sin conexión por fibra óptica.
- Detallar la localización de los 10 Municipios del Choco a los cuales está dirigido el proyecto.
- Identificar los riesgos del proyecto y establecer el plan para mitigarlos.
- Especificar los costos de la implementación del proyecto.
- Definir el cronograma para la implementación del proyecto, fechas de para cada una de las actividades.
- Discriminar las actividades necesarias para llevar a cabo la implementación y los responsables de estas actividades.

## **2.5. Justificación**

La oportunidad que se presenta en el medio de las telecomunicaciones, para brindar soluciones integradas a necesidades específicas, es vital en una sociedad en la cual el poseer la información es una ventaja.

Este proyecto soluciona la falta de acceso a la red de internet de 10 departamentos del Choco, el cual busca la masificación del uso del internet en estos lugares apartados, a través de un despliegue de la infraestructura necesaria de telecomunicaciones que permita a los

ciudadanos e instituciones públicas y privadas el acceso a las aplicaciones y servicios disponibles a nivel mundial por medio de conexiones a internet de banda ancha.

### 3. Marco de Referencia

#### 3.1. Marco Teórico

##### 3.1.1. Introducción

Los inicios de las Telecomunicaciones tienen su comienzo en 1844, cuando Samuel Morse puso en marcha el primer sistema telegráfico confiable. Fue el primer paso en la transmisión de datos, pues, los símbolos utilizados por Morse son de naturaleza digital (puntos y rayas). Tres décadas después, con Alejandro Graham Bell, comenzó la era de la transmisión analógica de señales de voz por medios telefónicos. Con este desarrollo la electrónica analógica se vio enteramente beneficiada por los adelantos y nuevos descubrimientos.

Esta situación cada vez más apremiante, de interconectar sistemas de procesamiento digital de la información, lo que aceleró el desarrollo de las tecnologías de la transmisión de señales digitales.

Por su propia naturaleza, el procesamiento de datos implica la recolección y la transmisión de señales digitales desde puntos alejados hasta un procesador central. En los años 70 el único medio apropiado para la transmisión de datos eran las microondas como medio de transporte eficiente.

Las señales digitales debidamente codificadas (en PCM, por ejemplo) no podían transmitirse directamente por un canal telefónico y era necesario convertirlas en señales compatibles con ese medio de transmisión analógica. Por otro lado, los canales telefónicos son muy susceptibles al ruido y el receptor debe tener la capacidad para correlacionar las señales recibidas con los conjuntos finitos de valores digitales. Por lo general, si la relación S/N (Potencia de Señal/Potencia de Ruido) a la entrada del receptor es superior a cierto nivel de umbral, las señales digitales se pueden reproducir con un error muy pequeño (publica, 2011).

Los inicios de Internet se remontan a los años 60. En la guerra fría, Estados Unidos crea una red exclusivamente militar, con el objetivo de poder tener acceso a la información militar desde cualquier punto del país, en caso de un ataque ruso.

Esta red se creó en 1969 y se llamó ARPANET. En principio, la red contaba con 4 ordenadores distribuidos entre distintas universidades del país. Dos años después, ya contaba con unos 40 ordenadores conectados. Tanto fue el crecimiento de la red que su sistema de comunicación se quedó obsoleto. Entonces dos investigadores (Vint' G. Cerf y Robert Kahn) crearon el Protocolo TCP/IP, que se convirtió en el estándar de comunicaciones dentro de las redes informáticas.

ARPANET siguió creciendo y abriéndose al mundo, cualquier persona con fines académicos o de investigación podía tener acceso a la red. Las funciones militares se desligaron de ARPANET y fueron a parar a MILNET, una nueva red creada por los Estados Unidos.

La NSF (National Science Foundation) crea su propia red informática llamada NSFNET, que más tarde absorbe a ARPANET, creando así una gran red con propósitos científicos y académicos.

El desarrollo de las redes fue abismal, se crearon nuevas redes de libre acceso que más tarde se unen a NSFNET, formando la base de lo que hoy se conoce como INTERNET (Tomala, Palma, & Solis, 2005).

### 3.1.2. Protocolo Fast Ethernet IEEE 802.3U

Debido al crecimiento de las redes y la congestión de estas mismas, surge la necesidad de más velocidad, debido a esto surgen nuevas tecnologías de comunicación que hacen más rápida la velocidad de la transmisión de datos. A este tipo de tecnología se incluye Fast Ethernet implementada en 1995. Esta tecnología tiene ventajas importantes ya que trabaja sobre el estándar 802.3, permite una velocidad de 100Mbps la cual permite trabajar sobre la misma estructura de la red Ethernet haciéndola más rápida, por eso mismo se le agrega el prefijo Fast, ya que puede ser 10 veces más rápida que el Ethernet.

Este tipo de tecnología puede trabajar sobre fibra óptica, y por la transmisión de cable de cobre.

Hay tres tipos de Fast Ethernet:

- **100BASE-TX:** para uso con cableado de par trenzado sin malla (cable utp 5)
- **100BSE-FX:** para uso con cables de fibra óptica
- **100BASE-T4:** el cual utiliza un par extra de hilos para utilizar cableado UTP nivel3 (Soporte, 2015)

### 3.1.3. Protocolo DHCP

El protocolo de configuración dinámica de Host (DHCP) es un protocolo estándar definido por RFC 1541 (que es sustituida por RFC 2131) y que permite a un servidor distribuir de forma dinámica el direccionamiento IP y la información de configuración a los clientes. El servidor DHCP proporciona normalmente el cliente con al menos esta información básica:

Dirección IP

Máscara de subred

Puerta de enlace predeterminada

Otro tipo de información puede proporcionarse también, como direcciones de servidor de servicio de nombres de dominio (DNS) y servicio de nombres Internet de Windows (WINS) las direcciones del servidor. El administrador del sistema configura el servidor DHCP con las opciones que se analizan la salida al cliente. (Sanchez & Tapia, 2009).

El protocolo de configuración dinámica de host (DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol) es un estándar TCP/IP diseñado para simplificar la administración de la configuración IP de los equipos de nuestra red. El estándar DHCP permite el uso de servidores DHCP para administrar la asignación dinámica, a los clientes DHCP de la red, de direcciones IP y otros detalles de configuración relacionados, siempre que los clientes estén configurados para utilizar un servidor DHCP (en lugar de estar configurados manualmente con una dirección IP, en las conexiones de red de las estaciones de trabajo, activaremos la "configuración automática de IP").

Cada equipo de una red TCP/IP debe tener un nombre y una dirección IP únicos. La dirección IP (junto con su máscara de subred relacionada) identifica al equipo host y a la subred a la que está conectado. Al mover un equipo a una subred diferente, se debe cambiar la dirección IP; DHCP permite asignar dinámicamente una dirección IP a un cliente, a partir de una base de datos de direcciones IP de servidor DHCP de la red local. En las redes TCP/IP, DHCP reduce la complejidad y cantidad de trabajo que debe realizar el administrador para reconfigurar los equipos.

DHCP es el protocolo de servicio TCP/IP que "alquila" o asigna dinámicamente direcciones IP durante un tiempo (duración del alquiler) a las estaciones de trabajo,

distribuyendo además otros parámetros de configuración entre clientes de red autorizados, tales como la puerta de enlace o el servidor DNS. DHCP proporciona una configuración de red TCP/IP segura, confiable y sencilla, evita conflictos de direcciones y ayuda a conservar el uso de las direcciones IP de clientes en la red. Utiliza un modelo cliente-servidor en el que el servidor DHCP mantiene una administración centralizada de las direcciones IP utilizadas en la red. Los clientes compatibles con DHCP podrán solicitar a un servidor DHCP una dirección IP y obtener la concesión como parte del proceso de inicio de red.

Las estaciones de trabajo "piden" su dirección IP (y demás configuraciones para este protocolo) al servidor, y éste les va asignando direcciones del rango que sirve, de entre aquellas que le quedan libres; si deseamos que a determinados equipos el servidor les sirva siempre la misma, podemos llegar a "forzar" la asignación de la dirección IP deseada a equipos concretos.

Además también pueden excluirse del rango de direcciones IP que va a servir nuestro servidor, aquellas que deseamos que estén asociadas de forma estática a determinados equipos o periféricos de red.

Si por error dejásemos algún equipo de la red configurado con un direccionamiento IP estático del rango gestionado por nuestro servidor DHCP, podría ocurrir que cuando nuestro servidor "alquilase" una IP a la estación de trabajo solicitante, dicha dirección IP fuera la que estuviera siendo utilizada por el equipo con direccionamiento estático, provocándose un conflicto de IP; en ese caso el cliente selecciona otra dirección IP y la prueba, hasta que obtenga una dirección IP que no esté asignada actualmente a ningún otro equipo de nuestra red. Por cada conflicto de direcciones, el cliente volverá a intentar configurarse automáticamente hasta con 10 direcciones IP. (Sanabria, 2014)

### 3.1.4. Protocolo Vlans IEEE 802.1Q

IEEE 802.1q (también conocido como direccionamiento de VLAN) fue un proyecto en el proceso de estándares IEEE 802 para desarrollar un mecanismo que permita múltiples redes puenteadas para compartir la misma conexión de red física sin que la información pase a otra red. IEEE 802.1q es además el nombre del estándar usado por el proceso, y el mismo nombre para el protocolo de encapsulamiento usado para implementar este mecanismo sobre redes Ethernet. (Pérez, 2014)

802.1Q en realidad no encapsula la trama original sino que añade 4 bytes al encabezado Ethernet original. El valor del campo EtherType se cambia a 0x8100 para señalar el cambio en el formato de la trama.

Debido a que con el cambio del encabezado se cambia la trama, 802.1q fuerza a un recálculo del campo FCS. (Profesorado, 2010)

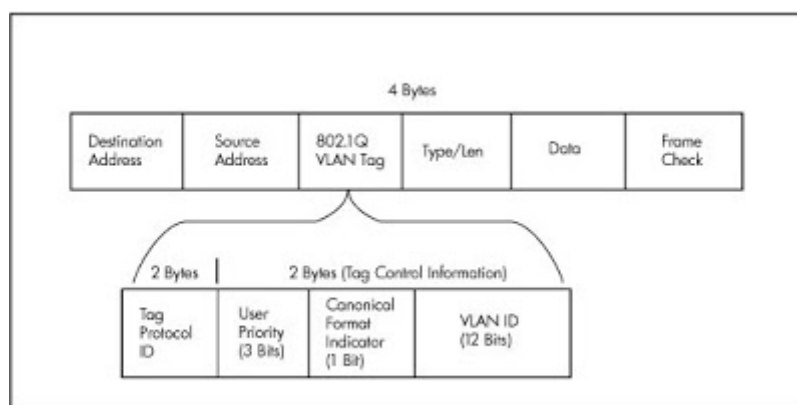


Figura 2: Formato Trama

### 3.1.5. Protocolo 10GE 802.3ae

El protocolo 10 Giga bit Ethernet a través de fibra óptica fue publicado como IEEE 802.3ae en el año 2002. El principal objetivo era ampliar la capacidad de las redes troncales o backbone tanto de las redes LAN, MAN, WAN y SAN.

En la capa 2 del modelo OSI, 802.3ae no representa cambios significativos con respecto al resto de la familia Ethernet, continua siendo un protocolo de enlace asíncrono, utiliza el mismo formato de trama con iguales tamaños máximos y mínimos dispuestos en el 802.3, aunque en su protocolo MAC, dado su carácter full duplex, no contempla la detección de colisiones y por tanto se eliminan las limitaciones de distancia en el estándar por este motivo, quedando esta solamente limitada por las condiciones de atenuación y distorsión del enlace, lo que le permite llegar a distancias de hasta 40 km. (Soporte, 2015)

- **10GBASE-SR:** ("short range") -- Diseñada para funcionar en distancias cortas sobre fibra óptica multi-modo, permite una distancia entre 26 y 82 m dependiendo del tipo de cable. También admite una distancia de 300 m sobre una fibra óptica multi-modo de 2000 MHz·km (usando longitud de onda de 850nm).
- **10GBASE-CX4:** Interfaz de cobre q para aplicaciones de corto alcance (máximo 15 m). 2,5 Gbps por cada cable.
- **10GBASE-LX4:** Usa multiplexión por división de longitud de onda para distancias entre 240 m y 300 m sobre fibra óptica multi-modo. También admite hasta 10 km sobre fibra mono-modo. Usa longitudes de onda alrededor de los 1310nm.
- **10GBASE-LR** ("long range"): Este estándar permite distancias de hasta 10 km sobre fibra mono-modo (usando 1310nm).
- **10GBASE-ER:** ("extended range"): Este estándar permite distancias de hasta 40 km sobre fibra mono-modo (usando 1550nm). (Profesorado, 2010)

### 3.1.6. Protocolo de Gestión SNMP

El protocolo SNMP usa el UDP como protocolo de transporte para pasar datos entre administradores y agentes. El NMS le envía una petición a través del protocolo UDP a un agente y espera para su respuesta un tiempo determinado, si el intervalo de espera es alcanzado y el NMS no ha escuchado noticias de retorno del agente gestionado, asume que el paquete se perdió y retransmite la petición. El número de veces que el NMS retransmite paquetes puede ser configurado.

El Protocolo SNMP destina el puerto 161 del protocolo UDP para enviar y recibir las peticiones, y el puerto 162 para recibir “TRAPS” de los dispositivos gestionados.

