

MODERNIZACION RED DE TELECOMUNICACIONES
OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES

FRANCISCO JAVIER BOTÍA FUENTES

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACION DE PROYECTOS EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2015

MODERNIZACION RED DE TELECOMUNICACIONES
OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES

FRANCISCO JAVIER BOTÍA FUENTES

Director de Trabajo de Grado:
Ingeniero Electrónico, Silvio Hernán Giraldo Gómez

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACION DE PROYECTOS EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2015

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1. ALCANCE | 12 |
| 1.1 ALCANCE TOTAL | 12 |
| 1.2 FASES DEL PROYECTO | 12 |
| 1.3 LO QUE EL ALCANCE NO INCLUYE | 13 |
| 1.4 ENTREGABLES | 13 |
| 1.5 ESQUEMA DE DESGLOSE DE TRABAJO | 14 |
| 1.6 RESTRICCIONES, SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS | 14 |
| 1.6.1 Restricciones de tiempo | 14 |
| 1.6.2 Restricciones de Costos | 14 |
| 1.6.3 Restricciones de Alcance | 14 |
| 1.6.4 Suposiciones | 15 |
| 1.6.5 Dependencias | 15 |
| 1.7 INGENIERÍA DE DISEÑO | 16 |
| 1.7.1 Topología global de la red | 16 |
| 1.7.2 Red MetroEthernet GB | 17 |
| 1.7.3 Red microondas 1 + 0 | 19 |
| 1.7.4 Red VSAT | 28 |
| 1.7.5 Nueva Red de Radio de dos Vías. | 29 |
| 1.7.6 Nueva WAN Backup | 32 |
| 1.8 CONTROL DE CAMBIOS | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2. | GESTIÓN DEL TIEMPO | 35 |
| 2.1 | DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES. | 35 |
| 2.2 | CRONOGRAMA GENERAL DEL PROYECTO | 43 |
| 2.3 | CRONOGRAMA DETALLADO POR FASES | 44 |
| 2.4 | DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE RUTA CRÍTICA | 44 |
| 2.5 | METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DEL CRONOGRAMA | 45 |
| 3. | GESTIÓN DE COSTOS | 46 |
| 3.1 | PRESUPUESTO GENERAL ESTIMADO | 46 |
| 3.2 | DESGLOSE DE COSTOS DEL PROYECTO | 46 |
| 3.2.1 | Costo Acumulado del proyecto | 47 |
| 3.3 | CONTROL DE COSTOS | 48 |
| 4. | GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO | 49 |
| 4.1 | PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD | 49 |
| 4.2 | ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD | 50 |
| 4.2.1 | Pruebas red de FO | 50 |
| 4.2.2 | Pruebas red microondas | 52 |
| 4.2.3 | Proceso de Procura | 55 |
| 4.3 | CONTROL DE CALIDAD | 55 |
| 5. | GESTIÓN DE RECURSOS HUMANO | 58 |
| 5.1 | ORGANIGRAMA INTERNO DEL PROYECTO | 58 |
| 5.2 | ORGANIGRAMA EXTERNO DEL PROYECTO | 58 |
| 5.3 | MATRIZ DE RESPONSABILIDADES | 59 |
| 5.4 | GESTIÓN DEL EQUIPO DEL PROYECTO | 60 |

| | | |
|-----|---|----|
| 6. | GESTIÓN DE COMUNICACIONES | 61 |
| 6.1 | PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES | 61 |
| 6.2 | DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 61 |
| 6.3 | INFORMES DE RENDIMIENTO | 63 |
| 6.4 | GESTIÓN DE LOS INTERESADOS | 64 |
| 7. | GESTIÓN DEL RIESGO | 65 |
| 7.1 | PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO | 65 |
| 7.2 | IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS | 65 |
| 7.3 | PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA A LOS RIESGOS | 68 |
| 7.4 | SEGUIMIENTO Y CONTROL DE RIESGOS | 68 |
| 8. | GESTIÓN DE ADQUISICIONES | 69 |
| 8.1 | PLANIFICACIÓN DE COMPRAS Y ADQUISICIONES | 69 |
| 8.2 | PLANIFICACIÓN DE CONTRATOS | 71 |
| 8.3 | SOLICITAR RESPUESTAS A VENEDORES | 71 |
| 8.4 | ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS | 71 |
| 8.5 | CIERRE DE CONTRATOS | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fases MRT | 13 |
| Figura 2 – Esquema de desglose de trabajo (EDT) | 14 |
| Figura 3 - Topología Global de la red | 17 |
| Figura 4 - Topología red MetroEthernet | 19 |
| Figura 5 - Topología red microondas | 20 |
| Figura 6 - Ganancia del Sistema Equipos Serie PTP820 | 21 |
| Figura 7 - Enlace BackBone Cerro Silvadero - Cerro Mil | 22 |
| Figura 8 - Enlace BackBone Cerro Silvadero - ERM | 22 |
| Figura 9 - Enlace BackBone Cerro Silvadero – Repetidora Rio Meta | 23 |
| Figura 10 - Enlace BackBone Cerro Mil – Estación de Recibo Cusiana | 23 |
| Figura 11 - Enlace Backbone Repetidora la Escuela – Repetidora la Virgen | 24 |
| Figura 12 - Enlace BackBone Repetidora Escuela – Repetidora Rio Meta | 24 |
| Figura 13 - Enlace Backbone - Repetidora Rubiales - EBR | 25 |
| Figura 14 - Enlace Backbone Repetidora Rubiales – Repetidora la Virgen | 25 |
| Figura 15 - Enlace de Acceso Cerro Silvadero - Válvula el Viento | 26 |
| Figura 16 - Enlace de acceso Cerro Mil - Válvula Rio Chitamena | 26 |
| Figura 17 - Enlace de acceso - Estación de Recibo Corocora | 27 |
| Figura 18 - Enlace de acceso Repetidora la Virgen - Válvula la virgen PK37 | 27 |
| Figura 19 - Enlace de Acceso - Repetidora Rio Meta - Válvula Rio Meta | 28 |
| Figura 20 - Topología red VSAT | 29 |
| Figura 21 - Características Radios de dos vías | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 22 - Topología red de radio de dos vías | 31 |
| Figura 23 - Cobertura Radio de dos vías | 32 |
| Figura 24 - Topología red WAN backup | 33 |
| Figura 25 - Cronograma general del proyecto | 43 |
| Figura 26 - Ruta Critica | 44 |
| Figura 27 - WBS con presupuesto | 46 |
| Figura 28 – Curva de costo acumulado semanal | 48 |
| Figura 29 - Organigrama Interno del Proyecto | 58 |
| Figura 30 - Organigrama Externo del Proyecto | 59 |
| Figura 31 - Matriz RACI | 60 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Formato de Control de Cambios | 34 |
| Tabla 2. Actividades MRT | 35 |
| Tabla 3 - Costos desglosados del Proyecto por paquetes de Trabajo | 47 |
| Tabla 4 – Costo Acumulado Semanal | 47 |
| Tabla 5 – Pruebas FAT y SAT | 50 |
| Tabla 6 - Pruebas SAT Fibra Óptica | 50 |
| Tabla 7 - Pruebas SAT FO a nivel físico | 51 |
| Tabla 8 - Pruebas SAT FO a nivel Ethernet | 52 |
| Tabla 9 - Pruebas SAT FO a nivel Monitoreo y Gestión | 52 |
| Tabla 10 - Pruebas FAT Red Microondas | 52 |
| Tabla 11 - Pruebas SAT a nivel fisico Red Microondas | 53 |
| Tabla 12 - Pruebas SAT a nivel Ethernet red Microondas | 54 |
| Tabla 13 - Pruebas SAT a nivel Monitoreo y Gestión red microondas | 54 |
| Tabla 14 - Condiciones o eventos de no calidad | 56 |
| Tabla 15 - Formatos establecidos para distribución del proyecto | 62 |
| Tabla 16 – Interesados del Proyecto. | 64 |
| Tabla 17 - Clasificación de Riesgos Laborales | 65 |
| Tabla 18 - Estrategias DOFA | 66 |
| Tabla 19 – Análisis de la matriz DOFA | 66 |
| Tabla 20 – Tabla de categorización del Riesgo | 67 |
| Tabla 21 - Riesgos Identificados MRT | 67 |
| Tabla 22 – Tabla de respuesta y mitigación de riesgos | 68 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23 – Proveedores seleccionados | 69 |
| Tabla 24 - Parámetro de aceptación y/o entendimiento proveedores | 69 |
| Tabla 25 - Proceso de Compra | 70 |
| Tabla 26 – Parámetros contratos con proveedores | 71 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo A – Alcance - EDT | 14 |
| Anexo B - Gestión de Actividades – Hitos | 43 |
| Anexo C - Gestión de costos – Cuadro de costos | 47 |
| Anexo D – Gestión de la Calidad | 51 |
| Anexo E – Gestión de RRHH | 58 |
| Anexo F – Gestión de las comunicaciones. | 63 |
| Anexo G - Gestión de Adquisiciones. | 71 |

INTRODUCCIÓN

El Oleoducto de los Llanos Orientales (en adelante "ODL"), es una empresa que construye, opera y mantiene sistemas de transporte de hidrocarburos en la zona de Meta y Casanare, en la actualidad, ODL cuenta con el Oleoducto Rubiales – Monterrey, el cual tiene una extensión de 235 kilómetros, este inicia sus operaciones en los Campos Rubiales Meta y termina en la ciudad de Monterrey Casanare. Para el año 2010 se construyó un nuevo tramo de 27 kilómetros, desde la válvula El Viento Meta hasta la estación Cusiana Casanare, lo que le da una capacidad actual de transporte de más de 300.000 barriles por día.

Al inicio de la construcción del oleoducto en el año 2008, también se empezó con la implementación de sistema de Radio de dos vías, basado en 4 estaciones repetidoras interconectadas mediante enlaces de microondas, ese fue el inicio de la red de telecomunicaciones actualmente implementada en ODL.

Sobre el ducto se instaló una fibra óptica con la finalidad de interconectar las estaciones y válvulas del Oleoducto, servicios de automatización y control AIC así como el sistema de protección de intrusos (SDI), esta red de fibra óptica la compone el sistema de detección de intrusos Secure Pipe y la red de datos MetroEthernet (equipos CISCO 3750XM).

Por motivos de obsolescencia tecnológica, soporte de los fabricantes, deterioro de equipos, interferencias en la banda de 5.6 GHz entre otros, ODL requiere modernizar la actual infraestructura que integra la solución que sirve de apoyo a la actual operación del oleoducto en su recorrido desde Campo Rubiales hasta las estaciones de Monterrey y Cusiana.

ODL requiere modernizar toda su infraestructura de red para mejorar el transporte de los servicios de comunicaciones y la gestión de los elementos, además prestar el servicio de mantener la red por un periodo de 5 años a partir de su implementación que está estimada en 300 días hábiles.

Por medio de la empresa Telebotía Ltda, ODL implementará su MRT, bajo los estándares y buenas prácticas regidas por el Project Managment Institute (PMI).

El proyecto tiene como objetivo consolidar y aplicar los conocimientos de los tres ciclos de la especialización en un caso práctico con acompañamiento del docente que permita reforzar los conocimientos en Gerencia de proyectos adquiridos durante el proceso de aprendizaje.

1. ALCANCE

1.1 ALCANCE TOTAL

El proyecto tiene como alcance por parte de Telebotía el diseño, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento por un periodo de 5 años de todos los servicios de telecomunicaciones de ODL.

1.2 FASES DEL PROYECTO

El proyecto está definido para ejecutarse en las siguientes fases

Plan de puesta en operación: Definir el plan de puesta en operación del servicio, previo inventario de la red existente y visitas a todos los sitios que conforman el oleoducto, en esta actividad se debe prever que equipos que están actualmente en el oleoducto se pueden utilizar, junto con los equipos nuevos adquiridos para la provisión de servicios.

Proceso de procura: Realizar todo el proceso para la compra e importación de equipos requeridos a partners autorizados en Colombia para la MRT.

Adecuación nueva infraestructura: Definir que torres de telecomunicaciones e infraestructura toca reforzar o construir para la implementación de servicios incluidos en el MRT.

Instalación del Canal WAN: Definir la mejor ruta para el canal WAN alternativo e instalar la solución WAN Backup.

Instalación de Radios de dos vías: Instalación en las estaciones repetidoras del nuevo sistema de Radio de Dos vías

Instalación estaciones VSAT: Definir los sitios donde nos es posible por medio de microondas llegar, e instalar soluciones VSAT

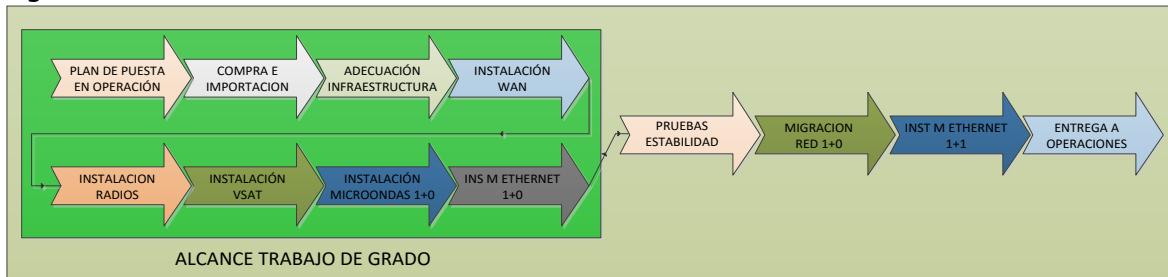
Instalación del servicio de Red Microondas 1+0: Se define e instala la nueva red de microondas BackBone y enlaces de acceso principales en estaciones y válvulas seleccionadas en configuración 1+0.

Instalación del servicio Red MetroEthernet 1+0: Definición e instalación nuevos equipos para implementar en la red MetroEthernet el enrutamiento por la nueva red de microondas, en caso de falla de la red de fibra óptica. Ello aplica para todas las estaciones y válvulas y para los servicios que requieren ser asegurados en caso de falla,

1.3 LO QUE EL ALCANCE NO INCLUYE

No se incluyen los procesos concernientes a pruebas de estabilidad, migración de servicios de la red instalada 1+0, instalación de la red Metro 1+1, inicio AOM y entrega de servicios al área de operaciones.

Figura 1 - Fases MRT



Fuente: Propia

1.4 ENTREGABLES

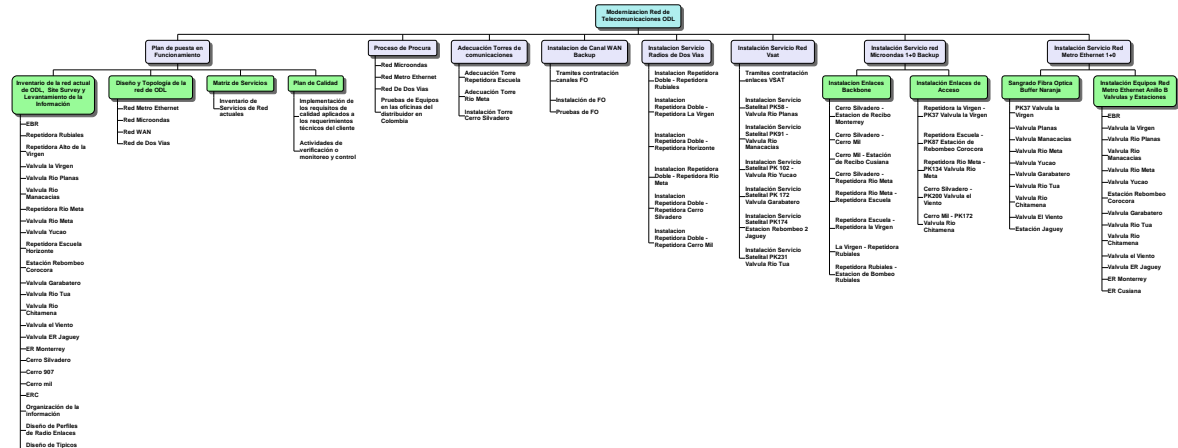
- Plan de puesta en funcionamiento
- Proceso de procura
- Adecuación Torres de Comunicaciones
- Instalación de Canal WAN Backup
- Instalación red de Radio de dos vías
- Instalación red de VSAT
- Instalación Red Microondas 1+0

- Instalación Red MetroEthernet 1+0

1.5 ESQUEMA DE DESGLOSE DE TRABAJO

A continuación se muestra el esquema de desglose de trabajo definido para el proyecto, para su consulta este se puede encontrar en el Anexo A – Alcance - EDT

Figura 2 – Esquema de desglose de trabajo (EDT)



Fuente: Propia

1.6 RESTRICCIONES, SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

1.6.1 Restricciones de tiempo

- Diseñar, ejecutar y poner en operación el proyecto, en un tiempo no máximo de 240 días.

1.6.2 Restricciones de Costos

- Se tiene destinado un presupuesto máximo de Dos mil cuatrocientos ochenta millones cuatrocientos veinticinco mil ciento sesenta y cuatro pesos moneda legal y corriente (\$2.489.425.164 m/cte).

1.6.3 Restricciones de Alcance

- las restricciones respecto al alcance se encuentran especificadas en el numeral 1.3...

1.6.4 Suposiciones

- Toda la infraestructura que no se va a intervenir se encuentra en excelente estado.
- Los recursos necesarios para el proyecto van a estar disponibles según el cronograma establecido.
- El proceso de procura de los equipos no va a tener complicaciones.
- Pueden presentarse problemas de orden público y acceso a las locaciones por parte de las comunidades.
- El retraso de la adecuación de las torres atrasa todo el proyecto.
- El retraso del proceso de procura atrasa todo el proyecto.
- Los Ingenieros de campo, técnicos y auxiliares técnicos, tienen cursos de certificación de alturas.
- Por las fechas de implementación del proyecto, no se van a presentar mayores problemas por lluvias y tormentas eléctricas.
- Por las fechas de implementación del proyecto, no se van a presentar mayores problemas por lluvias y tormentas eléctricas.

1.6.5 Dependencias

- Tiene que estar aprobado por parte de ODL el plan de puesta en operación para poder empezar con la ejecución de las demás fases.
- Para iniciar la Fase de instalación de equipos microondas, MetroEthernet, radios de dos vías y VSAT, es necesario que los equipos estén recibidos y probados en los laboratorios de los proveedores.

- Para iniciar la fase de instalación de equipos microondas, MetroEthernet y radios de dos vías es necesario tener las torres de comunicaciones adecuadas correctamente.
- Para iniciar con las fases de estabilidad de la red y migración de servicios, debe estar aprobado por parte del gestor de calidad de ODL.

1.7 INGENIERÍA DE DISEÑO

1.7.1 Topología global de la red

1.7.1.1 **Estrategia de implementación** Topología Propuesta La topología de red propuesta es similar a la actual del oleoducto en cuanto a las rutas de repetición, estaciones de rebombeo y de recibo, pero fortaleciendo la RED con equipos de última tecnología ofrecidos en el mercado. La RED instalada contará con una topología tipo anillo redundante a través de la fibra óptica instalada actualmente; teniendo como backup una Red Microondas en frecuencias licenciadas y estaciones VSAT en puntos donde nos es viable llevar red de Microondas.

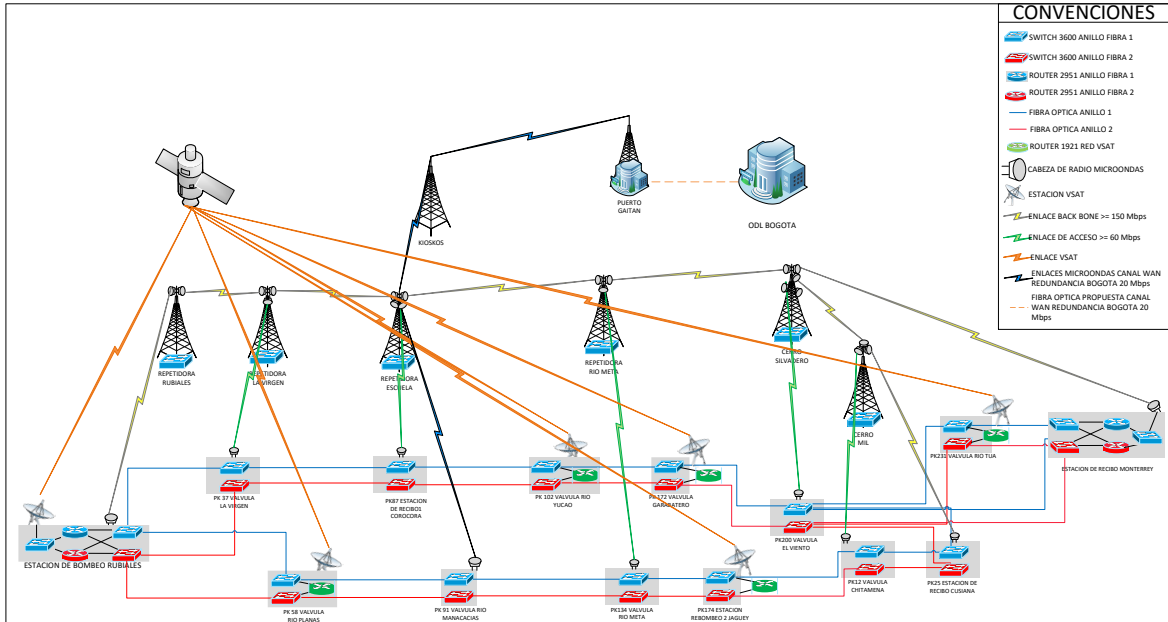
De acuerdo a la evaluación de perfiles y recursos tecnológicos este es el diagrama global de la red a implementar.

