



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO EN INFORMÁTICA

Diseño de infraestructura de red para dotar de Internet a compañías mineras en el sector minero de Chinapintza del cantón Paquisha provincia de Zamora Chinchipe.

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Pardo Rodríguez, Joao Darwin

DIRECTOR: Morocho Yaguana, Marco Vinicio, Mgtr.

CENTRO UNIVERSITARIO ZAMORA

2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing.

Marco Vinicio Morocho Yaguana.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo titulación: Diseño de infraestructura de red para dotar de Internet a compañías mineras en el sector minero de Chinapintza del cantón Paquisha provincia de Zamora Chinchipe realizado por Pardo Rodríguez Joao Darvin, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Junio 2016

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“ Yo Pardo Rodríguez Joao Darvin declaro ser autor (a) del presente trabajo de titulación: Diseño de infraestructura de red para dotar de Internet a compañías mineras en el sector minero de Chinapintza del cantón Paquisha provincia de Zamora Chinchipe, de la Titulación de Ingeniero en Informática , siendo Marco Vinicio Morocho Yaguana director (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f)

Autor: Pardo Rodríguez Joao Darvin

Cédula: 1900614924

DEDICATORIA

La concepción de este trabajo de titulación está dedicada a Dios y a mis queridos padres, pilares fundamentales en mi vida. Primeramente a Dios por obsequiarme la vida y por haber estado conmigo en cada paso que doy, protegiéndome, dándome sabiduría y fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Su constancia y lucha insaciable ante toda adversidad han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. También dedico este trabajo a mi novia, quien ha sabido ser un gran apoyo en el desarrollo de este trabajo de titulación. A ellos dedico el fruto de este trabajo, que sin ellos, no hubiese podido concluir.

Joao Darvin Pardo Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por permitirme concluir este trabajo tan anhelado en mi vida profesional. A la UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA, por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional. De manera especial mis agradecimientos al Mgtr. Marco Morocho por haberme guiado, por sus conocimientos impartidos, su paciencia y su motivación a concluir con mi trabajo de titulación.

A mis padres Máximo Pardo y Nely Rodríguez, por ser un ejemplo de superación y motivarme de forma continua para concluir con un objetivo trazado en mi vida profesional.

De igual manera agradezco a mis amados hermanos y novia, por siempre animarme en mis estudios.

Por último, agradezco a mis compañeros de trabajo quienes han sabido ser un gran apoyo en el desarrollo del trabajo de titulación.

Gracias a todos, Dios los colme de bendiciones.

Joao Darwin Pardo Rodríguez

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AB	Ancho de banda
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, Línea de abonado digital asimétrica
AES	Advanced Encryption Standard, Estándar de encriptación avanzada
AP	Access Point, Punto de acceso
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
ARCOTEL	Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones
CNT EP	Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Acceso Múltiple con Sondeo de Portadora y Detección de Colisión
DTED	Digital Terrain Elevation Data, Terreno de datos de elevación digital
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, Protocolo de configuración dinámica de host
DNS	Domain Name System, Sistema de nombres de dominio
GPS	El sistema de posicionamiento global
FTP	File Transfer Protocol, Protocolo de transferencia de archivos
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ISP	Internet service provider, Proveedor de servicio de Internet
IP	Internet Protocol, Protocolo de Internet
ITM	Irregular Terrain Model
ITU	La Unión Internacional de Telecomunicaciones
ENAMI	Empresa Nacional Minera del Ecuador
ISM	Industrial, Scientific and Medical, Industrial, Científica y Médica
FO	Fibra óptica
MAC	Media Access Control, Control de Acceso al Medio
MDBA	Modulación digital de banda ancha
MIMO	Multiple Input Multiple Output, Múltiple entrada múltiple salida
NAT	Network Address Translation, Traducción de Dirección de Red

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Técnica de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal.
OSPF	Open Shortest Path First, Primera Ruta Libre Más Corta
PTP	Point to point, Punto a punto
PTMT	Point to Multipoint Punto multipunto
PoE	Power over Ethernet, Alimentación a través de Ethernet
POP	Post Office Protocol, Protocolo de Oficina de Correos
PPP	Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto
RTC	Red Telefónica Conmutada
QoS	Quality of Service, Calidad de Servicio
SNR	Signal to noise ratio, Relación Señal a Ruido
SRTM	Shuttle radar topography mission,
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol, protocolo simple de transferencia de correo electrónico
TIR	Tasa Interna de Retorno
TT	Trabajo de titulación
TDMA	Time Division Multiple Access, La multiplexación por división de tiempo
VAN	Valor Actual Neto
VSAT	Very Small Aperture Terminal, Terminal de apertura muy pequeña
WDS	Wireless Distribution System, Sistema de Distribución Inalámbrico
Wi-Fi	Wireless Fidelity, Fidelidad Inalámbrica
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad mundial para acceso por microondas
WISP	Wireless Internet Service Provider, Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico
WLAN	Wireless Local Area Network, Red de Área Local Inalámbrica
UPS	Uninterruptible power supply, Sistema de alimentación ininterrumpida

Tabla Contenido

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	vi
RESUMEN.....	12
ABSTRCT.....	13
CAPÍTULO I.....	14
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Introducción.....	15
1.2 Justificación.....	16
1.3 Antecedentes.....	16
1.4 Definición del problema.....	17
1.5 Objetivos del proyecto.....	18
1.5.1 Objetivo general.....	18
1.5.2 Objetivos específicos.....	18
1.6 Justificación.....	18
1.7 Alcance.....	19
CAPÍTULO II.....	21
2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	21
2.1 Selección de tecnología de telecomunicación.....	22
2.1.1 Normas para la red de telecomunicaciones.....	22
2.1.2 Tipos de tecnológicas de telecomunicaciones.....	23
2.2 Tecnología inalámbrica.....	23
2.2.1 Comparación de tecnologías inalámbricas.....	24
2.3 Selección de tecnología inalámbrica.....	30
2.3.1 Estándar IEEE 802.11.....	31
CAPITULO III.....	32
3 INGENIERIA DE RADIO ENLACES.....	32
3.1 Proyecto de red.....	33
3.1.1 Levantamiento de información.....	33

3.1.2	Obtención de coordenadas geográficas.....	33
3.1.3	Definición de estaciones repetidoras y nodo – red troncal de transmisión	34
3.1.4	Ancho de banda por cliente	36
3.2	Diseño de la red propuesta.....	37
3.2.1	Software simulador a usar	37
3.2.2	Elaboración de perfiles topográficos Repetidor - Clientes Finales.....	38
3.2.3	Bandas de Frecuencia.....	41
3.2.4	Cálculos de ingeniería	45
3.2.5	Equipos propuestos	51
3.2.6	Antenas	55
3.3	Diseño del sistema de energía y climatización.....	59
3.3.1	Sistema de energía eléctrica	59
3.3.2	Respaldo de energía eléctrica	60
3.3.3	Sistema de climatización	61
3.4	Diseño lógico	64
CAPITULO IV		66
4	ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO ...	66
4.1	Presupuesto de equipamiento	67
4.1.1	Análisis de costos.....	67
4.1.2	Costo de implementación	67
4.1.3	Costo de servicio de Internet	71
4.2	Costo total de propuesta técnica.....	73
4.2.1	Análisis del VAN y el TIR.....	75
CAPÍTULO V		77
5	Conclusiones y recomendaciones	77
5.1	Conclusiones.....	78
5.2	Recomendaciones.....	78
6	Bibliografía.....	80
ANEXO 1: Encuesta		85
ANEXO 2: Torres para enlaces Troncales y de acceso		87
ANEXO 3: Simulaciones de enlaces de radio en Radio Mobile.....		88
ANEXO 4: Características técnicas de los equipos propuestos		98
ANEXO 5: Diagramas de red de telecomunicaciones propuesta		101

ANEXO 6: Cálculos para sistema backup de energia	104
ANEXO 7: Proforma de servicio de Internet de proveedor CNT EP	105
ANEXO 8: Proforma de servicio de Internet de proveedorNETTPLUS	106
ANEXO 9: Proforma de equipos en Tecnosmart.....	108
ANEXO 10: Proforma de infraestructura, Industrial Morales	109
ANEXO 11: Referencia de Tasa de interes nominal – CoopMego, para el cálculo de VAN.....	110

Lista de Tablas:

Tabla 1: Estándares 802.11	25
Tabla 2: Bandas de frecuencias satelitales comerciales	27
Tabla 3: Especificaciones Básicas del Estándar 802.11 n	31
Tabla 4: Coordenadas de Nodo y Repetidores proyectados	34
Tabla 5: Coordenadas geográficas y capacidades AB de clientes	36
Tabla 6: Resultados de Cálculos de enlace Santa Barbará – Chinapintza	49
Tabla 7: Resumen de simulaciones de enlaces de radio	50
Tabla 8: Diferencias de equipamiento de radio frecuencias.	54
Tabla 9: Capacidad de UPS para cada respaldo de energía de equipos	61
Tabla 10: Torres y equipos de telecomunicaciones de propuesta técnica.....	63
Tabla 11: Direccionamiento IP de red propuesta	65
Tabla 12: Costo referenciales para enlaces Troncales y de Acceso	68
Tabla 13: Costo de infraestructura de red	68
Tabla 14: Costo de UPS para respaldo de energía eléctrica.....	69
Tabla 15: Costo de arriendo de Inmuebles	69
Tabla 16: Costo correspondiente a equipamiento en clientes	70
Tabla 17: Costo correspondiente a trabajos de mantenimientos.....	71
Tabla 18: Costo de Internet mensual de proveedor CNT EP y NETTPLUS	72
Tabla 19: Precios de Internet de ISP	72
Tabla 20: Costos totales del presupuesto	74
Tabla 21: Flujo de Ingresos y egresos (VAN).....	75
Tabla 22: Flujo de Ingresos y egresos (TIR)	76

Lista de Figuras:

Figura 1: Radio enlace Nodo Yantzaza – Rep. Santa Bárbara – Rep. Chinapintza.....	35
Figura 2: Mapa mundial creado con Radio Mobile utilizando datos de elevación SRTM.....	38
Figura 3: Red de telecomunicaciones propuesta - Repetidores y Clientes	39
Figura 4: Enlace de radio Rep. Santa Barbará dirección Rep. Chinapintza	40
Figura 5: Mapa de regiones de Frecuencias.....	41

Figura 6: Distribución de frecuencias por antena sectorial.....	43
Figura 7: Cobertura de antenas sectoriales y distribución de canales	44
Figura 8: Cobertura de antenas sectoriales en localidad Chinapintza.....	45
Figura 9: Router Mikotik RB450G	52
Figura 10: RouterBOARD AR7240 750	53
Figura 11: ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax.....	55
Figura 12: RocketDish: 5GHz AirMax	56
Figura 13: Antena Sectorial Ubiquiti AirMAX- AM-5G20-90.....	57
Figura 14: Ubiquiti Nanostation M5	58
Figura 15: Diagrama de equipos propuestos.....	59
Figura 16: Ups.....	60

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se lo realizó en el sector minero Chinapintza, con el objetivo de brindar una solución técnica para la implementación del servicio de Internet a las empresas asentadas en el sector minero, siendo estas mineras y no mineras. Para tal efecto se realiza un análisis de las tecnologías de telecomunicaciones existentes en la actualidad, del cual se obtiene como resultado que la tecnología Wi-Fi es la más indicada para aplicarla en el sector Chinapintza, debido a su facilidad de llegar a puntos rurales con geografía de difícil acceso, bajos costos de implementación, variedad de equipos en el mercado, facilidad para agregar nuevos clientes, entre otros.

En base a la tecnología elegida, se realiza cálculos de ingeniería utilizando el software Radio Mobile, basándose en el modelo de propagación Longley-Rice, el cual hace uso de las características técnicas de los equipos a utilizar en los radioenlaces, con el cual se logra validar la operatividad de los mismos. Posteriormente se realiza un diseño de infraestructura en el cual se ve reflejado el equipamiento a utilizar para cumplir con la solución técnica. De la misma forma se realiza un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto, haciendo uso de la metodología de análisis de inversión del VAN y el TIR.

PALABRAS CLAVE: –Tecnologías de telecomunicaciones, Radioenlaces de telecomunicaciones, cálculos de ingeniería, simulaciones de Radio Mobile, Análisis del VAN y TIR, Ingeniero en informática – Tesis y disertaciones académicas.

ABSTRACT

This work titration was made in the mining sector Chinapintza, with the aim of providing a technical solution for the implementation of Internet service companies based in the mining sector, where these mining and non-mining. For this purpose an analysis of technologies existing telecommunications today, which is obtained as a result that the Wi-Fi technology is best suited for application in the Chinapintza sector due to its ease of reaching rural points is performed geography of difficult access, low implementation costs, variety of equipment on the market, easy to add new customers, among others.

Based on the chosen technology, engineering calculation is done using the Radio Mobile software, based on the propagation model Longley-Rice, which makes use of the technical characteristics of the equipment used in radio links, with which is achieved validates the operation thereof. Subsequently infrastructure design in which the equipment is reflected to be used to meet the technical solution is performed. Likewise an economic analysis is performed to determine the feasibility of the project, using the methodology of investment analysis VAN and TIR.

Keywords: -Technologies Telecommunications Radio links Telecommunications Engineering calculations, simulations Mobile Radio, VAN and TIR analysis, Computer Engineer - Dissertations, Academic.

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Introducción

En la provincia de Zamora Chinchipe, en el Distrito minero Chinapintza se encuentran instaladas empresas nacionales y extranjeras dedicadas a la explotación del oro, plata y cobre, entre las más importantes están la compañía Dynasty Metals y Condormining Corporation S.A., según la entrevista realizada al técnico de ARCOM¹ Ing. Javier Toledo - estas compañías “adquirieron concesiones de empresas temporales en este Distrito Minero Chinapintza” (Ecuador Gold and Copper Corp.: Condor Project, 2011) (Jerusalem, 2016). Empresas nacionales que operan en el sector son pequeños mineros y la empresa pública ENAMI EP, quien opera en la comunidad Congüime. (ENAMI EP, s.f.)

Las empresas asentadas en el sector minero en mención, dedicados a la explotación de materiales metálicos demandan el servicio de Internet en sus campamentos de trabajo, con el ánimo de mejorar el intercambio de información entre sus oficinas centrales, ya que el Internet en la actualidad está catalogada como una herramienta fundamental y de mucha importancia en cualquier ámbito de nuestras vidas. (PELAEZ CID, 2012)

El Distrito Minero Chinapintza – La Herradura, se ubica en la parroquia de Nuevo Quito del Cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe, forma parte del cinturón montañoso de la Cordillera del Cóndor, con elevaciones entre 2500 y 4000 msnm, las cuales hacen que se formen crestas con relieves muy pronunciados, típica de un relieve montañoso rocoso con pendientes (muy fuertes y fuertes), estos suelos no son aptos para la agricultura debido al grado de inclinación existente, haciendo que el acceso a dichos sectores sea muy complicado, por lo que actualmente en el sector existen caminos de tercer orden lastrados y caminos de herradura construidos por pequeños mineros de la Zona. (Paquisha, 2015)

Por el difícil acceso al sector antes descrito, en el presente trabajo de titulación (TT) se presenta una propuestas técnica, con el único fin de satisfacer las necesidades del servicio de Internet de las empresas mineras y demás empresas que soliciten en el sector, ya que es necesario considerar todos los clientes potenciales que se puede atender en el sector y sectores aledaños al Distrito minero Chinapintza.

¹ ARCOM: Agencia de Regulación y Control Minero

Una vez elaborada la propuesta técnica con su respectivo análisis de costos de aplicación, se facilitará la información para que una empresa dedicada a venta de servicio de Internet lleve a cabo la construcción de la red propuesta en el TT y así brinde el servicio de Internet a las empresas mineras.

1.2 Justificación

En la presente época que está viviendo el sector minero Chinapintza, es muy importante plantear una solución integral de telecomunicaciones, ya que en este sector se encuentran asentadas empresas nacionales y extranjeras dedicadas a la explotación de oro, plata y cobre.

Las empresas mineras demandan de servicio de Internet de alta velocidad, ya que actualmente el servicio de Internet es una herramienta para satisfacer la demanda de intercambio de información con niveles de seguridad; es por ello que la UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA (UTPL) desarrolla una propuesta técnica en la cual se refleje la demanda de Internet en esta localidad, con la finalidad de que las empresas dedicadas a brindar servicio de Internet conozcan que si es factible y rentable ingresar al sector e inviertan en esta localidad, de tal forma que brinden el servicio de Internet a las empresas mineras y no mineras.

Es importante mencionar, que en el Distrito minero Chinapintza y en la comunidad Congüime existen dos instituciones educativas (Paquisha, 2015), las cuales también serán beneficiadas con el presente TT, ya que serán tomadas en cuenta al momento de efectuar las factibilidades técnicas de los usuarios potenciales y así aportar con soluciones de Internet a las comunidades que se encuentren aledañas al sector Chinapintza.

1.3 Antecedentes

Durante el siglo XX las personas recibían la mayor parte de la información oralmente o por medio de carta, radiodifusores, televisión o editoriales de periódicos y libros.

En la actualidad la forma de comunicarse ha mejorado, debido a la facilidad de acceder al Internet, el Internet está presente en un tercio de la población mundial; “cuyo crecimiento es el mayor que se registra en la historia de las comunicaciones, no solo por su impacto tecnológico

sino que también por su impacto en la sociedad y su funcionamiento.” (Fernandez, s.f.). Este crecimiento de Internet ha favorecido a los avances de las tecnologías en la actualidad.

Los avances logrados en el área de telecomunicaciones han permitido que el desempeño de las empresas sea más eficiente, con el uso de Internet, para el desarrollo de sus actividades dentro y fuera de la empresa, así como también brindar información de la empresa a sus clientes y a otras empresas. Es por ello que las empresas asentadas en el Distrito minero Chinapintza, perteneciente al cantón Paquisha requieren de manera urgente que sean atendidos con el servicio de Internet en sus campamentos de trabajo.