Las versiones de SNMP son las siguientes:

- **SNMPv1:** Fue la primera versión del protocolo
- **SNMPv2:** Se añadieron mejoras en el tipo de datos y operaciones del protocolo
- **SNMPv3:** La versión más reciente del protocolo, incorpora mejoras en cuanto a la administración y la seguridad

En SNMPV1 y SNMPV2 usan el concepto de comunidades para establecer la comunicación entre un NMS y los agentes. Un agente es configurado con tres tipos de comunidad: de solo lectura, de lectura- escritura y de notificación para los “TRAPS”. Los nombres de las comunidades son esencialmente contraseñas,

Los tres tipos de comunidad enmarcan diferente tipo de actividades:

- **Comunidad de solo lectura:** permite leer los valores de datos, pero no modificarlos.
- **Comunidad de lectura-escritura:** permite leer y modificar valores de datos; se puede leer.

- **Comunidad de notificación:** permite al agente enviar los “TRAPS” y al NMS recibir los “TRAPS” del agente. (Colombia, 2009)

## 3.2. Marco Conceptual

### 3.2.1. OLT

Este elemento de la red de fibra óptica consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 64 ONT.

Para conectar la OLT con la ONT se emplea un cable de fibra óptica para transportar una longitud de onda de bajada (downstream). Mediante un pequeño divisor pasivo que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas.

Los datos de subida (upstream) desde la ONT hasta la OLT, son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream son agregados por la misma unidad divisora pasiva, que hace las funciones de combinado en la otra dirección del tráfico. Lo que permite que el tráfico sea recolectado desde la OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico downstream.

Para el tráfico downstream se realiza un broadcast óptico, aunque cada ONT solo será de capaz de procesar el tráfico que le corresponde. Para el tráfico upstream los protocolos basados en TDMA (Time Division Multiple Access) aseguran la transmisión sin colisiones desde la ONT hasta la OLT. Además, mediante TDMA sólo se transmite cuando sea necesario, por lo cual, no sufre de la ineficiencia de las tecnologías TDM donde el período temporal para transmitir es fijo e independiente de que se tengan datos o no disponibles. (publica, 2011)

### 3.2.2. Fibra Óptica

En su composición, la fibra óptica está constituida por un hilo flexible normalmente está hecha de vidrio u otro material dieléctrico. Su índice de refracción es alto y es capaz de llevar la luz con bajas atenuaciones incluso cuando se curva el cable.

Está constituida por un núcleo y un revestimiento, ambos cilindros concéntricos y con diferente índice de refracción, siendo el del exterior inferior al del interior. Según el uso y las condiciones a las que será sometida, la fibra óptica además se cubre externamente con una capa llamada recubrimiento.

La fibra óptica se compone de filamentos de vidrio, aunque algunas veces se pueden encontrar de plástico. La forma de enviar información a través de la fibra óptica es a través de haces de luz, los cuales viajan dentro de ella. En telecomunicaciones, es el medio de transmisión más utilizado gracias a la gran capacidad que tiene de enviar información, ya que a través de un hilo de fibra óptica se pueden enviar millones de bits por segundo (bps) y acceder a servicios de manera simultánea con gran velocidad y calidad.

Gracias a su composición, la fibra óptica permite adaptarse a diferentes tipos de condiciones geográficas, ya que el cable de fibra óptica es más liviano, lo cual permite una fácil instalación sobre redes de energía, viales y de gasoductos, entre otras, con importantes características técnicas para su funcionamiento, además, como es la inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas.

Tipos de cable de fibra óptica:

- **Cable Auto Soportado ADSS:** Es un cable diseñado para ser utilizado en estructuras aéreas, comúnmente redes eléctricas o de distribución energética (postes o torres), posee características técnicas que permiten soportar condiciones ambientales extremas y la forma de instalación es a través de soportes y abrazaderas especiales.

- **Cable Submarino:** Es un cable diseñado para permanecer sumergido en el agua. Estos cables logran alcanzar grandes distancias. Adentro, en su composición, disponen de cables de energía para alimentar los amplificadores ópticos que normalmente hacen parte de sistema de comunicaciones y, al encontrarse ubicados a grandes profundidades, se imposibilita su mantenimiento.
- **Cable OPGW:** (Optical Ground Wire) es un cable que tiene fibras ópticas insertadas dentro de un tubo, en el núcleo central del cable de tierra de los circuitos eléctricos. Sus fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por pesados cables a tierra. Es utilizado por las compañías eléctricas para suministrar comunicaciones a lo largo de las rutas de las líneas de alta tensión y poseen gran disponibilidad en el servicio de transmisión de información.

Tipos de propagación de la fibra óptica:

- **Fibras ópticas multi-modo:** Son aquellas fibras que pueden guiar y transmitir varios rayos de luz por el efecto de reflexión (varios modos de propagación), a través del núcleo de la fibra óptica. Estas fibras ópticas son fabricadas a base de vidrio y son utilizadas para aplicaciones de cortas distancias en soluciones donde no existen trayectos mayores de 2 kilómetros, y se adaptan muy bien a soluciones de tipo empresarial y campus universitarios, entre otras.
- **Fibras ópticas mono-modo:** Este tipo de fibra, puede guiar y transmitir un solo rayo de luz a través del eje de la fibra óptica, siendo la longitud de onda del mismo tamaño del núcleo, por lo que se denomina 'mono-modo'. Esta fibra óptica permite lograr grandes distancias, para alcanzar un alto cubrimiento y una alta capacidad de transmisión de información. (MINTIC, 2014)

### **3.2.3. Cableado UTP**

Unshielded Twisted pairs, cable de par trenzado sin apantallar, que se utiliza en las telecomunicaciones y las redes informáticas, cada hilo de cobre está aislado y los grupos de pares trenzados llevan un revestimiento que los mantiene unidos.

El cable UTP debe tener un revestimiento aislante externo de PVC retardante al fuego, marcado con unidad de medida para fácil identificación de la longitud.

EL cable de Categoría 6, es un estándar de cables para Giga bit Ethernet y otros protocolos de redes que son compatibles con los estándares de categoría 5/5e y categoría 3. La categoría 6 posee características y especificaciones para crosstalk y ruido. El estándar de cable es utilizable para 10BASE-T, 100BASE-TX y 1000BASE-TX (Giga bit Ethernet). Alcanza frecuencias de hasta 250 MHz en cada par. (VANEGAS & LOPEZ, 2009)

### **3.2.4. Módulos SFPs**

#### **3.2.4.1. SFPS 10GE**

Un SFP, definido como small form-factor pluggable, es un transceptor insertable en caliente que se emplea para servir de interface entre un equipo de comunicaciones (switch, router, conversor de medios) y un enlace por fibra óptica.

Podemos encontrar los siguientes tipos más comunes de interfaces ópticos Giga bit para fibras mono modo en segunda y tercera ventana (1310 y 1550 nm. respectivamente):

SFP 1000BASE-LX (hasta 10km)

SFP 1000BASE-XD (hasta 40km)

SFP 1000BASE-LH/ZX (hasta 70 km)

SFP 1000BASE-EX (hasta 120 Km)

Para corto alcance, se usan fibras multimodo SFP 1000BASE-SX en primera ventana (850nm), con alcance de hasta 2 km. (Moreno, 2004)



Figura 3: SFP Óptico

#### 3.2.4.2. SFPS FE

Los SFP eléctricos se diferencian de los ópticos a nivel de nomenclatura porqué la capacidad de línea (10/100/1000 Mbits) viene acompañado del término "BASE-T". Su distancia, en torno a los 100 metros debido a que es para cable UTP y conectores RJ45, depende del tipo de cableado de cobre que conecta al SFP (en concreto de su categoría). Los tipos de cables, sus distancias y capacidades, los presentaré en una entrada próximamente. (Moreno, 2004)



Figura 4: SFP Eléctrico

### **3.2.5. Sistema de Gestión**

Las funciones principales del sistema de gestión son:

Descubrir automáticamente la topología de la red, brindar las herramientas necesarias para el diagnóstico, monitoreo de la red y gestión de las MIB's , un sistema de gestión se compone del gestor, los agentes que están encargados de recolectar la información de gestión y los objetos gestionados los cuales representan los elementos de red, interfaces o recursos de red.

El sistema de gestión realiza consultas y modificaciones a las MIB's del dispositivo gestionado y recibe notificaciones de eventos, con el fin de poder realizar una administración de todos los recursos de la red de manera remota.

## 4. Descripción General del Proyecto

### 4.1. Antecedentes del Proyecto

La información plasmada en el marco del *Plan Vive Digital*, la Dirección de Conectividad del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones tuvo como objetivo aumentar la cobertura y uso de las TIC con el despliegue de infraestructura y facilitará la penetración de banda ancha en el país, a través del *Proyecto Nacional de Fibra Óptica*.

En coherencia con lo anterior, el *Proyecto Nacional de Fibra Óptica* fue adjudicado por el Ministerio TIC, el 4 de noviembre de 2011, al Contratista Unión Temporal Fibra Óptica Colombia, quién tiene la obligación de conectar nuevos municipios colombianos a las redes de fibra óptica.

El listado de estos municipios fue determinado durante la fase de planeación y estructuración del proyecto, partiendo de la información suministrada por los diferentes operadores del sector de telecomunicaciones en referencia a los municipios estimados con Fibra Óptica.

De acuerdo al Informe Detallado de Ingeniería y Operación (ID&O) elaborado por el operador, la instalación de los nodos de Fibra Óptica en la cabecera de los municipios incluidos en el proyecto se daría en cuatro (4) grupos iniciales, los cuales se planeó entrarían en operación entre los años 2013 y 2014.

Al consistir en un proyecto de infraestructura, el *Proyecto Nacional de Fibra Óptica* fomentará el despliegue de redes de fibra óptica en el país, con puntos de llegada en las cabeceras municipales, facilitando así la entrada de los operadores de telecomunicaciones a cada uno de los municipios a beneficiar. Es así como la expansión, la cobertura y la comercialización de servicios de telecomunicaciones (banda ancha, televisión, telefonía, y

otros) en cada uno de los municipios, puede ser provisto por el ejecutor del proyecto u otros operadores interesados en la prestación de estos servicios.

De igual forma, en el marco del Proyecto Nacional de Fibra Óptica, la Dirección de Conectividad suministrará el servicio de banda ancha gratuito a dos mil (2.000) instituciones públicas pertenecientes a los sectores salud, defensa, cultura y educación, distribuidas entre las cabeceras municipales de los municipios pertenecientes al proyecto, que aún demandan apoyo del Gobierno Nacional y que no han sido conectadas a través de otras estrategias regionales. (Alcaldía B. M., 1996)

#### **4.2. Alcance General del Proyecto**

Implementar la interconectividad de 10 municipios del Choco por medio de Fibra Óptica, el proyecto incluye la instalación y puesta en funcionamiento de los 10 municipios antes mencionados, la entrega al cliente se hará con la documentación exigida.

El despliegue de este proyecto no incluye tendido de Fibra Óptica, cerramientos en los sitios que lo requiera, suministro de energía ni la implementación de la última milla.

El proyecto incluye su propio sistema de gestión y no incluye la integración con los demás gestores del cliente.

El soporte técnico durante 24 Meses después de la integración se brindara cumpliendo los SLA pactados en este documento.

##### **4.2.1. Entregables**

Los siguientes documentos se establecen como entregables del proyecto, con el fin de formalizar la entrega a satisfacción por ambas partes, cada uno de los sitios a implementar:

- **Reporte de TSS:** en el cual se incluyen todos los datos del sitio, como localización, información general del sitio, las consideraciones que se deben tener para el acceso,

datos de la superficie, del sistema de tierra, de la acometida eléctrica, de la acometida de fibra óptica.

Formato requerido:

			Fecha de la visita:	
<b>1. INFORMACION DE SITIO</b>				
Nombre del Nodo:			ID del Nodo:	
Departamento:			Ciudad:	
Nombre Institución:			Dirección:	
Ubicación de nuevo Equipo				Propietario de Infraestructura
Coordenadas WGS84		X: Latitud N (xx° xx' xx")	Y: Longitud W (xx° xx' xx")	Z: ASNM (m)
<b>2. INFORMACION DE CONTACTOS</b>				
Area	Nombre	Correo	Cel	
Contacto Llaves del nodo - 1				
Contacto Llaves del nodo - 2				
<b>3. INFORMACION GENERAL DEL SITIO</b>				
Tipo de sitio	Estación	Vehículo requerido		Horario de acceso
<input type="checkbox"/> ATC	<input type="checkbox"/> INDOOR <input type="checkbox"/> AZOTEA	<input type="checkbox"/> CARGA <input type="checkbox"/> BESTIAS <input type="checkbox"/> HELICÓPTERO	<input type="checkbox"/> 7 X 24h <input type="checkbox"/> 5 X 8h	
<input type="checkbox"/> PROPIO	<input type="checkbox"/> OUTDOOF <input type="checkbox"/> TERRENI	<input type="checkbox"/> CARGA 4x4 <input type="checkbox"/> BOTE <input type="checkbox"/> OTRO _____	<input type="checkbox"/> RESTRICCIÓN DE DÍA	
<b>Descripción de llegada al sitio.</b>				
<b>Consideraciones Especiales de Acceso (Se debe incluir imágenes para estas consideraciones)</b>				
Dimensiones de la puerta principal del edificio				
Dimensiones de las demás puertas de acceso				
Puede realizarse el acceso al edificio por la puerta principal			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Dimensiones del ascensor			NA	
Número de pisos desde la puerta de acceso hasta la terraza			NA	
Dimensiones de escaleras de ascenso			NA	
Dimensiones acceso interno hacia la terraza			NA	
Tipo de piso e impermeabilizante de la terraza			NA	
En la terraza existe alguna plataforma de altura			<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI H= ____ m	
El pasillo a recorrer hasta los equipos presenta obstáculos			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
<b>Permisos requeridos</b>	<b>Nivel Riesgo personal</b>	<b>Dificultad Ingreso equipos a celda</b>	<b>Proceso de solicitud de llaves</b>	
<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> ALTO	<input type="checkbox"/> NO		
<input type="checkbox"/> CARTA	<input type="checkbox"/> BAJO	<input type="checkbox"/> SI: _____		