En las locaciones de: Válvula Rio Yucao, Válvula Rio Planas, Válvula Garabatero, Estación de Rebombeo Jaguey y Válvula Rio Tua instalarán estaciones VSAT "punto a punto" con descarga de los datos en la Estación Rubiales (EBR).

El canal de WAN Backup para la conexión Bogotá – EBR se diseña transportando el tráfico Bogotá – Puerto Gaitán a través de un carrier nacional de Fibra óptica y posteriormente por enlaces de Microondas hasta conectar el Anillo de fibra que pasa por la Válvula Manacacias.

Esto Garantiza un camino totalmente independiente al actual canal principal hacia Bogotá y adicionalmente se integra a un anillo diferente al que transporta el canal principal desde Rio Tua que en este momento por donde sale el canal WAN.

Figura 3 - Topología Global de la red



Fuente: Propia.

1.7.2 Red MetroEthernet GB

1.7.2.1 Estrategia de Implementación Reemplazando los equipos actuales por una nueva versión, La red MetroEthernet actual se migrará progresivamente hasta llegar a una red con puertos de entrada con capacidad de 1 Gbit y puertos WAN con capacidad 10 Gbit.

Esta migración se realizará de acuerdo al plan de puesta en operación que se ajustará al principio de la implementación del proyecto.

1.7.2.2 Equipos a utilizar En los extremos de la red, para cada anillo, se utilizarán enrutadores CISCO 2951, dos en cada uno de los extremos (EBR y ERM), con licenciamiento AppX license (L-SL-29-APP-K9=), el cual permite la configuración de las funcionalidades de IP SLA, con esto es posible supervisar de manera activa y controlar el tráfico sobre la RED, logrando que en caso de falla de alguna de las rutas, el tráfico sea enrutado de manera automática por la ruta de backup disponible, (uno de los anillos de fibra o la red de microondas), con la funcionalidad de IP SLA es muy sencillo identificar el comportamiento del tráfico sobre la RED, lo cual, junto con los procesos de monitoreo proactivo y alertas tempranas de eventos generarán un adecuado y óptimo manejo de eventos, incidentes y problemas.

Los switches actuales se cambiarán por switches CISCO ME3600X de última generación, provistos con interfaces de 24 puertos 24 10/100/1000 y 2 puertos 10GE, que funcionarán en la topología tipo doble anillo que se encuentra instalada actualmente, esta garantiza alta disponibilidad de la RED. Se implementará sobre la red el protocolo REP (Resilient Ethernet Protocol), el cual ofrece una alternativa al protocolo STP (Spanning Tree) que mejora el control de bucles (Loops), maneja y mejora los tiempos de convergencia de la Red en caso de falla de alguno de los enlaces, adicional, el protocolo REP es totalmente compatible y soporta balanceo de cargas de cada una de las VLANs, lo que garantiza que los servicios sean transportados con los niveles de QoS y SLAs requeridos por ODL.

1.7.2.3 Principales características de la red La solución de RED está en capacidad de soportar los servicios requeridos por ODL, como: datos internos (Intranet), servicio de tele gestión (Telemetría), servicio de monitorización (NMS), servicio de telecontrol (SCADA), servicio de seguridad (SDI, central de alarmas), telefonía IP, BYOD, Videoconferencia, sistema de información georreferenciado, servicio de datos (Internet), Servicio de video vigilancia (CCTV), servicios de terceros que la compañía disponga y gestión de servicios de comunidad (Zonas WIFI, Internet, telemedicina, TV, voz, seguridad). Así mismo la identificación de la totalidad de VLAN's que la compañía requiera.

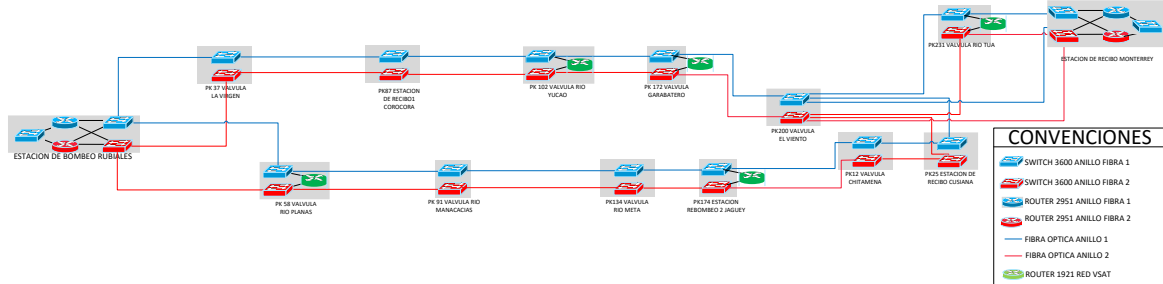
Los Switches CISCO ME3600-X son equipos robustos que cumplen y satisfacen las necesidades de tráfico requeridos por ODL y que permiten la posibilidad de escalar estos servicios con proyectos futuros, también están provistos por doble fuente de alimentación redundante, lo que protegerá a la red MetroEthernet de fallas eléctricas, adicional al servicio de SmartNet, se contará con un spare de repuestos adecuado para atender adecuadamente cualquier eventualidad.

Todos los equipos que se propone para la solución, cuentan con la funcionalidad de monitoreo SNMP, tanto para tráfico, como con la posibilidad de personalizar la información recibida mediante la configuración de las MIB's específicas de cada fabricante. Como complemento para la gestión y monitoreo de equipos CISCO se configurará también el protocolo NetFlow.

El diseño propuesto, el cual integra de manera óptima y eficiente, tanto redundancia a nivel de capa 2 como a nivel de capa 3 asegura que los servicios de ODL contarán con alta disponibilidad y calidad de servicio de extremo a extremo.

Los datasheets y brochures de la red MetroEthernet se encuentran en el Anexo A Alcance – Red MetroEthernet

Figura 4 - Topología red MetroEthernet



Fuente: Propia

1.7.3 Red microondas 1 + 0

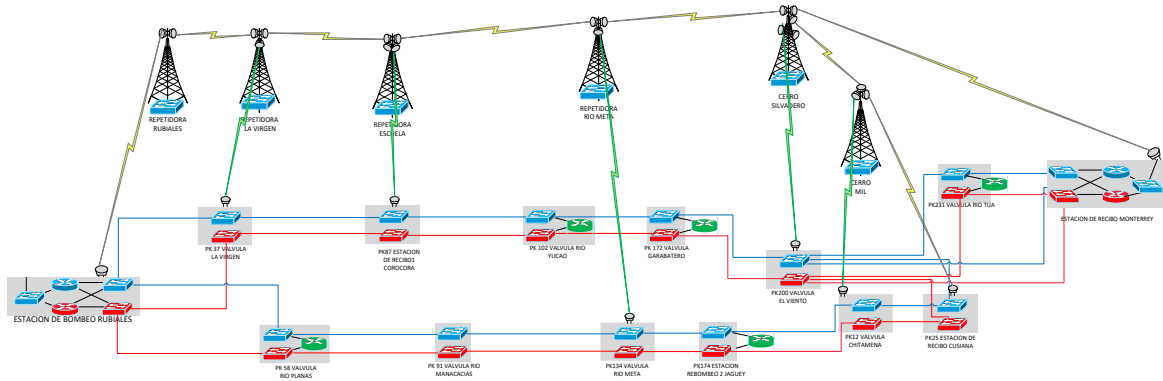
1.7.3.1 Equipos a Utilizar Del sistema propuesto por ODL y según los cálculos y estudios técnicos realizados la mejor opción es la de implementar la red con equipos de la marca Cambium Networks de la serie PTP820, serie que por su amplio rango de modulación ofrece unos parámetros de eficiencia espectral mucho más altos que la mayoría de radios existentes en el mercado, Cambium Networks es una marca de gran trayectoria y reconocida mundialmente en sistemas microondas ya que es la compañía que adquirió la división de Microondas de Motorola. Dentro de sus características técnicas más relevantes están:

- Soporta modulación hasta 2048 QAM lo que excelentes valores de eficiencia espectral.
- Rango ATPC de 0 a 25 Db.
- Posibilidad de Upgrade para manejar 2 Enlaces independientes a través de un solo radio.

Los equipos de la Serie PTP820, tienen funcionalidad sobre protocolo SNMP, por lo cual es posible el monitoreo de sus variables mediante la generación de MIBS.

La Topología que se plantea es la que se presenta a continuación.

Figura 5 - Topología red microondas



Fuente: Propia

Los enlaces de Color Amarillo son los enlaces BackBone propuestos por ODL, estos enlaces cumplen con los parámetros solicitados por ODL, los enlaces de color verde son los enlaces de acceso propuestos por ODL, estos enlaces cumplen con los parámetros solicitados por ODL.

Para la gestión y monitoreo de los equipos propuestos, se cuenta con las MIBs de cada uno de ellos, las cuales se integrarán al sistema de monitoreo para proporcionar valores en tiempo real de variables como (sin limitarnos a estas), niveles de potencia de Tx y de Rx, anchos de banda agregado, de Tx y Rx, perdidas de enlace, error de vector y tipo de modulación de Tx y Rx.

Tanto los enlaces de BackBone como los enlaces de acceso que se instalarán; en su diseño, exceden las especificaciones de ancho de banda solicitados por ODL. Para establecer simetría en la red, y para evaluar los SLA de cumplimiento de ancho de banda; estos enlaces se configurarán con los siguientes anchos de banda.

Enlaces de BackBone: Ancho de Banda Ofrecido: 150 Mbps contemplado para ampliación en un 30%.

Enlaces de acceso: Ancho de Banda ofrecido: 30 Mbps Contemplado para ampliación en un 50%.

A continuación se presentan los principales parámetros para cada uno de los enlaces. Sin embargo los perfiles de enlace detallados así como los brochures de los equipos se entregan en el Anexo A Alcance – Red Microondas.

El perfil de enlace se estableció para una disponibilidad mínima del 99,99% en la modulación requerida para el ancho de banda proyectado. La eficiencia espectral se calculó para el ancho de banda obtenido en el perfil y la modulación utilizada.

La ganancia del sistema se tomó de la tabla en el brochure del equipo + la ganancia de las antenas utilizadas en el enlace. Es decir ganancia del sistema incluyendo antenas.

Figura 6 - Ganancia del Sistema Equipos Serie PTP820

System Gain Comparison

| 11GHz @40MHz | PTP 800 | | | PTP 820 S&C | | | Delta |
|-----------------|-------------------|-------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------------------|-------|
| | Rx Sensitivity | Tx Power | System Gain w/o Antenna | Rx Sensitivity | Tx Power | System Gain w/o Antenna | |
| QPSK | -85.2 | 19 | 104.2 | -86.0 | 27 | 113.0 | 8.8 |
| 8 PSK | -81.6 | 19 | 100.6 | -80.5 | 27 | 107.5 | 6.9 |
| 16 QAM | -79.4 | 19 | 98.4 | -79.0 | 26 | 105.0 | 6.6 |
| 32 QAM | -74.5 | 19 | 93.5 | -75.5 | 25 | 100.5 | 7.0 |
| 64 QAM | -72.4 | 19 | 91.4 | -72.5 | 25 | 97.5 | 6.1 |
| 128 QAM | -70.0 | 19 | 89.0 | -70.0 | 25 | 95.0 | 6.0 |
| 256 QAM | -67.3 | 19 | 86.3 | -67.5 | 25 | 92.5 | 6.2 |
| 512 QAM | N/A | N/A | N/A | -65.0 | 24 | 89.0 | 2.7 |
| 1024L QAM | N/A | N/A | N/A | -61.5 | 23 | 84.5 | -1.8 |
| 1024H QAM | N/A | N/A | N/A | -60.5 | 23 | 83.5 | -2.8 |
| 2048 QAM | N/A | N/A | N/A | -57.5 | 21 | 78.5 | -7.8 |

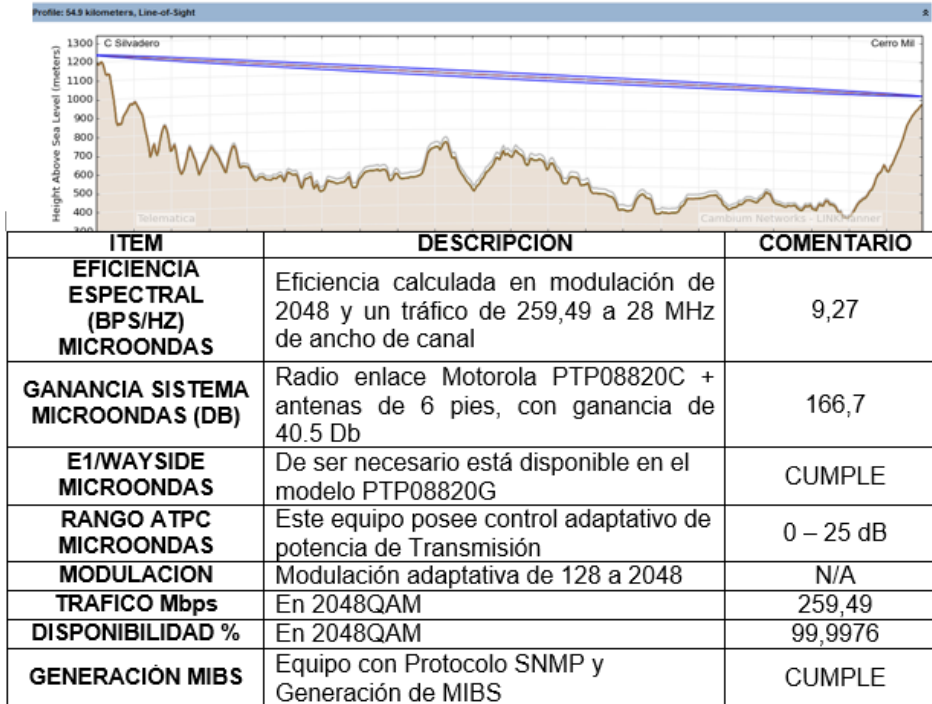
Fuente: Cambium Networks

El brochure completo del equipo se presenta en el Anexo A Alcance - Red Microondas.

1.7.3.2 Parámetros perfiles enlaces BackBone y de acceso

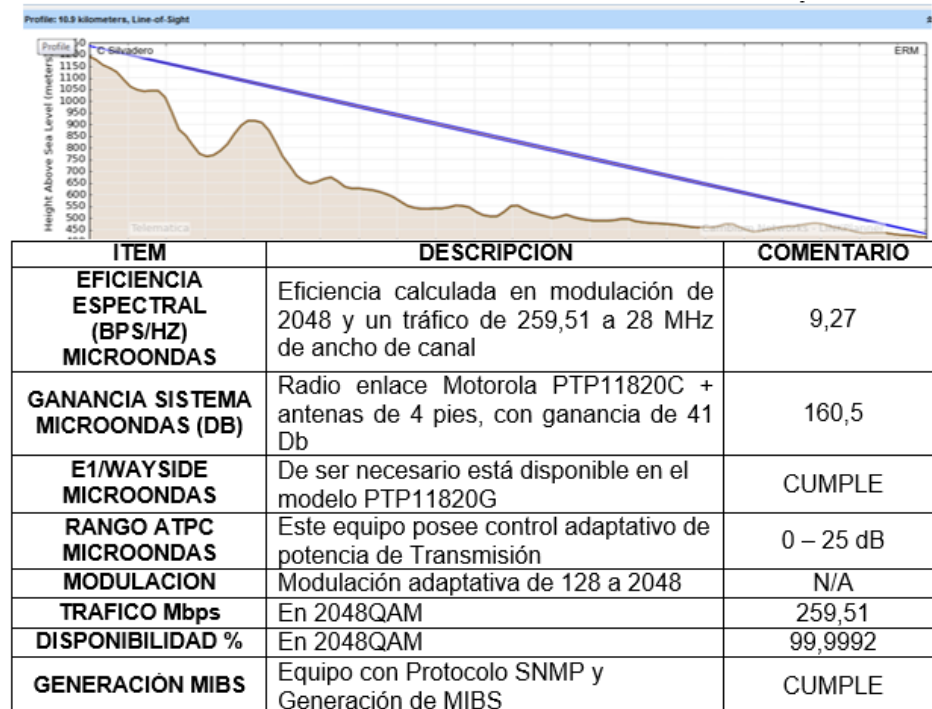
A continuación relacionamos los parámetros finales de los estudios técnicos y simulaciones de los enlaces de BackBone y de los enlaces de acceso para la implementación de los mismos.