1.4 Definición del problema

Según el equipo consultor del GAD Paquisha, la parroquia Nuevo Quito, a la que pertenece Chinapintza, el 1% de la población tiene acceso al Internet y del 2% de la población de total del Cantón Paquisha. (Paquisha, 2015) Son porcentajes muy bajos, lo que significa que existe un escaso servicio de Internet en el cantón. Siendo un derecho el acceso al Internet (según la ONU, 2011), este es muy limitado e inexistente en los sectores rurales, debido a varios factores entre los cuales está la ubicación geográfica, la falta de infraestructura, altos costos de alternativas tecnológicas; estos se convierten en un obstáculo para el desarrollo de los pueblos, en el ámbito tecnológico.

En el presente TT se busca dar una propuesta técnica de una red de telecomunicaciones para que se implemente en el sector minero Chinapintza, lugar donde se encuentran ubicadas empresas extranjeras las cuales necesitan comunicarse con sus países de origen, de igual forma se tiene la presencia de empresa nacional minera, e instituciones de salud y de educación. Siendo esta última de gran interés para el gobierno, ya que todo establecimiento educativo tiene que tener el acceso a las TIC (Tecnología de la información y comunicación), según el Proyecto Dotación de Conectividad y Equipamiento (PDCE) impulsado por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (LA CONECTIVIDAD ESCOLAR LLEGA A TODO EL PAÍS, 2013)

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Diseñar una red de telecomunicaciones para brindar el servicio de Internet, a las empresas mineras y no mineras de la localidad de Chinapintza.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar el entorno geográfico de la localidad Chinapintza, determinar los sitios involucrados (repetidores y clientes) para el diseño de la red de telecomunicaciones.
- ✓ Definir un sistema de telecomunicaciones mediante análisis de su viabilidad, funcionalidad, costo-beneficio, ventajas y desventajas en relación a las tecnologías existentes.
- ✓ Determinar el Ancho de Banda (AB) total de Internet, que demanden los clientes.
- ✓ Realizar el diseño de la red de telecomunicaciones con los equipos e infraestructura necesarios para la distribución del servicio de Internet a la localidad Chinapintza.
- ✓ Realizar un análisis económico de la implementación del proyecto, en el cual se vea reflejada si es o no rentable la inversión en la localidad.

1.6 Justificación

El TT se centra en el Art. 88, literal 2 y 3 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, la cual tuvo su última actualización el 18 de febrero del 2015. De manera que exponen promover el acceso universal a los servicios de telecomunicaciones y promover el establecimiento eficiente de infraestructura de telecomunicaciones especialmente en zonas urbano marginal y rural. (ARCOTEL, 2015)

Por otra parte en el CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD) según la sección Cuarta, “emprenderá un proceso de aplicación de la democracia digital, aprovechando de las tecnologías disponibles y propiciando el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para la educación, la cultura,

la salud y las actividades de desarrollo social.” (CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL, 2012)

Basándose en lo antes expuesto, se pretende dar una propuesta técnica para la implantación de una red de telecomunicaciones en la localidad Chinapintza, y brindar un servicio eficiente, seguro y de la misma calidad como la que se tiene en las principales ciudades del Ecuador.

Esta propuesta técnica también favorecerá a los establecimientos educativos de la localidad, siendo el Internet una herramienta que mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje, con lo cual aporta al desarrollo de la educación en el sector de Chinapintza y sectores aledaños.

1.7 Alcance

Este TT se enfoca básicamente en plantear una propuesta técnica de una red de telecomunicaciones, de tal manera que esta permita; satisfacer las necesidades de Internet de las compañías mineras del Distrito minero Chinapintza.

Se realiza el análisis a todas las alternativas existentes a nivel de telecomunicaciones y se determina la más adecuada tomando en cuenta las necesidades de los clientes, ubicación geográfica, servicios que soportara la red, accesibilidad a cada cliente, factores de riesgo, costo y beneficio para la empresa ISP.

Para ello, se presenta fundamentos teóricos y características técnicas de las tecnologías de telecomunicaciones que se pueden desplegar para atender el requerimiento de Internet en la localidad. Las posibles tecnologías que se considera en este trabajo son: Wi-Fi, WiMAX y VSAT, una de estas tecnologías será considerada como solución para la propuesta técnica de una red de telecomunicaciones.

Para el diseño del sistema de la red, se considera tres partes: el nodo principal en el que se centraliza la gestión y control de la transmisión de Internet a la red troncal y mediante está a la red de acceso, de igual forma será el lugar donde se receptara los servicios de Internet que se compra a proveedores nacionales de Internet; la red troncal será la encargada de interconectar los diferentes puntos de repetición para llegar a una estación en la cual se pueda obtener una

cobertura total de los clientes; por último la red de acceso a cada cliente, cumpliendo los parámetros que garantice la comunicación hacia el Internet.

Para finalizar, una vez definida la tecnología a utilizar, se seleccionan los equipos a utilizar mediante una comparación de los equipos existentes en dicha tecnología, se evalúa los elementos que intervienen en el diseño de la propuesta técnica para estimar un presupuesto referencial para la implementación de la red de telecomunicaciones.

CAPÍTULO II

2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

2.1 Selección de tecnología de telecomunicación

En el presente capítulo se realiza una comparación entre las tecnologías de telecomunicaciones que se tiene disponibles en la actualidad para brindar el servicio de Internet a sectores rurales como lo es la localidad de Chinapintza, al decir tecnología de telecomunicaciones se refiere a las comunicaciones a larga distancia, como radio, el teléfono, satélites, microondas, comunicación de datos y redes de cómputo.

2.1.1 Normas para la red de telecomunicaciones

Para definir la tecnología que se implementará en la localidad de Chinapintza, es necesario tener claras las condiciones y especificaciones técnicas que se debe de considerar al momento de analizar las diferentes soluciones tecnológicas de telecomunicaciones que existen en la actualidad en el mercado, para así definir cuál es la que mejor se adapte la localidad Chinapintza. Las condiciones y especificaciones técnicas a considerar son las siguientes:

- El AB
- Los costos de inversión en la tecnología e infraestructura.
- Una población rural.
- Servicio estable y confiable, debido a la falta de personal capacitado para solventar inconvenientes.
- Sistema de comunicación flexible para abarcar más clientes cercanos a los que se pretende atender.
- Sistema de comunicación de bajo costo de implementación en zonas rurales.

La tecnología que cumpla con las condiciones y especificaciones técnicas antes detalladas, también debe de garantizar una disponibilidad del servicio, de manera que es necesario considerar dos proveedores de Internet en el nodo principal, ya que si el proveedor principal llega a tener algún inconveniente, el proveedor secundario supla a este hasta su reparación y así lograr una disponibilidad del servicio de Internet a los clientes.

2.1.2 Tipos de tecnológicas de telecomunicaciones

En este apartado se describe las tecnologías de telecomunicaciones que puedan ser aplicadas en sectores rurales y finalmente tomar la tecnología que más se apegue a las condiciones expuestas anteriormente. Por lo tanto, se comparan dos tipos de tecnologías de comunicaciones, la alámbrica y la inalámbrica.

Las tecnologías alámbricas son aquellas que utilizan cables para la transmisión de datos, proporcionan seguridad y son capaces de transportar grandes capacidades de información, aún más rápidas que las inalámbricas, pero son limitadas en niveles de cobertura y de alto costo su implementación. (Rodríguez Guillen, 2011)

En cambio, las tecnologías inalámbricas utilizan ondas de radiofrecuencia de baja potencia y de bandas libres y específicas, para la transmisión de datos a largas distancias; (Avalos Alvarado, 2013) por lo cual tiene ventajas sobre la tecnología alámbrica ya que puede llegar a lugares donde las redes alámbricas no lo pueden hacer. Sus costos de implementación son relativamente bajos en comparación a la tecnología alámbricas por el medio que usan para la transmisión de datos. Presenta desventajas a nivel de seguridad y capacidad de transmisión con respecto a la tecnología alámbrica (Rodríguez Guillen, 2011)

En consideración las ventajas que tiene la tecnología inalámbrica sobre la alámbrica, en el ámbito de cobertura, su forma de operar a largas distancias y sus costos de implementación, se define como la tecnología adecuada para utilizar en la propuesta técnica del presente TT.

2.2 Tecnología inalámbrica

Las tecnologías inalámbricas se muestran como la solución más apropiada en casos de poblaciones dispersas, cabe indicar que es una solución de bajo costo a diferencia de otras tecnologías cuya implementación presenta gastos exorbitantes e inaccesibles a zonas rurales. Para ofrecer el servicio de telecomunicaciones se expondrá a continuación algunas tecnologías inalámbricas, de las cuales se deberá elegir una para aplicarla en la propuesta técnica. Las tecnologías que podrían aplicarse son:

- Wi-Fi
- VSAT
- WiMAX

Estas tecnologías deberán ser comparadas a nivel de características técnicas y las ventajas que tengan unas sobre otras y así determinar la mejor de las tres tecnologías para ser considerada en la elaboración de la propuesta técnica.

2.2.1 Comparación de tecnologías inalámbricas

2.2.1.1 Wi-Fi

Es un conjunto de estándares para redes de comunicación inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11 (Reigadas, 2007), quien define como se usa la RF (Radio Frecuencia) en las bandas de frecuencia ISM (Industrial, Scientific and Medical).

Wi-Fi funciona como un punto de acceso inalámbrico que recibe y transmite datos mediante ondas de radio, operan con el protocolo CSMA/CA (Acceso Múltiple a la Portadora con Elusión de Colisión) (Morató Osés, s.f.) para minimizar las colisiones causadas por las transmisiones simultáneas de múltiples radios. Se puede establecer enlaces entre dos puntos a grandes distancias con el uso de baja potencia, en las bandas libres de radio. La tecnología opera en los rangos de los 2.4 GHz (2.4 a 2.4835 GHz) con velocidades de hasta 11 Mbps y en la banda de 5 GHz (5.15 a 5.25, 5.25 a 5.35 y 5.725 a 5.825) y cada una de ellas maneja diferentes niveles de potencia de salida. La banda de frecuencia libre de 5 GHz tiene la ventaja de que cuenta con un AB de 300 MHz y la banda de 2.4 GHz un AB de 83.5 MHz, por ello tiene mayor alcance y menor interferencia.

El último record alcanzado en distancia entre dos puntos Wi-Fi, corresponde al investigador Venezolano Ermanno Pietrosemoli, (Kanellos, 2007) quien logró establecer un enlace de 382 kilómetros. Para lograr un enlace entre dos puntos distantes es imprescindible tener línea de vista entre estos dos, en caso de no existir una línea de vista no se podría establecer el enlace entre los dos puntos, pero la tecnología Wi-Fi permite establecer estaciones repetidoras para así poder llegar al punto de interés.

El AB es relativo al estándar que se utilice en los equipos de comunicaciones, aunque se han dado muchos cambios a IEEE 802.11 durante los últimos años, se considera que hay cinco cambios importantes en el estándar como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1: Estándares 802.11

Estándar IEEE	Velocidad de máxima	Frecuencia	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	No
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	No
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mb/s	2,4 GHz o 5 GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1.3 Gb/s (1300Mb/s)	2,4 GHz y 5 GHz	802.11a/n
802.11ad	7 Gb/s (7000 Mb/s)	2,4 GHz y 5 GHz y 60 GHz	802.11a/b/g/n/ac

Elaborado por: Autor, basado en (Acceso a la red. Capa física – Dituyí, 2014)

Desde el 2001, la tecnología IEEE802.11 ha sido tomada en consideración muy seriamente para las comunicaciones de largas distancias; si bien su estándar no fue considerado para redes de largas distancias, su costo, uso de frecuencias libres de licencia y AB, ha sido de gran importancia para que despierte el interés de agentes tecnológicos de países en desarrollo. Debido al gran éxito de la tecnología Wi-Fi ha dado lugar a una gran cantidad y variedad de productos en el mercado, casi todos de bajo consumo, a precios bajos y flexibilidad de uso. Con el uso de las frecuencias ISM² 2.4 GHz y 5 GHz, permite realizar en zonas rurales enlace punto a punto (PTP) y punto multipunto (PTMP) a largas distancias. (Córdova & Rey, 2011)

Las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de esta tecnología se indican a continuación:

Ventajas:

- Uso de frecuencias sin licencia de las bandas ISM 2.4 / 5.8 GHz con ciertas limitaciones de potencia.

² ISM: (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia

- Velocidades desde 1 hasta 300 Mbps, siempre teniendo en cuenta que el throughput³ neto obtenido está alrededor de un 50-70% de esos valores.
- Tecnología con estándar ampliamente conocido y fácil de configurar, lo que favorece los bajos costes de los equipos.
- Bajo consumo de potencia, menor a 10 W por enrutador.
- Flexibilidad: un nodo puede adherirse a la red si puede ver a uno de los nodos vecinos (las zonas rurales aisladas normalmente no siguen una distribución geométrica ordenada alrededor de un punto central).
- Hardware fácilmente integrable en un sistema impermeable que soporte condiciones meteorológicas adversas.

Inconvenientes:

- Requiere línea de vista directa (esto podría elevar, en algunos casos, el número de repetidores necesarios aumentando demasiado el costo).
- Al ser una tecnología creada para redes de corto alcance, hay que solventar ciertos problemas relacionados con su utilización para distancias de decenas de Km.

2.2.1.2 VSAT

Se ha considerado como segunda opción la tecnología VSAT (Terminal de Apertura Muy Pequeña), son terminales satelitales de uso normalmente fijo, bidireccional y con reflectores de menos de 3m de diámetro, en comunicación con satélites geoestacionarios; su característica principal es de alcanzar los lugares más remotos del mundo donde la existencia de infraestructura terrestre de comunicaciones es nula, esta tecnología abre una ventana al mundo del Internet gracias a un sistema satelital que incluye un amplio espectro de frecuencias satelitales, que permiten comunicaciones altamente seguras entre las estaciones maestras y nodos dispersos geográficamente. (Revista RED, 2002)

Un sistema satelital está conformado por transponders⁴ y estaciones terrenas. El transponder es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión, las señales recibidas son

³ Throughput : se llama throughput a la tasa promedio de éxito en la entrega de un mensaje sobre un canal de comunicación

amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Las estaciones terrenas controlan la recepción desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia (Sistemas satelitales, 2016)

En nuestro país, actualmente existen empresas que se dedican la venta de Internet mediante la tecnología VSAT, los cuales tiene su propio HUB en el país, entre las empresas que podemos nombrar son CNT EP y Punto Net (Servicio Satelital - CNT, 2016) (Plataforma Tecnológica, 2016)

Esta tecnología se la puede implementar en cualquier lugar de nuestro país, por tanto es aceptable para la propuesta técnica en desarrollo ya que se atendería con una estación VSAT en cada punto de los clientes que solicitan Internet.

Los satélites comerciales operan en bandas de frecuencias, Ku, Ka y C, en la tabla 2 se muestran el rango de frecuencias que usan y el diámetro de las antenas.

Tabla 2: Bandas de frecuencias satelitales comerciales

Banda	Rango de frecuencia (GHz)	Diámetro de Antena (m)	Problemas
Ku	12 a 18	0,8 a 1,2	Lluvia
Ka	18 a 40	0,8 a 1,2	Lluvia
C	4 a 6	2 a 3,5	Interferencia Terrestre

Elaborado por: Autor, basado en (Internet por satélite, 2010)

Las ventajas e inconvenientes de la tecnología VSAT se presentan a continuación (Córdova & Rey, 2011):

Ventajas:

- Gestión centralizada de la red, lo cual simplifica los terminales de usuario.
- Servicio independiente de la distancia.
- Cobertura global e inmediata.

⁴ Transponder (forma corta para transmisor-respondedor y a veces abreviado como XPDR, XPNDR, TPDR, o TP) es un dispositivo electrónico que produce una respuesta cuando se recibe una llamada de radio-frecuencia

- Fácil y rápida implementación en lugares de difícil acceso.
- Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red. El uso de un satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena.
- Estabilidad de los costos de operación de la red durante un largo periodo de tiempo. Una organización puede ser propietaria de prácticamente todos los segmentos de la red. Esto hace que el presupuesto dedicado a comunicaciones se pueda establecer con gran exactitud. El único segmento del que la organización no puede ser propietario es el segmento espacial, pero sus precios son muy estables.
- Evita las restricciones que impone una red pública en cuanto a costos y puntos de acceso.

Inconvenientes:

- Las inversiones iniciales son elevadas y en algunos países no son claramente competitivas frente a redes basadas en recursos terrestres. Este problema puede ser atenuado recurriendo al alquiler del Hub. Esto sólo es viable para muchos usuarios, prácticamente de cobertura nacional, por lo que sólo puede ser asumido por una organización con gran capacidad económica.
- El punto más crítico de la red está en el satélite. Toda la red depende de la disponibilidad del transpondedor. Si éste pierde la conexión, toda la red pierde la conexión con él. Aun así, el problema no es muy grave si la empresa proveedora del servicio dispone de más de uno (cambio de frecuencia de uso de los terminales). En caso de perder la conexión total con un satélite bastaría con reorientar las antenas a otro satélite.
- Como todo sistema basado en satélites, es sensible a interferencias provenientes tanto de la Tierra como del espacio.

2.2.1.3 WiMAX

La tercera opción es la tecnología WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), el cual es un estándar inalámbrico creado por las empresas Intel y Alvarion en año 2002, WiMAX

es el nombre que se le da a los dispositivos que cumplen con el estándar IEEE 802.16, para así garantizar un alto nivel de interoperabilidad entre estos dispositivos. (WiMAX, 2016)

Esta tecnología inalámbrica de altas prestaciones para áreas metropolitanas sin línea de vista, permite la conectividad por medios inalámbricos a kilómetros de distancia en zonas semiurbanas, rurales y soportar calidad de servicio (QoS).