<b>Dados de Concreto</b>	Tipo de superficie existente	<input type="checkbox"/> Anden en concreto	<input type="checkbox"/> Zona Verde	<input type="checkbox"/> OTRO _____
	Distancias mínimas libres de obstáculos que deberán quedar a partir del gabinete al:	Frente	<input type="checkbox"/> 1.20 m	
		Costado izquierdo	<input type="checkbox"/> 0.40 m.	
		Costado Derecho	<input type="checkbox"/> 0.60 m.	
		Costado posterior	<input type="checkbox"/> 0.60 m.	
Pedestal Nuevo <input type="checkbox"/>		Pedestal existente <input type="checkbox"/>		
Existencia de redes de servicio en el área a intervenir		<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	Cual?
<b>Sistema a Tierra</b>	SPT Nuevo <input type="checkbox"/>	SPT Existente <input type="checkbox"/>		
	Tipo de sistema a tierra	<input type="checkbox"/> Anillo alrededor de la base	<input type="checkbox"/> Triangulo	
		<input type="checkbox"/> Contrapesos	<input type="checkbox"/> OTRO _____	
	Numero de varillas de tierra	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> OTRO ____
	Los pozos para los electrodos requieren tratamiento especial del suelo para mejorar la resistencia (aplica para existentes y/o nuevos)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
	Longitud aprox. del cable a tierra a instalar	Cual?		
	Tipo de superficie existente en el recorrido del cableado para el sistema a tierra	<input type="checkbox"/> Zona Verde.	Longitud: ____ m	
		<input type="checkbox"/> Anden en concreto	Longitud: ____ m.	
Resistencia de SPT existente	<input type="checkbox"/> OTRO _____	Longitud: ____ m.		
Posibilidad de redes de servicio existentes en el area a intervenir	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		
		Cual?		
<b>Acometida eléctrica</b>	Instalación de medidor nuevo	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> OTRO _____
	Ubicación del medidor nuevo	<input type="checkbox"/> En poste existente		
		<input type="checkbox"/> En pedestal nuevo		
		<input type="checkbox"/> OTRO _____		
	Distancia horizontal entre medidor y los dados de concreto:			
	Tipo de superficie existente en el recorrido del cableado para el sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> Zona Verde.	Longitud: m	
		<input type="checkbox"/> Anden en concreto	Longitud: m.	
		<input type="checkbox"/> OTRO	Longitud: m.	
	Numero de cámaras eléctricas a instalar	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> OTRO _____
	Especificación del cableado eléctrico			
Especificación de tubo a instalar	<input type="checkbox"/> EM	<input type="checkbox"/> IMC	<input type="checkbox"/> CORAZA AMERICA	<input type="checkbox"/> OTRO _____
Requiere escalerilla	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Longitud = ____ m	
Requiere rieles y abrazaderas	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Longitud = ____ m	
Longitud aprox. del cable eléctrico a instalar	FASE 1: ____ FASE2: ____ FASE 3: ____			

<b>Acometida de Fibra Óptica</b>	Distancia horizontal entre entrada de FO y los dados de concreto:	NA		
	Tipo de superficie existente en el recorrido del cableado para el sistema eléctrico	<input type="checkbox"/> Zona Verde.	Longitud: m	
		<input type="checkbox"/> Anden en concreto	Longitud: m.	
		<input type="checkbox"/> OTRO	Longitud: m.	
	Numero de cajas de paso a instalar	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> OTRO _____
	Numero de cajas de paso a instalar	<input type="checkbox"/> Plástica	<input type="checkbox"/> Metálica	
	Especificación de tubo a instalar	<input type="checkbox"/> EM	<input type="checkbox"/> IMC	<input type="checkbox"/> CORAZA AMERICA
Requiere escalerilla	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Longitud = ____ m	
Requiere rieles y abrazaderas	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Longitud = ____ m	

**Observaciones: Nodo Indoor, instalacion de equipos en rack existente.**

.....

.....

.....

---

\_\_\_\_\_

-----

Vo. Bo. Contratista Page 3 Aprobado por cliente

**Figura 5: Reporte de TSS**

- **Reporte de Instalación:** en este informe se incluye todo el registro fotográfico del proceso de instalación de los equipos en el sitio designado, la ubicación geográfica, las imágenes del acceso al sitio , las imágenes de las conexiones eléctricas, de la acometida de fibra óptica, se incluye el layout de los equipos instalados, finalmente la información de la interconexión de los puertos entre el ODF y equipo

Formato establecido: para el registro fotográfico del plano general

Proyecto			
Objetivo	PLANO GENERAL	Fecha:	
		Cliente	
		Dirección	
Foto 1/4		MAPA	VISTA GENERAL
		Foto 2/4	
Foto 3/4		VISTA DE SITIO	VISTA LATERAL DE SITIO
		Foto 4/4	

Figura 6: Reporte de Instalación

Formato establecido para el registro fotográfico de la acometida eléctrica

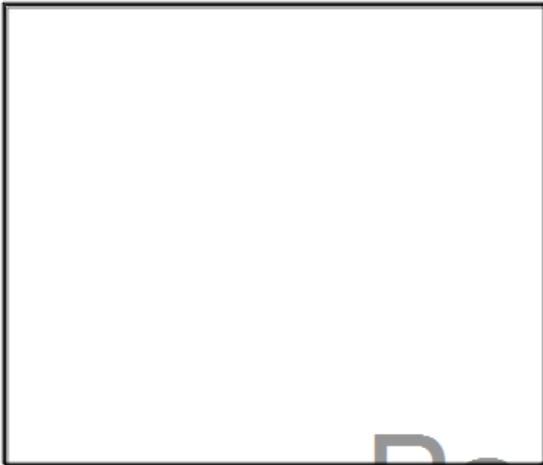
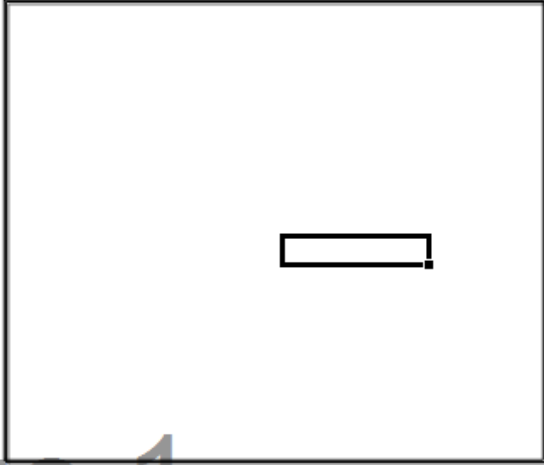


Proyecto			
Objetivo	ACOMETIDA ELÉCTRICAS	Fecha:	
		Cliente:	
		Dirección:	
			
Foto 1/4	ACOMETIDA ELÉCTRICA	Foto 2/4	ACOMETIDA ELÉCTRICA
			
Foto 3/4	SISTEMA POLO A TIERRA	Foto 4/4	SISTEMA POLO A TIERRA

Figura 7: Reporte Acometida Eléctrica

Formato establecido: para el registro fotográfico para la acometida de fibra óptica

Proyecto			
Objetivo	ACOMETIDA FIBRA ÓPTICA	Fecha:	
		Cliente:	
		Dirección:	
Foto 1/4		PANORAMICA	
		Foto 2/4	
Foto 3/4		RECORRIDO GENERAL	
		Foto 4/4	

Figura 8: Reporte Acometida Fibra Óptica

Formato establecido para el registro de la información de la interconexión de fibra

CONEXIONES ENTRE ODF Y EQUIPO								
	DESDE	HACIA	EQUIPO				ODF1	
DANE	MUNICIPIOS	MUNICIPIOS	EQUIPOS	PUERTO	CONEXION	TIPO	BANDEJA	POSICION

Figura 9: Reporte Conexión de Fibra

Pruebas de entrega del equipo

Los ítems que se deben verificar para realizar la entrega formal de los equipos son los siguientes:

- **Revisión visual del Gabinete y Racks:** Se verifica el correcto estado de las láminas del gabinete, las puertas puedan abrir y cerrar sin problema, la correcta sujeción de los equipos en el rack, la correcta instalación de las tarjetas en el frame, el correcto anclaje del gabinete al piso.
- **Revisión del Cableado eléctrico y fibra óptica:** En este punto se debe verificar la calidad de la instalación del cableado, de energía, fibra óptica y UTP, el correcto marquillado de cables, verificar que los equipos y el gabinete este aterrizados, realizar la medición de atenuación de los patch cords tanto de transmisión como recepción que no supere los 2dB.
- **Revisión de Breakers, banco de baterías, rectificadores, sistema de puesta a tierra y refrigeración del gabinete:** Verificar que el sistema de puesta a tierra cumple con el valor mínimo permitido (10 ohm), verificar que el amperaje de los breakers sea el indicado, verificar la temperatura de operación de los equipos, realizar registro de las mediciones de voltaje y corriente en AC y DC, realizar medición del voltaje de las baterías en vacío y con carga, verificar el correcto funcionamiento de los módulos rectificadores.

- **Revisión del sistema de alarmas:** Verificar que funcione correctamente el sensor de puerta abierta del gabinete, el sensor de humedad, verificar que el sensor mida la temperatura del gabinete correctamente, verificar el sensor de Humo, verificar el sensor de entrada de voltaje AC en el rectificador, verificar el estado de la bandeja de ventiladores.
- **Pruebas de Gestión:** Verificar el adecuado funcionamiento del puerto de gestión del equipo, que permita el acceso por consola y se puedan modificar parámetros de la configuración, Reiniciar el equipo y verificar el correcto restablecimiento sin pérdidas de configuración.
- **Pruebas de servicio:** Conectarse directamente a un puerto Fast Ethernet y realizar la conexión a diferentes sitios de internet.

Para las pruebas de aceptación del departamento, se ejecutara un protocolo de saturación de canal de 2G, dicho protocolo se ejecutara a solicitud del cliente el cual definirá a través de cuantos municipios pasara dicha prueba. (Ver anexo 1)

### **4.3. Aspectos Técnicos**

#### **4.3.1. Tamaño**

EL diseño de la red permite que por cada equipo instalado se pueden proveer 16 puertos de servicio, en el cual se podrán conectar 16 radio enlaces , los cuales darán el acceso a los usuarios finales , o 16 instituciones, empresas conectados directamente al equipo, por enlaces punto a punto, cada puerto tiene una capacidad para transmitir 1 Giga , este puerto puede asegurar el acceso hasta 200, para un total de 3200 usuarios si se le asigna un ancho de banda a cada usuario final de 5MB,

$1024000\text{Bytes} / 5120\text{Bytes} = 200$  usuarios

$200 \times 16$  puertos = 3200 usuarios

Con la solución total se puede llegar hasta 32000 usuarios, ya que el proyecto está definido para instalar 10 equipos en 10 municipios diferentes.

### 4.3.2. Localización

#### 4.3.2.1. Macro Localización

El proyecto se desarrollara en el departamento del choco, localizado al noreste del país en la región del pacifico colombiano, con una población total de 485.543 habitantes y una superficie de 46.530 Km<sup>2</sup>, limita al norte con panamá y el mar Caribe, al este con el departamento de Antioquia, Risaralda, y valle del cauca, al sur con el departamento de valle del cauca y por el oeste con el océano pacifico (Gobernacion, 2015)



Figura 10: Mapa Choco

#### 4.3.2.2. Micro Localización

Los equipos serán instalados en los siguientes municipios del Choco:

- **Atrato:** es un municipio de Colombia, situado en el noroeste del país, en el departamento de Chocó. Limita por el norte con el municipio de Quibdó, al este con Lloró, al oeste con el Quibdó y al sur con los municipios de Tadó, Lloró y Cantón de San Pablo. Su cabecera municipal es la población de Yuto

Ubicación: 5°31'56"N 76°38'11"O (Atrato, 2014)



Figura 11: Mapa Municipio Atrato

- **Lloro:** El municipio de Lloro Está situado en la zona Occidental del departamento del Choco parte alta del río Atrato a 12 Km. del Municipio del Atrato, posee una

extensión total: 905 Km<sup>2</sup>, los asentamientos de sus pobladores se distribuyen a lo largo de cuatro ríos las cuales son el Atrato, Andagueda, Capa y Tumutumbudo.

Ubicación: 5°29'54"N 76°32'29"O (Lloro, 2014)



Figura 12: Mapa Municipio Lloro

- **Bagadó:** Municipio de Colombia ubicado en el departamento de Chocó, está a 200m sobre el nivel del mar y a 80km de la capital del departamento Quibdó.

Ubicación: 5°24'37"N 76°24'57"O (Bagado, 2014)



Figura 13: Mapa Municipio de Bagadó

- **Certeguí:** es un municipio de Colombia, situado al noroeste del país, en el departamento de Chocó (subregión de San Juan). El pueblo fue fundado por Matías Tres Palacios en 1775. Administrativamente se divide en los barrios de Candelaria, Centro, Oasis, Santander y San Francisco.

Ubicación: 5°22'16"N 76°36'22"O (Certegui, 2014)



Figura 14: Mapa Municipio Certeguí

- **Medio San Juan:** Se sitúa a 75 km de la capital departamental, Quibdó. El municipio limita por el norte con Istmina y Condoto, por el sur con Istmina por el este con Nóvita y Condoto, y al oeste con Istmina.

Ubicación: 5°05'34"N 76°41'43"O (Juan, 2014)



Figura 15: Mapa Municipio Medio San Juan

- **Medio Baudo:** es un municipio de Colombia, situado en el noroeste del país en el departamento de Chocó. Se encuentra a 120 km de Quibdó, la capital departamental. Fue elevado a la categoría de municipio el 8 de abril de 1999. La cabecera municipal es la localidad de Boca de Pepé.