Figura 7 - Enlace BackBone Cerro Silvadereo - Cerro Mil



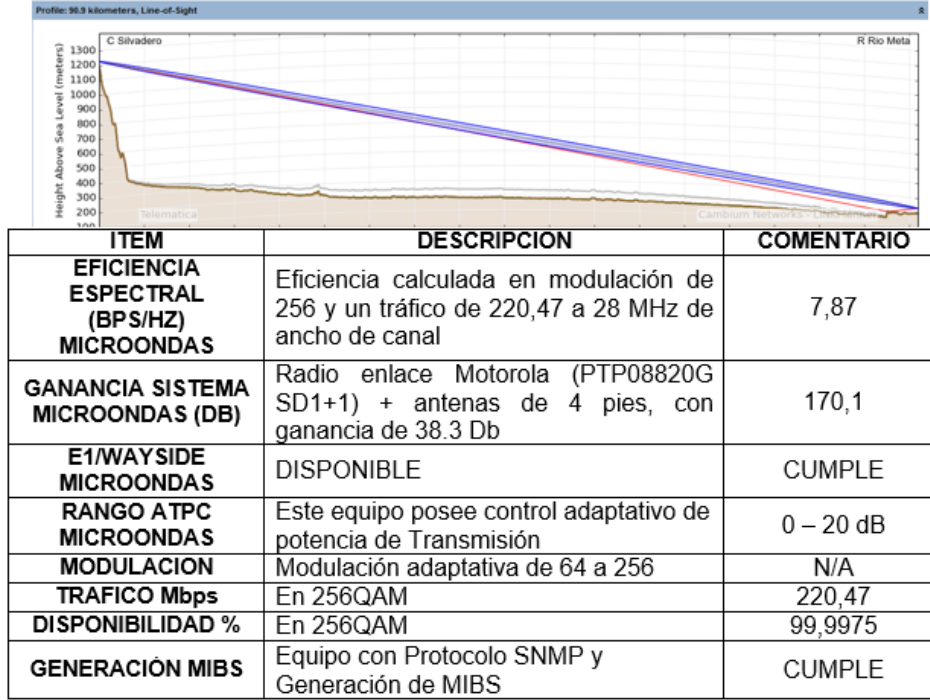
Fuente: Propia

Figura 8 - Enlace BackBone Cerro Silvadereo - ERM



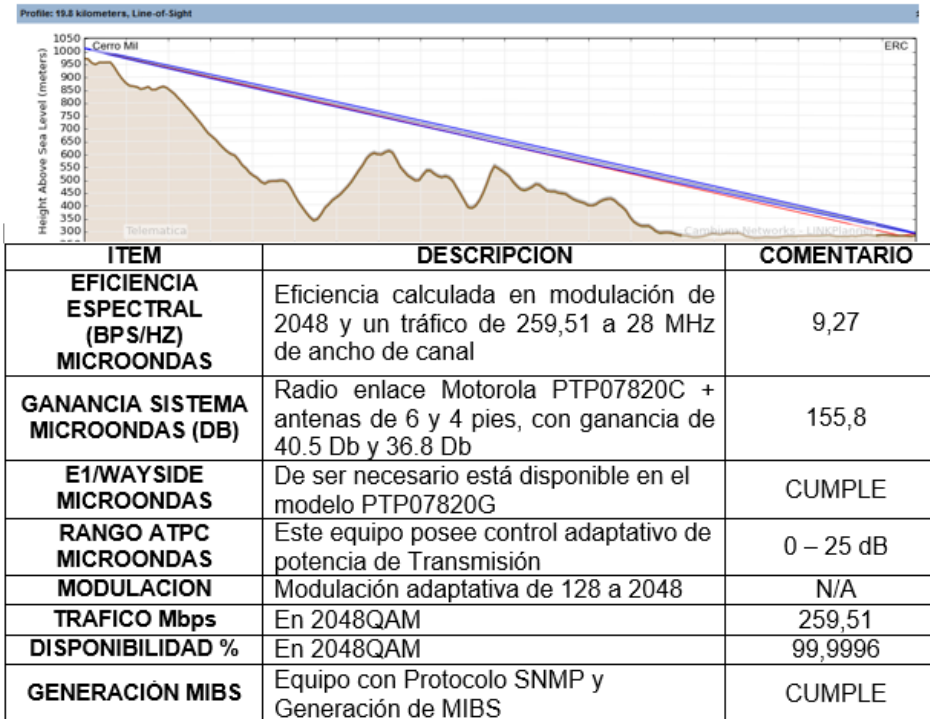
Fuente: Propia

Figura 9 - Enlace BackBone Cerro Silvadero – Repetidora Rio Meta



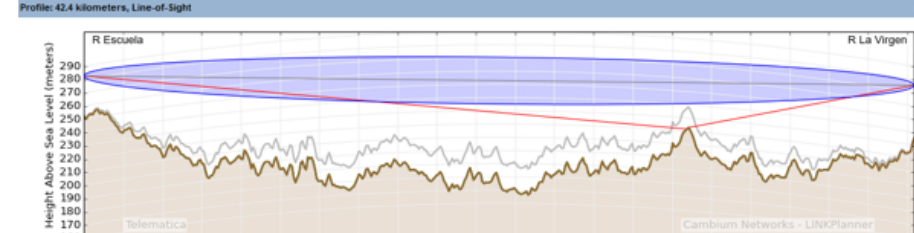
Fuente: Propia

Figura 10 - Enlace BackBone Cerro Mil – Estación de Recibo Cusiana



Fuente: Propia

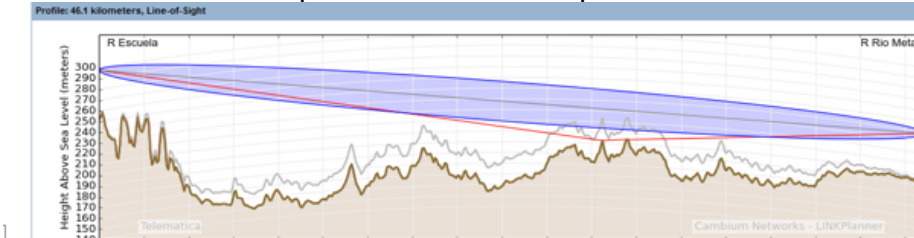
Figura 11 - Enlace Backbone Repetidora la Escuela – Repetidora la Virgen



| ITEM | DESCRIPCION | COMENTARIO |
|---|--|------------|
| EFICIENCIA ESPECTRAL (BPS/HZ) MICROONDAS | Eficiencia calculada en modulación de 256 y un tráfico de 220,5 a 28 MHz de ancho de canal | 7,88 |
| GANANCIA SISTEMA MICROONDAS (DB) | Radio enlace Motorola (PTP08820G SD1+1) + antenas de 6 pies, con ganancia de 38.3 Db | 170,1 |
| E1/WAYSIDE MICROONDAS | DISPONIBLE | CUMPLE |
| RANGO ATPC MICROONDAS | Este equipo posee control adaptativo de potencia de Transmisión | 0 – 20 dB |
| MODULACION | Modulación adaptativa de 64 a 256 | N/A |
| TRAFICO Mbps | En 256QAM | 220,5 |
| DISPONIBILIDAD % | En 256QAM | 99,9971 |
| GENERACIÓN MIBS | Equipo con Protocolo SNMP y Generación de MIBS | CUMPLE |

Fuente: Propia

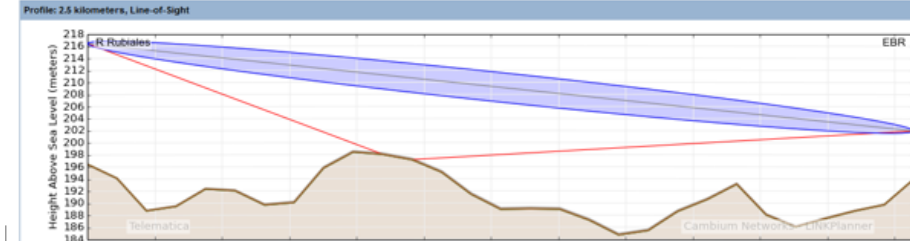
Figura 12 - Enlace BackBone Repetidora Escuela – Repetidora Rio Meta



| ITEM | DESCRIPCION | COMENTARIO |
|---|--|------------|
| EFICIENCIA ESPECTRAL (BPS/HZ) MICROONDAS | Eficiencia calculada en modulación de 256 y un tráfico de 220,5 a 28 MHz de ancho de canal | 7,88 |
| GANANCIA SISTEMA MICROONDAS (DB) | Radio enlace Motorola (PTP06820G SD1+1) + antenas de 6 pies, con ganancia de 38.3 Db | 170,1 |
| E1/WAYSIDE MICROONDAS | DISPONIBLE | CUMPLE |
| RANGO ATPC MICROONDAS | Este equipo posee control adaptativo de potencia de Transmisión | 0 – 20 dB |
| MODULACION | Modulación adaptativa de 64 a 256 | N/A |
| TRAFICO Mbps | En 256QAM | 220,5 |
| DISPONIBILIDAD % | En 256QAM | 99,9965 |
| GENERACIÓN MIBS | Equipo con Protocolo SNMP y Generación de MIBS | CUMPLE |

Fuente: Propia

Figura 13 - Enlace Backbone - Repetidora Rubiales - EBR



| ITEM | DESCRIPCION | COMENTARIO |
|---|--|------------|
| EFICIENCIA ESPECTRAL (BPS/HZ) MICROONDAS | Eficiencia calculada en modulación de 2048 y un tráfico de 259,51 a 28 MHz de ancho de canal | 9,27 |
| GANANCIA SISTEMA MICROONDAS (DB) | Radio enlace Motorola PTP188820C + antenas de 4 pies, con ganancia de 41 Db | 151,4 |
| E1/WAYSIDE MICROONDAS | De ser necesario está disponible en el modelo PTP18820G | CUMPLE |
| RANGO ATPC MICROONDAS | Este equipo posee control adaptativo de potencia de Transmisión | 0 – 25 dB |
| MODULACION | Modulación adaptativa de 128 a 2048 | N/A |
| TRAFICO Mbps | En 2048QAM | 259,51 |
| DISPONIBILIDAD % | En 2048QAM | 99,999 |
| GENERACION MIBS | Equipo con Protocolo SNMP y Generación de MIBS | CUMPLE |

Fuente: Propia

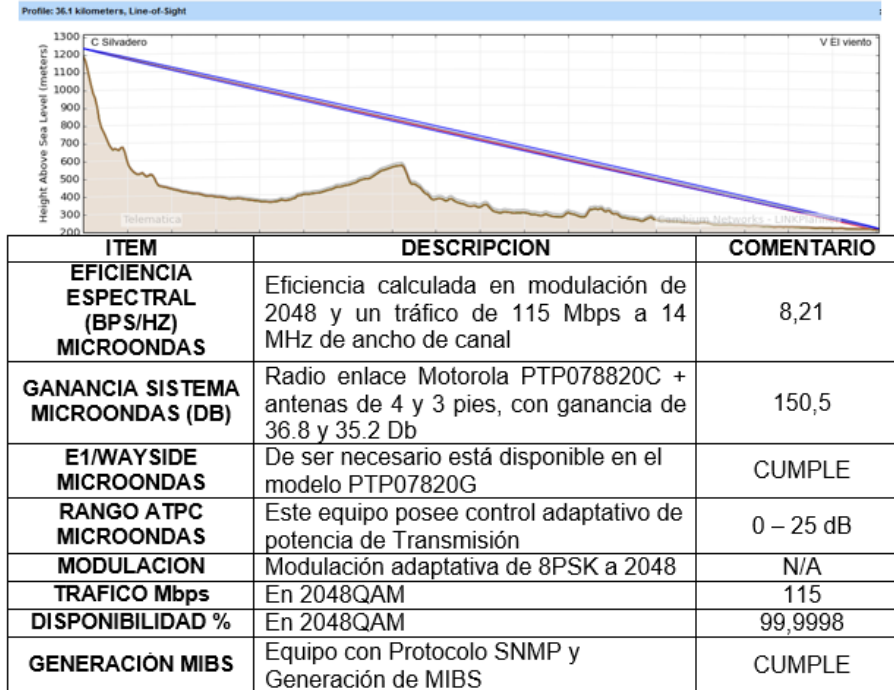
Figura 14 - Enlace Backbone Repetidora Rubiales – Repetidora la Virgen



| ITEM | DESCRIPCION | COMENTARIO |
|---|---|------------|
| EFICIENCIA ESPECTRAL (BPS/HZ) MICROONDAS | Eficiencia calculada en modulación de 256 y un tráfico de 193,14 a 28 MHz de ancho de canal | 6,90 |
| GANANCIA SISTEMA MICROONDAS (DB) | Radio enlace Motorola PTP068820C + antenas de 6, con ganancia de 38.3 Db | 169,1 |
| E1/WAYSIDE MICROONDAS | De ser necesario está disponible en el modelo PTP06820G | CUMPLE |
| RANGO ATPC MICROONDAS | Este equipo posee control adaptativo de potencia de Transmisión | 0 – 25 dB |
| MODULACION | Modulación adaptativa de 128 a 2048 | N/A |
| TRAFICO Mbps | En 256QAM | 193,14 |
| DISPONIBILIDAD % | En 256QAM | 99,9923 |
| GENERACION MIBS | Equipo con Protocolo SNMP y Generación de MIBS | CUMPLE |

Fuente: Propia

Figura 15 - Enlace de Acceso Cerro Silvadero - Válvula el Viento



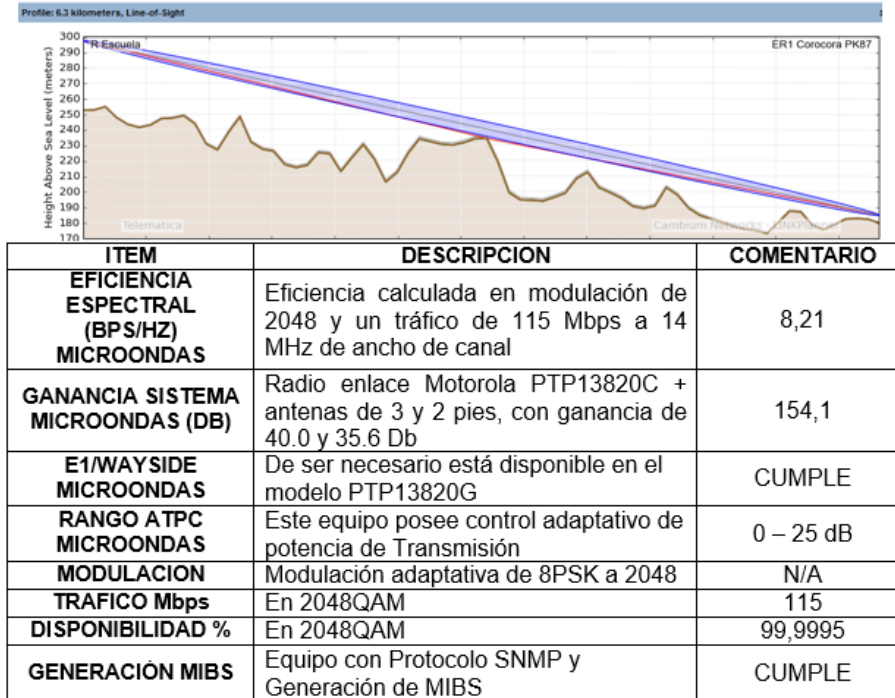
Fuente: Propia

Figura 16 - Enlace de acceso Cerro Mil - Válvula Rio Chitamena



Fuente: Propia

Figura 17 - Enlace de acceso - Estación de Recibo Corocora



Fuente: Propia

Figura 18 - Enlace de acceso Repetidora la Virgen - Válvula la virgen PK37



Fuente: Propia

Figura 19 - Enlace de Acceso - Repetidora Rio Meta - Válvula Rio Meta



Fuente: Propia.

La información de Perfiles técnicos, certificados de Partners de equipos de la Red Microondas y Datasheets Correspondientes, se encuentran disponibles en el Anexo A Alcance – Red Microondas.

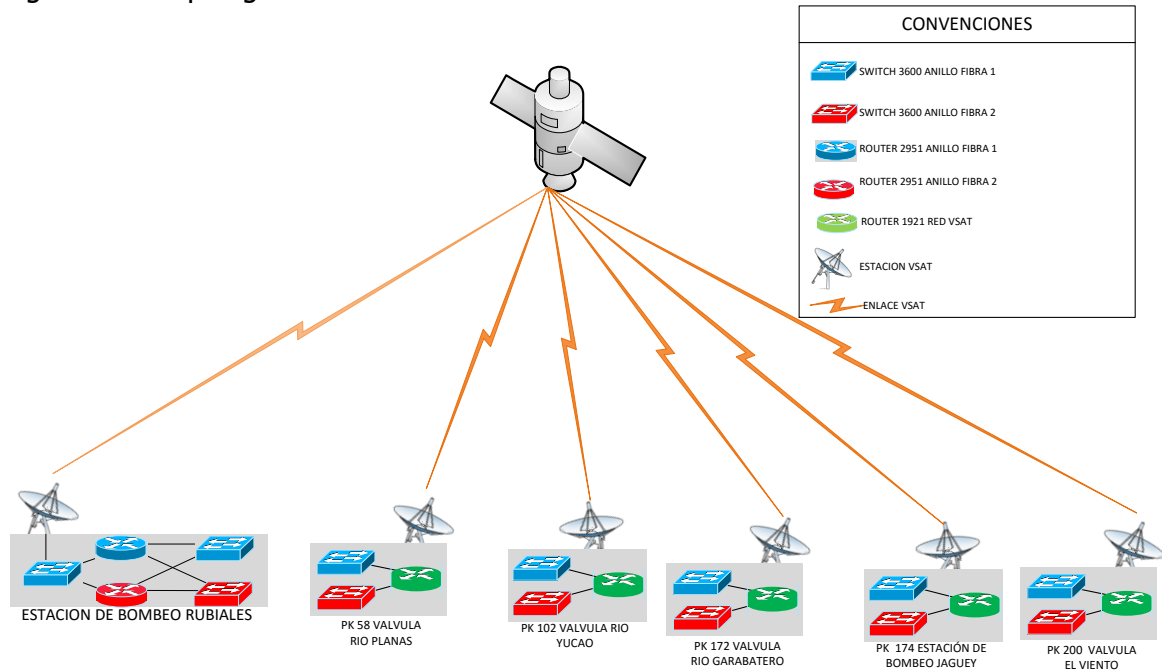
1.7.4 Red VSAT

En las locaciones de Válvulas Rio Yucao, Válvula Rio Planas, Válvula Garabatero, Estación de Rebombado Jaguey y Válvula Rio Tua por las condiciones particulares de obstrucciones que se presentan en sitio, se entregará un sistema de respaldo a la red metro mediante equipos de estaciones satelitales con comunicación “punto a punto”, con Rubiales (EBR), con un tráfico efectivo de 1024 Kbps Upstream y 1024 DownStream, lo que garantiza que los servicios de Telemetría de la Válvulas sean entregados en EBR.

La solución incluye, un canal satelital en modo Backup Full, que permite tener un enlace satelital activo pero que solo entra en operación en el evento que la red metro con su doble anillo de fibra presente alguna falla.

La tecnología a implementar como contingencia satelital, es I-Direct Evolution con método de acceso D-TDMA y antena VSAT, estos se utilizan gracias a la buena potencia que operan estos satélites sobre la región de operación minimizando la sensibilidad atmosférica.

Figura 20 - Topología red VSAT



Fuente: Propia

La información de Perfiles técnicos, certificados de Partners de equipos de la Red Microondas y Datasheets Correspondientes, se encuentran disponibles en el Anexo A Alcance – Red VSAT.

1.7.5 Nueva Red de Radio de dos Vías.

Estrategia de Implementación: se implementará con repetidoras digitales DMR Tier II. Estas repetidoras permiten la el uso simultaneo e independiente de dos canales digitales sobre un único par de frecuencias. En el plan de puesta de operación del proyecto se contemplarán pruebas de campo para realizar estudios de frecuencias y así determinar cuál es el rango más adecuado. Se usarán frecuencias en la banda de 440 o 136 MHz, según se determine.

Las principales características del sistema son:

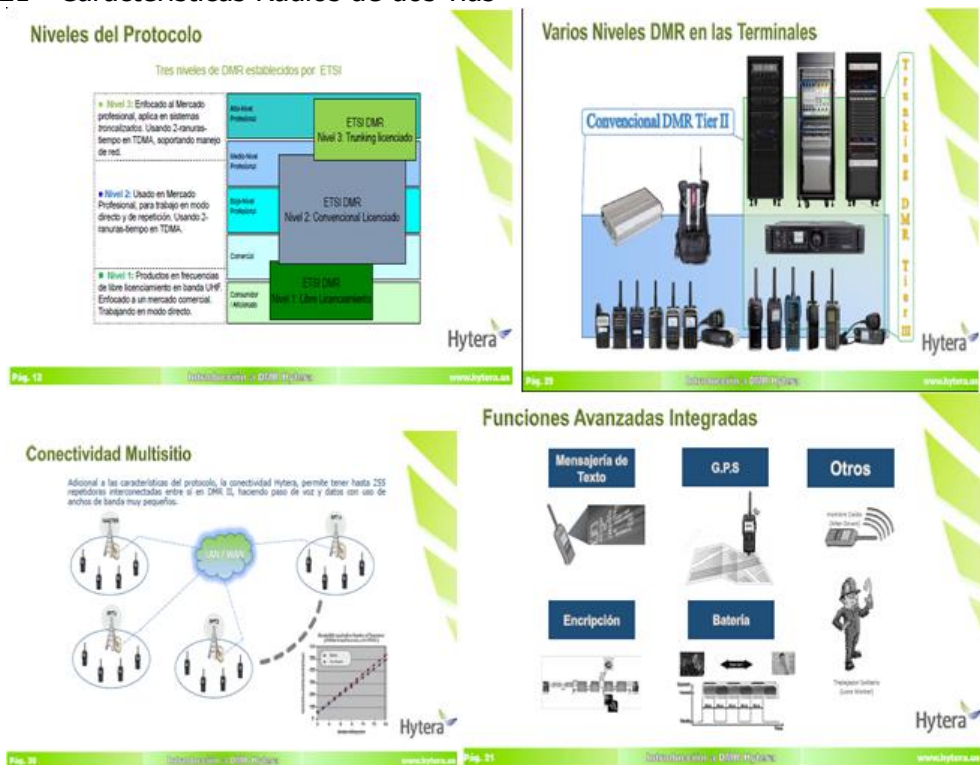
- Repetidoras digitales de dos ranuras por Canal

- Puertos de enlace entre repetidores IP nativo.
- Permiten la creación de grupos intersitio o monositio.
- Roaming.
- Sistema de ubicación geográfica por GPS
- Gateway compatible con otros protocolos P25, Tetra, MPT1327

Tecnología totalmente compatible y Migrable a Trunking DMR Tier III en caso de requerir ampliaciones significativas del sistema.

Equipos a utilizar: Se seleccionó la Marca Hytera por su respaldo y mayor desarrollo tecnológico en el protocolo DMR.