El estándar 802.16d plantea dos rangos de frecuencia en el que operen los equipos, por un lado la banda de frecuencia licenciada de 10 a 66 GHz, debida a su reducida longitud de onda, es necesario disponer de una línea de vista entre transmisor y receptor. Por otro lado está la banda de frecuencia de los 11 GHz, en este no es imprescindible tener línea de vista. Por lo tanto la tecnología es flexible para escenarios con o sin línea de vista en dicha frecuencia, por lo tanto puede operar en entornos metropolitanos así como en enlaces de larga distancia. Con este estándar se puede ofrecer acceso de banda ancha a redes IP con capacidades de 120Mbps de bajada y de 60Mbps de subida simultáneamente junto a una menor latencia. (Villacís, 2012)

Todas las comunicaciones deben de pasar por una estación base, lo que hace posible la comunicación entre dos equipos terminales que usen WiMAX, ya que la tecnología es orientada a conexión, debido a que los equipos terminales conectados a la estación base deben solicitar servicio a la misma. A continuación se indican las ventajas e inconvenientes que presenta el uso de WiMAX (Córdova & Rey, 2011):

Ventajas:

- Fue creado y diseñado como estándar para redes metropolitanas exteriores desde su concepción.
- Su rango normal de operación se encuentra entre los 7 y los 10 Km, pero puede llegar hasta 50Km sin modificaciones.
- No sufre el problema del nodo oculto, ni aumentan las colisiones con el número de usuarios, ya que la estación base va asignando ranuras a cada estación, evitando así las colisiones que conllevan una importante pérdida de paquetes.
- No necesita línea de vista para realizar un enlace.
- Utiliza antenas inteligentes las cuales optimizan su patrón de radiación automáticamente en función de la demanda.

- Tiene la posibilidad de asignar diferente AB a cada canal de radio, desde 1.5 MHz a 20 MHz. Esto permite la posibilidad de reutilizar frecuencias y de una mejor planificación de la celdas y hace que el número de canales no interferentes entre sí dependa únicamente del AB disponible.
- En una red WiMAX se puede proporcionar QoS, esta es importante para algunas aplicaciones y para la gestión de las redes en general.

Inconvenientes:

- Los costes de las instalaciones están fuera del alcance de muchos entornos rurales (entre los 10000 y los 30000 USD por estación base), sin contar las antenas, las torres, etc.
- Necesitan un gran subsistema eléctrico para funcionar, muy costoso en zonas donde apenas hay energía eléctrica del orden de 1500 W en cada estación base.

2.3 Selección de tecnología inalámbrica

Una vez analizadas las tres tecnologías inalámbricas, es necesario elegir la que mejor se adapte al sector. Es necesario tener en consideración el AB, confiabilidad del servicio, cobertura, costos de inversión, mantenimiento de la red, tiempos de respuesta en solucionar daños, y sobre todo considerar el funcionamiento de la tecnología en zonas rurales.

La tecnología considerada como una solución para la interconexión de la red de telecomunicaciones para Internet, es la tecnología inalámbrica Wi-Fi, debido a que cuenta con la facilidad de llegar a puntos rurales con geografías de difícil acceso, bajos costo de implementación, facilidad para la implementación, gran variedad de equipos en el mercado, cumple con los requisitos de AB, facilidad para agregar nuevos clientes, uso de bandas libres, enlaces PTP y PTMP para lograr enlaces de largas distancias, entre otras. El factor más importante que exige esta tecnología, es una línea de vista entre los dos puntos que se requiera enlazar. Como se había mencionado en el análisis de la tecnología Wi-Fi, el AB es relativo al estándar que utilicen los equipos para operar, por lo cual se analiza los estándares antes detallados en la tabla 1, con la finalidad de profundizar la características del estándar 802.11.

2.3.1 Estándar IEEE 802.11

Las principales funciones de este tipo de red es proporcionar conectividad y acceso a las redes tradicionales, es decir las redes cableadas (Ethernet, Token Ring), pero con la flexibilidad y movilidad que ofrecen las comunicaciones inalámbricas (Ortiz, 2002). El momento decisivo para la consolidación de estos sistemas fue la conclusión del estándar IEEE 802.11, el cual ha sufrido 18 extensiones, para obtener modificaciones y mejoras. De las cuales revisaremos las que están enfocadas en enlaces de largo alcance, las mismas que se detallan a continuación:

- 802.11a: Opera en la banda de 5GHz, soporta hasta 54Mbps.
- 802.11b: Opera en la banda de 2.4Ghz (DSS), soporta hasta 11Mbps
- 802.11g: Opera en la banda de 2.4Ghz (OFDM), soporta hasta 54Mbps
- 802.11n: Opera en la banda de 2.4 GHz y 5.8 GHz , Mejora el rendimiento y la velocidad respecto a 802.11a/b/g. (>500Mbps) mediante la modulación MIMO - OFDM

De los cuatro estándares que se menciona el 802.11n, es quien se comporta de mejor manera, debido a sus evidentes mejoras en confiabilidad, rendimiento, velocidad, cobertura y calidad de conexión. (WNI MÉXICO S.A., 2016). Para lograr las mejoras antes mencionadas el estándar 802.11n utiliza las tecnologías OFDM y MIMO, con las cuales puede llegar a alcanzar picos hasta de 600 Mbps de velocidad de transmisión, en la tabla 3 se observan las características que sobresalen en el estándar en mención.

Tabla 3: Especificaciones Básicas del Estándar 802.11 n

IEEE 802.11n Características sobresalientes	
Parámetros	IEEE 802.11n Estándar
Máxima velocidad (Mbps)	600
Banda de RF (GHz)	2.4 o 5
Modulación	CCK, DSSS, o OFDM
Número de secuencias espaciales	1, 2, 3, o 4
Ancho del canal (MHz)	20, o 40

Fuente: Obtenida de (Gardini, 2013)

CAPITULO III

3 INGENIERIA DE RADIO ENLACES

3.1 Proyecto de red

3.1.1 Levantamiento de información

Para poder elaborar un diseño de red de telecomunicaciones, es necesario conocer los diferentes puntos que intervienen en el diagrama de red, en este caso sería los repetidores y los clientes, de los cuales se debería realizar un levantamiento de coordenadas geográficas de cada sitio, y así poder determinar la ubicación de cada cliente y proyectar un repetidor el cual abarque todos los clientes de la zona; es decir que exista línea de vista desde un punto proyectado para todos los clientes de la localidad Chinapintza y considerarlo como estación repetidor.

Se considera que en la ciudad de Yantzaza, se instale el nodo de telecomunicaciones del cual se tendrá la gestión de los servicios de Internet y la red como tal, de igual forma es el lugar físico donde se recepta el servicio de Internet que se adquiere de los ISP de la localidad y posteriormente proveer a localidad Chinapintza con este servicio. Posteriormente, se debe de proyectar el o los repetidores necesarios para poder llegar a la localidad Chinapintza.

De igual forma se debe de dimensionar el AB requerido por cliente, con la finalidad de obtener un consumo total y proyectar un crecimiento a futuro; para ello se realiza un levantamiento de información mediante encuestas, donde se vea reflejada las necesidades de Internet que tienen los clientes. El modelo de encuesta aplicada a los clientes, se ilustra en el ANEXO 1.

3.1.2 Obtención de coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas fueron facilitadas por las empresas mineras, para la validación de las mismas se realiza una visita a los campamentos y se verifica la información mediante un GPS⁵. Adicional a la visita a los campamentos se realiza un levantamiento de información geográfica de unidades educativas del sector, así como también de un puesto de salud Chinapintza, con la finalidad de ser considerados al momento de diseñar la red de telecomunicaciones.

⁵ GPS. Sistema global de posicionamiento

Las coordenadas geográficas se usan, al momento de realizar las simulaciones mediante software de enlaces de radio PTP para validar la existencia de línea de vista, como se había explicado anteriormente es una de las desventajas de la tecnología Wi-Fi y por lo cual se la debe de superar para poder aplicar la tecnología. Posteriormente en el subtítulo 3.2.4, se realiza los cálculos de ingeniería de cada enlace.

3.1.3 Definición de estaciones repetidoras y nodo – red troncal de transmisión

Las estaciones repetidoras seran los puntos primordiales los cuales recibirán y trasmitirán simultaneamente la señal emitida desde el Nodo Yantzaza, hata llegar al punto Chinapintza.

Las estaciones repetidoras, o simplemente llamados repetidores son las que estan ubicados en sitios estrategicos, donde estos deben tener una linea de vista al receptor, los clientes finales o a otro repetidor. En este caso los sitios usados como repetidores que se proyecta para la red de telecomunicaciones, son utilizados por empresas que brindan servicio de telecomunicaciones, uno de ellos es Radio la Voz de Zamora, quienes tienen actualmente un transmisor y un receptor en el repetidor Santa Bárbara, informacion obtenida de la pagina web de la radio. (Radio la Voz de Zamora, 2016)

De la misma forma es necesario definir un nodo en la ciudad de Yantzaza ya que en esta localidad se obtendra los dos servicios de Internet de los proveedores, uno principal y uno de backup. En la tabla 4, se detalla las coordenadas geograficas de los repetidores que se utilizarán en el enlace principal para llegar al punto Chinapintza.

Tabla 4: Coordenadas de Nodo y Repetidores proyectados

Nombre de repetidor	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
Nodo Yantzaza	3°49'56.40"S	78°45'51.10"O
Rep. Santa Bárbara	3°53'02.50"S	78°43'38.70"O
Rep. Chinapintza - Cerro Monte Negro	4°02'52.49"S	78°35'35.08"O

Elaborado por: Autor

Como se observa en la tabla 4, se propone un repetidor en el sector Santa Bárbara, perteneciente al cantón Centinela del Cóndor, este permitirá las comunicaciones entre el nodo Yantzaza y la localidad Chinapintza, en el cual de igual forma se propone un repetidor. En el nodo Yantzaza se propone la instalación de una torre tipo monopolo y en los repetidores Santa Bárbara y Chinapintza, la instalación de torres ventadas, en el Anexo 2 se ilustra el modelo de esta torre.

Es importante manifestar que para la instalación de los equipos e infraestructura en el nodo y en cada uno de los repetidores, es necesario realizar un contrato de arriendo por el tiempo que se determine del funcionamiento de la red en la propuesta técnica, este costo se detallará más adelante en el Capítulo 4 de presupuestos. En lo que compete a los repetidores, se necesita arrendar un espacio físico para la implementación de la infraestructura de telecomunicaciones. Y en lo que compete al nodo de Yantzaza, se debe de arrendar un cuarto de 4 m² aproximadamente, el cual será destinado para la ubicación de equipos de comunicaciones, para la distribución del servicio de Internet a la red Troncal y posteriormente a la red de accesos; adicional al cuarto de equipos se necesita la adquisición de un espacio en la terraza del cuarto de equipos a arrendar para la implementación de la torre tipo monopolo, el cual se utiliza para la instalación del enlace de radio con dirección al repetidor Santa Bárbara.

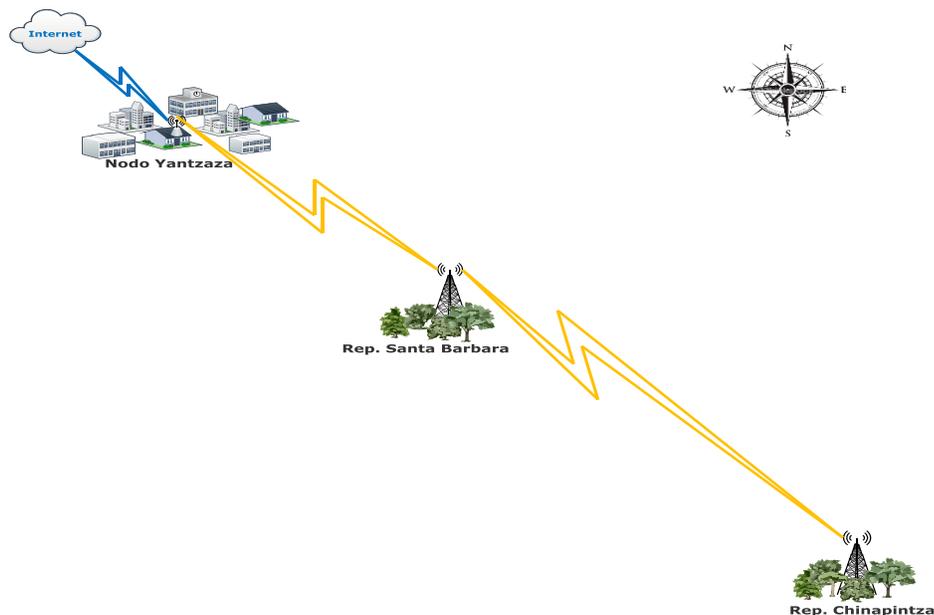


Figura 1: Radio enlace Nodo Yantzaza – Rep. Santa Bárbara – Rep. Chinapintza

Elaborado por: Autor, basado en SmarthDraw

En la figura 1, se puede observar los dos repetidores Santa Bárbara y Chinapintza, así como punto de partida de la red, que esta en la ciudad de Yantzaza, lugar en donde se debe adquirir Internet a empresas proveedoras de servicio de Internet. El servicio de Internet se debe de solicitar que la ultima milla sea de fibra optica desde el nodo del proveedor hasta el nodo proyectado y tener un medio de comunicación fiable y asi garantizar el servicio a los clientes de la localidad Chinapintza. De la misma forma que se necesita tener un backup del servicio de Internet en el nodo Yantzaza, de igual forma se debe de garantizar la operatividad de los equipos de comunicaciones, por lo tanto se debe instalar un respaldo de energía en los tres sitios que conforman la red troncal.

3.1.4 Ancho de banda por cliente

Para determinar el AB total requerido, se aplica la encuesta en el cual se consulta el AB que necesita en cada una de las empresas, así como también la ampliación del mismo por año. Esto se realiza con el objetivo de obtener cifras reales del AB por cliente en la actualidad y a futuro, información que ayuda a elegir los equipos de comunicaciones a implementarse, tanto como para los repetidores, como para los clientes finales. En la tabla 5, se detalla las coordenadas geográficas de los clientes, el AB solicitado y en algunos casos la tecnología que tienen actualmente para obtener el Internet.

Tabla 5: Coordenadas geográficas y capacidades AB de clientes

NOMBRE O RAZON SOCIAL	Tipo de entidad	Tiene Internet	Medio de Transmisión actual	A. B. actual (Kbps)	Coordenadas geográficas		A. B. Solicitado
Esc. Joaquín Gallegos Lara	Unidad Educativa	No	-	-	4° 2'28.58"S	78°35'49.19"O	2 Mbps
Unidad Educativa Eduardo Juank Milk	Unidad Educativa	Si	VSAT	512	4° 2'20.16"S	78°38'17.66"O	2 Mbps
Puesto de Salud "Chinapintza"	Centro se Salud	No	-	-	4° 2'28.92"S	78°35'46.96"O	2 Mbps
ENAMI EP	Empresa Publica	No	-	-	4° 2'16.06"S	78°38'18.11"O	3 Mbps
CONDORMINING - Campamento Cóndor	Empresa Privada	Si	VSAT	1024	4°02'55.21"S	78°34'58.34"O	20 Mbps
CONDORMINING - Campamento Prometedor	Empresa Privada	No	-	-	4°04'52.99"S	78°33'39.83"O	5 Mbps
CONDORMINING - Campamento Wawintza	Empresa Privada	No	-	-	4°05'39.55"S	78°34'43.13"O	5 Mbps
AB TOTAL:							39 Mbps

Elaborado por: Autor, basado en encuestas realizadas al sector Chinapintza

En la tabla 5, se muestra el total del AB que solicitan los clientes desde un principio, según la información obtenida de las encuestas aplicadas al sector. Adicional a este valor obtenido, es necesario considerar un crecimiento de consumo de AB a futuro, ya que es importante tener presente esta cifra al momento de elegir los equipos de transmisión entre los repetidores, por lo que serán la columna vertebral del enlace hasta el sector Chinapintza.

3.2 Diseño de la red propuesta

3.2.1 Software simulador a usar

Para el desarrollo de la red troncal y de acceso, es necesario realizar cálculos de radioenlace de cada uno de los que integran la red a proyectar, con la finalidad de validar la viabilidad de la instalación de los enlaces tanto en los repetidores, así como también para cada uno de los clientes mencionados en la tabla 5, para ello se utiliza herramientas de simulación y despliegue de enlaces PTP, así como también PTMP.

El TT se centra en uso de herramientas gratuitas (software libre), por lo cual se utiliza el software Radio Mobile⁶ 11.5.9 (Coudé , 1997) con el cual se predice el comportamiento de sistemas de radio, simular radio enlaces y presentar el área de cobertura de una red, entre otras. El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y se basa en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice, es un modelo de propósito general basado en la teoría electromagnética y el análisis estadístico de las características del terreno. (ETSIT- UPM, 2007)

Radio Mobile realiza sus operaciones basándose en dos datos de entrada, los datos de las elevaciones del terreno y los datos de la configuración de la red. Radio Mobile soporta varios formatos de mapas: SRTM 1 y 3 (Shuttle Radar Topography Mission); DTED 0, 1 y 2 (Digital Terrain Elevation Data); GTOPO30; GLOBE y BIL, los cuales proveen datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m), observar figura 2.

⁶ Radio Mobile sitio oficial <http://www.cplus.org/>

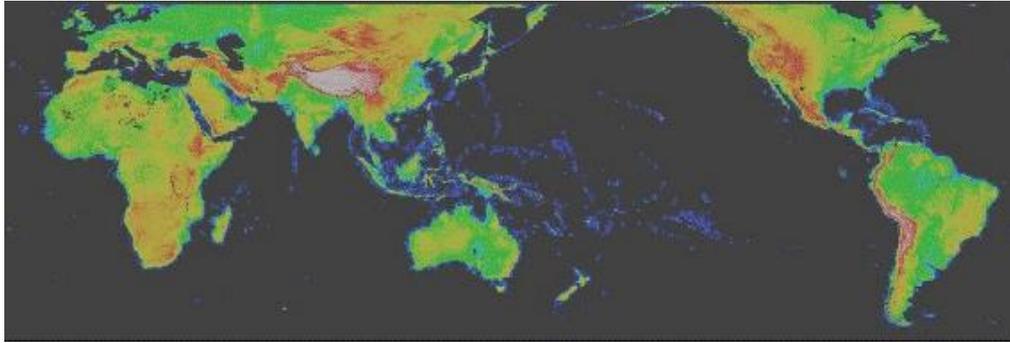


Figura 2: Mapa mundial creado con Radio Mobile utilizando datos de elevación SRTM

Fuente: Obtenido de (Escuela Politecnica Superior de Gandía , 2010)

Los datos de la configuración de la red, son ingresados mediante una interfaz gráfica, en el cual se incluyen los sitios de cada estación, las características de la red y los sistemas que se instalan en dicha estación.