Ubicación: 5°02'59"N 77°03'08"O (Baudo, 2014)



Figura 16: Mapa Municipio Medio Baudo

- **Istmina:** Su extensión es de 2480 kilómetros cuadrados y cuenta con una temperatura promedio de 25.9 °C. Se encuentra a 75 kilómetros de la capital del departamento Quibdó y a 79 metros sobre el nivel del mar.

Ubicación: 5°09'48"N 76°41'12"O (Istminas, 2014)



Figura 17: Mapa Municipio Istmina

- **Rio Iro:** es un municipio de Colombia localizado en el departamento de Chocó. Limita al norte con Tadó, al oriente con Condoto, al sur con Condoto y San José del Palmar y al occidente con Istmina. Su cabecera municipal es la población de Santa Rita.

Ubicación: 5°11'06"N 76°28'18"O (Iro, 2014)



Figura 18: Mapa Municipio Rio Iro

- **Condoto:** su Extensión es de 890 kilómetros cuadrados y cuenta con una temperatura promedio de 28 grados centígrados. Se encuentra a 70 metros de altura sobre el nivel del mar.

Ubicación: 5°05'30"N 76°39'00"O (Alcaldía C. , 2014)



Figura 19: Mapa Municipio Condoto

- **Novita:** Municipio del Choco que limita al norte con el municipio de Condoto, al oriente con el municipio de San Jose del palmar, al sur con el municipio de Sipí, al occidente con el municipio de medio San Juan.

Ubicación: 4°57'22"N 76°36'22"O (Novita, 2014)



Figura 20: Mapa Municipio Novita

### **4.3.3. Ingeniería del Proyecto**

#### **4.3.3.1. Diseño y Características de la Solución**

En aras de prestar un servicio acorde con los lineamientos establecidos por el ministerio de comunicación y a las necesidades de la población, el servicio de transporte de VLAN y la interconectividad de los radios de microondas para cubrir la ultima milla, se optara por instalar equipos de acceso (OLT) como sus siglas lo expresan es un equipos terminal de línea el cual está diseñado para brindar interconectividad de acceso por medio de fibra óptica, la OLT tiene la capacidad en puerto de 1Gb y 10Gb por si la red lo requiere, para el servicio se dispondrá de tarjetas FE a 1Gb para conectar las solución final que se estima que sea por enlaces de microondas de corto alcance hacia las instituciones gubernamentales.

Para el transporte de datos se deberán cumplir con protocolos estándares de enrutamiento y transporte.

El servicio de energía se prestara por medio de rectificación a dos módulos, que rectifiquen a 10KVA de entrada, los sitios deben ser acondicionado con suministro de AC (110 VAC /220VAC), dicho rectificador deberá suministrar voltajes de (-48VDC) para alimentar todos los sistemas instalados, el rectificador debe tener un pul de BREAKERS entre 2 y 12 Amp ya que la carga por equipo no supera más de 8 Amp.

El acondicionamiento del sistema de puesta de tierras garantizara en caso de descarga la protección de los equipos instalados.

#### **4.3.3.2. Requerimientos de Mano de Obra y Materiales**

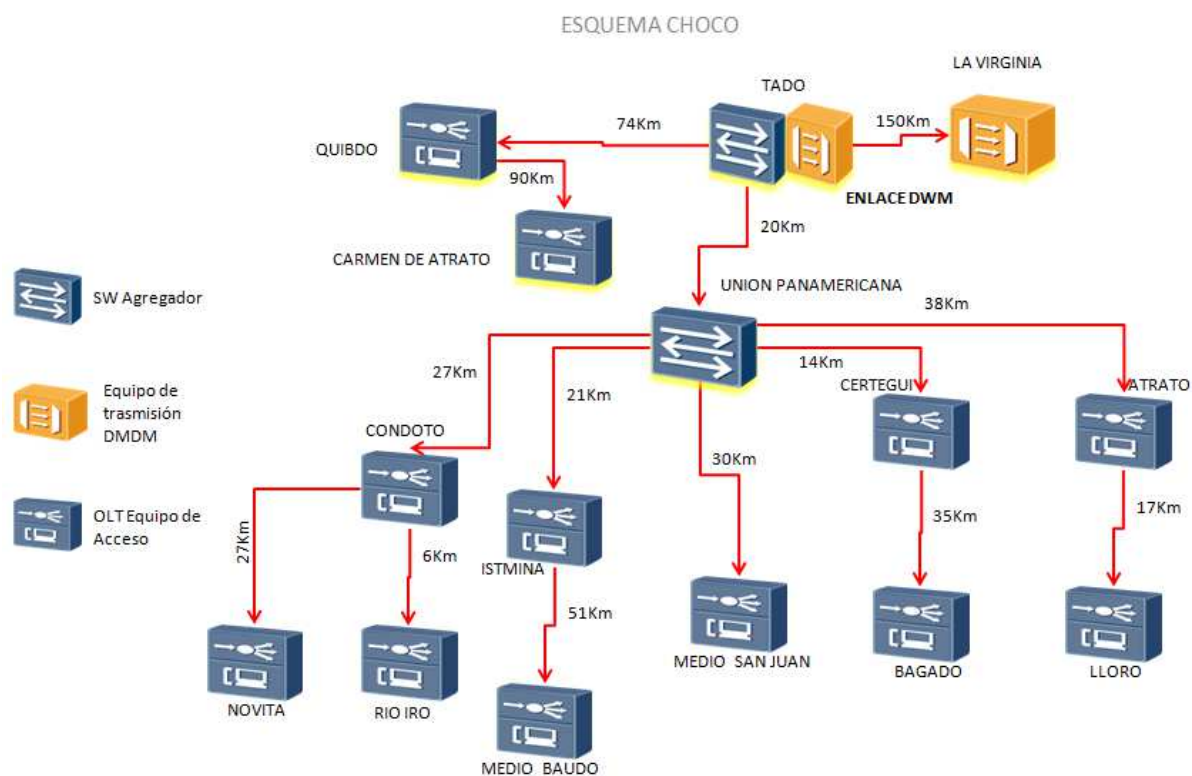
Para el despliegue de este proyecto se pretende la contratación de cooperadores, los cuales serán capacitados en la instalación de gabinetes, sistemas alternativos de energía (Rectificación y bancos de baterías), comisionamineto de equipos mediante línea de comando y puesta en función de sistema complementarios.

El despliegue del proyecto se hará conforme las condiciones de entrega de los sitios, el cual estará condicionado al cronograma que el ministerio tenga para su puesta en funcionamiento y entrega del servicio.

Los materiales a instalar en la puesta en funcionamiento del sistema son patch cords de fibra óptica con conectores LS/SC de 3 metros, patch cord de UTP de 1.5 metros para la gestión del rectificador, amarras plásticas de 30, 20, 10 centímetros, equipos activos para el servicio OLT, Gabinetes con sistemas de refrigeración, rectificador AC/DC.

#### **4.3.3.3. Distribución y Topología**

Los equipos de los municipios Quibdó, Tado, La Virginia y Unión Panamericana son sitios ya implementados en fases anteriores, los cuales serán utilizados como agregadores para enlazar a la red los nuevos sitios a implementar los cuales son : Atrato, Lloro, Bagado, Certeguí, Medio San Juan, Medio Baudo, Istmina, Condoto, Rio Iro, Novita. Cada uno de los tendidos de fibra entre los sitios y la distribución de los equipos a interconectar se puede observar en la siguiente topología:



**Figura 21: Diseño de la Red**

Aspectos técnicos de los equipos, La solución estará compuesta por:

- Un Gabinete tipo Outdoor
- Un rectificador.
- Una OLT en caso que el nodo sea de ACCESO.
- Dos tarjeta de servicio FAST ETHERNET
- Tarjetas de 10G para el (Uplink y Downlink)
- Doble tarjeta de potencia.
- Un SW en caso de ser Agregador
- Una tarjeta de servicio FAST-ETHERNET

#### 4.3.3.4. Cronograma

Para llevar a cabo las actividades de implementación se define un cronograma de trabajo en el cual se discriminan las actividades necesarias para la correcta instalación y entrega de cada sitio al cliente.

Se planta realizar las actividades de los tres primeros sitios en paralelo, Nóvita , Condoto, Río Iró, para lo cual se tendrán 3 cuadrillas para cada frente de trabajo. Una vez finalizados estos tres sitios para el cual se tiene un plan de trabajo para 15 días, se continua con los siguientes 3 sitios que son, Istmina, Medio Baudó y Medio San Juan con actividades en paralelo en los 3 sitios, lo cual tomara 15 días más, en la última fase de implementación se agregara una cuadrilla mas para realizar trabajos en paralelo en los últimos 4 sitios, Cértegui, Bagadó, Atrato y Lloró, estos trabajos se realizaran en 15 días, para un total de 45 en la implementación de todos los sitios del proyecto.

La descripción de cada una de las actividades se puede encontrar a continuación:

ID	Actividad	Descripción	Responsable
3	Notificación Inicio	En esta actividad el cliente por medio de correo electrónico confirma que el respectivo sitio está listo para comenzar actividades.	Cliente
4	Site Survey	En esta actividad se realiza, el estudio de sitio, validar la energía, fibra, espacio designado y documentar el material necesario para la correcta instalación del equipo.	Integrador
5	Envío de informe Survey	Se envía al cliente la documentación requerida establecida en el formato de estudio de sitio, para revisión y aprobación	Integrador
6	Aprobación Site Survey	El cliente tendrá dos días para la revisión del reporte y realizar alguna modificación o comentario al estudio de sitio.	Cliente
7	Obra civil	En esta actividad el cliente realizara la adecuación del sitio, construcción de la base para el Minishelter, encerramiento e instalación de los ductos.	Cliente

8	Transporte de equipos a sitio	En esta actividad se realiza el envío de los equipos a instalar al sitio, para lo cual se tienen 5 días para llegar al sitio, a partir de la fecha de aprobación del survey.	Integrador
9	Instalación de equipos	En esta actividad se realiza el anclaje del Minishelter a la base, la instalación de equipos en el espacio designado en el Minishelter, Rectificador, baterías y Frame.	Integrador
10	Conexión de Fibra óptica	En esta actividad se conecta la fibra óptica del ODF designado por el cliente hasta la tarjeta de uplink del equipo	Integrador
11	Energizar el sitio	En esta actividad se realiza el cableado de la acometida eléctrica al rectificador, conexión de baterías y encendido del equipo	Integrador
12	Comisionamiento	Se realiza la configuración del equipo, direccionamiento IP, configuración de las tarjetas de servicio, Configuración de las alarmas del rectificador	Integrador
13	Pruebas de Servicio	Se debe verificar el correcto funcionamiento de los servicios y las configuraciones realizadas	Integrador
14	Entrega de Sitio	En esta actividad se deben verificar y documentar todas las pruebas establecidas en el protocolo de entrega de sitio	Integrador

El detalle del cronograma con el tiempo planeado para cada actividad por sitio. (Ver Anexo 2)

#### 4.3.3.5. Impacto ambiental

Los residuos generados en la implementación del proyecto tendrán la siguiente disposición.

- **Residuos sólidos de instalación:** Es mandatorio la separación de residuos reciclables, la gestión de escombros, residuos peligrosos, la buena administración de su transporte,

es importante destacar la necesidad de adelantar programas de capacitación al personal.

- **El nivel de ruido:** Para minimizar el impacto del ruido en el funcionamiento de los equipos, el Racks cuenta con unas gomas aisladoras en las puertas, las cuales funcionan como aislante ante el ruido interno.
- **Energía:** El sistema de alimentación de los equipos es a través de rectificación, el rectificador tiene como entrada de alimentación 110 o 220 Voltios AC, lo cual brinda una versatilidad de conexión y por ende el consumo es mínimo.

La reglamentación colombiana es muy explícita en el tratamiento y disposición de los residuos sobrante de las instalaciones, para efectos de cumplimiento de las normas Colombianas el proyecto se apegara al Decreto 605 de 1996 el cual reglamenta estas actividades de tratamiento de los residuos. (Alcaldía B. M., 1996)

#### **4.3.3.6. Impacto Social**

El impacto social de este proyecto se centra en diferentes aspectos que se describen a continuación:

- Con la instalación de la infraestructura necesaria, este proyecto brinda la oportunidad a los habitantes de estos 10 municipios de acceder a los sistemas de información y al conocimiento que se encuentra disponible en internet, por medio de este acceso los usuarios podrán aprovechar los modernos métodos de enseñanza como la tele educación, y la posibilidad de acceder a futuros proyecto de telemedicina.
- Por medio de esta infraestructura de fibra óptica y equipos de acceso se podrán proveer otros servicios de telecomunicaciones como la telefonía fija, móvil y servicios

de IPTV, lo cual permite a los ciudadanos acortar la brecha de las comunicaciones, y acceder a la diferente programación disponible en la televisión como noticieros, y programas educativos.

- La implementación de esta infraestructura aumenta las posibilidades de inversión en estos municipios, lo que fomenta el empleo y la disminución de la pobreza ya que uno de los puntos importantes que exigen las empresas inversionistas es que exista una infraestructura de banda ancha desarrollada.
- Este proyecto permite promover e intensificar el uso y la masificación del uso del internet de alta velocidad, no solo para usuarios particulares sino también beneficiando a instituciones de educación, hospitales, bibliotecas

## 5. Dirección General del Proyecto

### 5.1. Fases del Proyecto.

Para el proyecto se han contemplado 3 fases las cuales se describen a continuación.