Figura 21 - Características Radios de dos vías



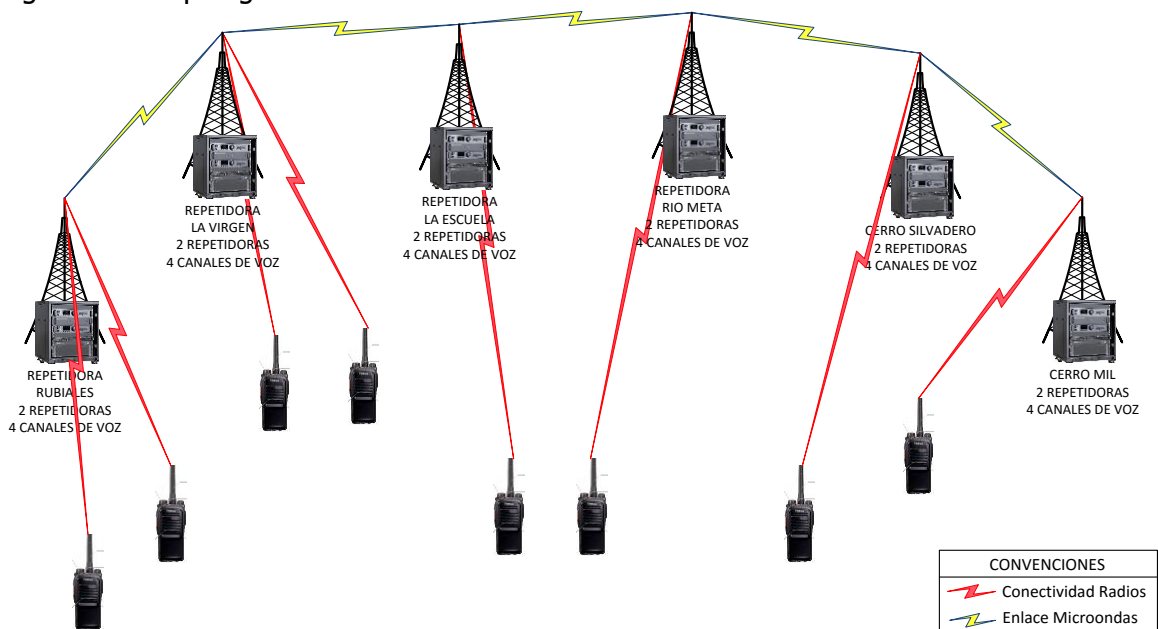
Fuente: Hytera América

Se instalarán dos repetidores por sitio para ofrecer 4 canales de voz simultáneos. Manteniendo la capacidad de tráfico manejada por el sistema actual.

Las repetidoras se interconectan entre sí a través de una interface IP Nativa. El ancho de banda requerido para su interconexión no excede en ningún caso los 128 Kb.

En caso de falla de alguno de los sitios repetidores, los demás sitios continúan operando sin restricciones.

Figura 22 - Topología red de radio de dos vías

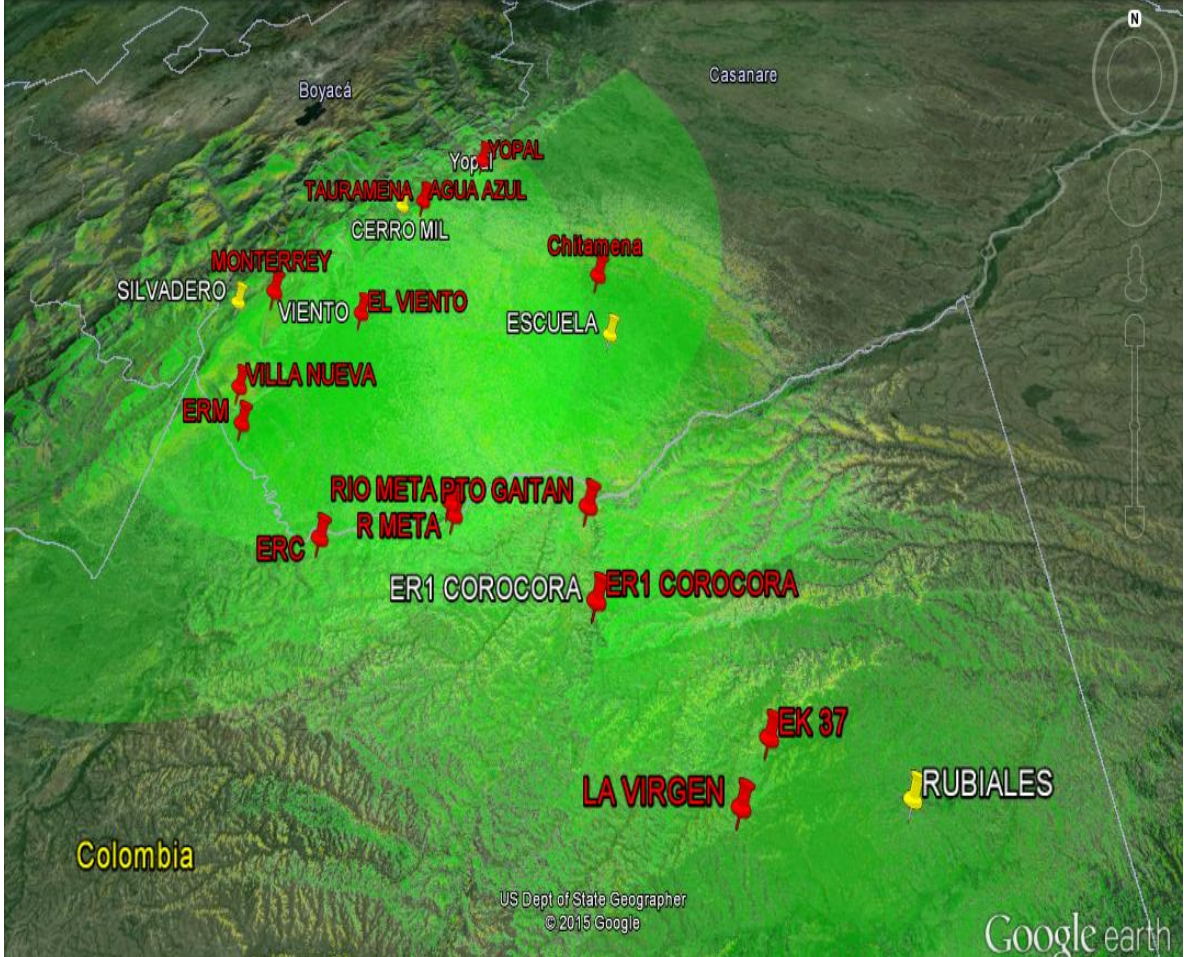


Fuente: Propia

Instalando estos repetidores se tiene un cubrimiento total de la zona de influencia del Oleoducto e incluso de zonas de posible expansión como son Yopal, Araganey y vía al CPE6.

A continuación se presenta el estudio teórico de cubrimiento, entendiendo que se instalan los seis sitios repetidores marcados en amarillo; ubicando también las poblaciones y sitios de interés

Figura 23 - Cobertura Radio de dos vías



Fuente: Propia

La información de Perfiles técnicos, certificados de Partners de equipo y Datasheets Correspondientes, se encuentran disponibles en el Anexo A Alcance – Red Radio de dos vías.

1.7.6 Nueva WAN Backup

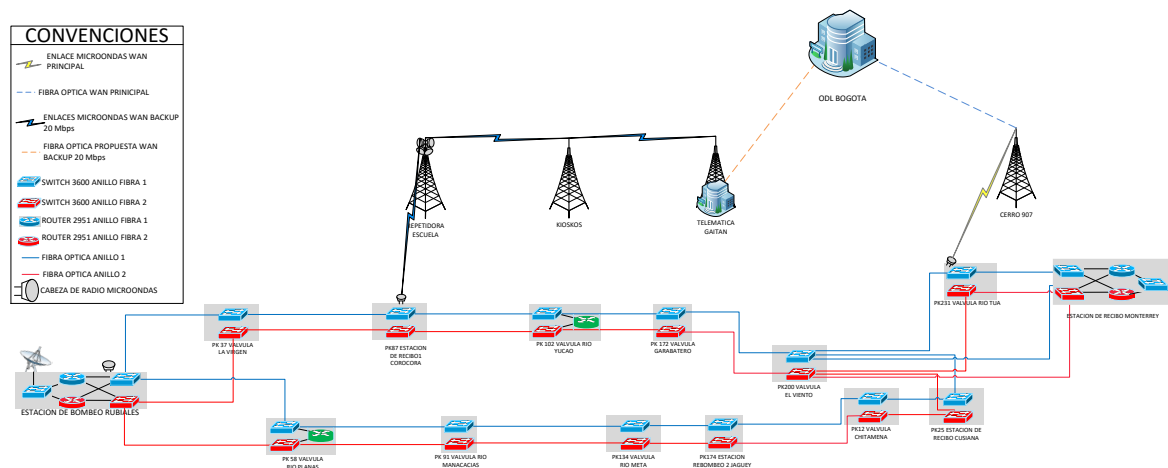
Se implementará un canal alternativo con capacidad de 20 Mb y posibilidad de ampliación a 50 Mb.

Para la contingencia de conectividad WAN con Bogotá, se propone conectar vía microondas una de las estaciones de bombeo del oleoducto con una torre de comunicaciones en Puerto Gaitán y de allí transportar hasta la sede de ODL en Bogotá por medio de un proveedor nacional de fibra. La conmutación de este canal con el principal se puede realizar de manera

automática, previa verificación de la ingeniería de detalle (conexiones físicas, direccionamiento, enrutamiento, detalle de los servicios, entre otros) de las conexiones actuales del canal principal en Bogotá con Rio Túa.

Se instalarán dos enrutadores CISCO 2951 con licenciamiento AppX license (L-SL-29-APP-K9=), uno en Bogotá y otro en la estación de bombeo que se defina, que permitan la configuración de las funcionalidades de IP SLA que adicional a las características ya mencionadas, permite generar redundancia automática entre dos proveedores de servicio independientes, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 24 - Topología red WAN backup



Fuente: Propia

De ser requerido y según la distribución de tráfico de ODL entre Bogotá y Campo es posible aprovechar el ancho de banda disponible en el canal WAN propuesto, realizando distribución de tráfico de manera que junto al canal WAN existente operen de manera activo – activo.

1.8 CONTROL DE CAMBIOS

Con la implementación del control de cambios se busca influenciar a los stakeholders en que haya modificaciones que no se habían tenido en cuenta, si llegasen a ocurrir y que este cambio sea beneficioso para ambas partes, así se asegura e identifica y comunica dentro del proyecto de posibles cambios surgidos.

Se realizará el cambio por medio de una solicitud, la cual tendrá una administración, seguimiento, evaluación y control.

Los cambios pueden darse por el desempeño no esperado en la ejecución del proyecto o por solicitud de alguno de los interesados mediante un procedimiento previamente acordado entre las partes.

Dicha solicitud se remitirá al administrador del contrato por parte de ODL.

El Administrador del contrato revisará la solicitud y aprobará, postergará o rechazará la solicitud; el administrador del contrato empleará el tiempo necesario pero prudente para tomar una decisión que puede ser de aprobación, postergación o rechazo

El formato para el control de cambios es el siguiente:

Tabla 1. Formato de Control de Cambios

| FORMATO DE CONTROL DE CAMBIOS | | |
|--|--|--|
| Nombre del proyecto | | |
| Fecha | | |
| Gerente del proyecto | | |
| Responsable de la Solicitud | | |
| Responsable de la actividad | | |
| DESCRIPCION DEL CAMBIO SOLICITADO | | |
| | | |
| PORQUE SE REALIZA EL CAMBIO Y CUALES SON SUS BENEFICIOS | | |
| | | |
| IMPACTO DE LA SOLICITUD EN PORCENTAJE | | |
| CRONOGRAMA | COSTOS | SI/NO: PORQUE |
| | | |
| FIRMA | | |
| | | |
| ADMINISTRADOR DEL CONTRATO | RESPONSABLE DE LA SOLICITUD | RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD |

Fuente: Propia

2. GESTIÓN DEL TIEMPO

2.1 DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES.

Las actividades están definidas con base a la ingeniería básica realizada en el numeral 1.7..., en la siguiente tabla se definen las predecesoras relacionadas con el ítem correspondiente.