Los principales datos que nos proporciona el software son, la pérdida en el enlace, potencia de operación, la altura a la que se encuentra las antenas, azimut verdadero y ángulo de elevación, frecuencias de transmisión, longitud de la línea de Tx, longitud de la trayectoria, nivel de umbral, etc. Para obtener una apreciación más fina y limpia del enlace, se puede exportar los datos obtenidos de Radio Mobile al software Google Earth y observar las simulaciones del enlace en tres dimensiones y validar la línea de vista entre los puntos ingresados.

3.2.2 Elaboración de perfiles topográficos Repetidor - Clientes Finales

Para la elaboración de los perfiles topográficos de cada enlace, se necesita de las coordenadas geográficas de cada sitio, información que se expuso en las tablas 4 y 5; así como también datos técnicos sobre el terreno, las coordenadas geográficas, elevación, altura, etc... En principio se elaborará un diagrama general con todos los puntos de interés que se tiene en el presente proyecto, con la finalidad de observar la ubicación de cada cliente, para posteriormente exponer el perfil topográfico de cada enlace.

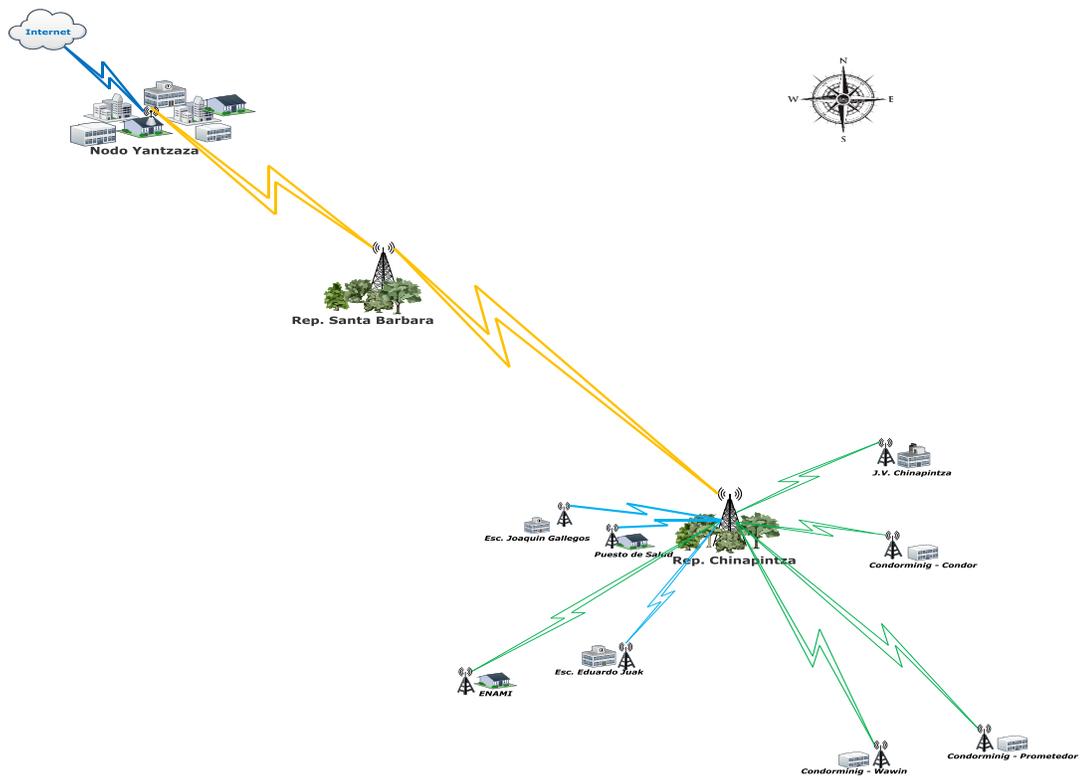


Figura 3: Red de telecomunicaciones propuesta - Repetidores y Clientes

Elaborado por: Autor, basado en SmarthDraw

En la figura 3, se muestra el enlace entre los repetidores Santa Bárbara y Chinapintza, mediante este enlace se podrá llegar hasta Yantzaza, donde los proveedores de Internet brindarán el servicio. De la misma forma se muestran los enlaces desde el repetidor Chinapintza hasta los clientes finales, entre los cuales están empresas mineras y no mineras.

En la figura 4, se puede apreciar el perfil topográfico obtenido del software Radio Mobile del radioenlace entre los repetidores Santa Bárbara – Chinapintza, donde se muestra información fundamental, tal como el Azimut, ángulo de elevación, nivel de obstrucción, perdidas en espacio libre, nivel de Rx, longitud entre los dos sitios, la cual es importante al momento de realizar la instalación de los equipos de radio.

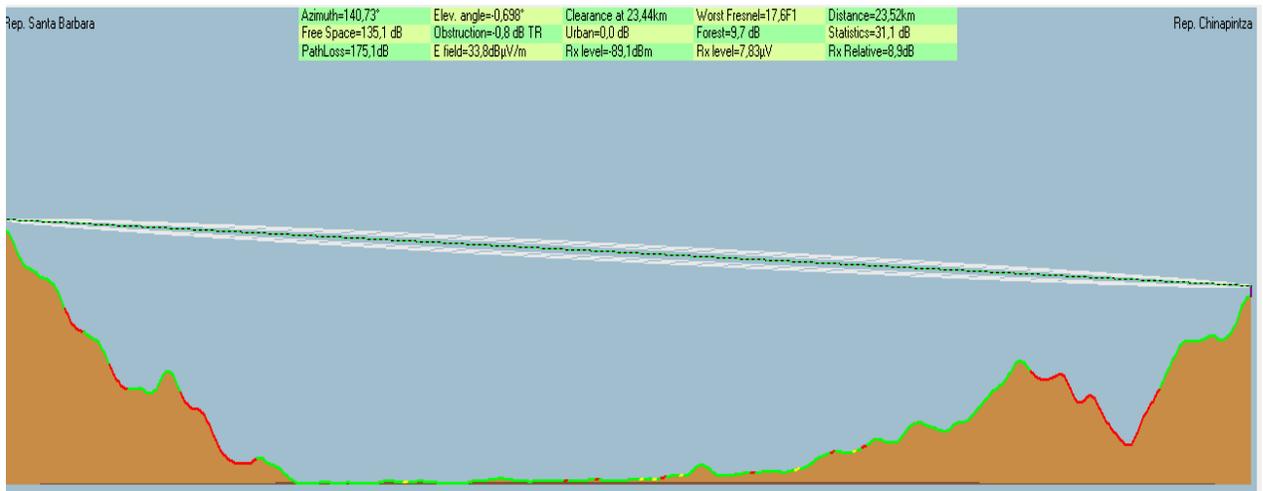


Figura 4: Enlace de radio Rep. Santa Barbará dirección Rep. Chinapintza

Elaborado por: Autor, basado en Radio Mobile

Para poder elaborar el perfil topográfico del enlace de radio antes expuesto, se ingresó los datos de la configuración de la red, tales como:

	<i>Santa Barbará (Tx)</i>	<i>Chinapintza (Rx)</i>
Frecuencia de operación	5745 MHz	5745 MHz
Potencia de Tx	27 dBm	27 dBm
Sensibilidad del receptor		18.55 dB
Ganancia de antena	30 dBi	30 dBi
Altura de antena	31 m	30 m
Polarización	vertical	vertical
Tipo de clima	Continental sub-tropical	Continental sub-tropical

Para este enlace se consideró el equipo de radio de marca Ubiquiti, modelo Rocket M5 con una potencia de transmisión de 27 dBm, con una antena de la misma marca, modelo RocketDisth de ganancia de 30 dBi. Más adelante se detallará por qué se utiliza el equipo antes mencionado. En el Anexo 3 se exponen los perfiles topográficos de todos los enlaces de radio de la red propuesta.

3.2.3 Bandas de Frecuencia

Para la atribución mundial de bandas de frecuencias contenida en el Reglamento de Radiocomunicaciones (Edición 2000) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, se ha dividido en tres regiones, las cuales están representadas en el mapa que se observa en la figura 5, en el cual se puede observar que Ecuador pertenece a la Región 2. (CONATEL, 2012)

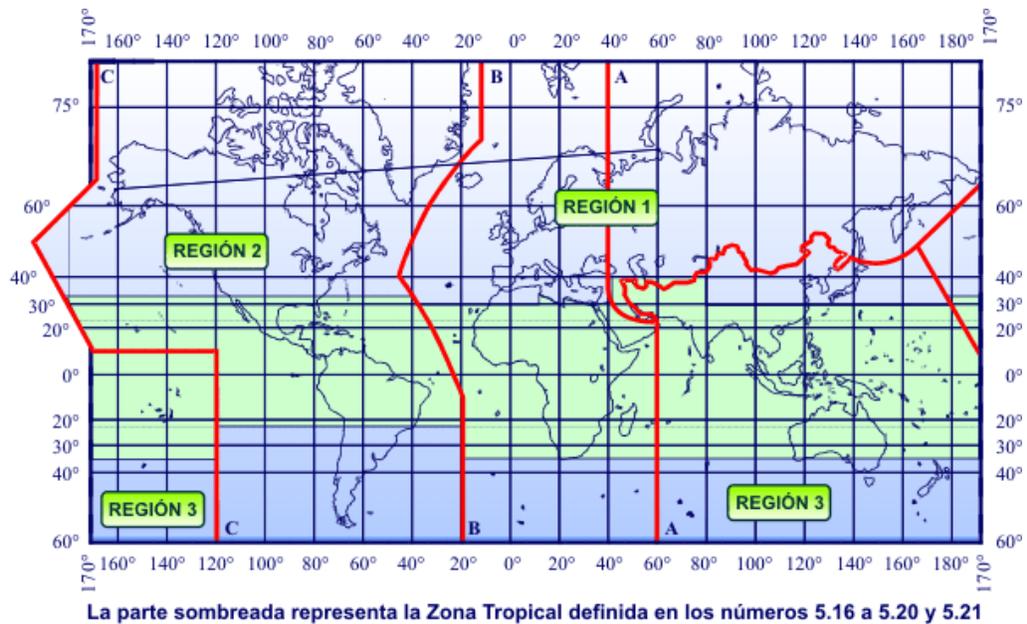


Figura 5: Mapa de regiones de Frecuencias

Fuente: Obtenido de (Telcor, 2006)

Para los sistemas de modulación digital de banda ancha existen dos tipos de bandas de frecuencias, las licenciadas y no licenciadas. Para la propuesta técnica que se propone se utilizar bandas no licenciadas, debido que el uso de las mismas no genera gastos por estar exentas del permiso de instalación, operación y asignaciones de espectro radioeléctrico. Las bandas no licenciadas según la ARCOTEL son las siguientes: (CONATEL, 2010)

- 902 – 928 MHz
- 2400 – 2483 MHz
- 5150 – 5250 MHz
- 5250 – 5350 MHz

- 5470 – 5725 MHz
- 5725 – 5850 MHz

De las bandas de frecuencia antes detalladas se utilizarán la banda de frecuencia de 5745 MHz para los enlaces de la red troncal, es decir los enlaces Yantzaza – Santa Bárbara y Santa Bárbara – Chinapintza.

Para el sector Chinapintza, lugar donde están ubicados los clientes finales, se propone la instalación de una red PTMP mediante antenas sectoriales que operen en la banda de los 5GHz, logrando cubrir todo el sector donde se encuentran dispersos los clientes. Aplicando un enlace PTMP se tendrá menos gastos que al aplicar un enlace PTP independiente para cada uno de los clientes.

Según la ubicación de los clientes finales, es recomendable la instalación de tres antenas sectoriales de 90°, ya que sería suficiente para cubrir los clientes potenciales y a la vez cubrir sectores aledaños en los cuales se pueda captar nuevos clientes a futuro y poderles brindar el servicio de Internet sin integrar más equipamiento en el repetidor Chinapintza.

A nivel de asignación de frecuencias para las antenas sectoriales se recomienda, que se asigne un canal diferente para cada antena sectorial de tal forma que se evite interferencias entre ellas. Con lo cual se da cumplimiento a las norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha Art. 5 del capítulo II de la RESOLUCION-TEL-560-18-CONATEL-2010 (CONATEL, 2010)

En la figura 6, se observa los canales asignados por antena sectorial, en la cual se observa la distribución de los diferentes canales por antena y así evitar la interferencia co-canal, que ocurre cuando los puntos de acceso están dentro del alcance del otro o en los mismos canales.

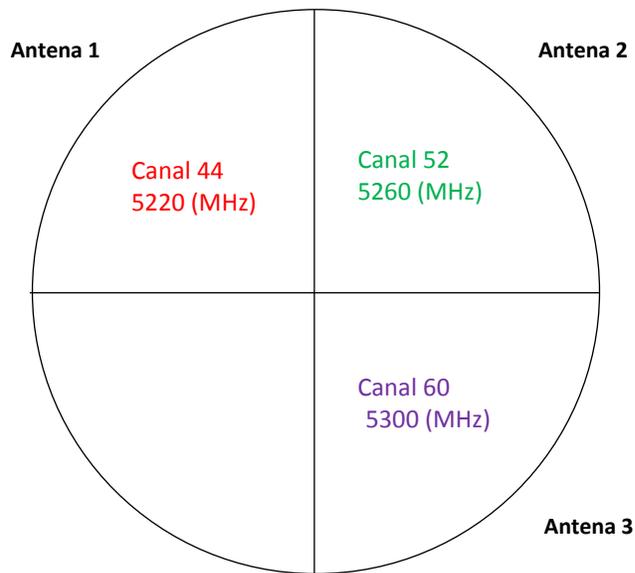


Figura 6: Distribución de frecuencias por antena sectorial

Elaborado por: Autor

De la misma forma se observa que se asigna frecuencias de la banda de 5GHz, esto se hace con el fin de que los futuros proveedores que ingresen a la localidad Chinapintza no afecten a la red propuesta, ya que por lo general los WISP⁷ operan en la banda de 2.4 GHz, así como también equipos móviles, portátiles, equipos Wi-Fi domésticos, entre otros.

En la figura 7, se muestra la cobertura que tendrá cada antena sectorial de 90° sobre los clientes.

⁷ WISP: Wireless Internet Service Provider o Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico



Figura 7: Cobertura de antenas sectoriales y distribución de canales

Elaborado por: Autor, basando en Google Earth

Para la implementación de la red PTMP en el Rep. Chinapintza, se propone la instalación de antenas sectoriales de la marca Ubiquiti, modelo AirMax de 90°, con ganancia de 20 dBi y en los clientes antenas sectoriales se propone utilizar equipos de la misma marca, el access point Nanostation M5, los dos equipos mencionados trabajan en los 5 GHz. De la misma forma como se habían mencionado los equipos para la red troncal anteriormente, estos equipos serán justificados más adelante.

En la figura 8, se observa la simulación de la cobertura que tiene la red propuesta, sobre el sector Chinapintza, haciendo el uso de antenas sectoriales más equipos Rocket M5. La simulación se basa en el software Radio Mobile y Google Earth.



Figura 8: Cobertura de antenas sectoriales en localidad Chinapintza

Elaborado por: Autor, basando en Radio Mobile y Google Earth

Para poder obtener la cobertura de la red PTMP, se importa la información obtenida de la simulación de la cobertura que tiene las antenas sectoriales sobre la localidad Chinapintza, mediante el uso de Radio Mobile y posteriormente pasarlo a Google Earth. Mediante el mapa expuesto en la figura 8 se observa que la red propuesta cubre los sitios donde se encuentran ubicados los clientes, de la misma forma se puede observar que existe una gran parte del terreno que no es cubierto por la red propuesta, y esto a futuro afectaría al momento de captar nuevos clientes y que se encuentren ubicados en los sitios en los que no llegue la cobertura de la red, de darse el caso se propone la instalación enlaces PTP con antenas de mayor ganancia y así poder llegar a los sitios donde las antenas sectoriales propuestas no puedan llegar.

3.2.4 Cálculos de ingeniería

Una vez obtenidos los perfiles de los enlaces de los clientes con el repetidor Chinapintza, se verifica que existe línea de vista entre todos los enlaces. Se realiza los cálculos de ingeniería de los enlaces de radio de los repetidores y clientes, utilizando el software Radio Mobile, así como también se realiza un cálculo de ingeniería sin software, el mismo que se exponen a continuación, para lo cual se ingresa información de los equipos a utilizar, información como:

antenas, radios (IDU y ODU), el canal de Tx, línea de Tx (fider), polarización de antenas, clima de la zona en la que operar los enlaces.