- **Planeación:** En esta fase se llevan a cabo actividades como Control de llegada de la carga, selección de la carga por sitios, Selección de cooperadores, Diseño de cronograma de actividades, Selección del personal interno de implementación, Definir entregables de cierre, Establecer cronograma de capacitaciones (Temas y procesos).
- **Ejecución:** En la fase de ejecución se llevan actividades como la coordinación de llegada del personal, verificación de la instalación de los equipos, Control del comisionamiento de los sitios, coordinar con el cliente la culminación de las actividades por parte de ellos, Establecer responsables por parte de las cuadrillas de trabajo, verificación de la correcta disposición de los residuos sobrantes, establecer cronograma de entrega de sitios al NOC del cliente, Verificación y cumplimiento de las normas técnicas de instalación y configuración.
- **Cierre:** para el cierre de proyecto se definirán los ATP de aceptación de los sitios, las fechas de facturación y entregables, la entrega formal de los sistemas instalados, entrega de documentación técnica.

### 5.2. Control de Cambios

El control de cambio se soportará mediante actas de asistencia a reuniones pactadas por ambas partes, donde se define todo el cambio a realizar, el motivo del cambio, los responsables y fecha pactada del cumplimiento. El almacenamiento de estas actas se hará físicamente en la carpeta marcada como Control de Cambios. (Ver anexo 4)

### 5.3. Definición de Actividades (EDT)

A continuación se definen las actividades que desarrollaran las personas involucradas en el proyecto.

#### **PM: (Project Manager)**

- Comunicación con el cliente (no incluye parte técnica).
- Planeación del proyecto a mediano y largo plazo (Master plan).
- Operación del proyecto (Facturación de los sitios, alcance del contrato, cambios en el contrato, control en la implementación).
- Liderar y controlar el recurso humano.
- Definir mecanismo de control, asignar tareas y objetivos de cada miembro del equipo.

#### **TD: (Technical Director)**

- Diseño de la solución técnica del proyecto
- Establecer la configuración técnica por sitio para el despacho del material.
- Revisión la documentación del diseño de la solución y los registros de importación del material en aras de verificar que la carga llegue correctamente desde su importación.
- Definir el protocolo de pruebas para aceptación de la solución.
- Definir los entrenamientos al cooperador.
- Entrega formal del proyecto al departamento de soporte.
- Entrega de documentación técnica al cliente.

#### **TL: (Technical Leader)**

- Manejo del cooperador.
- Desarrollo del proyecto con los estándares de calidad.
- Ejecución diaria del cronograma de implementación.
- Recolectar la información y reportar diariamente el estado de la implementación del proyecto.

- Gestionar los permisos de ingresos a las localidades que lo requieran.

#### 5.4. Matriz de Responsabilidades

A continuación se puede observar la matriz de responsabilidades, para cada actividad el PM, el TD (Technical Director) y el TL (Technical Leader) tienen un rol definido que puede ser R (responsable), C (consultado) o I (informado).

ID	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	PM	TD	TL
1	Comunicación con el cliente	R	C	I
2	Planeación del proyecto a mediano y largo plazo	R	I	I
3	Operación del proyecto (Facturación de los sitios, alcance del contrato, cambios en el contrato, control en la implementación)	R	I	N/A
4	Liderar y controlar el recurso humano	R	C	I
5	Definir mecanismo de control, asignar tareas y objetivos de cada miembro del equipo	R	C	I
6	Diseño de la solución técnica del proyecto	C	R	I
7	Establecer la configuración técnica por sitio para el despacho del material.	N/A	R	C
8	Revisión la documentación del diseño de la solución y los registros de importación del material en aras de verificar que la carga llegue correctamente desde su importación.	C	R	I
9	Definir el protocolo de pruebas para aceptación de la solución.	C	R	C
10	Definir los entrenamientos al cooperador.	C	R	C, I
11	Entrega formal del proyecto al departamento de soporte.	C	R	I
12	Entrega de documentación técnica al cliente.	C	R	I
13	Manejo del cooperador.	C	C	R
14	Desarrollo del proyecto con los estándares de calidad.	C	C	R
15	Ejecución diaria del cronograma de implementación.	I	C	R

<b>16</b>	Recolectar la información y reportar diariamente el estado de la implementación del proyecto.	I	I	R
<b>17</b>	Gestionar los permisos de ingresos a las localidades que lo requieran.	I	C	R

Creada por los autores.

### 5.5. Planeación de los Recursos Humanos

Para la implementación del proyecto se tiene planeado el siguiente personal, con la cantidad de tiempo que se requiere el recurso:

	<b>Cantidad</b>	<b>Planeación (días)</b>	<b>Ejecución (días)</b>	<b>Cierre (días)</b>	<b>Total Días</b>
<b>PM</b>	1	30	45	15	90
<b>TD</b>	1	15	45	5	65
<b>TL</b>	1		45		45
<b>COOPERADOR</b>	4 cuadrillas	5 Para capacitación	45	5	55

Ya que el proyecto es transferido por el departamento de Marketing solo cuenta con 3 fases para su ejecución (Planeación, Ejecución y Cierre).

### 5.6. Plan de Capacitaciones

Con el fin de llevar a cabo correctamente las actividades de implementación del proyecto, por parte de la gerencia, se deberá realizar capacitaciones al grupo de trabajo en los siguientes temas:

- Instalación, cableado de energía de MINISHELTER, y herramientas necesarias.
- Alimentación del equipo (OLT), Comisionamiento del equipo, configuración del rectificador.
- Procedimiento para entrega del sitio, set de pruebas.

- Comportamiento adecuado ante problemas de orden público.
- Manejo y disposición de los residuos generados en la instalación.

### **5.7. Plan de Comunicación del Proyecto (Matriz de Escalamiento)**

El gerente del proyecto por parte de la empresa que va a implementar este proyecto, tendrá comunicación directa con el PM que designe el cliente.

Todos los temas relacionados con la implementación, transporte, instalación y configuración de los equipos estarán a cargo del Director técnico del proyecto, el cual reportara el estado de estas actividades al líder de implementación por parte del cliente.

El líder técnico del proyecto será el responsable de comunicarle al Director del NOC el estado de las pruebas y de estado y avance de las entregas de los sitios formalmente.

Con el fin de tratar estos temas se debe realizar una reunión para el seguimiento de la implementación cada 15 días, donde participe el Gerente de proyectos y el Director técnico por parte de la empresa encargada de implementar el proyecto y por parte del cliente el gerente del proyecto y el líder de implementación, diligenciar un acta de la reunión donde queden consignadas las actividades desarrolladas y compromisos establecidos, con responsable y fecha de finalización. A continuación se presenta el diagrama para las comunicaciones entre el cliente y la empresa encargada de implementara el proyecto:

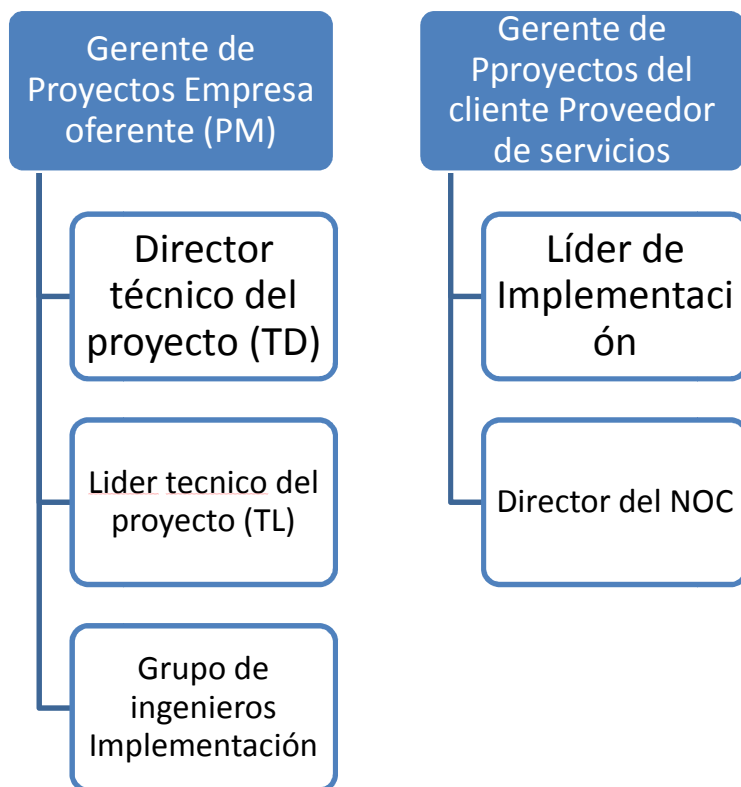


Figura 22: Matriz de Escalamiento

## 6. Aspectos financieros

### 6.1. Costos

Los costos requeridos para implementar la solución se describen a continuación:

Para determinar los costos se establece una clasificación de los 10 sitios en diferentes categorías, las cuales varían según la ubicación geográfica del sitio y las vías de acceso a este, esta clasificación se divide en sitios Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV como se puede observar a continuación:

Tipo de sitio	Descripción
TIPO I	Zona Urbana
TIPO II	Zona Semi - Urbana
TIPO III	Zona Rural
TIPO IV	Zona Difícil Acceso

De acuerdo a esa clasificación los sitios a implementar tienen la siguiente distribución:

Departamento	Municipio	Tipo de nodo
CHOCO	NOVITA	TIPO I
CHOCO	CONDOTO	TIPO III
CHOCO	RIO IRO	TIPO III
CHOCO	ISTMINA	TIPO II
CHOCO	MEDIO BAUDO	TIPO I
CHOCO	MEDIO SAN JUAN	TIPO III
CHOCO	CERTEGUI	TIPO II
CHOCO	BAGADO	TIPO I
CHOCO	ATRATO	TIPO I
CHOCO	LLORO	TIPO I

Los costos de la implementación incluyen los siguientes aspectos:

- Site survey.
- El transporte de los equipos y materiales.

- Los servicios de Instalación.
- El comisionamiento.
- La elaboración del documento de ingeniería.
- Las pruebas formales de entrega.

Estos costos dependen de la clasificación del sitio, según la siguiente estructura:

Ítem	Site Surve y (USD)	Transporte (USD)	Instalación (USD)	Comisionamiento (USD)	Documentación (USD)	Entrega (USD)
<b>TIPO I</b>	400,00	750,00	1.000,00	250,00	100,00	100,00
<b>TIPO II</b>	520,00	1.000,00	1.300,00	325,00	130,00	130,00
<b>TIPO III</b>	676,00	1.500,00	1.690,00	422,50	169,00	169,00

El cálculo final de los costos de implementación teniendo en cuenta cada uno de los ítems antes mencionados y el tipo de sitio se consolidan en la siguiente tabla:

Departamento	Municipio	Tipo de nodo	Total por sitio (USD)
CHOCO	NOVITA	TIPO I	2.600,00
CHOCO	CONDOTO	TIPO III	4.626,50
CHOCO	RIO IRO	TIPO III	4.626,50
CHOCO	ISTMINA	TIPO II	3.405,00
CHOCO	MEDIO BAUDO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	MEDIO SAN JUAN	TIPO III	4.626,50
CHOCO	CERTEGUI	TIPO II	3.405,00
CHOCO	BAGADO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	ATRATO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	LLORO	TIPO I	2.600,00
Total Implementación			33.689,50

## 6.2. Análisis de Riesgos e Incertidumbre

A continuación se mencionan y los riesgos inminentes que hay en el despliegue del proyecto.

- No cumplimiento por parte del cliente en el despliegue de la fibra óptica (Cliente).
- No cumplimiento con el encerramiento y construcción del nodo ya que sin que esté terminado no podemos comenzar con la integración (Cliente).
- Retrasos por razones de desplazamiento del cooperador debido a cierres en las vías y similares (Fuerza Mayor).
- Retrasos por razones de seguridad (Disturbios de orden público) (Fuerza Mayor).
- Retrasos en el arribo de la carga (Equipos) (Integrador).
- Retrasos en la aprobación de los Sites Survey por parte del cliente (Cliente).
- Retrasos por el suministro de energía en los sitios por parte del cliente (Cliente).

Riesgo	Responsable	Costo
No cumplimiento por parte del cliente en el despliegue de la fibra óptica	Cliente	Día extra de cooperador por cada día de retraso
No cumplimiento con el encerramiento y construcción del nodo ya que sin que esté terminado no podemos comenzar con la integración	Cliente	Día extra de cooperador por cada día de retraso
Retrasos por razones de desplazamiento del cooperador debido a cierres en las vías y similares	Fuerza Mayor	No se generan cobros por este, pero se retrasaría el cronograma de implementación.
Retrasos por razones de seguridad (Disturbios de orden público)	Fuerza Mayor	No se generan cobros por este, pero se retrasaría el cronograma de implementación.
Retrasos en el arribo de la carga (Equipos)	Integrador	Más personal del Cooperador para reponer el tiempo perdido en la implementación.
Retrasos en la aprobación de los Sites Survey por parte del cliente	Cliente	Más personal del Cooperador para reponer el tiempo perdido en la implementación.
Retrasos por el suministro de energía en los sitios por parte del cliente	Cliente	Día extra de cooperador por cada día de retraso

## **7. Calidad del Proyecto**

### **7.1. Control de Calidad del Proyecto**

Para el control de calidad en la instalación y puesta en funcionamiento de los sitios se tiene el documento (Calidad de Instalación), en dicho documento se evidenciara todo lo concerniente a la instalación, tendido de cables de energía, cableado de datos, marquillas con puertos origen y destino, correlación entre puertos y servicios que trasportan. Este documento lo debe realizar el cooperador encargado de la puesta en funcionamiento del sitio. Para ver el formato requerido verificar la sección 4.2.1 Entregables

### **7.2. Acuerdos de Disponibilidad y Garantía**

Para cumplir con los acuerdos de disponibilidad en con el periodo de estabilidad de los equipos y de la red del cliente, se propone brindar un esquema de soporte, en el cual las fallas deberán ser reportada por el cliente por cualquiera de los siguientes medios:

- A través de llamada telefónica al Call center
- Envió de correo electrónico solicitando la apertura de un ticket en el cual se especifique el tipo de equipo, detalle de la falla, localización, usuarios afectados y datos de contacto.
- Solicitando telefónicamente al ingeniero de soporte encargado, la apertura del ticket.