Tabla 2. Actividades MRT

| ITEM | NUMERO ACTIVIDAD | ACTIVIDAD | DURACION / DIAS | PREDECESORAS |
|------|------------------|---|-----------------|--------------|
| 1 | 1 | Modernización Red de Telecomunicaciones ODL | 172 | |
| 2 | 1.1 | Inicio del Proyecto | 0 | |
| 3 | 1.2 | Actividades Previas | 71 | |
| 4 | 1.2.1 | KickOff Meeting | 0,5 | 2 |
| 5 | 1.2.2 | Recepción del contrato | 0,5 | 4 |
| 6 | 1.2.3 | Firma acta de inicio | 1 | 5 |
| 7 | 1.2.4 | Elaboración Pólizas de cumplimiento del contrato | 70 | 5 |
| 8 | 1.2.5 | Contrato Firmado | 0 | 6;5 |
| 9 | 1.3 | Plan de puesta en Funcionamiento | 59 | |
| 10 | 1.3.1 | Inicio Plan de Puesta en Funcionamiento | 0 | 6 |
| 11 | 1.3.2 | Inventario de la red actual de ODL y Site Survey | 28 | |
| 12 | 1.3.2.1 | Inicio inventario y Site survey Red Actual | 0 | 10 |
| 13 | 1.3.2.2 | Estación de Bombeo Rubiales | 3 | |
| 14 | 1.3.2.2.1 | Permisos de Trabajo, HSE, llaves, contactos | 0,25 | 12 |
| 15 | 1.3.2.2.2 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 14 |
| 16 | 1.3.2.2.3 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 15 |
| 17 | 1.3.2.2.4 | Levantamiento información Red Microondas y VSAT | 1 | 16 |
| 18 | 1.3.2.2.5 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 17 |
| 19 | 1.3.2.2.6 | Devolución Llaves | 0,25 | 18 |
| 20 | 1.3.2.3 | Repetidora Rubiales | 3 | |
| 21 | 1.3.2.3.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 13 |
| 22 | 1.3.2.3.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 21 |
| 23 | 1.3.2.3.3 | Verificación estado de Torre de Comunicaciones | 0,5 | 22 |
| 24 | 1.3.2.3.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,5 | 23 |
| 25 | 1.3.2.3.5 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 24 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|----|-----------|---|----------|----|
| 26 | 1.3.2.4 | Repetidora alto de La Virgen | 3 | |
| 27 | 1.3.2.4.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 20 |
| 28 | 1.3.2.4.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 27 |
| 29 | 1.3.2.4.3 | Verificación estado de Torre de Comunicaciones | 0,5 | 28 |
| 30 | 1.3.2.4.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,5 | 29 |
| 31 | 1.3.2.4.5 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 30 |
| 32 | 1.3.2.5 | PK37 Válvula la Virgen | 1 | |
| 33 | 1.3.2.5.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 31 |
| 34 | 1.3.2.5.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 33 |
| 35 | 1.3.2.5.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 34 |
| 36 | 1.3.2.5.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 35 |
| 37 | 1.3.2.5.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 36 |
| 38 | 1.3.2.6 | PK58 Válvula Rio Planas | 1 | |
| 39 | 1.3.2.6.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 37 |
| 40 | 1.3.2.6.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 39 |
| 41 | 1.3.2.6.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 40 |
| 42 | 1.3.2.6.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 41 |
| 43 | 1.3.2.6.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 42 |
| 44 | 1.3.2.7 | PK91 Válvula de Rio Manacacias | 1 | |
| 45 | 1.3.2.7.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 43 |
| 46 | 1.3.2.7.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 45 |
| 47 | 1.3.2.7.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 46 |
| 48 | 1.3.2.7.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 47 |
| 49 | 1.3.2.7.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 48 |
| 50 | 1.3.2.8 | Repetidora Rio Meta | 3 | |
| 51 | 1.3.2.8.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 49 |
| 52 | 1.3.2.8.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 51 |
| 53 | 1.3.2.8.3 | Verificación estado de Torre de Comunicaciones | 0,5 | 52 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|----|------------|---|----------|----|
| 54 | 1.3.2.8.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,5 | 53 |
| 55 | 1.3.2.8.5 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 54 |
| 56 | 1.3.2.9 | PK134 Válvula Rio Meta | 1 | |
| 57 | 1.3.2.9.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 55 |
| 58 | 1.3.2.9.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 57 |
| 59 | 1.3.2.9.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 58 |
| 60 | 1.3.2.9.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 59 |
| 61 | 1.3.2.9.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 60 |
| 62 | 1.3.2.10 | PK102 Válvula Rio Yucao | 1 | |
| 63 | 1.3.2.10.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 61 |
| 64 | 1.3.2.10.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 63 |
| 65 | 1.3.2.10.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 64 |
| 66 | 1.3.2.10.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 65 |
| 67 | 1.3.2.10.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 66 |
| 68 | 1.3.2.11 | Repetidora Escuela Horizonte | 3 | |
| 69 | 1.3.2.11.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 67 |
| 70 | 1.3.2.11.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 69 |
| 71 | 1.3.2.11.3 | Verificación estado de Torre de Comunicaciones | 0,5 | 70 |
| 72 | 1.3.2.11.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,5 | 71 |
| 73 | 1.3.2.11.5 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 72 |
| 74 | 1.3.2.12 | PK87 Estación de Rebombao Corocora | 3 | |
| 75 | 1.3.2.12.1 | Permisos de Trabajo, HSE, llaves, contactos | 0,25 | 73 |
| 76 | 1.3.2.12.2 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 75 |
| 77 | 1.3.2.12.3 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 76 |
| 78 | 1.3.2.12.4 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 77 |
| 79 | 1.3.2.12.5 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 78 |
| 80 | 1.3.2.12.6 | Devolución Llaves | 0,25 | 79 |
| 81 | 1.3.2.13 | PK172 Válvula Garabatero | 1 | |
| 82 | 1.3.2.13.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 12 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|------------|---|----------|-----|
| 83 | 1.3.2.13.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 82 |
| 84 | 1.3.2.13.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 83 |
| 85 | 1.3.2.13.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 84 |
| 86 | 1.3.2.13.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 85 |
| 87 | 1.3.2.14 | PK231 Válvula Río Tua | 1 | |
| 88 | 1.3.2.14.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 86 |
| 89 | 1.3.2.14.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 88 |
| 90 | 1.3.2.14.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 89 |
| 91 | 1.3.2.14.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 90 |
| 92 | 1.3.2.14.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 91 |
| 93 | 1.3.2.15 | PK12 Válvula Río Chitamena | 1 | |
| 94 | 1.3.2.15.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 92 |
| 95 | 1.3.2.15.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 94 |
| 96 | 1.3.2.15.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 95 |
| 97 | 1.3.2.15.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 96 |
| 98 | 1.3.2.15.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 97 |
| 99 | 1.3.2.16 | PK200 Válvula el Viento | 1 | |
| 100 | 1.3.2.16.1 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,2 | 98 |
| 101 | 1.3.2.16.2 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,2 | 100 |
| 102 | 1.3.2.16.3 | Relevamiento para Sangrado de Fibra Buffer Naranja | 0,2 | 101 |
| 103 | 1.3.2.16.4 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,2 | 102 |
| 104 | 1.3.2.16.5 | Levantamiento información Red Microondas/VSAT | 0,2 | 103 |
| 105 | 1.3.2.17 | PK174 Estación de Rebombeo Jaguey | 3 | |
| 106 | 1.3.2.17.1 | Permisos de Trabajo, HSE, llaves, contactos | 0,25 | 104 |
| 107 | 1.3.2.17.2 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 106 |
| 108 | 1.3.2.17.3 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 107 |
| 109 | 1.3.2.17.4 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 108 |
| 110 | 1.3.2.17.5 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 109 |
| 111 | 1.3.2.17.6 | Devolución Llaves | 0,25 | 110 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|------------|---|----------|--------|
| 112 | 1.3.2.18 | Estación de Recibo Monterrey | 3 | |
| 113 | 1.3.2.18.1 | Permisos de Trabajo, HSE, llaves, contactos | 0,25 | 111 |
| 114 | 1.3.2.18.2 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 113 |
| 115 | 1.3.2.18.3 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 114 |
| 116 | 1.3.2.18.4 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 115 |
| 117 | 1.3.2.18.5 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 116 |
| 118 | 1.3.2.18.6 | Devolución Llaves | 0,25 | 117 |
| 119 | 1.3.2.19 | Cerro Silvadero | 2 | |
| 120 | 1.3.2.19.1 | Levantamiento Infraestructura requerida | 0,5 | 118 |
| 121 | 1.3.2.19.2 | Levantamiento Información Red de Dos vías | 0,5 | 120 |
| 122 | 1.3.2.19.3 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 121 |
| 123 | 1.3.2.20 | Cerro 907 | 1 | |
| 124 | 1.3.2.20.1 | Levantamiento Información Red Microondas | 0,5 | 122 |
| 125 | 1.3.2.20.2 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 124 |
| 126 | 1.3.2.21 | Estación de Recibo Cusiana | 3 | |
| 127 | 1.3.2.21.1 | Permisos de Trabajo, HSE, llaves, contactos | 0,25 | 125 |
| 128 | 1.3.2.21.2 | Levantamiento Infraestructura actual y requerida | 0,5 | 127 |
| 129 | 1.3.2.21.3 | Levantamientos de Típicos de instalación y organización | 0,5 | 128 |
| 130 | 1.3.2.21.4 | Levantamiento información Red Microondas | 1 | 129 |
| 131 | 1.3.2.21.5 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 130 |
| 132 | 1.3.2.21.6 | Devolución Llaves | 0,25 | 131 |
| 133 | 1.3.2.22 | Cerro Mil | 1 | |
| 134 | 1.3.2.22.1 | Levantamiento Información Red Microondas | 0,5 | 132 |
| 135 | 1.3.2.22.2 | Levantamiento información Red de Dos vías | 0,5 | 134 |
| 136 | 1.3.2.23 | Organización de la información | 1 | 135;80 |
| 137 | 1.3.2.24 | Diseño de Perfiles de Radio Enlaces | 2 | 136 |
| 138 | 1.3.2.25 | Diseño de Típicos de Instalación | 2 | 137 |
| 139 | 1.3.2.26 | Finalización Inventario y Site Survey Red Actual | 0 | 138 |
| 140 | 1.3.3 | Diseño y Topología de la red | 6 | |
| 141 | 1.3.3.1 | Inicio Diseño de la Topología de la Red de ODL | 0 | 139 |
| 142 | 1.3.3.2 | Red Metro Ethernet | 2 | 139 |
| 143 | 1.3.3.3 | Red Microondas | 2 | 142 |
| 144 | 1.3.3.4 | Red WAN | 1 | 143 |
| 145 | 1.3.3.5 | Red de Dos Vías | 1 | 144 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|---------|---|-----------|------------------------|
| 146 | 1.3.3.6 | Final diseño de La Topología de la Red de ODL | 0 | 145 |
| 147 | 1.3.4 | Elaboración Matriz de Equipamiento Nueva Red | 7 | 146 |
| 148 | 1.3.5 | Determinación y elaboración documentos Protocolo AO&M a utilizar | 4 | 147 |
| 149 | 1.3.6 | Elaboración de la planimetría de la Solución | 4 | 148 |
| 150 | 1.3.7 | Matriz de Servicios | 7 | |
| 151 | 1.3.7.1 | Inventario de Servicios de Red actuales | 3 | 5 |
| 152 | 1.3.7.2 | Elaboración Plan de transición servicios de Red | 4 | 151 |
| 153 | 1.3.8. | Plan de Calidad | 59 | |
| 154 | 1.3.8.1 | Inicio Elaboración Plan de Calidad | 0 | 5 |
| 155 | 1.3.8.2 | Implementación de los requisitos de calidad aplicados a los requerimientos técnicos del cliente | 59 | 5 |
| 156 | 1.3.8.3 | Actividades de verificación o monitoreo y control | 59 | 5 |
| 157 | 1.3.8.4 | Aprobación Plan de calidad por parte del Gestor de Calidad ODL | 0 | 156 |
| 158 | 1.3.9 | Plan de Puesta en Funcionamiento Aprobado | 0 | 11;140;147;148;149;150 |
| 159 | 1.4 | Proceso de Compra e importación de Equipos | 63 | |
| 160 | 1.4.1 | Inicio del Proceso de Compra e importación equipos | 0 | 6 |
| 161 | 1.4.2 | Red Microondas | 60 | 160 |
| 162 | 1.4.3 | Red Metro Ethernet | 60 | 160 |
| 163 | 1.4.4 | Red De Dos Vías | 60 | 160 |
| 164 | 1.4.5 | Pruebas de Equipos en las oficinas del distribuidor en Colombia | 3 | 163 |
| 165 | 1.4.6 | Proceso de Compra, importación y pruebas de Equipos terminado | 0 | 164 |
| 166 | 1.5 | Adecuación Torres de comunicaciones para instalación de nueva infraestructura | 45 | |
| 167 | 1.5.1 | Inicio Adecuación de torres | 0 | 6;68 |
| 168 | 1.5.2 | Adecuación Torre Repetidora Escuela | 15 | 6;68 |
| 169 | 1.5.3 | Adecuación Torre Rio Meta | 15 | 6;56 |
| 170 | 1.5.4 | Instalación Torre Cerro Silvadero | 45 | 6 |
| 171 | 1.5.5 | Torres Adecuadas e Instaladas | 0 | 170 |
| 172 | 1.6 | Instalación de Canal WAN | 60 | |
| 173 | 1.6.1 | Inicio Instalación Canal WAN | 0 | 6 |
| 174 | 1.6.2 | Tramites contratación canales FO | 15 | 6 |
| 175 | 1.6.3 | Instalación de FO | 30 | 174 |
| 176 | 1.6.4 | Pruebas de FO | 15 | 175 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|---------|---|-----------|-----------------|
| 177 | 1.6.5 | Canal WAN Operativo | 0 | 176 |
| 178 | 1.7 | Instalación Servicio Radios de Dos Vías | 16 | |
| 179 | 1.7.1 | Inicio Servicio Radios de Dos Vías | 0 | 165 |
| 180 | 1.7.2 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Rubiales | 16 | 165 |
| 181 | 1.7.3 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora La Virgen | 16 | 165 |
| 182 | 1.7.4 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Horizonte | 16 | 165 |
| 183 | 1.7.5 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Rio Meta | 16 | 165 |
| 184 | 1.7.6 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Cerro Silvadero | 16 | 165 |
| 185 | 1.7.7 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Cerro Mil | 16 | 165 |
| 186 | 1.7.8 | Finalización Instalación Servicio Radio de dos Vías | 0 | 185 |
| 187 | 1.8 | Instalación Servicio Red VSAT | 52 | |
| 188 | 1.8.1 | Inicio Instalación Servicio Red VSAT | 0 | 6 |
| 189 | 1.8.2 | Tramites contratación enlaces VSAT | 10 | 188 |
| 190 | 1.8.3 | Instalación Servicio Satelital PK58 - Válvula Rio Planas | 35 | 189;38 |
| 191 | 1.8.4 | Instalación Servicio Satelital PK91 - Válvula Rio Manacacias | 35 | 189;44 |
| 192 | 1.8.5 | Instalación Servicio Satelital PK 102 - Válvula Rio Yucao | 35 | 189;62 |
| 193 | 1.8.6 | Instalación Servicio Satelital PK 172 Válvula Garabatero | 35 | 189;81 |
| 194 | 1.8.7 | Instalación Servicio Satelital PK174 Estación Rebombao 2 Jaguey | 35 | 189;105 |
| 195 | 1.8.8 | Instalación Servicio Satelital PK231 Válvula Rio Tua | 35 | 189;87 |
| 196 | 1.8.9 | Finalización Instalación Servicio Red VSAT | 0 | 195 |
| 197 | 1.9 | Instalación Servicio red Microondas 1+0 Backup | 71 | |
| 198 | 1.9.1 | Inicio Instalación Servicio Red Microondas 1+0 Backup | 0 | 164 |
| 199 | 1.9.2 | Instalación Enlaces Backbone | 46 | |
| 200 | 1.9.2.1 | Cerro Silvadero - Estación de Recibo Monterrey | 30 | 198 |
| 201 | 1.9.2.2 | Cerro Silvadero - Cerro Mil | 30 | 170;198 |
| 202 | 1.9.2.3 | Cerro Mil - Estación de Recibo Cusiana | 30 | 198 |
| 203 | 1.9.2.4 | Cerro Silvadero - Repetidora Rio Meta | 30 | 170;198 |
| 204 | 1.9.2.5 | Repetidora Rio Meta - Repetidora Escuela | 30 | 168;169;198;186 |
| 205 | 1.9.2.6 | Repetidora Escuela - Repetidora la Virgen | 30 | 169;198;186 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|-----------|--|-----------|---------|
| 206 | 1.9.2.7 | La Virgen - Repetidora Rubiales | 30 | 198;186 |
| 207 | 1.9.2.8 | Repetidora Rubiales - Estación de Bombeo Rubiales | 30 | 198;186 |
| 208 | 1.9.3 | Instalación Enlaces de Acceso | 25 | |
| 209 | 1.9.3.1 | Repetidora la Virgen - PK37 Válvula la Virgen | 25 | 207 |
| 210 | 1.9.3.2 | Repetidora Escuela - PK87 Estación de Rebombeo Corocora | 20 | 207 |
| 211 | 1.9.3.3 | Repetidora Rio Meta - PK134 Válvula Rio Meta | 20 | 207 |
| 212 | 1.9.3.4 | Cerro Silvadero - PK200 Válvula el Viento | 20 | 207 |
| 213 | 1.9.3.5 | Cerro Mil - PK172 Válvula Rio Chitamena | 20 | 207 |
| 214 | 1.9.4 | Final Instalación Servicio Red Microondas 1+0 Backup | 0 | 213 |
| 215 | 1.10 | Instalación Servicio Red Metro Ethernet 1+0 | 41 | |
| 216 | 1.10.1 | Inicio Instalación Red Metro Ethernet 1+0 | 0 | 165;213 |
| 217 | 1.10.2 | Sangrado Fibra Óptica Buffer Naranja | 10 | |
| 218 | 1.10.2.1 | Inicio Sangrado FO Buffer Naranja | 0 | 216 |
| 219 | 1.10.2.2 | PK37 Válvula la Virgen | 1 | 218 |
| 220 | 1.10.2.3 | Válvula Planas | 1 | 38;219 |
| 221 | 1.10.2.4 | Válvula Manacacias | 1 | 44;220 |
| 222 | 1.10.2.5 | Válvula Rio Meta | 1 | 56;221 |
| 223 | 1.10.2.6 | Válvula Yucao | 1 | 62;222 |
| 224 | 1.10.2.7 | Válvula Garabatero | 1 | 81;223 |
| 225 | 1.10.2.8 | Válvula Rio Tua | 1 | 87;224 |
| 226 | 1.10.2.9 | Válvula Rio Chitamena | 1 | 93;225 |
| 227 | 1.10.2.10 | Válvula El Viento | 1 | 99;226 |
| 228 | 1.10.2.11 | Estación Jaguey | 1 | 105;227 |
| 229 | 1.10.2.12 | Buffer Naranja Sangrado Correctamente | 0 | 228 |
| 230 | 1.10.3 | Instalación Equipos Red Metro Ethernet Anillo B Válvulas y Estaciones | 31 | |
| 231 | 1.10.3.1 | Inicio Instalación y configuración Equipos Red Metro Ethernet Anillo B | 0 | 229;165 |
| 232 | 1.10.3.2 | EBR | 3 | 165;229 |
| 233 | 1.10.3.3 | Válvula la Virgen | 2 | 232 |
| 234 | 1.10.3.4 | Válvula Rio Planas | 2 | 233 |
| 235 | 1.10.3.5 | Válvula Rio Manacacias | 2 | 234 |
| 236 | 1.10.3.6 | Válvula Rio Meta | 2 | 235 |
| 237 | 1.10.3.7 | Válvula Yucao | 2 | 236 |
| 238 | 1.10.3.8 | Estación Rebombeo Corocora | 2 | 237 |
| 239 | 1.10.3.9 | Válvula Garabatero | 2 | 238 |
| 240 | 1.10.3.10 | Válvula Rio Tua | 2 | 239 |

Tabla 2. (Continuación actividades MRT)

| | | | | |
|-----|-----------|--|---|-----|
| 241 | 1.10.3.11 | Válvula Rio Chitamena | 2 | 240 |
| 242 | 1.10.3.12 | Válvula el Viento | 2 | 241 |
| 243 | 1.10.3.13 | Válvula ER Jaguey | 2 | 242 |
| 244 | 1.10.3.14 | ER Monterrey | 3 | 243 |
| 245 | 1.10.3.15 | ER Cusiana | 3 | 244 |
| 246 | 1.10.3.16 | Equipos Red Metro Ethernet Instalados y configurados correctamente | 0 | 245 |
| 247 | 1.11 | Cierre del Proyecto | 0 | 246 |

Fuente: Propia

2.2 CRONOGRAMA GENERAL DEL PROYECTO

Se muestra a continuación el cronograma del proyecto, desglosado por Hitos, para consulta este se puede encontrar en el Anexo B - Gestión de Actividades – Hitos

Figura 25 - Cronograma general del proyecto

| ID | Nombre de tarea | Duration | Start | Finish |
|-----|--|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Modernización Red de Telecomunicaciones ODL | 172 days | Fri 01/01/16 | Mon 29/08/16 |
| 2 | Inicio del Proyecto | 0 days | Fri 01/01/16 | Fri 01/01/16 |
| 3 | Actividades Previas | 71 days | Fri 01/01/16 | Fri 08/04/16 |
| 8 | Contrato Firmado | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 9 | Plan de puesta en Funcionamiento | 59 days | Fri 01/01/16 | Thu 24/03/16 |
| 10 | Inicio Plan de Puesta en Funcionamiento | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 11 | Inventario de la red actual de ODL y Site Survey | 28 days | Mon 04/01/16 | Thu 11/02/16 |
| 12 | Inicio inventario y Site survey Red Actual | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 139 | Finalización Inventario y Site Survey Red Actual | 0 days | Thu 11/02/16 | Thu 11/02/16 |
| 140 | Diseño y Topología de la red | 6 days | Thu 11/02/16 | Fri 19/02/16 |
| 141 | Inicio Diseño de la Topología de la Red de ODL | 0 days | Thu 11/02/16 | Thu 11/02/16 |
| 146 | Final diseño de La Topología de la Red de ODL | 0 days | Fri 19/02/16 | Fri 19/02/16 |
| 153 | Plan de Calidad | 59 days | Fri 01/01/16 | Thu 24/03/16 |
| 154 | Inicio Elaboración Plan de Calidad | 0 days | Fri 01/01/16 | Fri 01/01/16 |
| 157 | Aprobación Plan de calidad por parte del Gestor de Calidad ODL | 0 days | Thu 24/03/16 | Thu 24/03/16 |
| 158 | Plan de Puesta en Funcionamiento Aprobado | 0 days | Fri 11/03/16 | Fri 11/03/16 |
| 159 | Proceso de Compra e importación de Equipos | 63 days | Mon 04/01/16 | Thu 31/03/16 |
| 160 | Inicio del Proceso de Compra e importacion equipos | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 165 | Proceso de Compra, importación y pruebas de Equipos terminado | 0 days | Thu 31/03/16 | Thu 31/03/16 |
| 166 | Adecuación Torres de comunicaciones para instalación de nueva infraestructura | 45 days | Tue 05/01/16 | Mon 07/03/16 |
| 167 | Inicio Adecuación de torres | 0 days | Mon 01/02/16 | Mon 01/02/16 |
| 171 | Torres Adecuadas e Instaladas | 0 days | Mon 07/03/16 | Mon 07/03/16 |
| 172 | Instalación de Canal WAN | 60 days | Mon 04/01/16 | Mon 28/03/16 |
| 173 | Inicio Instalación Canal WAN | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 177 | Canal WAN Operativo | 0 days | Mon 28/03/16 | Mon 28/03/16 |
| 178 | Instalación Servicio Radios de Dos Vias | 16 days | Thu 31/03/16 | Fri 22/04/16 |
| 179 | Inicio Servicio Radios de Dos Vias | 0 days | Thu 31/03/16 | Thu 31/03/16 |
| 186 | Finalización Instalación Servicio Radio de dos Vias | 0 days | Fri 22/04/16 | Fri 22/04/16 |
| 187 | Instalación Servicio Red Vsat | 52 days | Mon 04/01/16 | Wed 16/03/16 |
| 188 | Inicio Instalación Servicio Red VSAT | 0 days | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 |
| 196 | Finalización Instalación Servicio Red VSAT | 0 days | Mon 07/03/16 | Mon 07/03/16 |
| 197 | Instalación Servicio red Microondas 1+0 Backup | 71 days | Thu 31/03/16 | Fri 08/07/16 |
| 198 | Inicio Instalación Servicio Red Microondas 1+0 Backup | 0 days | Thu 31/03/16 | Thu 31/03/16 |
| 214 | Final Instalación Servicio Red Microondas 1+0 Backup | 0 days | Fri 01/07/16 | Fri 01/07/16 |

Figura 25 – (Continuación cronograma general del Proyecto)

| | | | | |
|-----|--|----------------|---------------------|---------------------|
| 215 | Instalación Servicio Red Metro Ethernet 1+0 | 41 days | Fri 01/07/16 | Mon 29/08/16 |
| 216 | Inicio Instalación Red Metro Ethernet 1+0 | 0 days | Fri 01/07/16 | Fri 01/07/16 |
| 217 | Sangrado Fibra Optica Buffer Naranja | 10 days | Fri 01/07/16 | Fri 15/07/16 |
| 218 | Inicio Sangrado FO Buffer Naranja | 0 days | Fri 01/07/16 | Fri 01/07/16 |
| 229 | Buffer Naranja Sangrado Correctamente | 0 days | Fri 15/07/16 | Fri 15/07/16 |
| 230 | Instalación Equipos Red Metro Ethernet Anillo B Valvulas y Estaciones | 31 days | Fri 15/07/16 | Mon 29/08/16 |
| 231 | Inicio Instalación y configuración Equipos Red Metro Ethernet Anillo B | 0 days | Fri 15/07/16 | Fri 15/07/16 |
| 246 | Equipos Red Metro Ethernet Instalados y configurados correctamente | 0 days | Mon 29/08/16 | Mon 29/08/16 |
| 247 | Cierre del Proyecto | 0 days | Mon 29/08/16 | Mon 29/08/16 |

Fuente: Propia

2.3 CRONOGRAMA DETALLADO POR FASES

El cronograma detallado por fases se encuentra disponible en el Anexo B Gestión de Actividades - PDT

2.4 DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE RUTA CRÍTICA

La ruta crítica del proyecto está definida por la secuencia de las actividades mediante las cuales no se puede avanzar en el proyecto que tienen mayor duración y que son predecesoras entre ellas, después del análisis que se realiza, las actividades están establecidas por la ruta crítica son las siguientes:

Figura 26 - Ruta Critica

| ID | Nombre de tarea | Duration | Start | Finish | September 28/09 | 01 January 23/11 | 18/01 | 01 May 14/03 | 09/05 | 04/07 | 01 September 29/08 | 24/10 |
|-----|---|----------|--------------|--------------|-----------------|------------------|-------|--------------|-------|-------|--------------------|-------|
| 4 | KickOff Meeting | 0,5 days | Fri 01/01/16 | Fri 01/01/16 | | | | | | | | |
| 5 | Recepcion del contrato | 0,5 days | Fri 01/01/16 | Fri 01/01/16 | | | | | | | | |
| 6 | Firma acta de inicio | 1 day | Mon 04/01/16 | Mon 04/01/16 | | | | | | | | |
| 163 | Red De Dos Vías | 60 days | Tue 05/01/16 | Mon 28/03/16 | | | | | | | | |
| 164 | Pruebas de Equipos en las oficinas del distribuidor en Colombia | 3 days | Tue 29/03/16 | Thu 31/03/16 | | | | | | | | |
| 185 | Instalación Repetidora Doble - Repetidora Cerro Mil | 16 days | Fri 01/04/16 | Fri 22/04/16 | | | | | | | | |
| 207 | Repetidora Rubiales - Estacion de Bombeo Rubiales | 30 days | Mon 25/04/16 | Fri 03/06/16 | | | | | | | | |
| 213 | Cerro Mil - PK172 Valvula Rio Chitamena | 20 days | Mon 06/06/16 | Fri 01/07/16 | | | | | | | | |
| 219 | PK37 Valvula la Virgen | 1 day | Mon 04/07/16 | Mon 04/07/16 | | | | | | | | |
| 220 | Valvula Planas | 1 day | Tue 05/07/16 | Tue 05/07/16 | | | | | | | | |
| 221 | Valvula Manacacias | 1 day | Wed 06/07/16 | Wed 06/07/16 | | | | | | | | |
| 222 | Valvula Rio Meta | 1 day | Thu 07/07/16 | Thu 07/07/16 | | | | | | | | |
| 223 | Valvula Yucao | 1 day | Fri 08/07/16 | Fri 08/07/16 | | | | | | | | |
| 224 | Valvula Garabatero | 1 day | Mon 11/07/16 | Mon 11/07/16 | | | | | | | | |
| 225 | Valvula Rio Tua | 1 day | Tue 12/07/16 | Tue 12/07/16 | | | | | | | | |
| 226 | Valvula Rio Chitamena | 1 day | Wed 13/07/16 | Wed 13/07/16 | | | | | | | | |
| 227 | Valvula El Viento | 1 day | Thu 14/07/16 | Thu 14/07/16 | | | | | | | | |
| 228 | Estación Jaguey | 1 day | Fri 15/07/16 | Fri 15/07/16 | | | | | | | | |
| 232 | EBR | 3 days | Mon 18/07/16 | Wed 20/07/16 | | | | | | | | |
| 233 | Valvula la Virgen | 2 days | Thu 21/07/16 | Fri 22/07/16 | | | | | | | | |
| 234 | Valvula Rio Planas | 2 days | Mon 25/07/16 | Tue 26/07/16 | | | | | | | | |
| 235 | Valvula Rio Manacacias | 2 days | Wed 27/07/16 | Thu 28/07/16 | | | | | | | | |
| 236 | Valvula Rio Meta | 2 days | Fri 29/07/16 | Mon 01/08/16 | | | | | | | | |
| 237 | Valvula Yucao | 2 days | Tue 02/08/16 | Wed 03/08/16 | | | | | | | | |
| 238 | Estación Rebombeo Corocora | 2 days | Thu 04/08/16 | Fri 05/08/16 | | | | | | | | |
| 239 | Valvula Garabatero | 2 days | Mon 08/08/16 | Tue 09/08/16 | | | | | | | | |
| 240 | Valvula Rio Tua | 2 days | Wed 10/08/16 | Thu 11/08/16 | | | | | | | | |
| 241 | Valvula Rio Chitamena | 2 days | Fri 12/08/16 | Mon 15/08/16 | | | | | | | | |
| 242 | Valvula el Viento | 2 days | Tue 16/08/16 | Wed 17/08/16 | | | | | | | | |
| 243 | Valvula ER Jaguey | 2 days | Thu 18/08/16 | Fri 19/08/16 | | | | | | | | |
| 244 | ER Monterrey | 3 days | Mon 22/08/16 | Wed 24/08/16 | | | | | | | | |
| 245 | ER Cusiana | 3 days | Thu 25/08/16 | Mon 29/08/16 | | | | | | | | |

Fuente: Propia

La ruta crítica se encuentra para consulta en el Anexo B – Gestión de Actividades - Ruta Crítica.