Cálculo de enlace Santa Barbará – Chinapintza (Viviana & Gabriela, 2011)

Datos:

- *Distancia:* $d = 23,52$ Km
- *Frecuencia:* $f = 5.8$ GHz
- Longitud de cable de Tx: $long_{tx} = 0.55$ m
- Longitud de cable de Rx: $long_{rx} = 0.55$ m
- Perdida de cable: $L_{cable} = 33.5$ dB
- Temperatura: $t = 23$ °
- *Perdida de conector* $L_c = 1.2$ dB
- *Potencia de Tx* $P_{tx} = 27$ dB
- *Umbral de Rx:* $U_{rx} = -98$ dBm
- *Ganancia de Tx* $G_{tx} = 30$ dB
- *Ganancia de Rx* $G_{rx} = 30$ dB

Primera Zona de Fresnel 60%:

$$r = 17,32 \sqrt{\frac{d}{4f}} \quad [\text{m}]$$

$$r = 17,32 \sqrt{\frac{23.52}{4*5.8}}$$

$$r = 17,32 \sqrt{\frac{23.52}{23.2}}$$

$$r = 17,32 * 1.01$$

$$r = 17.49 \text{ m}$$

$$60\% r = 10.50 \text{ m}$$

Perdidas por alimentadores (LMR 400):

$$La = \frac{L_{cable} * (long_{tx} + long_{rx})}{100} \quad [\text{dB}]$$

$$La = \frac{33.5 (0.55+0.55)}{100}$$

$$La = 0.368 \text{ dB}$$

Perdidas en el espacio libre:

$$Le = 92.44 + 20 \log f + 20 \log d \quad [\text{dB}]$$

$$Le = 92.44 + 20 \log 5.8 + 20 \log 23.52$$

$$Le = 135.12 \text{ dB}$$

Atenuación por oxígeno:

$$\gamma_0 = 17.19E - 3 + \frac{6.09}{f^2 + 0.227} + \frac{4.81}{(f - 57)^2 + 1.50} * f^2 * 0.001 \quad [\text{dB/Km}]$$

$$\gamma_0 = 17.19E - 3 + \frac{6.09}{5.8^2 + 0.227} + \frac{4.81}{(5.8 - 57)^2 + 1.50} * 5.8^2 * 0.001$$

$$\gamma_0 = 0,0062 \text{ dB/Km}$$

Atenuación por vapor de agua:

$$\gamma_w = \left\{ 0.05 + [0.015 * F] + \frac{3.6}{(f - 22.2)^2 + 8.5} + \frac{10.6}{(f - 183.3)^2 + 9} + \frac{8.9}{(f - 325.4)^2 + 26.3} \right\} * f^2 * 0.00075 * F$$

$$\gamma_w = \left\{ 0.05 + [0.015 * F] + \frac{3.6}{(5.8 - 22.2)^2 + 8.5} + \frac{10.6}{(5.8 - 183.3)^2 + 9} + \frac{8.9}{(5.8 - 325.4)^2 + 26.3} \right\} * 5.8^2 * 0.00075 * F$$

$$\gamma_w = \{ 0.05 + [0.015 * F] + 0.01 \} * 33.64 * 0.00075 * F$$

$$\gamma_w = \{ 0.05 + [0.015 * 7,95] + 0.01 \} * 33.64 * 0.00075 * 7,95$$

$$\gamma_w = 0,05400 \text{ dB/Km}$$

Donde:

$$F = 1 - 0.006 (t - 15)$$

$$F = 7,95$$

Absorción Atmosférica:

$$\gamma = (\gamma_0 + \gamma_w) d \quad [\text{dB}]$$

$$\gamma = (0,0062 + 0,05400) 23.52$$

$$\gamma = 1,4160 \text{ dB}$$

Donde:

$\gamma_0 =$ Atenuación por oxígeno

$\gamma_w =$ Atenuación por vapor de agua

Pérdida total:

$$L_t = L_a + L_e + L_c + \gamma \quad [\text{dB}]$$

$$L_t = 0.368 + 135.12 + 1.2 + 1.4160$$

$$L_t = 138.10 \text{ dB}$$

Donde:

$L_a =$ Perdidas por alimentadores

L_e = Perdidas en el espacio libre

γ = Absorción atmosférica

Ganancia total:

$$G_t = G_{rx} + G_{tx} + P_{tx} \quad [\text{dB}]$$

$$G_t = 30\text{dB} + 30\text{dB} + 27\text{dB}$$

$$G_t = 87\text{dB}$$

Potencia de Recepción:

$$P_{rx} = G_t - L_t \quad [\text{dB}]$$

$$P_{rx} = 87\text{dB} - 138.10\text{dB}$$

$$P_{rx} = -51.10\text{dB}$$

Donde:

G_t = Ganancia total

L_t = Perdida total

Margen de desvanecimiento plano:

$$Mp = P_{rx} - U_{rx} \quad [\text{dB}]$$

$$Mp = -51.10 - (-98)$$

$$Mp = 46.90\text{dB}$$

Donde:

P_{rx} = Potencia de recepción

Confiabilidad del enlace (Alulima Fuentes, 2014)

$$R = 6 * 10^{-7} * A * f * d^3 * 10^{-\frac{PM}{10}}$$

$$R = 1 - (6 * 10^{-7} * 2 * 5.8 * 23,52^3 * 10^{-4.69})$$

$$R = 0.9999$$

Donde:

Mp = Margen de desvanecimiento

A = Factor de rugosidad

En la tabla 6, se exponen los resultados de los cálculos obtenidos:

Tabla 6: Resultados de Cálculos de enlace Santa Barbará – Chinapintza

<i>Primera Zona de Fresnel 60%</i>	10.50 m
<i>Perdidas por alimentadores (LMR 400)</i>	0.368 dB
<i>Perdidas en el espacio libre</i>	135.12 dB
<i>Atenuación por oxígeno</i>	0,0062 dB/Km
<i>Atenuación por vapor de agua</i>	0,05400 dB/Km
<i>Absorción Atmosférica</i>	1,4160 dB
<i>Pérdida total</i>	138.10dB
<i>Ganancia total</i>	87dB
<i>Potencia de Recepción</i>	-51.10dB
<i>Margen de desvanecimiento plano</i>	46.90dB
<i>Cálculo de confiabilidad</i>	0.9999

Elaborado por: Autor, basado en cálculos de ingeniería

En la tabla 7, se muestra un resumen de los resultados de las simulaciones ejecutadas en Radio Mobile, la cual es de gran importancia para la instalación del equipamiento en cada sitio. Los enlaces detallados de cada sitio, se los observa en el Anexo 3.

Tabla 7: Resumen de simulaciones de enlaces de radio

Enlace (master - slave)	Distancia (km)	Frecuencia (MHz)	Potencia de Tx (dBm)	Ganancia de antenas (dBi)	Azimut (°)		Angulo de elevación (°)		Altura antena (m)		Zona de Fresnel (F1)	Pérdida total de propagación (dB)	Nivel de Rx (dBm)	Sensibilidad del Rx (dB)	Rx relativo (dB)	Pérdidas de trayectoria (dB)	Pérdidas en espacio libre (dB)
					Master	Slave	Master	Slave	Master	Slave							
Yantzaza - Rep. Santa Bárbara	7	5.745	27	26	144,64	324,6	7,071	-7,135	25,0	30,0	7,4	167,7	-77,1	20,92	20,9	115,1	124,7
Rep. Santa Bárbara - Rep. Chinapintza	23,52	5.745	27	30	140,73	320,7	-0,698	0,486	31,0	30,0	17,6	165,5	-79,4	18,55	18,6	166,7	135,1
Rep. Chinapintza - Puesto de salud Chinapintza	0,81	5220	27	20	333,4	153,3	-9,553	9,545	25,0	4,0	8,0	136,9	-70,7	29,28	28,5	136,9	105,5
Rep. Chinapintza - Esc. Joaquín Gallegos Lara	0,86	5220	27	20	329,54	149,5	-8,066	8,058	25,0	6,0	8,2	136,8	-72,6	27,19	28,6	136,8	106,0
Rep. Chinapintza - Unidad Educativa Eduardo Juank Milk	5,1	5220	27	20	281,28	101,3	-7,239	7,193	25,0	22,0	9,0	151,9	-87,9	12,13	12,1	151,9	121,4
Rep. Chinapintza – ENAMI EP	5,14	5220	27	20	282,63	102,6	-7,271	7,225	25,0	14,0	9,0	152,0	-87,9	12,08	12,1	152,0	121,5
Rep. Chinapintza - Condorming campamento Wawintza	5.40	5300	27	20	162,75	342,8	2,611	-2,66	25,0	10,0	9,8	152,3	-93,0	7,02	7,0	152,3	121,9
Rep. Chinapintza - Condorming campamento Prometedor	5.14	5300	27	20	136,34	316,3	-0,075	0,029	25,0	10,0	15,9	151,9	-90,9	9,08	9,0	151,9	121,4
Rep. Chinapintza - Condorming campamento Cóndor	1.14	5260	27	20	94,23	274,2	-4,965	4,955	25,0	15,0	8,9	140,0	-76,5	23,47	23,5	140,0	108,3
Rep. Chinapintza - JV Chinapintza	1.5	5260	27	20	60,95	241	1,6812	-1,6947	25,0	15,0	11,3	141,7	-76,8	23,20	23,3	141,7	110,7

Elaborado por: Autor, basado en los resultados de simulaciones mediante Radio Mobile

3.2.5 Equipos propuestos

Durante el desarrollo del presente capítulo 3, se ha venido mencionando los equipos a utilizar en la red propuesta; los mismos que se debe justificar su elección. En este apartado se expone las características e imágenes de cada uno de los equipos a utilizar en la red de telecomunicaciones propuesta.

3.2.5.1 Equipos Router

En la red de telecomunicaciones propuesta, es necesario la instalación de dos routers, por un lado el equipo de control y gestión de cada servicio de Internet, el cual operará en el Nodo Yantzaza y otro equipo que opere en el repetidor Chinapintza, para la integración de las 3 antenas sectoriales que se implementarán en el mismo. A continuación se mencionan los equipos a utilizar.

- *Routerboard Mikrotik RB450G*

Es necesario centralizar toda la red en un solo punto, con la finalidad de tener un control y gestión de los equipos que conforman la red, la configuración de los servicios de Internet para cada uno de los enlaces finales y monitoreo los mismos. Para ello se propone la instalación de un equipo que permita la interconexión de redes inalámbricas y un sistema operativo que facilite la configuración de enlaces de larga distancia, en este caso se considera un router de la familia Mikrotik, el modelo RB450G, el mismo que se observa en la figura 9.

Es elegido por la facilidad de integración a la red, la existencia en el mercado, su costo y sus características técnicas que se detallan en el Anexo 4.

Este equipo operara en el Nodo Yantzaza e integrara los servicios de Internet solicitado a los proveedores y el equipo de radio Rocket M5 dirección Rep. Santa Bárbara, gracias a las 5 interfaces que contiene este equipo se puede integrar los dos equipos de telecomunicaciones necesarios para el funcionamiento del mismo.



Figura 9: Router Mikotik RB450G

Fuente: Obtenido de (RB450G, 2016)

- *Routerboard Mikrotik RB750*

Con lo que respecta al repetidor Chinapintza se necesita de un equipo que integre las 3 antenas sectoriales que estarán operando en este punto, de igual forma tener gestión de las mismas desde el Nodo Yantzaza, ya que por estas antenas sectoriales se transmitirán los servicios de Internet para los clientes finales, por lo que se propone la instalación de un equipo router de la marca Mikrotik, un RB750 por sus de características técnicas que se detallan en el Anexo 4 y su diseño compacto para gabinetes outdoor de telecomunicaciones en torre. Como se puede observar en la figura 10, el equipo consta de 5 interfaces las cuales pueden ser administradas según la necesidad que se tenga, en este caso solo se necesita la configuración de una interfaz por cada una de las antenas, con la finalidad de poder tener gestión desde el Nodo Yantzaza.

En el Anexo 4, se detallan las características técnicas del presente equipo, las mismas que se obtuvieron de la página oficial del equipo router (RB750, 2016).



Figura 10: RouterBOARD AR7240 750

Fuente: Obtenido de (RB750, 2016)

3.2.5.2 Equipos inalámbricos de comunicación

A continuación se presenta un cuadro comparativo de los equipos más utilizados actualmente por ISP's para llegar a puntos de larga distancia y difícil acceso, se analizara tres marcas reconocidas en las plataformas de radio frecuencias. (Mariño Freire, 2015)

De acuerdo al análisis técnico que se refleja en la tabla 8, y teniendo en cuenta la relación costo benefició, se determina que los equipos que tienen mejores prestaciones tecnológicas son los de la marca Ubiquiti, los equipos que trabajan con la tecnología AirMAX; es la adecuada para el diseño planteado.

En este caso para los enlaces entre repetidores y el Nodo Yantzaza, se utiliza equipo de la marca Ubiquiti modelo Rocket M5, con diferentes antenas de ganancia.

Tabla 8: Diferencias de equipamiento de radio frecuencias.

	Mikrotik	Motorola	Ubiquiti
Modelo	BaseBox5	CANOPY	UBIQUITI ROCKET M5
Frecuencia de operación	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Consumo máximo	4 a 11.5W	8.2-9.1 W	8 W
Capacidad de Tx	148 Mbps	300Mbps	150 Mbps
CPU	600 MHz	500 MHz	400MHz
RAM	64 MB	64 MB	32 MB
Interfaz	RJ45 10/100	RJ45 10/100	RJ45 10/100
Estándar	802.11a / n	802.3	802.11 a/n
Fuente de alimentación PoE	30 V DC	24V DC	24V DC
Sistema operativo	Router OS	Canopyboot	Air Os
Temperatura operación	-30C a 60C	-30C a 55C	-30C a 75C
Ganancia de la antena	16 dBi	17 dBi	16 dBi
Sensibilidad	-90dBm	-83 dBm	-103 dBm
Modulación	OFDM	OFDM, SFK	QAM, OFDM
Tecnología	MIMO	MIMO	TDMA / MIMO
Costo de un radio promedio	\$ 165.00	\$ 280.00	\$ 160.00

Elaborado por: Autor, basado en (BaseBox 5, 2016), (Motorola, 2006) y (Ubiquiti Networks, 2011)

- *Ubiquiti Rocket M5 5GHz*

En la red troncal de la red de telecomunicaciones propuesta, Nodo Yantzaza (Tx) dirección Rep. Santa Bárbara (Rx) y Rep. Santa Bárbara (Tx) con dirección Rep. Chinapintza (Rx), se utiliza radios de la marca Ubiquiti modelo Rocket M5 para enlaces PTP, de la misma forma para la red PTMP se utiliza un radio de las mismas características. El equipo de radio opera con la solución MIMO (Múltiple Entrada Múltiple Salida) 2x2 con modulación TDMA para 5GHz con una potencia de hasta 27dBm (500mW) (Ubiquiti Networks, 2011).

Como se observa en el figura 11, este equipo no tiene antena integrada, pero es recompensada con la facilidad que tiene de adaptarse a antenas externas de baja, mediana y alta ganancia, la conexión a la antena externa lo realiza mediante conectores RPSMA y SMA.

En el Anexo 4 se muestran las características técnicas más importantes de este equipo, información obtenida de la página oficial del equipo. (Ubiquiti Networks, 2011)

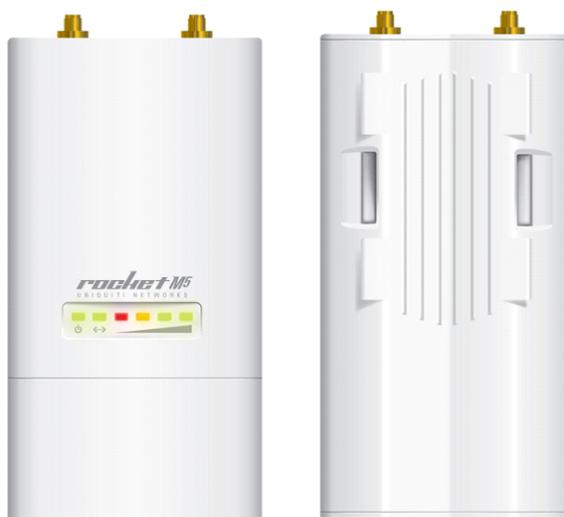


Figura 11: ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax

Fuente: Obtenido de (Ubiquiti Networks, 2011)

3.2.6 Antenas

Para la red propuesta se propone utilizar antenas parabólicas, en lo que respecta a la red troncal, con la finalidad de tener un enlace estable.

En la red de distribución, la misma que se ubicará en la torre del Rep. Chinapintza, se propone utilizar 3 antenas sectoriales de 90° que cubran las localidades donde se encuentran asentados los clientes, de la misma forma que los equipos anteriores se propone utilizar las antenas sectoriales de la marca Ubiquiti, por la facilidad de integración a la red, se encuentra en el mercado sus repuestos, el costo y sobre todo las prestaciones técnicas que tiene, las cuales se explican más adelante.

- *Antena Ubiquiti RocketDish 5GHz*

En vista que el equipo Rocket M5 a utilizarse en los dos enlaces troncales no tiene antena integrada, se utilizara antenas directivas RocketDish 5GHz de la marca Ubiquiti, en el enlace de radio de Nodo Yantzaza – Rep. Santa Bárbara se utiliza una antena con una ganancia de 26dBi a los dos extremos, por otro lado en el enlace Rep. Santa Bárbara – Rep. Chinapintza se utiliza antenas directivas con una ganancia de 30dBi, ganancia suficiente para cubrir un enlace no mayor a 30 km, en este caso la distancia entre repetidores es de 23.52Km (Cachi, 2014). Los resultados obtenidos en las simulaciones con las antenas en mención, se pueden observar en el Anexo 3. En el Anexo 5, diagrama 1, se puede visualizar el uso de los equipos de radio Rocket M5 y las antenas RocketDish, en cada uno de los repetidores. A continuación en la figura 12 se muestra la antena mencionada.



Figura 12: RocketDish: 5GHz AirMax

Fuente: Obtenido de (Ubiquiti Networks, 2015)

- *Antenas sectoriales*

En el repetidor Chinapintza se considera instalar enlaces de distribución ya que este será la estación base para llegar a todos los clientes proyectados, para lo cual se propone la instalación de un sistema PTMP y llegar a todos los clientes que se encuentran dispersos en la localidad de

Chinapintza. Para lo cual se considera la instalación de 3 antenas sectoriales de 90° de la marca Ubiquiti, modelo AirMAX AM-5G20-90° con una ganancia de 20dBi, se utiliza de 90° ya que sería suficiente para cubrir el sector donde se encuentran ubicados los clientes, de existir la necesidad de cubrir la zona donde actualmente está despoblada, la solución es instalar otra antena sectorial de 90° y así cubrir los 360° de la zona. Pero al momento se centra en los sitios donde se encuentran asentados los clientes. En el Anexo 4 se puede observar las características técnicas que tiene la antena sectorial y en el Anexo 5, diagrama 2 se observa la distribución de las antenas sectoriales con los equipos terminales. A continuación en la figura 13, se observa la antena sectorial.



Figura 13: Antena Sectorial Ubiquiti AirMAX- AM-5G20-90

Fuente: Obtenido de (Ubiquiti Networks, 2015)

- *Equipos terminales – clientes*

En consideración a las antenas sectoriales elegidas para instalarse en el repetidor Chinapintza, es necesario instalar equipos inalámbricos en los clientes que operen en la misma frecuencia, caso contrario los enlaces entre estación base y los puntos de acceso no podrían establecerse.

Por lo tanto los equipos que se propone instalar en los puntos de acceso, sería los NanoStation M5 el que se aprecia en la figura 14, de la misma marca Ubiquiti que operan dentro de la banda de frecuencia de los 5GHz y de doble polaridad al igual que el Rocket M5 y las antenas sectoriales elegidas para esta propuesta técnica.