Para determinar los tiempos de atención de la falla se debe clasificar el ticket, en cualquiera de los siguientes tres niveles:

- Critico: Cuando hay afectación de la totalidad de las funciones del equipo, o degradación del servicio, o afectación de las del 70% de los usuarios.
- Mayor: Cuando hay afectación del 50% de los usuarios, afectación parcial de las funciones del equipo, no es posible el aprovisionamiento de nuevos usuarios.

- Menor: El sistema funciona correctamente, se presentan alarmas o eventos que pueden afectar el servicio si no se toma acción, consultas técnicas.

Los tiempos de respuesta se resumen en el siguiente cuadro:

<b>SLA equipos de Acceso</b>			
<b>Tipo de incidente</b>	<b>Tiempo de Respuesta HH:MM</b>	<b>Tiempo de Restauración HH:MM</b>	<b>Tiempo de Solución final HH:MM</b>
Critico	00:15	06:00 + desplazamiento	7 días
Mayor	01:00	3 días	12 días
Menor	03:00	15 días	60 días

Para los cambios de partes por garantía se cuenta establece un plazo máximo de 15 días para reemplazo de la parte, la parte buena se enviara a la dirección especificada por el cliente en el municipio donde se presente el inconveniente.

Para poder cumplir con estos tiempos de reemplazo, se tendrá una bodega localizada en la ciudad de Bogotá, un stock mínimo de 2 ítems de cada uno de las partes que componen la solución.

## **8. Gestión de Riesgos del Proyecto**

### **8.1. Análisis de Riesgos**

Para la implementación del proyecto se han identificados los siguientes riesgos, se estima la probabilidad de que este riesgo se presente, se determina el nivel de impacto de cada uno de los riesgos y finalmente se define el plan de acción para mitigarlos. (Ver Anexo 3)

### **8.2. Seguimiento y Control de Riesgos**

Para el seguimiento y control de los riesgos el TD y el PM se reunirán periódicamente una vez por semana para revisar la evolución de estos riesgos y hacer seguimiento a los planes de acción que se han determinado en el punto análisis de riesgos. (Ver Anexo 3)

## **9. Cierre de contrato**

Para el cierre del contrato se reunirán las partes y se hará la firma del Acta de Cierre, en la cual se describirá el estado de la implementación, la documentación de ingeniería y los pendientes que queden de la misma. (Ver Anexo 6)

## 10. Conclusiones y Recomendaciones

- Este proyecto genera la posibilidad de brindar conexión a internet a las instituciones públicas (Escuelas, Hospitales, Entidades gubernamentales), espacios públicos (Parques, espacios al aire libre) generando un alto impacto social.
- Existe una gran oportunidad para los operadores de aumentar la penetración del mercado de banda ancha, para satisfacer la demanda.
- La cobertura en estas localidades brinda la posibilidad para convertirse en Carrier de otras compañías.
- Persuadir al cliente para que la aceptación parcial de la implementación se realice sitio por sitio, de lo contrario cualquier pendiente por mínimo que sea en uno de los sitios, retrasará la firma del PAC de todo el proyecto, lo cual genera retraso en la facturación del proyecto hacia el cliente. Por otro lado al cliente le afecta el retraso en la firma del PAC ya que los equipos no podrán ser entregados a soporte sin este aval, con lo cual la atención de fallas no tendrían prioridad o criticidad, y el reemplazo de partes tendrán un tiempo de respuesta de 45 a 60 días.
- Este proyecto está enfocado a generar desarrollo en las localidades apartadas del territorio nacional, por medio de el acceso a internet las poblaciones puedes acceder a programas profesionales y técnicos mediante aplicaciones virtuales, esto con el fin de poder replicar ese conocimiento al interior de sus localidades.

**Anexo 1****Protocolo de Prueba de capacidad de 2Gbps en campo**

## PROTOCOLO DE PRUEBA DE CAPACIDAD DE 2.5 Gbps

## EN CAMPO PARA EQUIPOS

**DATOS GENERALES:**

Fecha: \_\_\_\_\_

Funcionario que realiza las pruebas por parte del proveedor de equipos \_\_\_\_\_.

Funcionario que supervisa las pruebas por parte de XXXXXXXXXXXX \_\_\_\_\_.

Municipio (Nodo): \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Tipo de Equipo: \_\_\_\_\_

Fabricante Equipo: \_\_\_\_\_

Código Activo Fijo: \_\_\_\_\_

Para la realización de estas pruebas es necesario tener en cuenta los 2 escenarios posibles para la realización de las mismas en terreno:

- Pruebas en terreno de los equipos de datos.
- Pruebas en terreno de los equipos de acceso

**ESQUEMA FÍSICO Y LOGICO:**

A continuación se muestra las diferentes topologías físicas y lógicas para realizar las pruebas concernientes al desempeño y comportamiento de los equipos de XXXXXX en cuanto al flujo de tráfico y capacidad de la interfaz en el escenario de pruebas.

Pruebas en terreno de los equipos de datos y Acceso.

Anexar grafico de topología.

Para los equipos de datos (Agregadores y Concentradores), simplemente se crea un loop local en la vlan de servicio con el cual se busca que el trafico que en principio se estaba inyectando por el analizador de tráfico hacia el uplink, se devuelva cambiando la MAC de fuente por la MAC destino para evitar loops y garantizar que la prueba de throughput se complete sin inconvenientes en el equipo analizador. La vlan por la que ingresa el trafico es la XXX, el objetivo principal de la prueba es ingresar un tráfico de 3.0 G utilizando como formato de referencia el XXXXXX con el fin de medir algunos de los diferentes parámetros que influyen en la transmisión de datos en la red.

### Parámetros de evaluación físicos

Parámetro a evaluar	SI / NO
Las tarjetas tanto de servicio como controladoras deben estar nuevas.	
Los puertos ópticos están con sus protecciones.	
Los slots libres del equipo están con las protecciones (DUMMYS).	
El equipo tiene el S/N visible y en buenas condiciones.	
El empaque de las tarjetas tanto de servicios como controladoras llegaron con su respectivo empaque de protección.	
El equipo tiene doble controladora.	

### Parámetros de evaluación acceso local.

Parámetro a evaluar	SI / NO
El equipo permite acceso local.	
El equipo permite comisionamiento básico y almacenaje de configuración	
Las tarjetas controladoras permiten la visualización de las versiones y parches cargados.	
Se pueden ver alarmas en el equipo por pedio de la gestión local.	
Se puede consultar la potencia actual de las tarjetas de poder.	
Se puede monitorear la potencia (RX y TX) de los puertos ópticos.	

### EQUIPO DE PRUEBAS:

Tipo de equipo: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

Referencia: \_\_\_\_\_

Serial: \_\_\_\_\_

Fecha Certificado de calibración: \_\_\_\_\_

## RESULTADO DE LAS PRUEBAS

### 5.1 Registro en el Router

### 5.1 Registro en el Equipo de Pruebas

## ACEPTACIÓN Y FIRMA

Este documento indica que la prueba de capacidad de 2.5Gbps cumple de manera satisfactoria con lo solicitado en el contrato de aporte. Se firma el presente protocolo en constancia de las pruebas realizadas en la fecha y sitio indicados.

Observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

REPRESENTANTE (CLIENTE)	REPRESENTANTE INTERVENTORÍA
Nombre: _____	Nombre: _____
Firma: _____	Firma: _____

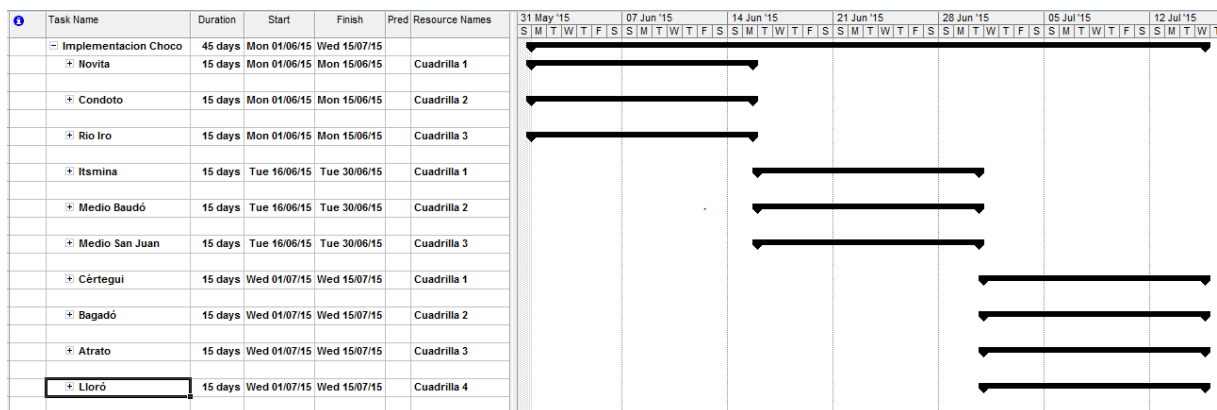
### Notas aclaratorias:

1. Se debe adjuntar el certificado de calibración del instrumento de medidas (generador de tráfico).
2. El loop a realizar en el Concentrador/Agregador remoto será físico/lógico de acuerdo a las condiciones de ingreso del nodo Concentrador.
3. La duración de la prueba será mínimo de 15 Minutos.
4. Para la aceptación de la prueba, durante su realización no deben reportarse errores.
5. La tasa de transmisión generada por el equipo de medición utilizada para la prueba debe ser superior a 2 Gbps
6. Esta prueba se realizará sólo en máximo 2 municipios por Departamento. Si el Departamento tiene algún enlace DWDM uno de los municipios a probar deberá pasar por este enlace.

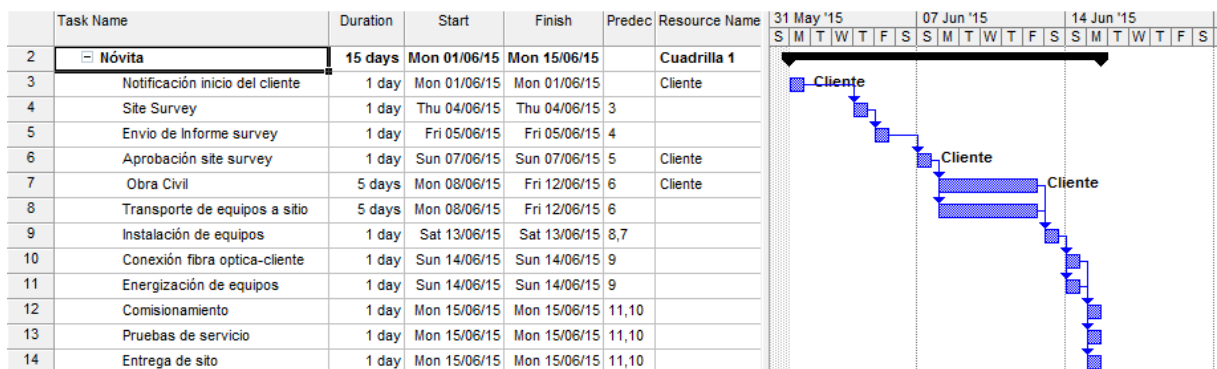
## Anexo 2

### Cronograma Implementación Choco,

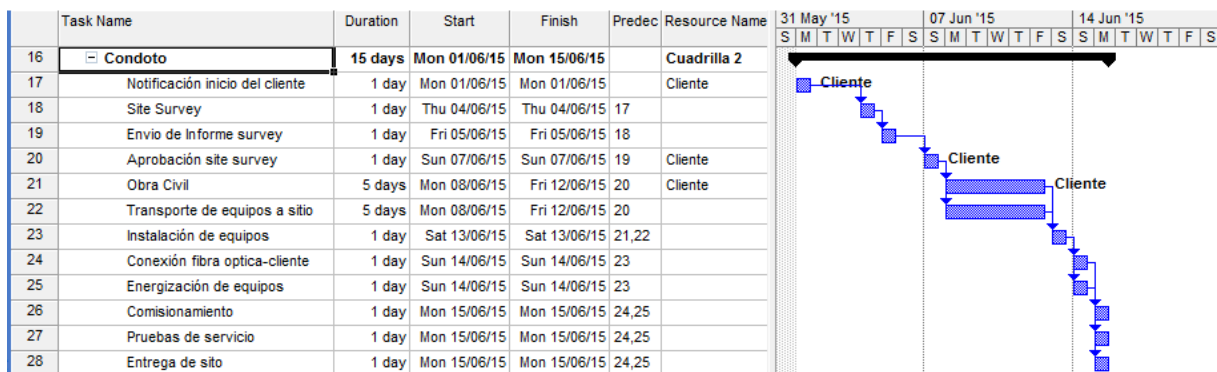
#### Vista general del cronograma



#### Nóvita



#### Condoto



#### Río Iró

Task Name	Duration	Start	Finish	Predec	Resource Name	31 May '15							07 Jun '15							14 Jun '15							
						S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	
30	<b>Río Iró</b>	15 days	Mon 01/06/15	Mon 15/06/15		Cuadrilla 3																					
31	Notificación inicio del cliente	1 day	Mon 01/06/15	Mon 01/06/15		Cliente																					
32	Site Survey	1 day	Thu 04/06/15	Thu 04/06/15	31																						
33	Envío de Informe survey	1 day	Fri 05/06/15	Fri 05/06/15	32																						
34	Aprobación site survey	1 day	Sun 07/06/15	Sun 07/06/15	33	Cliente																					
35	Obra Civil	5 days	Mon 08/06/15	Fri 12/06/15	34	Cliente																					
36	Transporte de equipos a sitio	5 days	Mon 08/06/15	Fri 12/06/15	34																						
37	Instalación de equipos	1 day	Sat 13/06/15	Sat 13/06/15	35,36																						
38	Conexión fibra optica-cliente	1 day	Sun 14/06/15	Sun 14/06/15	37																						
39	Energización de equipos	1 day	Sun 14/06/15	Sun 14/06/15	37																						
40	Comisionamiento	1 day	Mon 15/06/15	Mon 15/06/15	38,39																						
41	Pruebas de servicio	1 day	Mon 15/06/15	Mon 15/06/15	38,39																						
42	Entrega de sitio	1 day	Mon 15/06/15	Mon 15/06/15	38,39																						