2.5 METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DEL CRONOGRAMA

Aprobado el cronograma por parte de los Stakeholders responsables y establecida la línea base, se controlará la ejecución del cronograma mediante indicadores predeterminados o configurables que se encuentran disponibles en el aplicativo MS Project, dentro de los indicadores más importantes y que facilitan el seguimiento y control del cronograma se encuentran.

- Duración
- Comienzo
- Fin
- Comienzo real
- Fin real
- % completado
- % ejecutado
- % Físico

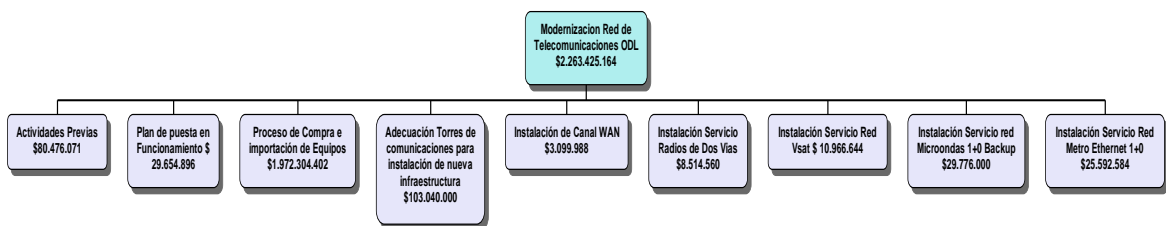
Todos estos parámetros e indicadores se pueden exportar y generar reportes para poder entender mejor el proyecto y si es necesario tomar los correctivos.

3. GESTIÓN DE COSTOS

3.1 PRESUPUESTO GENERAL ESTIMADO

La suma total de los costos es por el valor de dos mil doscientos sesenta y tres millones cuatrocientos veinticinco mil ciento sesenta y cuatro pesos moneda legal y corriente (\$2.263.425.164 m/cte.), se establece como el costo total presupuestado (CTP), en la siguiente figura se establece el CTP por paquetes de trabajo definidos en el WBS, en cada paquete de trabajo está incluido todas las actividades específicas y sus valores

Figura 27 - WBS con presupuesto



Fuente: Propia

Se cuenta con unos recursos financieros del 10% sobre el presupuesto general estimado que son doscientos veintiséis millones de pesos (\$226.000.000 m/cte.), lo que da un presupuesto general estimado de Dos mil cuatrocientos ochenta millones cuatrocientos veinticinco mil ciento sesenta y cuatro pesos moneda legal y corriente (\$2.489.425.164 m/cte.).

3.2 DESGLOSE DE COSTOS DEL PROYECTO

Los costos del proyecto se dividen en 3 clases, costos variables directos, costos variables indirectos y costos fijos.

Costos variables directos. Se refiere al personal que va a utilizar exclusivamente Telebotía para la ejecución del proyecto de MRT, así como maquinaria, herramientas, equipos y demás que se necesiten para la ejecución del proyecto.

Costos variables indirectos. Se refiere a los gastos administrativos de Telebotía, no a los costos del proyecto y los gastos financieros

Costos fijos. Se refiere a los valores que no cambian y que ya están predefinidos, como lo son el pago a proveedores por los equipos, pólizas de seguros y subcontratación de terceras empresas entre otros.

El desglose de costos se realiza de acuerdo al cronograma de actividades, a los responsables asignados y a su porcentaje de participación, por medio del aplicativo MS-Project se calculan los costos de los paquetes de trabajo y del proyecto total, a continuación se adjunta la tabla con el desglose de costos por tarea, el desglose completo de los costos se encuentra disponible en el Anexo C - Gestión de costos – Cuadro de costos.

Tabla 3 - Costos desglosados del Proyecto por paquetes de Trabajo

| WBS | TAREA | COSTOS FIJOS | COSTOS TOTALES |
|------|--|----------------|------------------|
| 1 | Modernización Red de Telecomunicaciones ODL | 226.000.000 | \$ 2.489.425.165 |
| 1.1 | Inicio del Proyecto | 0 | 0 |
| 1.2 | Actividades Previas | 0 | \$ 80.476.071 |
| 1.3 | Plan de puesta en Funcionamiento | 0 | \$ 29.654.896 |
| 1.4 | Proceso de Compra e importación de Equipos | 0 | \$ 1.972.304.402 |
| 1.5 | Adecuación Torres de Telecomunicaciones | \$ 103.040.000 | \$ 103.040.000 |
| 1.6 | Instalación de Canal WAN | 0 | \$ 3.099.988 |
| 1.7 | Instalación Servicio Radios de Dos Vías | \$ 7.040.000 | \$ 8.514.560 |
| 1.8 | Instalación Servicio Red VSAT | \$ 10.800.000 | \$ 10.966.664 |
| 1.9 | Instalación Servicio red Microondas 1+0 Backup | 0 | \$ 29.776.000 |
| 1.10 | Instalación Servicio Red Metro Ethernet 1+0 | 0 | \$ 25.592.584 |
| 1.11 | Cierre del Proyecto | 0 | 0 |

Fuente: Propia

3.2.1 Costo Acumulado del proyecto

Con base en el CTP se realiza el costo acumulado del proyecto, para cada paquete de trabajo se determina un costo basado en su presupuesto y la fecha programada de la iniciación de las actividades, de esta manera se tiene claro que presupuesto debe invertirse y en qué fecha se debe realizar la inversión, se adjunta a continuación la tabla de costo total acumulado semanal del proyecto.

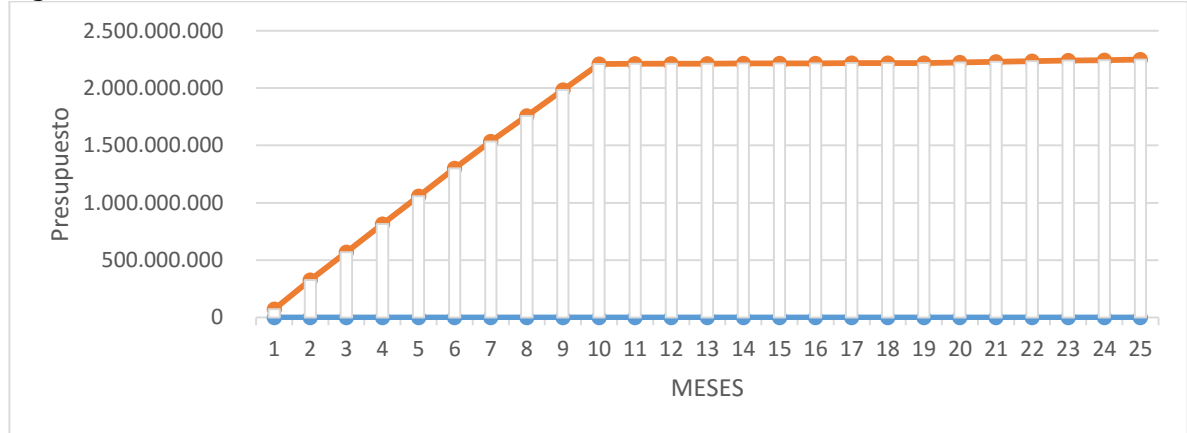
Tabla 4 – Costo Acumulado Semanal

| CTP | SEMANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 1.1 Inicio del Proyecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.2 Actividades previas | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 | 80.476.071 |
| 1.3 Plan de puesta en funcionamiento | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 | 29.654.896 |
| 1.4 Proceso de compra e importación de equipos | 1.972.304.403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 | 1,972,304,403 |
| 1.5 Adecuación Torres de Telecomunicaciones | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 | 103.040.000 |
| 1.6 Instalación de Canal WAN | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 | 3.099.988 |
| 1.7 Instalación Servicio Radios de Dos Vías | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 | 7.040.000 |
| 1.8 Instalación Servicio Red VSAT | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 | 10.800.000 |
| 1.9 Instalación Servicio red Microondas 1+0 Backup | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 | 29.776.000 |
| 1.10 Instalación Servicio Red Metro Ethernet 1+0 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 | 25.592.584 |
| 1.11 Cierre del Proyecto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Acumulado | 2.263.425.144 | 2.343.901.215 | 2.424.377.286 | 2.504.853.357 | 2.585.329.428 | 2.665.805.500 | 2.746.281.571 | 2.826.757.642 | 2.907.233.713 | 2.987.709.784 | 3.068.185.855 | 3.148.661.926 | 3.229.137.997 | 3.309.614.068 | 3.390.090.139 | 3.470.566.210 | 3.551.042.281 | 3.631.518.352 | 3.711.994.423 | 3.792.470.494 | 3.872.946.565 | 3.953.422.636 | 4.033.898.707 | 4.114.374.778 | 4.194.850.849 |

Fuente: Propia

A continuación se adjunta la curva de costo acumulado presupuestado

Figura 28 – Curva de costo acumulado semanal



Fuente: Propia

3.3 CONTROL DE COSTOS

Establecida y aprobada la línea base por parte del administrador de contrato del ODL y para realizar el control de costos de una manera eficiente se utilizará la técnica del valor ganado (EVM), se ejecutará esta técnica con fechas de seguimiento el día lunes de cada semana antes de las reuniones con los interesados del proyecto, también se ejecutará esta técnica en los hitos más importantes del proyecto con el fin de tener un mayor control del proyecto a nivel de costos, alcance y tiempo.

Estos parámetros se verán reflejados mediante una representación gráfica de la curva S, curva mediante la cual y dependiendo el corte realizado mostrará el avance real del proyecto, las desviaciones y proyecciones, que se presentarán en las reuniones semanales del día martes con el fin de tomar los correctivos necesarios y mitigar las posibles pérdidas.

Para la correcta ejecución de la EVM se necesita conocer todos los parámetros correspondientes al Valor Planificado (VP), Costo Real (CR) y Valor Ganado (EV), por lo cual dentro del PDT de MS-Project se ingresarán todos los parámetros necesarios para tener toda la información en el momento que se necesite.

4. GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO

Para la gestión, operación y mantenimiento de la MRT, el proyecto en su parte de gestión de calidad del proyecto debe cumplir con unos parámetros mínimos de calidad al igual que un conjunto de procesos que aseguren la calidad del proyecto.

Para esto se incluye la información mínima que se tendrá en cuenta en el proceso de aseguramiento de calidad, así como los productos que se deben entregar

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

La ejecución del proyecto está comprometido con ODL para implementar dentro del plan de puesta en funcionamiento un sistema de gestión integral del cual hace parte el sistema de gestión de calidad, por medio de este sistema, se establecen las condiciones y técnicas que permitan asegurar la calidad del servicio y/o producto ofrecido por medio de controles y la estandarización de los procesos de acuerdo a la NTC ISO 9001:2008.

Entendiendo que la satisfacción de ODL es lo primero, Telebotía se asegurará de que los requisitos demandados por el mismo no solo se cumplan en su totalidad, sino también que superen sus expectativas y se obtenga el servicio/producto esperado.

Uno de los procesos más importantes y críticos dentro del proyecto es el proceso de procura, se le hará un seguimiento especial al mismo, este proceso será descrito en el ...Capítulo 6, Gestión de las comunicaciones...

A nivel de aseguramiento del proyecto para los equipos de telecomunicaciones a instalar se realizarán dos tipos de pruebas, Las pruebas en fábrica (FAT) y las pruebas en sitio (SAT).

Pruebas FAT Consisten en que los equipos descrito en la ingeniería de detalle cumpla con las especificaciones técnicas, esta prueba se realizará en los laboratorios de los proveedores con equipos especializados de medición.

Pruebas SAT Se realizan a equipos suministrados por los proveedores como como a la red instalada, se dividen en dos pruebas.

- Pruebas de campo de aceptación: tiene como finalidad realizar pruebas a los equipos en campo para revisar su desempeño dentro de la red que aplique.

- Pruebas de campo, de desempeño a mediano y largo plazo: Basadas en el sistema de gestión y monitoreo que se implementará para la estabilización de los equipos y desempeño de la red.

4.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Las pruebas de aceptación a realizar en etapa FAT y SAT se realizarán para los sistemas de fibra óptica, microondas, networking, trunking, VSAT y sistema de gestión, la cual se realizará a tres niveles que son: físico, Ethernet y gestión y monitoreo.

Tabla 5 – Pruebas FAT y SAT

| NIVEL | PRUEBAS |
|-------------------|--|
| Físico | Pruebas de potencia de transmisión Pruebas de nivel de recepción |
| Ethernet | Pruebas de tráfico Pruebas de retardo Pruebas de porcentaje de pérdida de tramas Ethernet (LFR) |
| Gestión monitoreo | Pruebas coordinadas con Gestión y monitoreo, verificación funcionamiento protocolo SNMP y generación de MIB's. RFC 2819 Y RFC2863. |

Fuente: ODL

4.2.1 Pruebas red de FO

- Pruebas SAT

Tabla 6 - Pruebas SAT Fibra Óptica

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|-------------|--------------------------|---|
| 1 | Trafico | Verificación en fábrica del throughput con diferentes tamaños de trama y dentro de la tolerancia de línea de 1GbE a los equipos que se utilizarían en Colombia. |
| 2 | Umbrales de RX para 1Gbe | Verificación en fábrica de umbrales de recepción para pérdida de Tramas. |
| 3 | Pruebas de FLR | Pruebas en fábrica de FLR, simulando condiciones similares a la fibra a utilizar. |
| 4 | Conmutación | Verificación de conmutación de tráfico de canal principal a Protección y viceversa. |

Tabla 6. (Continuación Pruebas SAT Fibra Óptica)

| | | |
|---|---------------------|--|
| 5 | Monitoreo y gestión | Verificación en fábrica de generación adecuada de MIBS por parte de las interfaces SNMP: Las señales mínimas a generar corresponderán a: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia de transmisión • Potencia de recepción • Alarma FLR excesivo • Alarmas de Energía • Alarma Láser |
|---|---------------------|--|

Fuente: ODL / Propia

- Pruebas SAT a nivel físico

Tabla 7 - Pruebas SAT FO a nivel físico

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|------|--|--|
| 1 | Verificación de instalación | Verificación de sangrado e instalación de fibra óptica en interiores Instalación de la Bandeja ODF Correcta instalación y aterrizamiento de Rack |
| 2 | Atenuación de cable de fibra y patchCord | Verificación de pérdidas y atenuación en el cable instalado |
| 3 | Niveles Ópticos de TX | Verificación de potencia de transmisión según equipos CISCO y distancia del tramo cubierto |
| 4 | Niveles Ópticos RX | Verificación de Potencia RX |

Fuente: ODL / Propia

- Pruebas SAT a nivel Ethernet: A nivel de Ethernet se deben realizar las pruebas según norma ITU-T Y.1563 y las pruebas de desempeño: Tráfico, latencia y porcentaje de lost frames (FLR).

Estas pruebas se realizan bajo el estándar de la ITU-T Y.1564, que es el estándar para las pruebas y aceptación del servicio de Ethernet en la Red Microondas, este estándar se encuentra disponible en el Anexo D – Gestión de la Calidad, como equipo de medición se utilizará un analizador Ethernet Capa 1 y 2.

Tabla 8 - Pruebas SAT FO a nivel Ethernet

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|------|----------------|--|
| 1 | Trafico | Verificación en fábrica del throughput por cada tramo, esta prueba se realizará mínimo por una hora. Prueba back to back |
| 2 | Frame Lost-EBR | Verificación de perdida de tramas por tramo |
| 3 | Latencia | Verificación del retardo por tramo y total entre los extremos más lejanos del anillo de fibra |
| 4 | Conmutación | Verificación de conmutación de tráfico de canal principal a Protección y viceversa. |

Fuente: ODL / ITU / Propia

- Pruebas SAT a Nivel Monitoreo y Gestión

Tabla 9 - Pruebas SAT FO a nivel Monitoreo y Gestión

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|------|---------------------|--|
| 1 | Monitoreo y gestión | Verificación en fábrica de generación adecuada de MIBS por parte de las interfaces SNMP: Las señales mínimas a generar corresponderán a: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia de transmisión • Potencia de recepción • Alarma FLR excesivo • Alarmas de Energía • Alarma Láser |

Fuente: Propia

4.2.2 Pruebas red microondas

- Pruebas FAT

Tabla 10 - Pruebas FAT Red Microondas

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|------|--------------------------|---|
| 1 | Potencia TX | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia a la salida de cada transmisor de acuerdo especificaciones fabricante. |
| 2 | Potencia RX | <ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal de RX de cada receptor de acuerdo ingeniería del radio enlace |
| 3 | Mascara de Emisión TX/RX | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de que la máscara de emisión está de acuerdo al fabricante y es la adecuada según la canalización. • Simultáneamente verificación de frecuencias. |

Fuente: Propia

Tabla 10 – (Continuación Pruebas FAT Red Microondas)

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
| 4 | Prueba de Margen de Desvanecimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de umbrales de recepción para indisponibilidad total de la RX. |
| 5 | Trafico | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de variación del throughput y modulación según el nivel de recepción |
| 6 | Conmutación | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de conmutación de tráfico de canal principal a Protección y viceversa. |
| 7 | Priorización VLANs | <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de funcionamiento de VLANs según se disminuya el throughput, por desvanecimientos. Esta prueba es específica al equipo de microondas ya que está ligado al cambio automático de la modulación. |
| 8 | Patrón de Radiación de antenas | <ul style="list-style-type: none"> • Prueba opcional de verificación de patrones de radiación de antenas. |
| 9 | Monitoreo y Gestión | <p>Verificación de generación adecuada de MIBS por parte de las interfaces SNMP, las señales mínimas a generar corresponderán a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potencia Tx 2. Potencia Rx. 3. Throughput. 4. FLR excesivo. 5. Alarmas de Energía. 6. Alarma de Equipo Microondas. 7. Alarmas externas. |

Fuente: ODL / Propia

- Pruebas SAT a nivel Físico

Tabla 11 - Pruebas SAT a nivel fisico Red Microondas

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|------|-----------------------------|---|
| 1 | Verificación de instalación | <ul style="list-style-type: none"> • Instalación Antenas: Soportes Antenas, Diámetro antenas, altura. • Instalación Unidad Outdoor. • Instalación Unidad Indoor: Rack. |
| 2 | Potencia TX | Potencia a la salida de cada transmisor de acuerdo a especificación de Cambium Networks |
| 3 | Potencia RX | Potencia Nominal de RX de cada receptor de acuerdo a la ingeniería del radio enlace |
| 4 | Verificación de Frecuencias | Verificación de frecuencias libres y licenciadas |

Fuente: ODL / Propia.