Estos equipos son fáciles de instalar además de ocurrir un daño en este equipo, se podría reconfigurar o realinear con ayuda del cliente, mediante instrucciones que se le dé vía telefónica. Con esto mejora el tiempo de respuestas a nivel de reparación del servicio.

En el Anexo 4 se puede observar las características técnicas que tiene este equipo y en el Anexo 5, diagrama 2 se observa la distribución de las antenas sectoriales con los equipos terminales Nanostation M5.



Figura 14: Ubiquiti Nanostation M5

Fuente: Obtenido de (Ubiquiti Networks, 2011)

Resumiendo los equipos a instalarse en la propuesta técnica, se plantea utilizar equipos de la marca Ubiquiti, que operaran en la banda de frecuencia de 5GHz y en lo que respecta a equipos de acceso se utiliza de la marca Mikrotik, en los cuales se gestionará la configuración de cada enlace para los clientes.

A los clientes finales, solo se propone la instalación de un equipo NanoStation el cual brindará el servicio de Internet a un solo equipo, debido a que es competencia del cliente la distribución interna del servicio. En la figura 15, se aprecian los equipos propuestos, los cuales fueron detallados anteriormente.

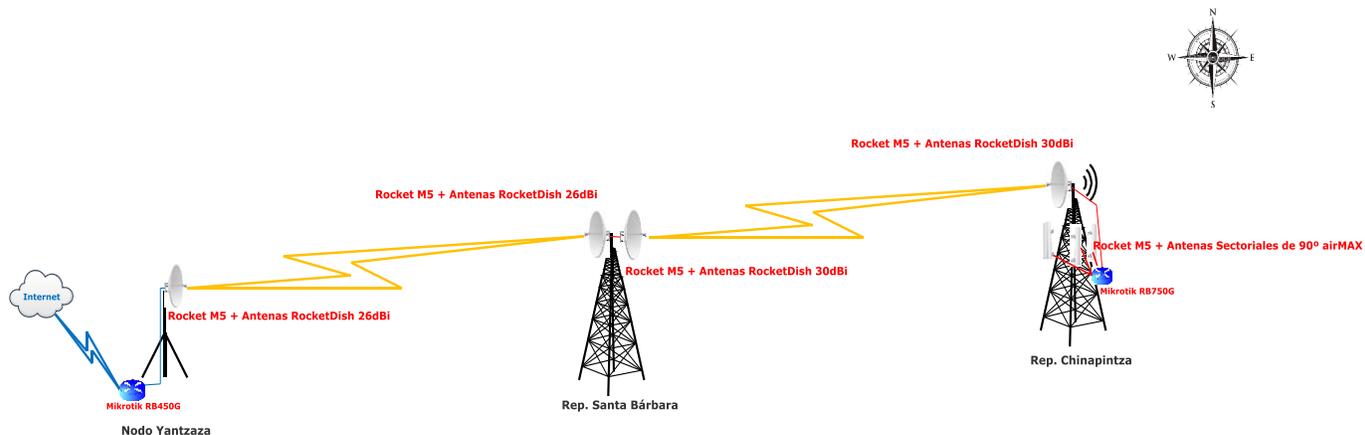


Figura 15: Diagrama de equipos propuestos

Elaborado por: Autor, basado en SmarthDraw

En el Anexo 5 se puede observar los diagramas de la red detallados correspondientes a la red troncal y de distribución, con la distribución de los equipos propuestos.

3.3 Diseño del sistema de energía y climatización

3.3.1 Sistema de energía eléctrica

En lo que respecta a los cerros donde se encuentran ubicados los repetidores, también cuentan con sistema de energía eléctrica, esto se debe a que ya son repetidores inaugurados. En los cerros Santa Bárbara y Chinapintza, se cuenta con la existencia de un transformador de 15 KVA, del cual se puede solicitar el abastecimiento de energía eléctrica a la Empresa Eléctrica Regional del Sur.

Adicional al requerimiento de energía eléctrica a la empresa local, se debe de proyectar un sistema de energía autónomo que permita mantener operativos los equipos en un momento determinado que se presente la ausencia de energía eléctrica (red comercial) en los

repetidores. Por lo cual se considera la instalación de un UPS por repetidor, ya que este cumplirá la función de backup de la energía eléctrica.

De igual manera se debe de considerar la instalación de un sistema puesto a tierra, para la protección de los equipos de telecomunicaciones, ante cualquier tipo de descarga eléctrica y la protección de personal técnico. La importancia de la implementación de un sistema de puesta a tierra se debe a que las localidades involucradas en el diseño de la red estas expuestas a diversos fenómenos atmosféricos. (Huete Serrano, 2008)

3.3.2 Respaldo de energía eléctrica

3.3.2.1 Sistema de alimentación interrumpida (UPS)

Son equipos inteligentes de alto desempeño para protección eléctrica de equipos, que están conformados por baterías y otros elementos de almacenamiento de energía, lo cual permite dotar de energía eléctrica al momento que se presente la ausencia de energía eléctrica de la red comercial, en la figura 16 se observa el equipo en mención. Los elementos que componen un UPS son:

- Rectificador
- Batería
- Inversor
- Conmutador



Figura 16: Ups

Fuente: Obtenido de (Nobreak S.A, 2016)

El UPS tiene un tiempo determinado de funcionamiento a partir de que se interrumpa el flujo normal de la energía eléctrica, el cual es definido por la capacidad del UPS y por el consumo de energía de los equipos conectados a este.

En el Anexo 6 se muestran los cálculos del consumo de energía eléctrica total en cada sitio que conforman la red troncal, a lo cual se hace referencia para determinar la capacidad del UPS a considerar en cada sitio. En la tabla 9 se detalla la capacidad de UPS por sitio.

Tabla 9: Capacidad de UPS para cada respaldo de energía de equipos

Sitio	UPS 1.5 KVA - 1500 w	UPS 1 KVA - 1500 w	UPS 2 KVA - 1500 w
Nodo Yantzaza	1		
Nodo Santa Bárbara		1	
Rep. Chinapintza			1

Elaborado por: Autor, basado en cálculos de Anexo 6.

La capacidad de cada UPS es considerada en base al consumo, para lo cual se considera 2 días de autonomía con energía del UPS para el correcto funcionamiento de los equipos.

Para la implementación de los UPS no es necesaria la instalación de un cerramiento de malla, ya que el mismo se instalará con el gabinete outdoor que se considera para la instalación de los equipos de telecomunicaciones.

3.3.3 Sistema de climatización

En la ciudad de Yantzaza donde se tiene proyectada la implementación de los equipos de comunicaciones, existe un clima cálido húmedo que supera las temperaturas adecuadas para un buen funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones, por tal razón se debe considerar la instalación un equipo climatizador el encargado de mantener la temperatura apropiada y así los equipos no sufran cambios de temperatura.

Los objetivos que tiene la implementación de un sistema de climatización son controlar las variables que detallan a continuación:

- Temperatura seca
- Humedad
- Grado de pureza del aire de los locales
- Velocidad del aire
- Nivel sonoro producido por los equipos de climatización

Por lo cual se recomienda la instalación de un aire acondicionado de 12000 Btu.

En la tabla 10 se detallan los equipos y torres que se instalarán en cada uno de los sitios que se aprecian en los diagramas expuestos en el Anexo 5.

Tabla 10: Torres y equipos de telecomunicaciones de propuesta técnica

	Nodo Yantzaza	Rep. Santa Bárbara	Rep. Chinapintza	Puesto de salud Chinapintza	Esc. Joaquín Gallegos Lara	Unidad Educativa Eduardo Juank Milk	ENAMI EP	Condorming campamento Wawintza	Condorming campamento Prometedor	Condorming campamento Cóndor	JV Chinapintza
Ubiquiti Rocket M5 5GHz	X	X	X								
Ubiquiti Nano Station M5				X	X	X	X	X	X	X	X
Ubiquiti RocketDish 5g30db	X	X	X								
Ubiquiti airMAX-AM-5G20-90			X								
Ubiquiti EdgePoint EP-R6			X								
Mikrotik RB450G	X										
Sistemas de puesta a tierra	X	X	X								
Puesta a tierra				X	X	X	X	X	X	X	X
Torre ventada 38 m		X									
Torre ventada 32m			X								
Torre monopolo15 m	X										
Mástil de piso						X	X		X		
Mástil de pared				X	X						X
Aire Acondicionado	X										

Elaborado por: Autor

3.4 Diseño lógico

Para el diseño lógico de la red propuesta en el presente TT se propone la trabajar con direccionamiento IP⁸ de la versión 4 (IPV4), la cual se divide en direccionamiento público y privado. En este caso se cree conveniente utilizar las direcciones IPV4 privadas; ya que el uso de estas no requiere solicitar permiso ni justificación de su uso. La Internet Assigned Numbers Authority (IANA) ha reservado tres bloques de direcciones IP para las redes privadas (Silicon Graphics, Inc., 1996):

- Clase A: 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (8 prefijo/ 24 bits)
- Clase B: 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (12 prefijo/ 20 bits)
- Clase C:192.168.0.0 - 192.168.255.255 (16 prefijo / 16 bits)

Para la red propuesta se utiliza dos clases de IP de la red privada, para la red troncal se utiliza la clase A, con el fin de asignar direccionamiento IP a los equipos de radio y lograr tener gestión de cada uno de ellos; para la red de acceso se hace uso de direccionamiento de Clase C. Se utiliza dos clases de red, con la finalidad de tener un rango de direccionamiento diferente para cada red.

El Router RB450 G el cual opera en el Nodo Yantzaza, se configura el servicio de Internet proveniente del proveedor, el direccionamiento IP que nos asigne el proveedor debe ser configurado a nivel de WAN. Para la red de propuesta se configura una red LAN con el direccionamiento de la Clase C, la cual debe de tener una máscara de red con suficientes IP's para los clientes finales de la localidad de Chinapintza.

Para la asignación de direcciones IP para los clientes finales, se realiza la configuración del protocolo DHCP⁹ en el RB450G, mediante este protocolo se asigna de forma automática a cada cliente un direccionamiento IP, la cual se asigna mediante dirección MAC¹⁰ del equipo final y así

⁸ IP (Internet Protocol): Es un número que identifica un dispositivo en una red (un ordenador, una impresora, un router, etc...)

⁹ DHCP: Es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su configuración (principalmente, su configuración de red)

¹⁰ MAC: es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una tarjeta o dispositivo de red.

se logra tener reservada una dirección IP única por cliente. Esto se realiza con la finalidad de lograr mejores tiempos de respuesta al momento que el servicio de Internet en el cliente sea afectado, con reiniciar el equipo terminal (NanoStation M5) y al volver a iniciarse el equipo recibirá la dirección IP que le corresponde, ya que como se había explicado cada dirección IP tendrá asociada una dirección MAC única.

En la tabla 11 se presenta el direccionamiento IP por red y de cada uno de los clientes finales.

Tabla 11: Direccionamiento IP de red propuesta

<i>Red</i>	<i>Subred</i>	<i>Máscara</i>	<i>Equipo</i>	<i>Ubicación de equipo</i>	<i>Dirección IP</i>
<i>RED TRONCAL</i>	10.0.0.0	255.255.255.248	Radio Rocket M5	Nodo Yantzaza Tx	10.0.0.1/29
			Radio Rocket M5	Rep. Santa Bárbara Rx	10.0.0.2/29
			Radio Rocket M5	Rep. Santa Bárbara Tx	10.0.0.3/29
			Radio Rocket M5	Rep. Chinapintza Rx	10.0.0.4/29
			Radio Rocket M5	Rep. Chinapintza Sectorial	10.0.0.5/29
<i>RED DE ACCESO</i>	192.168.1.0	255.255.255.224	RB 450G	Nodo Yantzaza	192.168.1.1/27
			NanoStation M5	CONDORMINING - Campamento Cóndor	192.168.1.2/27
			NanoStation M5	CONDORMINING - Campamento Prometedor	192.168.1.3/27
			NanoStation M5	CONDORMINING - Campamento Wawintza	192.168.1.4/27
			NanoStation M5	Unidad Educativa Joaquín Gallegos Lara	192.168.1.5/27
			NanoStation M5	Unidad Educativa Eduardo Juank Milk	192.168.1.6/27
			NanoStation M5	Puesto de Salud Chinapintza	192.168.1.7/27
			NanoStation M5	ENAMI EP	192.168.1.8/27

Elaborado por: Autor

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

4.1 Presupuesto de equipamiento

Este capítulo tiene como objetivo la elaboración de un presupuesto de los equipos y torres a utilizarse en la instalación de los radioenlaces, considera la movilización e instalación de las torres en los repetidores Santa Bárbara y Chinapintza. Adicional al presupuesto, se debe de calcular la viabilidad del proyecto, puesto que en todo proyecto empresarial es importante analizar la rentabilidad del proyecto y sobretodo determinar si es viable, ya que se debe de invertir un capital y se espera tener una rentabilidad a largo plazo. Para lo cual se utiliza métodos de análisis de inversión, los cuales son el VAN¹¹ y el TIR¹².

4.1.1 Análisis de costos

El análisis se lo realiza en base a los costos que genera la implementación de la red propuesta en el capítulo 3, a esto se le debería sumar la operación y mantenimiento de la red durante el periodo consecutivo de 5 años.

4.1.2 Costo de implementación

Para llevar a cabo la implementación del diseño propuesto, es necesario determinar los costos que generan la instalación de los equipos y materiales necesarios para el funcionamiento del sistema propuesto

4.1.2.1 Costo de red Troncal y de acceso

Se definen los costos de los equipos que se instalaran en los enlaces troncales y de acceso, los mismos que se ubican en los repetidores y el cuarto de equipos central que se determinó la instalación en la ciudad de Yantzaza. En la tabla 12 se muestran los costos de los equipos definidos en la propuesta técnica en el capítulo 3.

¹¹ VAN: Valor Actual Neto

¹² TIR: Tasa Interna de Retorno

Tabla 12: Costo referenciales para enlaces Troncales y de Acceso

EQUIPOS DE RADIO PARA RED TRONCAL			
Cantidad	ítem	Costo Unitario	Costo Total
3	Ubiquiti Rocket M5 5,8GHz/ MIMO	140	420
3	Antena Parabólica AirMax Dish RD-5G-30 /30 dBi /5,8GHz/ MIMO	212,8	638,4
3	Antena Sectorial AirMax Sector 90° AM-5G20-90/20 dBi /5,8GHz/ MIMO	218,4	655,2
1	Ubiquiti EdgePoint EP-R6	130	130
1	Mikrotik Router Board RB-433AH / 128MB / 680MHz/3Mini PCI + POE 24V 1 AMP	136	136
		Total	2.789,17

Elaborado por: Autor, basado en costos referenciales de la empresa TECNOSMATH

Costo correspondiente a la infraestructura contemplada en la propuesta técnica, es necesario indicar que los precios de las torres ventadas y el monopolo que se detallan a continuación, están contempladas la instalación de las torres, así como también la instalación de los sistemas de puesta a tierra y de pararrayo. En la tabla 13, se describen los precios.

Tabla 13: Costo de infraestructura de red

INFRAESTRUCTURA			
Cantidad	Ítem	Costo Unitario	Costo Total
1	Torre ventada 40 m	14.112,00	14.112,00
1	Torre ventada 35 m	13.440,00	13.440,00
1	Torre monopolo 15m	2.500,00	2.500,00
2	Caseta outdoor de 10"	140,00	280,00
3	Bandeja Estándar 19" Negro 2UR	21,00	63,00
1	Rack de Pared 6UR + Bandejas 19" Beaucoup	44,00	44,00
		Total	30.439,00

Elaborado por: Autor, basado en costos referenciales de la empresa TECNOSMATH e Industria Morales

Costo correspondiente a la implementación de sistema energía y protección de sistema eléctrico en la red troncal y de acceso, se detalla en la tabla 14.

Tabla 14: Costo de UPS para respaldo de energía eléctrica

EQUIPOS DE RESPALDO DE ENERGIA Y CLIMATICACION			
Cantidad	Ítem	Costo Unitario	Costo Total
1	UPS 1 KVA - 1500 W	240,00	240,00
1	UPS 1.5 KVA - 1500 W	310,00	310,00
1	UPS 2 KVA - 1500 W	850,00	850,00
1	Aíre acondicionado 12000 Btu	500,00	500,00
		Total	1.900,00

Elaborado por: Autor, basado en costos de upsecuador

Costos correspondientes al arriendo mensual y al periodo total de 5 años, de terrenos para repetidores Santa Bárbara, Chinapintza y un cuarto en la ciudad de Yantzaza, el cual será destinado para la instalación del Nodo central, se muestran en la tabla 15.

Tabla 15: Costo de arriendo de Inmuebles

ARRIENDO DE INMUEBLES		
Sitio	Costo por año	Costo por 5 años
Nodo Yantzaza	1.440,00	7.200,00
Rep. Santa Bárbara	300,00	1.500,00
Rep. Chinapintza	250,00	1.250,00
	Costo total	9.950,00

Elaborado por: Auto, basado en costos de propietarios de Inmuebles

4.1.2.2 Costo de implementación de clientes

De la misma forma que se detallan los equipos en las redes troncales y de acceso, los costos de los equipos de los clientes, son considerados en la propuesta técnica expuesta en el capítulo 3.

En la tabla 16, se detallan los costos de los equipos e infraestructura a instalarse en los clientes.

Tabla 16: Costo correspondiente a equipamiento en clientes

EQUIPOS CLIENTES			
Cantidad	ítem	Costo unitario	Costo total
8	Access Point Ubiquiti Nanostation M5 - 16dBi - Antena 5.8Ghz - 150Mbps 15KM	123,20	985,60
3	Mástil de piso 6 metros	50,00	150,00
3	Mástil de pared	42,00	126,00
6	Sistema puesta a tierra	30,00	180,00
		Total	1.624,00

Fuente: Costos referenciales de la empresa TECNOSMATH E industrias Morales

4.1.2.3 Costo de inscripción de permisos para la prestación de servicios de valor agregado

Para realizar la instalación y poner en funcionamiento la red de telecomunicaciones planteada en el presente TT, se necesita adquirir un título habilitante para la prestación de servicio de Internet., según la RESOLUCIÓN 04-03-ARCOTEL-2016 se debe de cancelar un valor de \$500. (ARCOTEL, 2015)

4.1.2.4 Costo de mantenimiento de equipos

Todos los equipos de telecomunicaciones deben de recibir un mantenimiento preventivo y correctivos de darse el caso, con los cuales se garantice un buen desempeño de los mismos, ya que con el pasar el tiempo estos se deterioran. Dentro de los mantenimientos de equipos también se debe considerar el mantenimiento de las torres y sistemas de puesta a tierra de la red troncal del sistema propuesto.