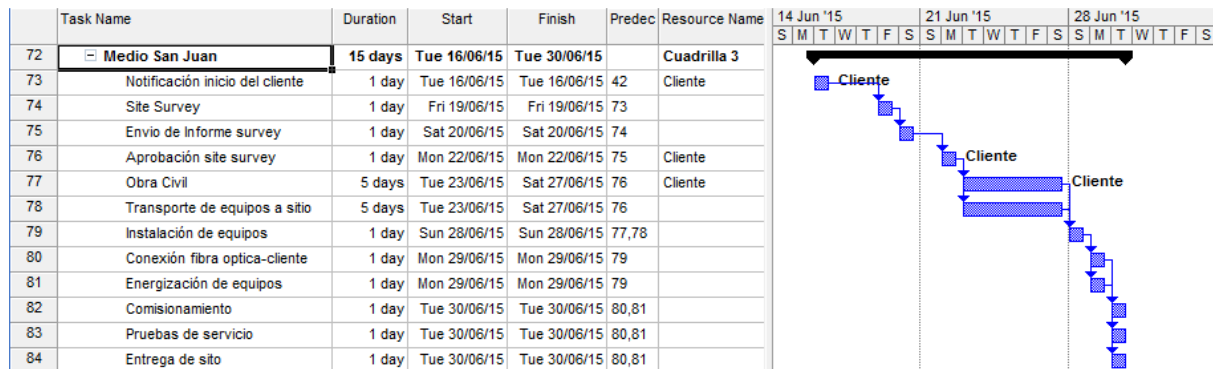
## Istmina

Task Name	Duration	Start	Finish	Predec	Resource Name	14 Jun '15							21 Jun '15							28 Jun '15							
						S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	
44	<b>Istmina</b>	15 days	Tue 16/06/15	Tue 30/06/15		Cuadrilla 1																					
45	Notificación inicio del cliente	1 day	Tue 16/06/15	Tue 16/06/15	14	Cliente																					
46	Site Survey	1 day	Fri 19/06/15	Fri 19/06/15	45																						
47	Envío de Informe survey	1 day	Sat 20/06/15	Sat 20/06/15	46																						
48	Aprobación site survey	1 day	Mon 22/06/15	Mon 22/06/15	47	Cliente																					
49	Obra Civil	5 days	Tue 23/06/15	Sat 27/06/15	48	Cliente																					
50	Transporte de equipos a sitio	5 days	Tue 23/06/15	Sat 27/06/15	48																						
51	Instalación de equipos	1 day	Sun 28/06/15	Sun 28/06/15	49,50																						
52	Conexión fibra optica-cliente	1 day	Mon 29/06/15	Mon 29/06/15	51																						
53	Energización de equipos	1 day	Mon 29/06/15	Mon 29/06/15	51																						
54	Comisionamiento	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	52,53																						
55	Pruebas de servicio	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	52,53																						
56	Entrega de sitio	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	52,53																						

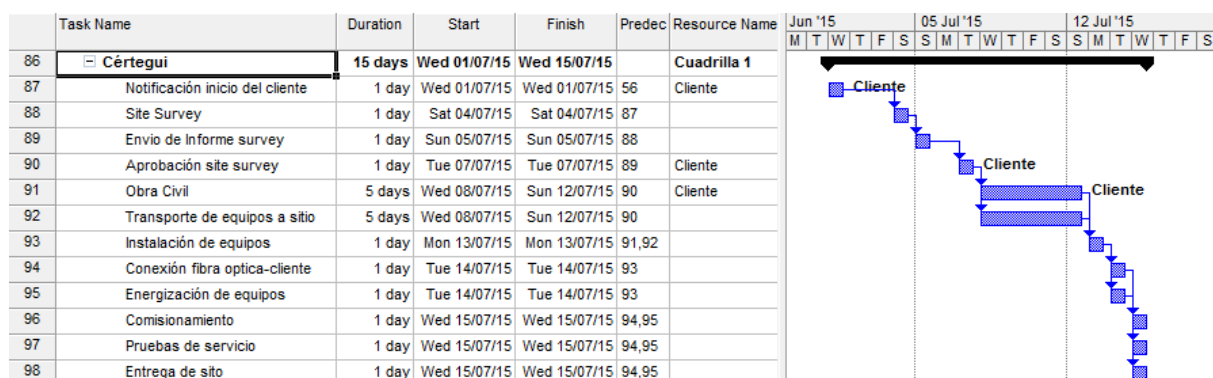
## Medio Baudó

Task Name	Duration	Start	Finish	Predec	Resource Name	14 Jun '15							21 Jun '15							28 Jun '15							
						S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	
58	<b>Medio Baudó</b>	15 days	Tue 16/06/15	Tue 30/06/15		Cuadrilla 2																					
59	Notificación inicio del cliente	1 day	Tue 16/06/15	Tue 16/06/15	28	Cliente																					
60	Site Survey	1 day	Fri 19/06/15	Fri 19/06/15	59																						
61	Envío de Informe survey	1 day	Sat 20/06/15	Sat 20/06/15	60																						
62	Aprobación site survey	1 day	Mon 22/06/15	Mon 22/06/15	61	Cliente																					
63	Obra Civil	5 days	Tue 23/06/15	Sat 27/06/15	62	Cliente																					
64	Transporte de equipos a sitio	5 days	Tue 23/06/15	Sat 27/06/15	62																						
65	Instalación de equipos	1 day	Sun 28/06/15	Sun 28/06/15	63,64																						
66	Conexión fibra optica-cliente	1 day	Mon 29/06/15	Mon 29/06/15	65																						
67	Energización de equipos	1 day	Mon 29/06/15	Mon 29/06/15	65																						
68	Comisionamiento	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	66,67																						
69	Pruebas de servicio	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	66,67																						
70	Entrega de sitio	1 day	Tue 30/06/15	Tue 30/06/15	66,67																						

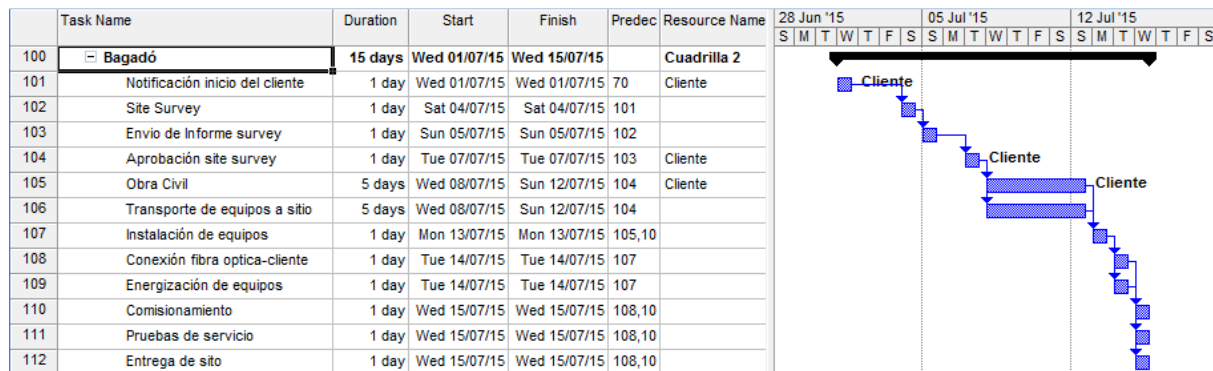
## Medio San Juan



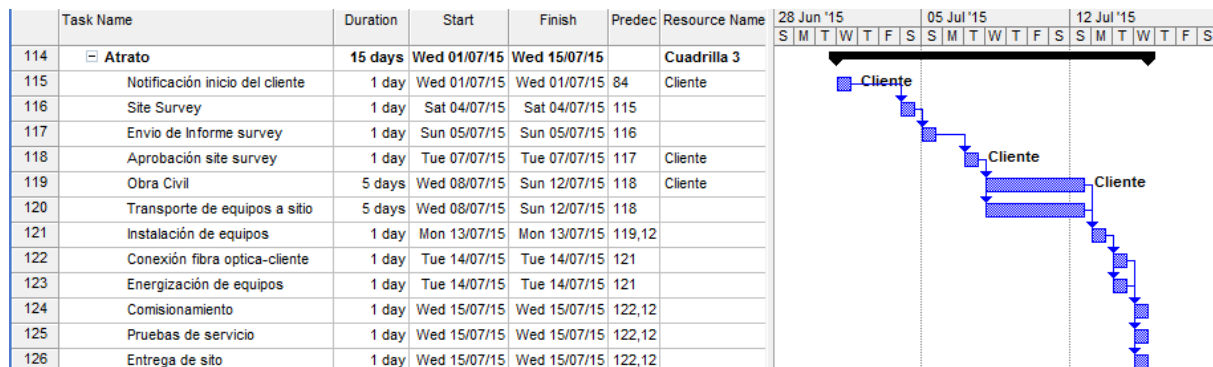
### Cértegui



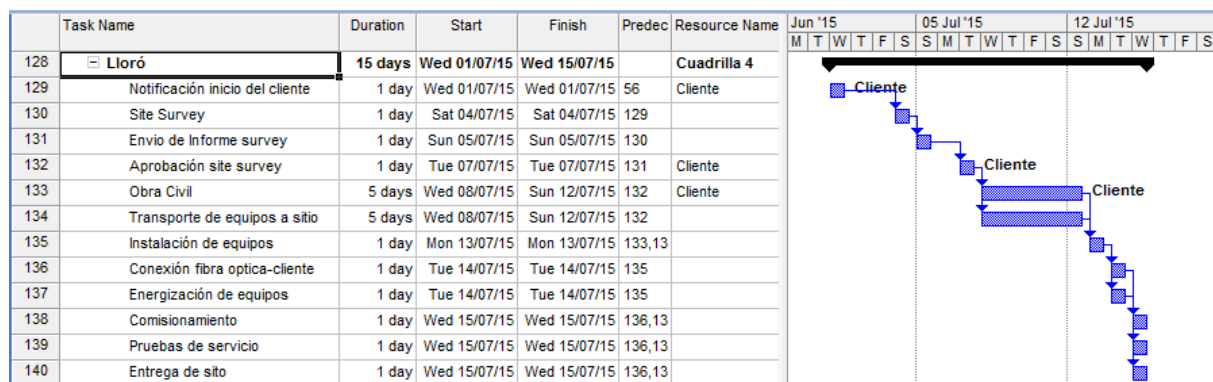
### Bagadó



### Atrato



### Lloró



### Anexo 3

#### Análisis de riesgos

No	Causas del riesgo	Nivel de impacto	Probabilidad	Detalle de la solución
1	El cliente contractualmente podrá realizar modificaciones unilaterales de la ubicación física del sitio o cambiar de municipio en un porcentaje máximo del 20% del total de los sitios.	Alto	20%	Si los cambios requeridos por el cliente representan costos adicionales, estos costos serán presentados al cliente mediante reunión, para que sean cubiertos en su totalidad por el cliente.
2	PAC el documento que se firma posterior a la ejecución del protocolo de pruebas en sitio una vez finalizada la instalación del sitio, el cliente requiere que esta aceptación se haga por la totalidad de los sitios. La firma del documento se retrasará por cualquier pendiente de un solo sitio por mínimo que este sea, afectando la facturación, y el paso del proyecto al área soporte.	Muy Alto	30%	Persuadir al cliente para que se firme sitio por sitio el PAC, Realizar un estricto control a los detalles de la implementación y avances de la instalación que nos entrega el cooperador para evitar que vayan quedando pendientes en la instalaciones.
3	La firma del FAC se realizara después de un periodo de estabilización de 90 días después de la firma del PAC, y previo cumplimiento de la siguientes condiciones: Servicio ininterrumpido, si llega a ocurrir alguna interrupción del servicio, se deberá solucionar en 5 días hábiles, una vez solucionado volverá a iniciar el conteo desde cero de los 90 días. Esto genera incertidumbre en la fecha de firma del FAC ya que este periodo de 90 días se puede reiniciar a consideración del cliente.	Muy Alto	10%	Persuadir y convencer al cliente para llegar a un acuerdo en el cual se acepte el reinicio del periodo de estabilización de 90 días, solo si se presenta una falla crítica y esta no se soluciona dentro de los SLAs pactados.
4	Durante el periodo de garantía, el cliente requiere que el reemplazo de la partes en daño se debe realizar máximo en 1 día, teniendo en cuenta lo apartado de algunos sitios y el difícil acceso, el transporte y arribo al sitio toma más de 2 días.	Muy Alto	25%	Acordar con el cliente que los tiempos del desplazamiento sean tenidos en cuenta y se descuenten del tiempo total de la solución de la falla, adicionalmente se debe tener una cantidad mínima de partes en la ciudad principal más cercana (Medellín).