- Pruebas SAT a nivel Ethernet: A nivel de Ethernet se deben realizar las pruebas según norma ITU-T Y.1563 y las pruebas desempeño: Trafico, latencia y porcentaje de lost frames (FLR).

Estas pruebas se realizan bajo el estándar de la ITU-T Y.1564, que es el estándar para las pruebas y aceptación del servicio de Ethernet en la Red Microondas, este estándar se encuentra disponible en el Anexo D – Gestión de la Calidad, como equipo de medición se utilizará un analizador Ethernet Capa 1 y 2.

Tabla 12 - Pruebas SAT a nivel Ethernet red Microondas

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|-------------|--------------------|---|
| 1 | Trafico | Verificación en fábrica del throughput por cada tramo, esta prueba se realizará mínimo por una hora. Prueba back to back |
| 2 | Frame Lost-EBR | Verificación de perdida de tramas por tramo |
| 3 | Latencia | Verificación del retardo por tramo y total entre los extremos más lejanos del anillo de fibra |
| 4 | Conmutación | Verificación de conmutación de tráfico de canal principal a Protección y viceversa. |
| 5 | Priorización VLANs | Verificación de funcionamiento de VLANs según se disminuya el tráfico, por desvanecimientos. Esta prueba es específica al equipo de microondas ya que está ligado al cambio automático de la modulación. |

Fuente: ODL / Propia

- Pruebas SAT Monitoreo y Gestión

Tabla 13 - Pruebas SAT a nivel Monitoreo y Gestión red microondas

| ITEM | PRUEBA | DESCRIPCION |
|-------------|---------------------|---|
| 1 | Monitoreo y gestión | Verificación en fábrica de generación adecuada de MIBS por parte de las interfaces SNMP: Las señales mínimas a generar corresponderán a: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia Tx. • Potencia Rx. • Throughput. • Alarma FLR • Alarmas de Energía. • Alarma de Equipo Microondas. |

Fuente: Propia

4.2.3 Proceso de Procura

Se establecerán procedimientos que permitan el adecuado manejo de los equipos, estos procedimientos están orientados al seguimiento del proceso de compra de equipos, materiales y herramientas, al empaque y el almacenamiento con el fin de preservarlos en adecuadas condiciones hasta su instalación y uso. Si existe alguna condición especial y es manifestada por ODL o el proveedor, se tendrá en cuenta para su protección.

- Inspección y verificación: El proceso de inspección y verificación está dado por el tipo de equipos, actividades y zonas o áreas de trabajo, sin embargo, todos ellos deben someterse a una inspección inicial, durante la ejecución del proyecto y al finalizar, con esto ejercemos un control sobre lo planificado y cumpliendo las especificaciones del cliente.
- Calibración: Los equipos y herramientas que deban ser calibrados, se incluyen en el plan de calibración que define la vida útil del equipo, la periodicidad de la calibración, entre otros. Para programar estos tiempos deben tenerse en cuenta:
 - Ficha técnica
 - Recomendaciones del fabricante y/o proveedor
 - Fecha de fabricación
 - Frecuencia de uso
 - Condiciones de embalaje
 - Condiciones climáticas

4.3 CONTROL DE CALIDAD

Se realizará mediante actividades de identificación, evaluación e implementación de controles por fases, para el tratamiento de los riesgos identificados y generados de la implementación del proyecto y que puedan entorpecer la ejecución de las actividades y afecte el correcto cumplimiento del proyecto, este control se toma como una acción de

planificación estratégica, convirtiéndose en una herramienta de toma de decisiones frente a la gestión de calidad.

Tabla 14 - Condiciones o eventos de no calidad

| CONDICIONES O EVENTOS DE NO CALIDAD | VALORACIÓN | | |
|---|------------|-------|------|
| | Alto | Medio | Bajo |
| Demora en los tiempos del proceso de procura | X | | |
| Materiales no adecuados para la ejecución de las actividades | X | | |
| Falta de especificaciones técnicas por parte de ODL | X | | |
| Procedimientos operativos no apropiados | | X | |
| Cambio en los sistemas de permisos de trabajo de las áreas a intervenir | | | X |
| Error en el diseño de la red, instalación, materiales, etc. | X | | |
| Falta de especificaciones técnicas | | X | |

Fuente: Propia

Para cumplir con el nivel de calidad acordado se tienen contempladas actividades de planeación y ejecución para su control como son:

- Definición de procesos.
- Definición de estándares de calidad.
- Definición de parámetros para el correcto desempeño del proyecto.
- Definición de metodología para detectar no conformidades dentro del proyecto.
- Auditorias basadas en las pruebas del capítulo 4.2... Aseguramiento de la Calidad

Además, realizar documentación periódica y definida de los procesos definidos como:

- Entregables validados y aceptados por parte de los interesados.
- Actualización de listas de chequeo y verificación en el aseguramiento de la calidad, lecciones aprendidas.

- Formatos de todos los procedimientos del proyecto para el control de la calidad, con el fin de que todos los resultados queden documentados.

Estas técnicas de control irán acompañadas de la técnica EVM y el aplicativo MS-Project que ayudará a ir controlando los costos, el presupuesto y el alcance del proyecto para que este cumpla con los niveles de calidad acordados, y así se puedan identificar las causas de una calidad deficiente y/o no conformidad, e implementar acciones para eliminarlas.

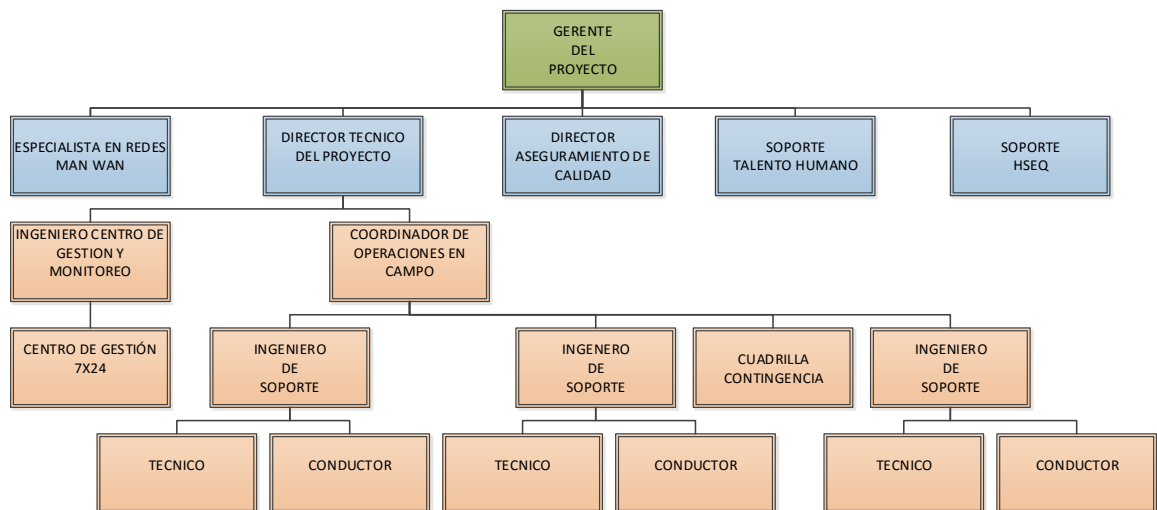
5. GESTIÓN DE RECURSOS HUMANO

5.1 ORGANIGRAMA INTERNO DEL PROYECTO

El organigrama interno para la implementación del proyecto se adjunta a continuación, está diseñado y planeado de acuerdo a las actividades y paquetes de trabajo relacionados en el WBS y PDT, también se encuentran especificados los procesos de apoyo para la ejecución del proyecto.

El organigrama interno se encuentra disponible en el Anexo E – Gestión de RRHH

Figura 29 - Organigrama Interno del Proyecto



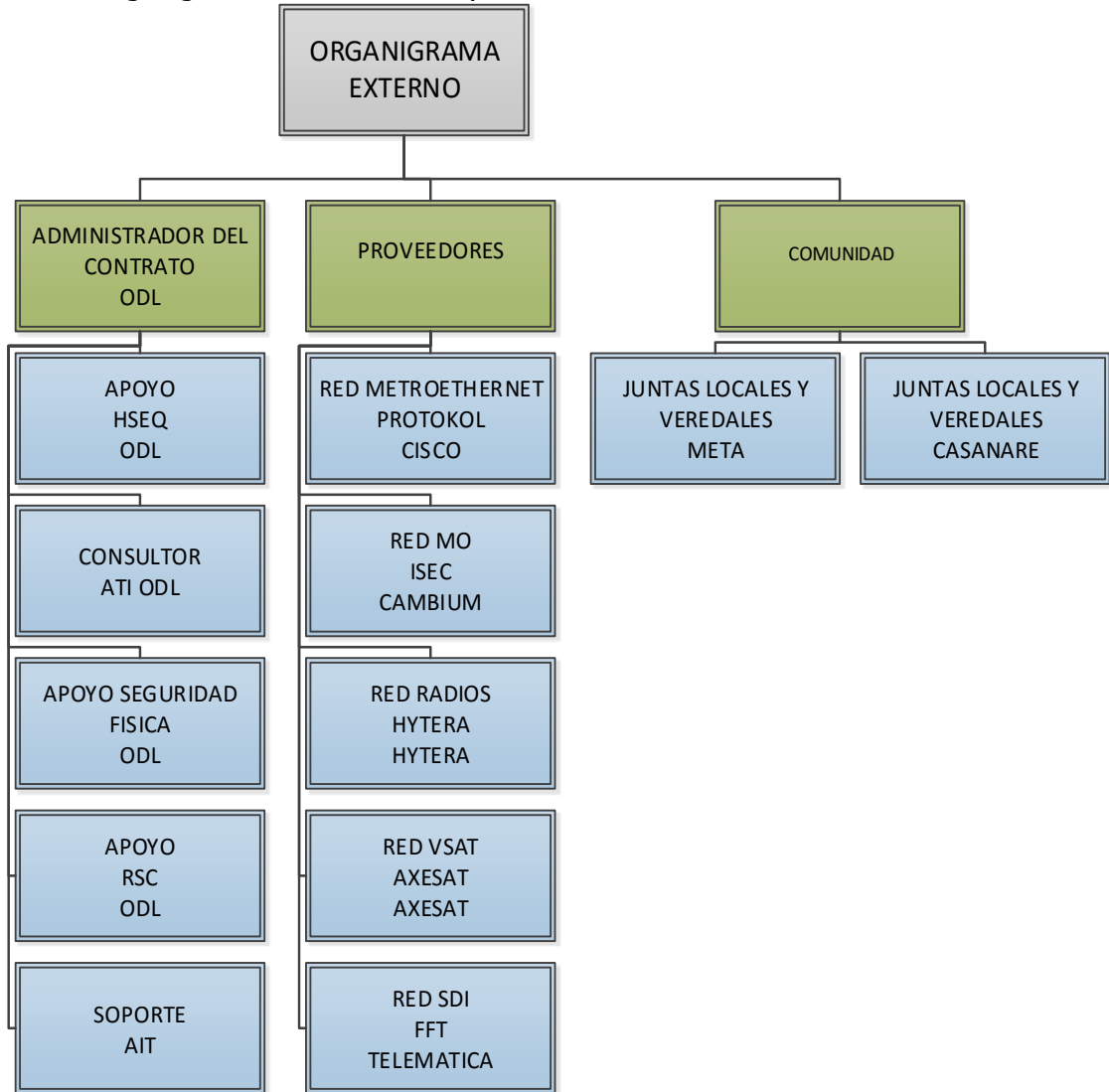
Fuente: Propia

5.2 ORGANIGRAMA EXTERNO DEL PROYECTO

El organigrama externo para la implementación del proyecto se adjunta a continuación, está diseñado y planeado de acuerdo a las actividades y paquetes de trabajo relacionados en el WBS y PDT, se tienen en cuenta los proveedores, que es el proceso que tiene más relevancia a nivel económico, la comunidad impactada en el desarrollo del proyecto y el personal de ODL referente a la ejecución y control del proyecto.

El organigrama externo se encuentra disponible en el Anexo E – Gestión de RRHH.

Figura 30 - Organigrama Externo del Proyecto



Fuente: Propia

5.3 MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

A Continuación se adjunta la imagen de la matriz de asignación de responsabilidades RACI (Responsable, Accountable, Consulted, Informed) a un nivel general y no desglosado, de esta manera se asume que responsabilidades son de cada equipo de trabajo o persona asignada al proyecto MRT.

La matriz RACI se encuentra disponible para consulta en el Anexo E – Gestión de RRHH.

Figura 31 - Matriz RACI

| TAREAS / ROLES | CUADRILLA META | CUADRILLA CIGARRATE | DIRECTOR CONTROL | GERENCIA | PROFESIONAL COMA | PROFESIONAL- MECO | GERENTE DE PROYECTO | PROYECTO SIN TRUENOS | COORDINADOR DE PROYECTO | ASISTENTE LOGISTICA | CUADRILLA J | ADMINISTRADOR CONTRATO COL. | CUADRILLA OCTUL | PROFESOR PDI | PROFESOR IGT | COMPANIA ESCORPE | COMANDO |
|---|----------------|---------------------|------------------|----------|------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-------------|-----------------------------|-----------------|--------------|--------------|------------------|---------|
| Inicio de Misión | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión de contrato | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio de obra | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración Planes de cumplimiento de contrato | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión Plan Actualización y Replanteo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diseño y Topografía de la red | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración matriz de equipamiento de la nueva red | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación y elaboración documento Protocolo ACMI a utilizar | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de la programación de la Educación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio de acciones | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plan de Calidad | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Procesos de compra e inspección de equipos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de matriz para instalación de nuevas rehabilitaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de Canal 10M | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 100 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 150 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 200 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 250 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 300 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 350 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 400 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 450 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 500 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 550 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 600 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 650 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 700 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 750 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 800 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 850 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 900 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 950 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de canal 10M de 1000 días | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

5.4 GESTIÓN DEL EQUIPO DEL PROYECTO

Se le solicitará a los gerentes funcionales de cada dependencia su ayuda con las mejores cuadrillas calificadas debido a la complejidad e importancia del proyecto, desde el Coordinador de campo del proyecto hasta el auxiliar técnico son personal certificado en trabajos en alturas y con experiencia en el sector hidrocarburos.

El control del proyecto a nivel de RRHH en costos y carga de trabajo se realizará a través de la herramienta MS-Project, esta herramienta suministra los suficientes parámetros para evaluar el rendimiento de los equipos de trabajo.

El PMP designado por Telebotía es una profesional calificado, con estilos de liderazgo en coaching, consultivo y consensual, lo que le da la suficiente autoridad para ser un gerente de proyecto tipo Experto/recompensa, tiene la capacidad de resolver conflictos y la experticia para manipular teorías de motivación con el objetivo de lograr la cohesión y exitoso desarrollo del proyecto.

6. GESTIÓN DE COMUNICACIONES

Telebotía reconoce y entiende la importancia y necesidad de la gestión de las comunicaciones en la implementación del proyecto MRT, la comunicación será efectiva y los formatos que se utilizarán serán los necesarios y precisos para lograr que llegue la información a los stakeholders interesados dependiendo del proceso.

6.1 PLANIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

Se tiene planeado dentro del plan de puesta en funcionamiento diseñar y adjuntar los siguientes informes

Informes de desempeño Estos informes describen donde se encuentra el proyecto actualmente en un punto específico en el cronograma de actividades.

Informes de Progreso Estos informes describen lo que Telebotía ha venido realizando durante un tiempo determinado.

Pronósticos Con estos informes lo que se busca son obtener las estimaciones dependiendo de las tendencias que den como resultado la ejecución de la técnica EVM.

Estos informes se realizarán de forma semanal y/o mensual con el propósito de mantener informados a los interesados acerca del avance del proyecto.

6.2 DISTRIBUCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información generada por informes, Kickoff, reuniones en campo o en la sede administrativa, así como la información correspondiente a la fase de diseño de ingeniería de detalle, se encontrará disponible través de un CRM WEB y dependiendo del Rol específico del Stakeholder, podrá o no acceder a ella, este CRM, estará disponible en la página de Telebotía.

La información va a estar disponible en formato pdf, está se podrá descargar como copia no controlada.

Todos el personal de Telebotía tendrá un correo corporativo creado y se les asignará teléfono corporativo del operador CLARO, esto con el fin de mantenerse en contacto con todos los stakeholders del proyecto.

La información también se distribuirá a ODL, por medio de correo electrónico, copia impresa, la información que no sea de mayor relevancia pero necesite ser aclarada por parte del personal de Telebotía se podrá realizar vía telefónica previa autorización del Superior Directo.

Para el agendamiento de reuniones se utilizará obligatoriamente la herramienta MS-Outlook, en la cual se agendará la reunión con por lo menos 3 días de anticipación y se confirmara asistencia o ausencia con un día de anticipación.

A continuación se adjunta la tabla con los nombres de los formatos establecidos para la comunicación del proyecto, así como a los interesados de la información que posee el formato, la forma de envío del formato, la frecuencia de distribución del mismo y el responsable del formato.

Tabla 15 - Formatos establecidos para distribución del proyecto

| INTERESADOS | NOMBRE DEL DOCUMENTO | FORMATO DEL DOCUMENTO | PERSONAS DE CONTACTO | FRECUENCIA / RESPONSABLE |
|--|-----------------------------------|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • ODL • TELEBOTÍA | ACTA INICIO CONTRATO KICKOFF | <ul style="list-style-type: none"> • COPIA IMPRESA • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • WILLIAM GARZA • DIANA ORTIZ • JESSICA ORTIZ • GERARDO MARTINEZ • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO • FRANCISCO BOTIA • ANA ROA • JUAN DAZA | UNA SOLA VEZ / WILLIAM GARZA |
| <ul style="list-style-type: none"> • ODL • TELEBOTÍA | ACTA REUNION SEMANAL, COMPROMISOS | <ul style="list-style-type: none"> • COPIA IMPRESA • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • WILLIAM GARZA • DIANA ORTIZ • JESSICA ORTIZ • GERARDO MARTINEZ • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO • FRANCISCO BOTIA • ANA ROA • JUAN DAZA | MIERCOLES DE CADA SEMANA / WILLIAM GARZA |

Tabla 15 - (Continuación Formatos establecidos para distribución del proyecto)

| | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • ODL • TELEBOTÍA | INFORME SEMANAL DE RENDIMIENTO | <ul style="list-style-type: none"> • COPIA IMPRESA • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • WILLIAM GARZA • DIANA ORTIZ • JESSICA ORTIZ • GERARDO MARTINEZ • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO • FRANCISCO BOTIA • ANA ROA • JUAN DAZA | MARTES DE CADA SEMANA / FRANCISCO BOTIA |
| <ul style="list-style-type: none"> • ODL • TELEBOTÍA | INFORME MENSUAL DE RENDIMIENTO | <ul style="list-style-type: none"> • COPIA IMPRESA • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • WILLIAM GARZA • DIANA ORTIZ • JESSICA ORTIZ • GERARDO MARTINEZ • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO • FRANCISCO BOTIA • ANA ROA • JUAN DAZA | PRIMER MARTES DE CADA MES / FRANCISCO BOTIA |
| <ul style="list-style-type: none"> • TELEBOTIA | INFORME DIARIO DE RENDIMIENTO | <ul style="list-style-type: none"> • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • FRANCISCO BOTIA • HENRY BUSTOS • ANA ROA | DIARIO / JULIO GARAVITO |
| <ul style="list-style-type: none"> • TELEBOTIA | INFORME SEMANAL DE HSEQ | <ul style="list-style-type: none"> • EMAIL | <ul style="list-style-type: none"> • FRANCISCO BOTIA • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO | LUNES DE CADA SEMANA / ANA ROA |
| <ul style="list-style-type: none"> • TELEBOTIA | FORMATO SEGUIMIENTO PROCESO PROCURA | <ul style="list-style-type: none"> • EMAIL • TELEFONO | <ul style="list-style-type: none"> • HENRY BUSTOS • JULIO GARAVITO • FRANCISCO BOTIA | SEMANAL DURANTE EL PROCESO DE PROCURA / DENIS HERNANDEZ |

Fuente: Propia

6.3 INFORMES DE RENDIMIENTO

Los formatos de informes de rendimiento establecidos para la MRT se encuentran adjuntos en el Anexo F – Gestión de las comunicaciones.