Para el efecto de los mantenimientos preventivos, es necesario realizar un cronograma en el cual se cumpla en un determinado tiempo, para lo cual se propone realizar un mantenimiento de toda la red troncal de forma trimestral, por lo tanto se tendrá cuatro trabajos de mantenimiento en un año. Este tipo de mantenimiento solo se realizará en los repetidores y en el nodo principal. (Alulima Fuentes, 2014)

Para los trabajos de mantenimiento correctivo no se puede realizar un cronograma ya que estos se presentan de manera fortuita y deberán ser atendidos y corregidos a la brevedad posible en un máximo de 48 horas, para el cálculo de gastos en mantenimientos correctivos se propone estimar tres trabajos correctivos en el año. Este tipo de mantenimiento cubre la red troncal y cada uno de los clientes finales. (Zabiski Duardo, 2007)

Para los trabajos de mantenimientos en general se propone contratar a un tercero para que los realice, en este caso se tomará como referencia a la empresa ELECTRITELECOM, a continuación se detallan los costos que generan los trabajos de mantenimientos:

Tabla 17: Costo correspondiente a trabajos de mantenimientos

MANTENIMIENTOS				
<i>Tipo de mantenimiento</i>	<i>Trabajos al año</i>	<i>Costo por trabajo</i>	<i>Costo en 1 año</i>	<i>Costo total en 5 años</i>
Mantenimiento preventivo	4	250,00	1.000,00	5.000,00
Mantenimiento correctivo	3	450,00	1.350,00	6.750,00
			Total	11.750,00

Elaborado por: Autor, basado en Costos referenciales de la empresa (ELECTRITELECOM, 2016)

4.1.3 Costo de servicio de Internet

4.1.3.1 Costo de Internet adquirido a proveedor

Para poder dotar del servicio de Internet a los clientes propuestos, es necesario que se adquiriera dos servicios de Internet simétrico 1:1 en el Nodo Yantzaza, con la finalidad de contar con un servicio principal y uno en backup, y así poder garantizar a los clientes un servicio estable. Como proveedor principal se ha considerado a la empresa CNT EP quien cuenta con cobertura de FO en la localidad Yantzaza. (CNT EP, 2016) Como proveedor secundario quien sería el backup del nodo, se ha elegido a la empresa NETTPLUS, que de igual forma que CNT EP tiene cobertura de FO en la localidad Yantzaza.

En la tabla 18, se detalla el costo mensual por la capacidad de AB a contratar, ya que según el levantamiento de información realizado a los clientes, se calcula que el consumo total de inicio sería de 39 Mbps simétrico, por lo tanto se considera contratar un plan de 46 Mbps simétrico a la CNT EP, con la finalidad de tener un margen de incremento emergente de AB que demande el cliente. En lo que corresponde al servicio de backup se considera contratar uno de 25 Mbps a la empresa NETTPLUS.

Tabla 18: Costo de Internet mensual de proveedor CNT EP y NETTPLUS

PROVEEDOR	PLAN	CAPACIDAD A/B	COSTO MENSUAL INCLUIDO IVA	MEDIO TX	INSTALACION
CNT EP	Internet Grandes Capacidades ISPs -4D	46Mbps	2.525,04	FIBRA OPTICA	300,00
NETTPLUS	Internet Grandes Capacidades ISPs -4D	26Mbps	728	FIBRA OPTICA	200,00

Elaborado por: Autor, basado en Proforma facilitada por CNT EP –Agencia Zamora, Anexo 7

4.1.3.2 Costos de Internet e instalación para cliente final

Es necesario determinar el costo a cual se venderá el servicio de Internet al cliente final en cada uno de sus sitios solicitados, de igual forma se debe de manejar una cifra de costo de instalación. El precio de Internet debe de ser un valor que sea atractivo para el cliente y rentable para la empresa a la vez, de igual forma tiene que ser un precio que pueda competir con los demás ISP; en la tabla 19, se muestra la comparación de costos de servicio de Internet de proveedores de la localidad de Yantzaza, con los cuales se realiza una comparación de precios para determinar el costo por mega para los clientes.

Tabla 19: Precios de Internet de ISP

COMPARACIÓN DE PRECIOS DE INTERNET DE ISP YANTZAZA			
Proveedor de servicio de Internet	Compartición	AB - Simétrico	Costo mensual
CNT EP	1:01	1 Mbps	149,50
Telconet	1:01	1 Mbps	200,00
Power Soft	1:01	1 Mbps	140,00
		Costo promedio	163,17

Elaborado por: Autor, Basado en (CNT EP, 2016), (Telconet, 2016)

El costo promedio sería de USD 163,17 para poder competir con los costos de los proveedores de Internet. Con lo que respecta al costo de instalación se debe considerar la movilización del personal técnico a cada uno de los clientes así como también se debe de considerar las instalaciones de materiales no contemplados en la tabla 16, en este caso se opta por copiar el modelo de cobro de instalación que realiza la CNT EP a sus clientes, ya que el costo de instalación variará para cada cliente, por lo cual se mantendrá la cifra fija de USD 300 por costo de instalación por cada cliente, el costo de instalación al que se hace referencia se puede apreciar en el Anexo 7.

Entonces, se tendría como un ingreso el cobro por instalación de servicio de Internet, que sería solo una vez por cliente y el cobro del servicio de Internet que sería de 163,17 por mega simétrico mensual.

4.2 Costo total de propuesta técnica

El costo total de la implementación de la propuesta técnica, será la suma de los costos de red troncal y acceso (Equipos de radio, Infraestructura, sistema de energía y protección eléctrica, costo de arriendo de inmuebles, permisos habilitantes), costo de implementación de clientes, costo de Internet adquirido a proveedor; el porcentaje anual para el incremento de los ingresos es del 10%, los cálculos total se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Costos totales del presupuesto

COSTOS FIJOS	AÑOS				
	1	2	3	4	5
Equipos de radio para red troncal	2.789,17				
Infraestructura	30.439,00				
Equipos de respaldo de energía y climatización	1.900,00				
Arriendo de inmuebles	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00
Equipos clientes	1.642,00				
Costo de instalación de Internet proveedores	500				
Servicio de Internet proveedor CNT EP	30.300,48	30.300,48	30.300,48	30.300,48	30.300,48
Servicio de Internet proveedor NETTPLUS	8.736,00	8.736,00	8.736,00	8.736,00	8.736,00
Mantenimiento preventivo	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Mantenimiento correctivo	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00
Costo de inscripción ARCOTEL	500				
Total de costo fijo	81.146,65	43.376,48	43.376,48	43.376,48	43.376,48
Costos variables					
Depreciación de equipos	633,12	633,12	633,12	633,12	633,12
Depreciación de infraestructura	1.521,95	1.521,95	1.521,95	1.521,95	1.521,95
Total de costo variable	2.155,07	2.155,07	2.155,07	2.155,07	2.155,07
Total de costos fijos y variables	83.301,72	45.531,55	45.531,55	45.531,55	45.531,55
Ingresos					
Costo de instalación	2.400,00				
Servicio de Internet	76.363,56	83.847,19	91.330,82	98.814,45	106.298,08
Total de ingresos	78.763,56	83.847,19	91.330,82	98.814,45	106.298,08
Flujo neto de caja	-4.538,16	38.315,64	45.799,27	53.282,90	60.766,53

Elaborado por: Autor

4.2.1 Análisis del VAN y el TIR

4.2.1.1 Análisis del VAN

El método del Valor Actual Neto (VAN), consiste en determinar el valor presente de los flujos de costos e ingresos generados a través de la vida útil del proyecto.

Si el VAN es igual o mayor que cero, el proyecto o inversión es conveniente, caso contrario no es conveniente, en la tabla 21 se observa el flujo de ingresos y egresos.

Tabla 21: Flujo de Ingresos y egresos (VAN)

VALOR ACTUAL NETO			
AÑOS	FLUJO DE INGRESOS	FLUJO DE EGRESO	FLUJO NETO DE CAJA ACTUALIZADO
1	78.763,56	83.301,72	-4.538,16
2	83.847,19	45.531,55	38.315,64
3	91.330,82	45.531,55	45.799,27
4	98.814,45	45.531,55	53.282,90
5	106.298,08	45.531,55	60.766,53
		VAN	47.368,75

Elaborado por: Autor, basado en cálculos matemáticos del VAN, ver Anexo 11

Se tomó como base el 11.23%, porque es el porcentaje del interés del costo del préstamo realizado a la cooperativa de ahorro y Crédito Coopmego. En el Anexo 11, se observa el porcentaje de la tasa de interés nominal.

Como se observa el VAN es mayor que uno, por lo tanto el proyecto es conveniente de ejecutarse.

4.2.1.2 Análisis del TIR

La TIR es la tasa de descuento (de interés) con la que el valor presente de los egresos (incluida la inversión inicial) es igual al valor presente de los ingresos netos.

Tabla 22: Flujo de Ingresos y egresos (TIR)

Años	Flujo de ingresos	Flujo de egresos	Flujo neto de caja actualizado
1	78.763,56	83.301,72	-4.538,16
2	83.847,19	45.531,55	38.315,64
3	91.330,82	45.531,55	45.799,27
4	98.814,45	45.531,55	53.282,90
5	106.298,08	45.531,55	60.766,53
		TIR	19,86

Elaborado por: Autor, basado en cálculos matemáticos del TIR

En el presente proyecto la TIR es de 11,23%, siendo esta superior a la tasa de interés del crédito bancario (19.86%), por lo cual es conveniente la realización del proyecto.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se ha diseñado un sistema de telecomunicaciones para satisfacer los servicios de Internet a las empresas mineras y no mineras de Chinapintza
- La tecnología considerada para la solución, es la tecnología inalámbrica Wi-Fi para largas distancias, basada en el estándar IEEE802.11n. La misma que puede brindar anchos de banda cercanos a los 600 Mbps teóricos, lo que nos da la capacidad para crecer el número de abonados.
- Se ha diseñado cada uno de los enlaces inalámbricos con equipos de bajo costo y stock en el mercado local.
- En la red diseñada se utiliza banda de frecuencia de 5.8GHz para la red troncal, al igual que para la red de abonados, para evitar cualquier tipo de interferencia.
- Se ha diseñado una red de backup de energía para garantizar la autonomía en cada uno de los nodos de la red.
- En el nodo Yantzaza se considera la instalación un sistema de aire acondicionado, para mantener una temperatura adecuada para el funcionamiento de los equipos.
- Para el análisis económico se determinan los costos de inversión y de operación para la red propuesta en un periodo de duración de cinco años.
- Se ha realizado un análisis económico de la implementación del sistema el mismo que indica que desde el segundo año de operación se obtiene ganancia.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable tener un plan de crecimiento de los clientes y dimensionar la red propuesta a nivel de capacidad de AB y así esto no afecte al correcto funcionamiento de la red de telecomunicaciones.

- Para dar cumplimiento con el reglamento a las leyes y normas que rigen en nuestro país es preciso que los sitios que conforman la red troncal y de distribución sean debidamente legalizados y registrados de acuerdo a la normativa que rige la ARCOTEL.
- Al momento de diseñar la red troncal y de distribución, es importante considerar la instalación de un sistema backup y protección de energía, debido a que la energía en el sector sufre de frecuentes interrupciones, además de un sistema de puesta a tierra para la prevención de descargas atmosféricas.
- Para la selección de los equipos de comunicaciones y respaldo de energía, se debe de realizar un análisis costo – beneficio, ya que la red propuesta debe de ser rentable para la empresa ISP que invierta en la localidad Chinapintza.
- Se recomienda realizar mantenimientos preventivos a la red, con la finalidad de garantizar la vida útil de la red en general.
- Para las actividades de mantenimiento es importante que la red tenga un sistema de gestión remota y así poder acceder a cada uno de los elementos de la red. Pues frecuentemente los problemas en los enlaces se los puede corregir de forma remota, sin la necesidad de movilizarse al sitio.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Córdova, C., & Rey, C. (2011). *Redes Inalámbricas para Zonas Rurales*. Lima, Peru: GTR-PUCP.
- Mark , J. (s.f.). *TxBF 802.11N Transmit Beamforming – Explained*. Obtenido de markjulier.com:
<http://www.markjulier.com/tag/transmit-beamforming/>
- Silicon Graphics, Inc. (02 de 1996). *RFC 1918 - Address Allocation for Private Internets*. Obtenido de Tools.ietf.org: <https://tools.ietf.org/html/rfc1918>
- Zabiski Duardo, E. (06 de 04 de 2007). *Enfoques de planificación de mantenimiento* . Obtenido de GestioPolis - Conocimiento en Negocios: <http://www.gestiopolis.com/enfoques-planificacion-mantenimiento-preventivo-predictivo-correctivo/>
- Internet por satélite*. (09 de 04 de 2010). Obtenido de Las bandas de frecuencia utilizadas en comunicaciones satelitales para acceso a Internet:
<http://internetporsatelite.blogspot.com/2010/04/las-bandas-de-frecuencia-utilizadas-en.html>
- Ecuador Gold and Copper Corp.: Condor Project*. (2011). Obtenido de Ecuadorgoldandcopper.com:
<http://ecuadorgoldandcopper.com/project/condor/>
- El acceso a Internet será un derecho humano, según la ONU*. (9 de 06 de 2011). Obtenido de País en vivo:
<http://paisenvivo.com.ec/el-acceso-a-internet-ser-un-derecho-humano-segn-la-onu/>
- CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL*. (09 de 2012). Obtenido de <http://www.finanzas.gob.ec/>: http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_ORGANIZACION_TERRITORIAL.pdf
- LA CONECTIVIDAD ESCOLAR LLEGA A TODO EL PAÍS*. (2013). Obtenido de Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información: <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/la-conectividad-escolar-llega-a-todo-el-pais/>
- Acceso a la red. Capa física – Dituyí*. (2014). Obtenido de Dituyi.net: <http://www.dituyi.net/acceso-a-la-red/>
- BaseBox 5*. (2016). Obtenido de Routerboard.com: <http://routerboard.com/RB912UAG-5HPnD-OUT>
- Jerusalem*. (2016). Obtenido de Dynastymining.com:
<https://www.dynastymining.com/operations/jerusalem>
- Plataforma Tecnológica*. (2016). Obtenido de Www2.puntonet.ec:
<http://www2.puntonet.ec/empresarial/index.php/la-empresa/nuestra-plataforma>
- RB450G*. (2016). Obtenido de Routerboard.com: <http://routerboard.com/RB450G>

- RB750. (2016). Obtenido de Routerboard.com: <http://routerboard.com/RB750>
- Servicio Satelital - CNT*. (2016). Obtenido de Soy.cnt.com.ec:
http://soy.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=162&Itemid=30
- Sistemas satelitales*. (2016). Obtenido de Gabnav.coolinc.info: <http://gabnav.coolinc.info/p2.htm>
- WiMAX*. (2016). Obtenido de <http://es.ccm.net/>: <http://es.ccm.net/contents/795-wimax-802-16-interoperabilidad-mundial-para-acceso-por-micro>
- ARCOTEL. (18 de 02 de 2015). *LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/>: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/ley-organica-de-telecomunicaciones.pdf>
- ARCOTEL. (06 de 2015). *RESOLUCIÓN 04-03-ARCOTEL-2016*. Recuperado el 05 de 2016, de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones | Ecuador: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/RESOLUCI%C3%93N-04-03-ARCOTEL-2016-PDF-1.pdf>
- Avalos Alvarado, V. J. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN*. Obtenido de Dspace.esepoch.edu.ec:
<http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/3159/1/98T00048.pdf>
- Bütrich, S. (2013). *Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo*. Copenhagen: Jane Butler.
- Cachi, J. (2014). *Enlace punto a punto Ubiquiti Rocket M5 (RocketDish)*. Obtenido de Ciudad WISP: <http://ciudadwisp.blogspot.com.ar/2014/03/enlace-punto-a-punto-ubiquiti-rocket-m5.html>
- CNT EP. (2016). *Planes Corporativos - Internet | Corporación Nacional de Telecomunicaciones*. Recuperado el 05 de 2016, de Internet | Corporación Nacional de Telecomunicaciones: <https://www.cnt.gob.ec/internet/planes-corporativos/>
- CONATEL. (2010). *RESOLUCION-TEL-560-18-CONATEL-2010*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones | Ecuador: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/560_tel_18_conatel.pdf
- CONATEL. (2012). *PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS*. Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones | Ecuador: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf
- Coudé , R. (1997). *Radio Mobile WEB Site*. Recuperado el 17 de 03 de 2016, de Cplus.org: <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
- Del Campo, L., Saldaña, & Vargas. (02 de 05 de 2007). *Informe Colaborativo*. Recuperado el 05 de 2016, de Intikallpa: <http://www.intikallpa.org/wp-content/uploads/2010/08/srfv.pdf>
- ELECTRITELECOM. (2016). *Nodo | Servicios Integrados*. Obtenido de Nodo.com.ec: <http://nodo.com.ec/>