5	Dentro del periodo de garantía todo elemento o equipo que se reemplace tendrá a su vez un periodo de garantía de 24 meses, este periodo adicional de garantía acarrea mas costos y requeriré más tiempo el recurso del personal.	Alto	15%	Se debe acordar con el cliente que el periodo de garantía no incluye una garantía adicional por el cambio de partes, ya que la garantía cubre todo el equipo o en el peor de los casos solo se da garantía de 3 meses por reemplazo de partes.
6	El proveedor no podrá subcontratar parte o la total de los servicios, sin la previa autorización escrita del Contratante	Alto	50%	Para el proyecto se requiere subcontratar el transporte de equipos, materiales y la actividades de instalación a través de cooperadores para lo cual se debe obtener autorización previa del cliente, informando de estas actividades. Informar con 1 mes de anticipación para el inicio de las actividades y realizar seguimiento y el control de este documento
7	Los términos que establece el cliente para el pago de los equipos son: 40% con la entrega de la carga, 30% con el PAC, 30% con el FAC a un plazo de 60 días, para los servicios de instalación: 65% PAC, 35% FAC a 60 días después de la presentación de la factura, estos términos de pago no son favorables para el proyecto ya que afecta el flujo de caja.	Moderado	100%	Se debe acordar con el cliente que los términos de pago deberán ser: para el pago de los equipos el 100% con la entrega de la carga, para los servicios de instalación: 35% con el PAC y 65% con el FAC a un plazo de 60 días después de la presentación de la factura.
8	El riesgo por perdida o daño al sistema o a los equipos estarán a cargo del contratista, los cuales podrán ser transferidos al cliente una vez se firme el PAC, esto puede incurrir en sobre costos al proyecto por alguno de estos factores.	Alto	60%	El cliente debe asegurar la zona de la instalación de los equipos mediante el encerramiento y garantizar la seguridad del sitio mientras estén en custodia por parte del integrador. Acordar con el cliente que los daños generados en los equipos por fuerza mayor no están cubiertos por la garantía

**Anexo 4****Acta Reunión #**

Fecha

Lugar:

**Asistentes**

Cliente:

Integrador:

**Orden del día**

Descripción de los temas a tratar en la reunión.

**Desarrollo de la reunión:**

Describe los acuerdos a los que llegan las dos partes.

**Responsables de los acuerdos:****Firmas de los asistentes a la reunión.**

**Anexo 5****Acta de cierre de Contrato****ACTA DE ACEPTACION FINAL #**

Fecha

**PROYECTO XXXXXXXXXXXX**

**Objeto de la Oferta:** vender el hardware y licenciar el software (en adelante los “Equipos”) realizando el diseño, ingeniería, Empaque de los Equipos, de acuerdo con los estándares internacionales de la industria, así como llevar a cabo la entrega de los Equipos en las bodegas de EL CONTRATISTA (XXXXXXXXXX). Prestar los servicios, según se definen más adelante, para una solución de Red OLT – Optical Line Terminal.

--

**Fecha Contrato:** XX de XXX de 20XX**Cliente:** XXXXXXXXXXXX

<b>No Contrato Interno:</b> XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
<b>No. Cliente:</b> XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
<b>Valor a Cancelar una vez firmada la presente Acta:</b>

<b>BIENES ENTREGADOS EN MES XXXXX DIA XX AÑO XXXX</b>
---

Departamento	Municipio	Tipo de nodo	Total por sitio (USD)
CHOCO	NOVITA	TIPO I	2.600,00
CHOCO	CONDOTO	TIPO III	4.626,50
CHOCO	RIO IRO	TIPO III	4.626,50
CHOCO	ISTMINA	TIPO II	3.405,00
CHOCO	MEDIO BAUDO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	MEDIO SAN JUAN	TIPO III	4.626,50
CHOCO	CERTEGUI	TIPO II	3.405,00
CHOCO	BAGADO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	ATRATO	TIPO I	2.600,00
CHOCO	LLORO	TIPO I	2.600,00
		Total Implementación sin IVA	33.689,50

### CONSIDERANDO

1. Según lo pactado los pagos se harán de la siguiente manera:

**Equipos:**

- El 100% del valor total de los equipos se cancelaran por parte del cliente (XXXXXXXXXX) con la llegada de la carga a bodega y después de una inspección por parte del cliente.

**Servicios:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un 35% del valor de total los servicios con el PAC a 60 días de firmado este documento.</li> <li>• Un 65% del valor total de los servicios facturados con el FAC a 60 días de firmado este documento.</li> </ul>
<p>2. A la fecha de la firma de la presente acta se hace contar que los equipos ya fueron entregados y se corrieron las respectivas pruebas de integración de estos.</p>
<p>3. Los servicios de operación y mantenimiento, al igual que los servicios de garantía y soporte se ejecutarán posterior a la firma de la aceptación final de los equipos.</p>
<p>4. De quedar algún pendiente de la implementación, el contratista se comprometerá a solucionarlos dentro de los 30 días después de firmar este documento.</p>

<b>ACUERDAN</b>	
<p>1. Suscribir el Acta de Aceptación Final # X a satisfacción de los bienes y servicios contratados.</p>	
<p>Para constancia de la presente se firma esta acta:</p>	
<b>Por XXXXXXXXXXXXXXXXX</b>	<b>Por XXXXXXXXXXXXXXXXX</b>
<p>__ __ __ ( dd-mm-aa )</p>	<p>__ __ __ ( dd-mm-aa )</p>

Ing. _____	Ing. _____
------------	------------

**Anexo 6****ACTA DE ACEPTACION PARCIAL DE SERVICIOS PAC****Fecha XX.XX.XXXX**

En la ciudad de XXXXX a los XX días del mes de XXXXXXXX de año XXXX se reúnen (Nombre de los participantes y sus cargos), con la finalidad de elaborar la presenta Acta de Aceptación de Servicios de la orden de compra XXXXXXXX con fecha XX.XX.XXXX.

Los servicios ejecutados a satisfacción son los siguientes:

<b>P/N</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor total 35% sin IVA (USD)</b>
XX	Trasporte desde Bogotá hasta el destino final de instalación.  Instalación, comisionamineto y pruebas de aceptación.	XX	\$\$

--	--	--	--

Firmas las partes que intervienen a los XX días del mes de XXXXX de XXXX.

Los servicios arriba citados fueron prestados en los municipios que se relacionan a continuación:

<b>Codigo Dane</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>

Participante Empresa A

Participante Empresa B

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre

Nombre

Cargo

Cargo

## 11. Referencias Bibliográficas

Alcaldia, B. M. (27 de Marzo de 1996). *DECRETO 605 DE 1996*. Recuperado el 27 de Abril de 2015, de Alcaldia de Bogota:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1358>

Alcaldia, C. (22 de Noviembre de 2014). *Alcaldia de Condoto*. Recuperado el 29 de Marzo de 2015, de Condoto: <http://www.condoto-choco.gov.co/index.shtml>

Art, I. (19 de Agosto de 2008). *Ethernet: Pasado, Presente, y futuro*. Recuperado el 20 de Marzo de 2015, de imaginart:

<http://www.imaginat.es/televigilancia/pdf/Ethernetpasadopresentefuturo.pdf>

Atrato, A. d. (16 de Abril de 2014). *Alcaldia de el atrato*. Recuperado el 24 de Mayo de 2015, de elatrato.gov: <http://www.elatrato-choco.gov.co/index.shtml>

Bagado, A. d. (20 de Abril de 2014). *Alcaldia de Bagado*. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de bagado.gov: <http://www.bagado-choco.gov.co/index.shtml>

Baudo, A. d. (23 de Junio de 2014). *Alcaldia de Mediobaudo*. Recuperado el 30 de Agosto de 2015, de mediobaudo.gov: <http://mediobaudo-choco.gov.co/index.shtml>

CÁRDENAS, O., PEÑA, C., & BALDIVIA, M. (15 de Abril de 2004). *Ethernet + RPR+ MPLS: Una Opción Estratégica para*. Recuperado el 11 de Marzo de 2015, de iisc.org:

[http://www.iisc.org/Journal/CV\\$/risci/pdfs/P603328.pdf](http://www.iisc.org/Journal/CV$/risci/pdfs/P603328.pdf)

Certegui, A. d. (7 de Mayo de 2014). *Alcaldia de Certegui*. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de certegui.gov: <http://www.certegui-choco.gov.co/index.shtml>

Colombia, P. d. (3 de Julio de 2009). *Todos Unidos Por un Pais*. Recuperado el 19 de Junio de 2015, de Presidencia.gov: <http://es.presidencia.gov.co/logros/Paginas/100-logros-educacion.aspx>

Gobernacion, C. (19 de Junio de 2015). *Unidos Contruyendo desarrollo*. Recuperado el 9 de Abril de 2015, de Choco.gov: <http://www.choco.gov.co/index.shtml#6>

Iro, R. (23 de Abril de 2014). *Alcaldia de Rio Iro*. Recuperado el 20 de Marzo de 2015, de Rio Iro.gov: <http://rioiro-choco.gov.co/index.shtml>

Istminas, A. d. (11 de Abril de 2014). *Alcaldia de Istminas*. Recuperado el 9 de Junio de 2015, de Istminas.gov: <http://istmina-choco.gov.co/index.shtml#2>

Juan, A. d. (20 de Agosto de 2014). *Alcaldia de Medio San Juan*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Mediosanjuan.gov: <http://www.mediosanjuan-choco.gov.co/index.shtml>

Ledesma, R. (19 de Marzo de 2008). *802.1q*. Recuperado el 11 de Marzo de 2015, de All Networking: <http://allnetworking.blogspot.com/2008/03/8021q.html>

Lloro, A. d. (27 de Noviembre de 2014). *Alcaldia de Lloro*. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de Lloro.gov: <http://www.lloro-choco.gov.co/index.shtml#5>

Márquez, J. (1 de Abril de 2005). *TRASMICIÓN DE DATOS, José E. Briceño Márquez, Universidad de los Andes, Facultad de ingeniería Departamento de publicaciones, Mérida.*

*Detección de envolvente*. Recuperado el 28 de Febrero de 2015, de TRASMICIÓN DE

DATOS, José E. Briceño Márquez, Universidad de los Andes, Facultad de ingeniería

Departamento de publicaciones, Mérida. Detección de envolvente.:

<http://www.unge.gq/ftp/biblioteca%20digital/Electr%C3%B3nica%20y%20Electricidad/Brice>

[%C3%B1o%20Marquez%20J%20-%20Transmision%20De%20Datos%20Pdf.PDF](http://www.unge.gq/ftp/biblioteca%20digital/Electr%C3%B3nica%20y%20Electricidad/Brice)

Millan, R. (16 de Diciembre de 2008). *Gpon (Gigabit Passive Optixal Network)*. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de ramonmillan: <http://www.ramonmillan.com/documentos/gpon.pdf>

MINTIC. (22 de 03 de 2014). *vive digital*. Recuperado el 10 de 02 de 2015, de <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-5342.html>

Moreno, V. (22 de Octubre de 2004). *¿Qué es un SFP óptico?* Recuperado el 27 de Abril de 2015, de vam-comunicaciones-ferroviarias.blogspot: <http://vam-comunicaciones-ferroviarias.blogspot.com/2012/11/que-es-un-sfp-optico.html>

Novita, A. (26 de Octubre de 2014). *Alcaldia de Novita*. Recuperado el 19 de Abril de 2015, de Novita-Choco: <http://www.novita-choco.gov.co/index.shtml#8>

Pérez, C. (9 de Octubre de 2014). *documentatia.wordpress.com*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de Documentatia: <https://documentatia.wordpress.com/2014/10/09/internet-en-los-anos-60/>

Profesorado, S. d. (10 de Febrero de 2010). *Redes de área local:Aplicaciones y servicios Windows*. Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de fcca: [http://www.fcca.umich.mx/descargas/apuntes/Academia%20de%20Informatica/Introducci%C3%B3n%20a%20Redes%20G.A.G.C/1\\_DHCP.pdf](http://www.fcca.umich.mx/descargas/apuntes/Academia%20de%20Informatica/Introducci%C3%B3n%20a%20Redes%20G.A.G.C/1_DHCP.pdf)

publica, S. E. (11 de Noviembre de 2011). *FONDO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES* . Recuperado el 23 de Marzo de 2015, de contratos.gov: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=11-1-67650>

Sanabria, C. (28 de Agosto de 2014). *TIC - PROYECTO NACIONAL DE FIBRA OPTICA EN EL PLAN "VIVE DIGITAL"*. Recuperado el 22 de Abril de 2015, de redfibraoptica-

planvivedigital.blogspot: [http://redfibraoptica-planvivedigital.blogspot.com/2015\\_05\\_01\\_archive.html](http://redfibraoptica-planvivedigital.blogspot.com/2015_05_01_archive.html)

Sanchez, S., & Tapia, R. (15 de Noviembre de 2009). *Propuesta de un sistema de monitoreo para la red de ESIME zacatenco utilizando el protocolo SNMP y software libre*. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de itzamna.bnct.ipn.mx:8080:

<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5456/1/PROPUESTASISTEMA.pdf>

Soporte, M. (25 de Julio de 2015). *Conceptos básicos DHCP (Protocolo de configuración dinámica de Host)* . Recuperado el 30 de Julio de 2015, de Microsoft :

<https://support.microsoft.com/es-es/kb/169289#/es-es/kb/169289>

Tomala, V., Palma, W., & Solis, R. (13 de Junio de 2005). *Sistema Multipunto, multimedia utilizado en el sistenma de cobros de peajes de las vias concesionadas por la provincia de Guayas en la banda de 2,4Ghz*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de dspace:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3210/1/5729.pdf>

VANEGAS, E., & LOPEZ, M. (19 de Mayo de 2009). *PROPUESTA DE OPTIMIZACION PARA LA RE DE TELECOMUNICACIONES DEL COLEGIO SUR ORIENTAL DE PEREIRA*. Recuperado el 20 de Marzo de 2015, de recursosbiblioteca.utp.edu.co:

<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1771/1/6213821V252.pdf>