6.4 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

En el proceso de registro de interesados ya sean internos, externos o de otras entidades pero referentes al proyecto MTR, se incluyen los stakeholders pertenecientes a Telebotía, el patrocinador (ODL), los vendedores, y las comunidades afectadas, en este formato se adjunta nombre, cargo, teléfono de contacto y correo electrónico.

Tabla 16 – Interesados del Proyecto.

| CARGO DEL INTERESADO | NOMBRE DEL INTERESADO | TELEFONO | EMAIL |
|---|------------------------------|-----------------|--|
| GERENTE GENERAL | DIANA ORTIZ | 331 4323454 | dianaortiz@telebotia.co |
| DIRECTOR COMERCIAL | JESSICA ORTIZ | 331 4323455 | jessicaortiz@telebotia.co |
| DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO (PMP) | FRANCISCO BOTIA | 331 4323456 | franciscobotia@telebotia.co |
| DIRECTOR TECNICO DEL PROYECTO | HENRY BUSTOS | 331 4323457 | henrybustos@telebotia.co |
| ESPECIALISTA EN REDES MAN WAN | CAMILO DIAZ | 331 4323458 | camilodiaz@telebotia.co |
| DIRECTOR ASEGURAMIENTO DE CALIDAD | JUAN DAZA | 331 4323459 | juandaza@telebotia.co |
| SOPORTE TALENTO HUMANO | GLORIA ACHUAGA | 331 4323460 | gloriaachuaga@telebotia.co |
| SOPORTE HSEQ | ANA ROA | 331 4323461 | anaroa@telebotia.co |
| INGENIERO CENTRO DE GESTIÓN Y MONITOREO | RODRIGO ROA | 331 4323462 | rodrigoroa@telebotia.co |
| COORDINADOR CAMPO | JULIO GARAVITO | 331 4323462 | juliogaravito@telebotia.co |
| INGENIERO DE SOPORTE CUADRILLA 1 | MIGUEL GUEDEZ | 331 4323463 | miquelquede@telebotia.co |
| INGENIERO DE SOPORTE CUADRILLA 2 | JHON PORRAS | 331 4323464 | jhonporras@telebotia.co |
| INGENIERO DE SOPORTE CUADRILLA 3 | LEONARDO MONDRAGON | 331 4323465 | leomondragon@telebotia.co |
| ASISTENTE DE LOGISTICA | DENIS HERNANDEZ | 331 4323466 | denishernandez@telebotia.co |
| ODL - ADMIN CONTRATO | WILLIAM GARZA | 308 1234568 | williamgarza@odl.co |
| ODL – HSEQ | MARIA CONTRERAS | 308 1234569 | mariacontreras@odl.co |
| PROVEEDOR PROTOKOL | JOEL DIAZ | 306 1234567 | joeldiaz@protokol.co |
| PROVEEDOR VSAT | VERONICA SATERNA | 306 2345678 | veronicasaterna@axesat.co |
| PROVEEDOR ISEC | DIANA LOPEZ | 306 3456789 | dianalopez@isec.co |
| PROVEEDOR TRUNKING | LILIANA CENDALES | 306 3456790 | lilianacendales@hytera.co |
| LIDER COMUNIDAD CASANARE | ENRIQUE DIAZ | 0386 4564564 | ediaz@lidercasanare.co |
| LIDER COMUNIDAD META | CIPRIANO RIOS | 356 3444444 | ciprianorios@lidermeta.co |

Fuente: Propia

7. GESTIÓN DEL RIESGO

7.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

Telebotía, de acuerdo a su actividad económica, tiene la clasificación del riesgo en grado III y V según la Administradora de Riesgos Laborales (ARL), esta clasificación cubre las actividades principales que forman parte del proyecto, que incluye dentro de sus riesgos operativos más críticos el trabajo en alturas.

Tabla 17 - Clasificación de Riesgos Laborales

| CLASE DE RIESGO | TARIFA | ACTIVIDADES |
|------------------------|---------------|---|
| I | 0.522% | Financieras, trabajos de oficina, administrativos, centros educativos, restaurantes. |
| II | 1.044% | Algunos procesos manufactureros como fabricación de tapetes, tejidos, confecciones y flores artificiales, almacén por departamentos, algunas labores agrícolas. |
| III | 2.436% | Algunos procesos manufactureros como la fabricación de agujas, alcohóles y artículos de cuero. |
| IV | 4.350% | Procesos manufactureros como fabricación de aceites, cervezas, vidrios, procesos de galvanización, transportes y servicios de vigilancia privada. |
| V | 6.960% | Areneras, manejo de asbesto, bomberos, manejo de explosivos, construcción y explotación petrolera. |

Fuente: <https://www.positiva.gov.co/arl/paginas/default.aspx>

De acuerdo al dimensionamiento del proyecto y teniendo en cuenta que los trabajos realizados para prestar estos servicios se deben tener en cuenta todos los riesgos asociados a la implementación y ejecución del proyecto, tanto desde la parte operativa, como la parte administrativa y la parte logística.

7.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

La identificación de riesgos que se realizará para el proyecto MRT, consiste en la identificación, evaluación de las actividades que puedan impactar de manera negativa el proyecto y que pueden entorpecer la ejecución de las actividades y afecta el cumplimiento de los objetivos dentro del proyecto, esta identificación y análisis de riesgos se toma como una acción de planificación estratégica, convirtiéndose en la herramienta de toma de decisiones frente a la gestión de riesgos del proyecto.

La técnica que primero se usará será el análisis de la matriz DOFA para conocer como su nombre lo dice su nombre, sus debilidades, sus oportunidades, sus fortalezas y sus amenazas, así identificar todos los valores y cruzarlos para generar una estrategia DOFA efectiva y poder minimizar los riesgos.

Tabla 18 - Estrategias DOFA

| Externas/Internas | F ortalezas | D ebilidades |
|-----------------------|--|---|
| O portunidades | Estrategias FO : Usa las fortalezas para aprovechar las oportunidades | Estrategias DO : Superar las debilidades para aprovechar las oportunidades |
| A menazas | Estrategias FA : Usar las fuerzas para evitar las amenazas | Estrategias DA : Reducir las debilidades y evitar las amenazas |

Fuente: Licenciada Gloria Ballesteros

Tabla 19 – Análisis de la matriz DOFA

| F ortalezas | D ebilidades |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Personal Capacitado y certificados. 2. Equipos de medición calibrados y certificados. 3. Empresa Certificada ISO 9001 / 14001 / 18001. 4. PUNTAJE RUC 94 – JULIO 2015 5. Buenas prestaciones salariales. 6. Reconocimiento por buena labor realizada. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiales no adecuados para la ejecución de las actividades 2. Procedimientos operativos no apropiados 3. Error en el diseño de la red. 4. Falta de conocimiento técnico 5. Actividades de alto riesgo: Trabajos en altura y/o excavaciones eléctricas |
| O portunidades | A menazas |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitaciones funcionarios Telebotía 2. Reconocimiento a nivel empresarial Telebotía por las otras entidades del sector hidrocarburos 3. Capacidad para licitar proyectos de la misma envergadura 4. Lograr máximos niveles de satisfacción del cliente. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de especificaciones técnicas por parte del cliente. 2. Pérdida de tiempo en la ejecución por condiciones atmosféricas o de orden público. 3. Cambio en los sistemas de permisos de trabajo de las áreas a intervenir. |

Fuente: Propia.

A continuación se adjunta la tabla de definición de riesgos con su impacto y probabilidad, basados en la matriz de probabilidad e impacto sugerida por el director de Tesis.

Tabla 20 – Tabla de categorización del Riesgo

| CONVENCIÓN | CATEGORIA DEL RIESGO | | | |
|---------------------|-----------------------------|----------|----------|----------|
| PROBABILIDAD | A | 4 | 2 | 1 |
| | M | 7 | 5 | 3 |
| | B | 9 | 8 | 6 |
| | | B | M | A |
| | IMPACTO | | | |

Fuente: Apuntes Clase Dirección tesis.

Tabla 21 - Riesgos Identificados MRT

| ITEM RIESGO | RIESGO | RESPUESTA POTENCIAL | CAUSA RAIZ | PROB | IMP | CAT DEL RIESGO |
|--------------------|--|---|--|-------------|------------|-----------------------|
| R1 | Rotación del personal | Funcionarios con experiencia y curva de aprendizaje dentro del proyecto lo abandonan | Mejores oportunidades laborales Incapacidades Medicas Problemas Personales | M | M | 5 |
| R2 | Proceso de Procura retardado | Llegada de equipos no llegan a tiempo | Problemas de nacionalización ante la DIAN, problemas de importación | B | A | 6 |
| R3 | Materiales no adecuados para la ejecución del proyecto | Los materiales solicitados al área de logística no son los correspondientes y pertinentes para la implementación del proyecto | Falta de información por la parte técnica al departamento de logística | M | A | 3 |
| R4 | Adecuación Torres de Comunicaciones Retardado | El proveedor contratado no ha terminado la adecuación | Proveedor desconocido, falta de experiencia del proveedor | B | A | 6 |
| R5 | Error en el diseño de la red. | La Topología instalada no está cumpliendo con los parámetros de conmutación | Falta de personal certificado y especialista | B | A | 6 |
| R6 | Cambio en los sistemas de permisos de trabajo de las áreas a intervenir. | Se cambiaron las políticas de HSEQ y RSC | Cambio en las políticas de ODL | B | B | 9 |
| R7 | Medición errada del tamaño del proyecto | El tamaño del proyecto no se midió bien | No se estableció personal profesional y certificado en la etapa de planeación | B | A | 6 |
| R8 | Demoras en los entregables por malas condiciones atmosféricas | No se puede trabajar en días de tormentas eléctricas | Políticas de HSE | M | M | 5 |
| R9 | Retrasos por paros con la comunidad | No se puede laborar por paros con la comunidad | No cumplimiento de acuerdos con la comunidad | M | B | 7 |

Fuente: Propia.

7.3 PLANIFICACIÓN DE LA RESPUESTA A LOS RIESGOS

Cada riesgo fue calculado con un número que le da un valor dentro de la categorización de riesgos, a continuación se adjunta la respuesta y mitigación a los riesgos dentro del proceso de identificación de los mismos.

Tabla 22 – Tabla de respuesta y mitigación de riesgos

| ITEM RIESGO | CAT DEL RIESGO | RESPUESTA AL RIESGO | PERIODICIDAD |
|-------------|----------------|---|--|
| R1 | 5 | CAPACITACIÓN CON INGENIEROS DE VARIOS PERFILES Y LA EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO DEL PROYECTO | DURANTE TODO EL PROYECTO |
| | | DOCUMENTACIÓN COMPLETA INCLUYENDO INFORMES Y MANUALES DE LOS PROCESOS DEL PROYECTO | SEMANAL |
| | | INFORMES SEMANALES DE RENDIMIENTO | DIARIO |
| | | BONIFICACIONES Y DESCANSOS, COMPENSATORIOS | OCASIONAL |
| R2 | 6 | TRAZABILIDAD DE LOS PROCESOS DE PROCURA DE TODAS LAS TECNOLOGÍAS | DIARIO |
| R3 | 3 | SOLICITUD DEL INGENIERO DE PROYECTOS Y EL COORDINADOR DE CAMPO DE TODOS LOS ELEMENTOS, CON HOJAS TÉCNICAS Y BROCHURES. | AL CREAR UN NUEVO PROVEEDOR |
| | | CONTRATAR CON PROVEEDORES CERTIFICADOS Y ADSCRITOS ANTE LA CÁMARA DE COMERCIO | |
| R4 | 6 | CONTRATAR CON PROVEEDORES CON EXPERIENCIA, CERTIFICADOS EN LA ISO 9001 Y 18001 | AL CREAR UN NUEVO PROVEEDOR |
| R5 | 6 | CONTRATAR PERSONAL CERTIFICADO EN LAS TECNOLOGÍAS IMPLICADAS EN EL PROCESO, O EN SU DEFECTO CAPACITARLA | DURANTE EL PROCESO DE SELECCIÓN DEL PERSONAL |
| | | SOLICITAR A LOS PROVEEDORES CAPACITACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS IMPLICADAS | UNA VEZ, ACUERDO PRE COMPRA |
| R6 | 9 | REALIZAR NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO PARA VALIDAR POR PARTE DE ODL EL NUEVO PERMISO | CUANDO EL PROCESO LO REQUIERA |
| R7 | 6 | PERSONAL CON EXPERIENCIA EN MÉTRICAS DE MEDICIÓN, PERSONAL CON EXPERIENCIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO, PERSONAL CERTIFICADO EN PROYECTOS | DURANTE EL PROCESO DE SELECCIÓN DEL PERSONAL |
| R8 | 5 | PLAN DE CONTINGENCIA PARA CUANDO NO SE PUEDA TRABAJAR EN EXTERIORES, REALIZAR OTRAS ACTIVIDADES QUE NO SE IMPIDAN POR TORMENTAS ELÉCTRICAS | CADA VEZ QUE SE PRESENTEN TORMENTAS ELÉCTRICAS |
| | | REALIZAR RADICACIÓN ANTE ODL, DOCUMENTANDO QUE NO SE PUEDEN REALIZAR LABORES POR CAUSAS AJENAS A TELEBOTÍA, PARA DESPUÉS ACORDAR CON ODL ESTOS TIEMPOS DE RETRASO POR MALAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS | |
| R9 | 7 | REALIZAR RADICACIÓN ANTE ODL, DOCUMENTANDO QUE NO SE PUEDEN REALIZAR LABORES POR CAUSAS AJENAS A TELEBOTÍA, PARA DESPUÉS ACORDAR CON ODL ESTOS TIEMPOS DE RETRASO POR PAROS CON LA COMUNIDAD | CUANDO SE REALICEN AFECTACIONES CON LA COMUNIDAD |
| | | CONTRATAR PERSONAL DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA (MONC), DE LA COMUNIDAD, Y COMPRAR TODOS LOS ELEMENTOS DE HIDRATACIÓN Y ALIMENTACIÓN AL PERSONAL DE LA COMUNIDAD, PARA INCENTIVAR EL COMERCIO DENTRO DE ESAS COMUNIDADES | DIARIO. |

Fuente: Propia.

7.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE RIESGOS

El seguimiento y control de riesgos se realizará con la periodicidad y el plan de acción a tomar comentada ... en la tabla 22 ..., si se siguen identificando riesgos que pongan en peligro el desarrollo normal del proyecto se ingresarán por medio del formato de control de cambios que se encuentra disponible ... en el numeral 1.8 Control de Cambios ... a la tabla de riesgos identificados MRT.

8. GESTIÓN DE ADQUISICIONES

8.1 PLANIFICACIÓN DE COMPRAS Y ADQUISICIONES

Después de solicitar cotizaciones a los distintos Partners autorizados por el fabricante que distribuyen equipos y tecnologías, y de verificar sus certificaciones y previa calificación por parte del departamento de logística de Telebotía, se escogieron los siguientes proveedores.

Tabla 23 – Proveedores seleccionados

| ITEM | ENTREGABLE O TECNOLOGIA | PROVEEDOR |
|-------------|---|-----------------------|
| 1 | Radios Microondas Cambium Networks | ISEC S.A |
| 2 | SW y RT CISCO | Protokol S.A |
| 3 | Radios de Dos Vías Hytera | Setronics S.A |
| 4 | Red VSAT | Axesat Ltda. |
| 5 | Adecuación Torres de Telecomunicaciones | Occitel Ltda. |
| 6 | Red de FO y FTT | Telemática Ltda. |
| 7 | Canal WAN | Azteca Comunicaciones |

Fuente: Propia

Los proveedores seleccionados colaboraron en la creación de la ingeniería de detalle del proyecto y cumplen y aceptan los siguientes parámetros:

Tabla 24 - Parámetro de aceptación y/o entendimiento proveedores

| ITEM | PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN Y/O ENTENDIMIENTO |
|-------------|--|
| 1 | Entendimiento total del objetivo del proyecto. |
| 2 | El costo presupuestado por cada uno de ellos no supera el presupuesto asignado para los equipos, incluyendo importación y Tasa representativa del Mercado del día en que se efectúe la compra. |
| 3 | Los productos ofrecidos cumplen con las características técnicas exigidas por ODL y Telebotía. |
| 4 | Poseen respaldo y experiencia en el sector de los hidrocarburos y las Telecomunicaciones. |
| 5 | Poseen la capacidad financiera exigido por ODL. |
| 6 | Los equipos se les realizan las pruebas descritas en el ... Capitulo 4.2 Aseguramiento de la Calidad... |
| 7 | Los proveedores se registrarán por los parámetros de Telebotía que permiten el adecuado manejo de los equipos, estos parámetros están orientados al empaque del equipo y el almacenamiento con el fin de preservarlos en adecuadas condiciones hasta su instalación y uso. |

Tabla 24 – (Continuación parámetro de aceptación y/o entendimiento proveedores)

| | |
|-----------|--|
| 8 | Estos equipos se entregarán en la EBR en campo rubiales Meta y el costo del transporte será responsabilidad de los proveedores designados. |
| 9 | Los equipos y herramientas que deban ser calibrados, se incluyen en el plan de calibración que define la vida útil del equipo, la periodicidad de la calibración, entre otros. Para programar estos tiempos deben tenerse en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • Ficha técnica • Recomendaciones del fabricante y/o proveedor • Fecha de fabricación • Frecuencia de uso • Condiciones de embalaje • Condiciones climáticas |
| 10 | Los equipos que no son calibrados ni verificados inicialmente deben someterse a una inspección inicial, durante la ejecución del proyecto y al finalizar, con esto Telebotía ejerce control sobre lo planificado y cumple con las especificaciones de ODL. |
| 11 | Los equipos que no requieran de calibración deben incluirse en el plan de mantenimiento cuando aplique. |

Fuente: Propia.

El proceso para la compra realizado por el responsable y/o suministro es el siguiente:

Tabla 25 - Proceso de Compra

| ITEM | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-------------|--------------------------------------|--|
| 1 | Recepción de requisiciones de compra | El interesado diligencia el formato de requisición de compra, se envía a la auxiliar administrativa quien es la encargada de gestionar la aprobación del responsable del proceso y de gerencia, asignará un consecutivo a la requisición para llevar un control una vez aprobada la requisición se envía al proceso de Gestión Logística, quienes tendrán un periodo de 5 días hábiles para dar respuesta a la RQ solicitada. |
| 2 | Elaboración de la orden de compra | Se elabora la orden de compra que debe ir firmada por la dirección de Logística y la Gerencia , para ser enviada al proveedor |
| 3 | Recepción e inspección de la compra. | <p>Cuando se recepciona el pedido, este se debe inspeccionar comparando remisión y elementos recibidos.</p> <p>Si se está conforme, se firma la remisión y se le envía al proveedor copia de la misma, el documento original se entrega al auxiliar de logística para verificación de la remisión con la OC enviada al proveedor con el fin de hallar faltantes o sobrantes de la solicitud.</p> <p>Cualquier inconformidad sobre la compra debe ser registrada y notificar vía mail al proveedor.</p> |

Fuente: Propia

8.2 PLANIFICACIÓN DE CONTRATOS

El formato de contrato que se utiliza para con los proveedores poseen ciertas características básicas entre las que se incluyen.

Tabla 26 – Parámetros contratos con proveedores

| ÍTEM | PARÁMETRO |
|-------------|----------------------------|
| 1 | Partes involucradas |
| 2 | Objeto |
| 3 | Valor |
| 4 | Obligaciones del proveedor |
| 5 | Obligaciones de Telebotía |
| 6 | Naturaleza del suministro |
| 7 | Duración |
| 8 | Clausulas |
| 9 | Representación |

Fuente: Propia

El formato de contrato con proveedores al igual que los demás formatos para la gestión logística se encuentran disponible en el Anexo G - Gestión de Adquisiciones.

8.3 SOLICITAR RESPUESTAS A VENDEDORES

Una vez finalizada la requisición de compra y se haya realizado el anticipo o aprobado el pago al proveedor, se empezará la trazabilidad de la compra mediante el formato establecido para ello.

8.4 ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS

El área de Logística de Telebotía será la encargada a través de su auxiliar de logística, este funcionario realizará el control completo, la trazabilidad y hoja de ruta de todos los procesos desde la generación de la requisición de compra pasando por embalaje, desembolso, transporte, legalizaciones ante la DIAN entre otros, hasta su recepción en el punto acordado en los contratos.

8.5 CIERRE DE CONTRATOS

Telebotía a través del Director General del Proyecto, le entregará un Acta escrita de recibido a satisfacción a los proveedores donde se le informa que los equipos y/o servicios fueron

recibidos satisfactoriamente, sin ningún daño y que cumplen con los parámetros establecidos en el contrato suscrito entre las partes.