- Escudero Pascual, A. (10 de 2007). *Simulación de Radioenlaces*. Obtenido de Itrainonline.org:
http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/09_es_simulacion-redes-inalambricas_guia_v02.pdf
- Escuela Politecnica Superior de Gandía . (2010). *Sistemas de Telecomunicación Privados*. Obtenido de Upv.es:
https://poliformat.upv.es/access/content/group/OCW_6511_2010/Pr%C3%A1cticas/STP_Practica%201.pdf
- ETSIT- UPM. (02 de 2007). *Tutorial de Radio Mobile*. Recuperado el 04 de 03 de 2016, de Wwww3.fi.mdp.edu.ar:
<http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/catedras/mediosdetransmision/files/ManualRadioMobile.pdf>
- Facchini , H. (2010). *RENDIMIENTO DEL ESTANDAR 802.11n - ESTRATEGIAS DE MIGRACION*. Obtenido de <http://postgrado.info.unlp.edu.ar/>:
http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Especializaciones/Redes_y_Seguridad/Trabajos_Finales/Facchini_Higinio_Alberto.pdf
- Fernandez, P. (s.f.). *Los principales avances de internet*. Obtenido de <http://www.batanga.com/>:
<http://www.batanga.com/tech/12382/los-principales-avances-de-internet>
- Gardini, G. (2013). *Estándar IEEE 802.11n*. Obtenido de <http://www.pucp.edu.pe/>:
http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/Telecomunicaciones/ing_com_inalam/modulo2/WI-FI_80211N_WIMAX_2013x4.pdf
- Huete Serrano, M. (10 de 2008). *Sistemamid.com*. Recuperado el 06 de 2016, de SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES :
<http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/573/579/3190.pdf>
- ICTP. (2012). *Antenas y Líneas de Transmisión*. Obtenido de Eslared.org.ve:
http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/03-Antenas_y_Lineas_de_Transmision-es-v3.0-notes.pdf
- ITU. (s.f.). *Rec. UIT-R PN.837-1*. Obtenido de CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN PARA ESTABLECER MODELOS DE PROPAGACIÓN: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.837-1-199408-S!!PDF-S.pdf
- Jiménez, D., Sánchez, J., G. Gómez, & J. T, E. (s.f.). *MIMO-SDM OFDM*. Obtenido de Universidad de Málaga:
http://ihome.ust.hk/~eedmorales/dmorales_website_files/publications/conf_URSI'07_AnalisisRendimientoMIMO-SDM.pdf
- Kanellos, M. (18 de 06 de 2007). *New Wi-Fi distance record: 382 kilometers*. Obtenido de CNET:
<http://www.cnet.com/news/new-Wi-Fi-distance-record-382-kilometers/>

- Kbest-Mexico. (07 de 06 de 2016). *Servicios de instalación y mantenimiento* « KBEST. Recuperado el 06 de 2016, de Kbest.com.mx: <http://www.kbest.com.mx/category/telecomunicaciones/servicios-de-instalacion-y-mantenimiento/>
- Leopedrini . (09 de 2011). *¿Qué es MIMO?* Obtenido de telecomhall: <http://www.telecomhall.com/es/que-es-mimo.aspx>
- Luques , M. (2009). *Posgrado - Especialidad en Redes*. Obtenido de Universidad Nacional de La Plata: http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Especializaciones/Redes_y_Seguridad/Trabajos_Final/es/Luques.pdf
- Mariño Freire, N. (2015). *CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA PRÁCTICAS DE PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Mohammed, E. (2012). *Acceso a Internet vía Wi-FiWiMax*. Obtenido de <http://e-archivo.uc3m.es/>: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el-yaagoubi_2012.pdf?sequence=1
- Morató Osés, D. (s.f.). *ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS*. Obtenido de <https://www.tlm.unavarra.es/>: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/arss/arss11_12/slides/34-CSMA-CA.pdf
- Morocho Yunga, I., & Rios Jaramillo, k. (2015). *Estudio técnico para incorporar generacion distribuida fotovoltaica en los sectores residenciales del canton Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Motorola. (25 de 06 de 2006). *Motorola Canopy*. Obtenido de Azotel.com: www.azotel.com/00_az_docs/radio_equipment/config_guide_jan2006.pdf
- Nobreak S.A. (2016). *AVR 750U*. Recuperado el 05 de 2016, de Nobreak.com.ec: www.nobreak.com.ec/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=482&Itemid=120
- onon. (s.f.). *onmon*.
- Ortiz, F. L. (2002). *Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos - ETSIT - UPM*. Obtenido de <http://www.dit.upm.es/~david/tar/trabajos2002/08-802.11-Francisco-Lopez-Ortiz-res.pdf>
- Paquisha, G. (14 de 03 de 2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del canton Paquisha*. Obtenido de app.sni.gob.ec: http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/documentoFinal/1960139890001_PLAN%20DE%20DESAROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20DEL%20CANTON%20PAQUISHA%20PARA%20ENVIAR_14-03-2015_13-46-00.pdf

- PELAEZ CID, A. M. (29 de 01 de 2012). *LA INTERNET EN LAS EMPRESAS*. Obtenido de Eoi.es: <http://www.eoi.es/blogs/annymarlenypelaez/2012/01/29/importancia-del-internet-para-las-empresas/>
- Radio la Voz de Zamora. (2016). *RENDICION DE CUENTAS - Radio La Voz de Zamora*. Obtenido de Radio La Voz de Zamora: <http://lavozdezamora.com.ec/rendicion-de-cuentas/>
- Reigadas, S. &. (2007). *Modelado y optimización de IEEE 802.11 para su aplicación en el despliegue de redes extensas en zonas rurales aisladas de países en desarrollo*. Doctoral dissertation, Telecomunicacion.
- Revista RED. (12 de 2002). *El ABC de las Telecomunicaciones*. Recuperado el 06 de 2016, de Eveliux.com: <http://www.eveliux.com/mx/Articulos/commwireless.html>
- Rodríguez Guillen, H. (12 de 04 de 2011). *cuadro comparativo redes alamblicas e inalamblicas*. Obtenido de <http://rodriguezguillenhugo.blogspot.com/2011/04/cuadro-comparativo-redes-alamblicas-e.html>
- Buen Vivir Plan Nacional 2013-2017*. (s.f.). Obtenido de Versiones del Plan Nacional: <http://www.buenvivir.gob.ec/versiones-plan-nacional>
- Empresa Nacional Minera del Ecuador ENAMI EP*. (s.f.). Obtenido de Enamiép.gob.ec: http://www.enamiép.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=898:conguime&catid=47:proyectos&Itemid=103&lang=es
- SISTEMAS SATELITALES*. (s.f.). Obtenido de Gabnav.coolinc.info: <http://gabnav.coolinc.info/p2.htm>
- SOLSUR . (s.f.). *Sistemas Fotovoltaicos*. Recuperado el 03 de 2016, de Solsur.cl: www.solsur.cl/sist_fotovoltaico.html
- Telconet. (2016). *Telconet - La fibra del Ecuador! - INTERNET DEDICADO*. Recuperado el 05 de 2016, de Telconet.net: <http://www.telconet.net/servicios/internetdedicado>
- Telcor. (16 de 01 de 2006). *Manejo del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias :: TELCOR, Ente Regulador*. Obtenido de Telcor.gob.ni: http://www.telcor.gob.ni/Desplegar.asp?PAG_ID=19
- Ubiquiti Networks. (2011). *NanoStation M*. Obtenido de Ubnt.com: https://dl.ubnt.com/guides/NanoStation_M/NanoStation_M_Loco_M_QSG.pdf
- Ubiquiti Networks. (2011). *Rocket M*. Obtenido de Ubnt.com: http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketm/rm_ds_web.pdf
- Ubiquiti Networks. (2015). *DataSheet RocketDish*. Obtenido de ubnt.com: http://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf

Ubiquiti Networks. (2015). *Quick Start Guide - airMAX Sector*. Obtenido de Ubnt.com:
https://dl.ubnt.com/guides/sector/airMAX_Sector_AM-5G20-90_QSG.pdf

USGS. (s.f.). *SRTM3*. Obtenido de USGS:
https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/South_America/

Villacís, K. (2012). *Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniera en Redes y Telecomunicaciones*. Quito: Universidad de las Américas.

Viviana , A., & Gabriela, V. (2011). *Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ISM para brindar servicios de telemedicina a la provincia de Loja*. Loja: UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA.

WNI MÉXICO S.A. (2016). *Entendiendo el 802.11n*. Obtenido de Wni.mx:
http://www.wni.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=63:80211n&catid=31:general&Itemid=79

Zamora en directo. (21 de 08 de 2012). *Sistema de electrificación llegara hasta Chinapintza*. Recuperado el 04 de 2016, de Zamoraendirecto.com:
http://www.zamoraendirecto.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1383:sistema-de-electrificacion-llegara-hasta-chinapintza-&catid=2:cantones&Itemid=2

ANEXO 1: Encuesta

ENCUESTA DE DEMANDA DE SERVICIO DE INTERNET EN CHINAPINTZA

Estimado morador,

Por favor, sírvase en responder las siguientes preguntas con la mayor sinceridad posible, de tal forma que nos permitan conocer el estado actual y los requerimientos del servicio de Internet en su localidad. La información recabada será tratada con estricta confidencialidad y de uso exclusivo para la UTPL.

1. ¿Qué tipo de empresa es?

Publica Privada Unidad Educativa

2. ¿En su empresa cuentan con el servicio de Internet?

Sí No

3. Si su respuesta es SI en la pregunta anterior, por favor responda las siguientes pregunta

- ¿A qué empresa proveedora contrata el servicio de Internet?

-
- ¿Qué AB de Internet tiene contratado?
-

4. Si su respuesta es NO a la pregunta número 2, responda la siguiente pregunta ¿Desearía usted contratar un servicio de Internet?

Sí No

5. Si su respuesta es sí a la pregunta anterior. ¿Qué AB usted desearía contratar?

6. ¿Cuántas personas de la empresa utilizan o necesitan el Internet?

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio de Internet?

100 dólares 200 dólares 300 dólares
 400 dólares 500 dólares

8. ¿Usted cree que en años posteriores requerirá, un incremento en el AB de Internet?

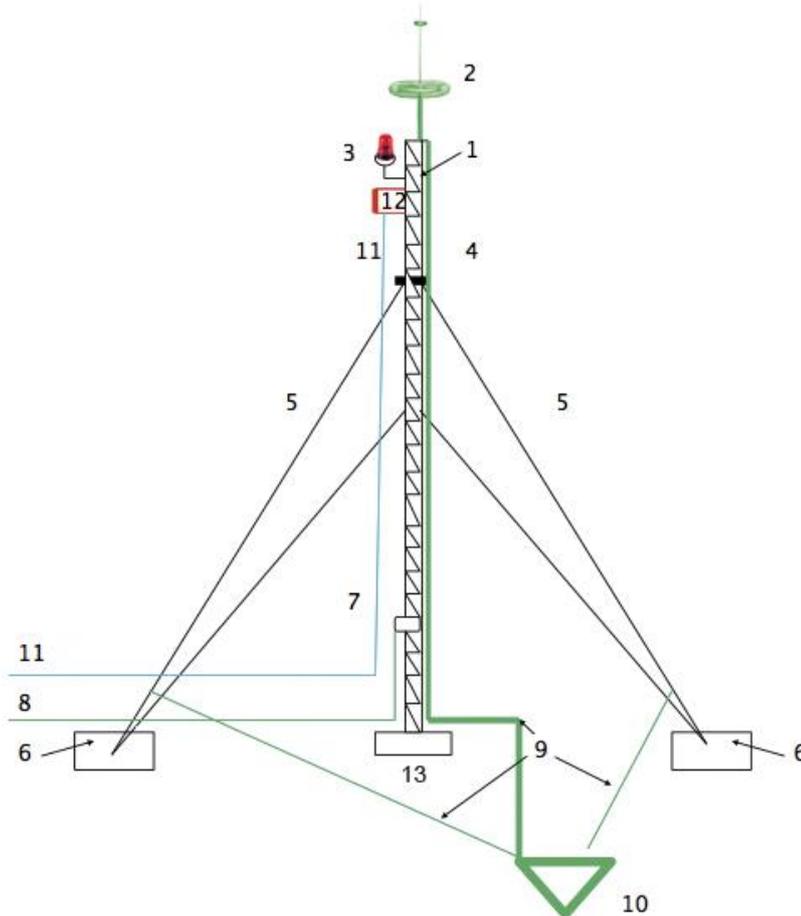
Sí No

- Si su respuesta es SI, responda ¿Incremento de cuánto?
-

Gracias por su amable colaboración

ANEXO 2: Torres para enlaces Troncales y de acceso

En los repetidores Santa Barbara, Chinapintza y la localidad de Yantzaza, se considera la instalación de torres ventadas o arriostrada, a continuación se muestra una imagen en la cual se enlistan los componentes de la torre.



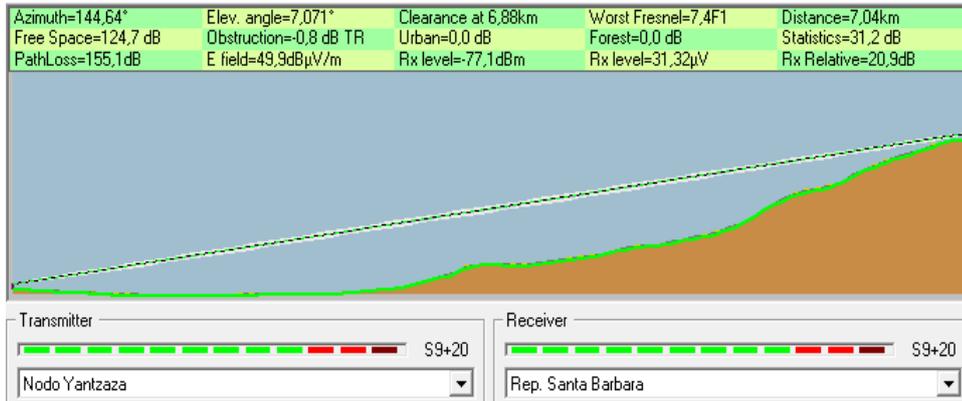
- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1. Torre AT 45 | 6. Bases de concreto | 10. Delta de tierras |
| 2. Pararrayos tipo dipolo | 7. Barra de cobre | 11. Cable LRM 600 con conectores |
| 3. Luces de señalización | 8. Cable calibre 2 a tierra | 12. Soporte para antena |
| 4. Triángulo estabilizador | 9. Cable calibre 0 | 13. Base y ancla central de torre |
| 5. Retenidas de cable de 1/4" | | |

Figura: Componentes de torre Ventada

Fuente: Obtenido de, (Kbest-Mexico, 2016)

ANEXO 3: Simulaciones de enlaces de radio en Radio Mobile

Enlace Nodo Yantzaza – Rep. Santa Bárbara



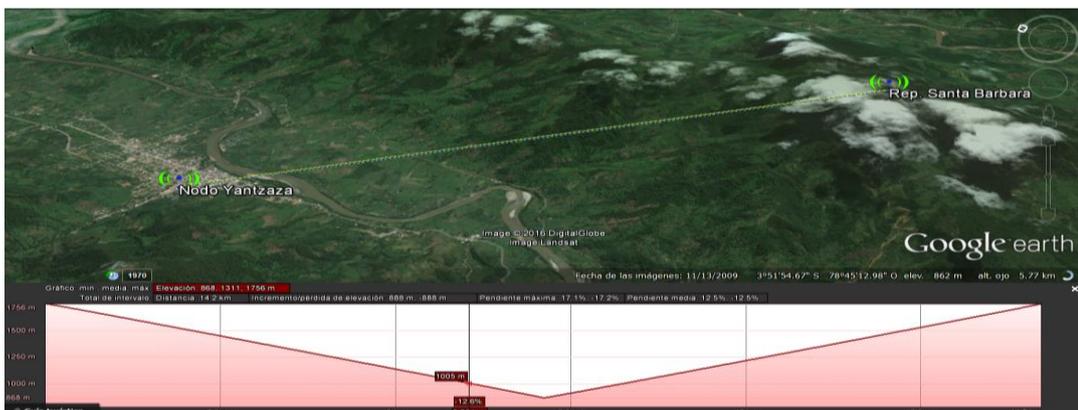
- *Detalles de Nodo Yantzaza*

Distance between Nodo Yantzaza and Rep. Santa Barbara is 7,0 km (4,4 miles)
 True North Azimuth = 144,64°, Magnetic North Azimuth = 146,60°, Elevation angle = 7,0714°
 Terrain elevation variation is 925,6 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 7,4F1 at 6,9km
 Average frequency is 5785,000 MHz
 Free Space = 124,7 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 155,1 dB
 System gain from Nodo Yantzaza to Rep. Santa Barbara is 176,0 dB (Cardio.ant at 144,6 °7,07° gain = 26,0 dBi)
 System gain from Rep. Santa Barbara to Nodo Yantzaza is 176,0 dB (Cardio.ant at 324,6 °-7,13° gain = 26,0 dBi)
 Worst reception is 20,9 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

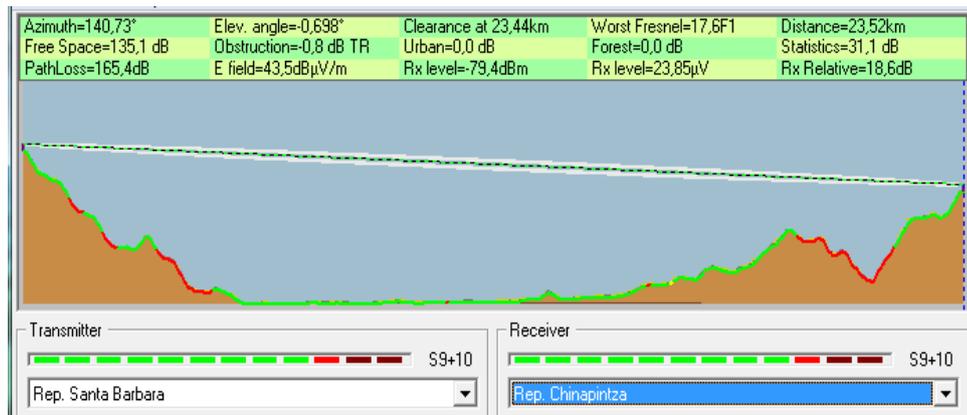
- *Detalles de Rep. Santa Bárbara*

Distance between Rep. Santa Barbara and Nodo Yantzaza is 7,0 km (4,4 miles)
 True North Azimuth = 324,64°, Magnetic North Azimuth = 326,61°, Elevation angle = -7,1348°
 Terrain elevation variation is 925,6 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 7,4F1 at 0,2km
 Average frequency is 5785,000 MHz
 Free Space = 124,7 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 155,1 dB
 System gain from Rep. Santa Barbara to Nodo Yantzaza is 176,0 dB (Cardio.ant at 324,6 °-7,13° gain = 26,0 dBi)
 System gain from Nodo Yantzaza to Rep. Santa Barbara is 176,0 dB (Cardio.ant at 144,6 °7,07° gain = 26,0 dBi)
 Worst reception is 20,9 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Santa Bárbara – Rep. Chinapintza



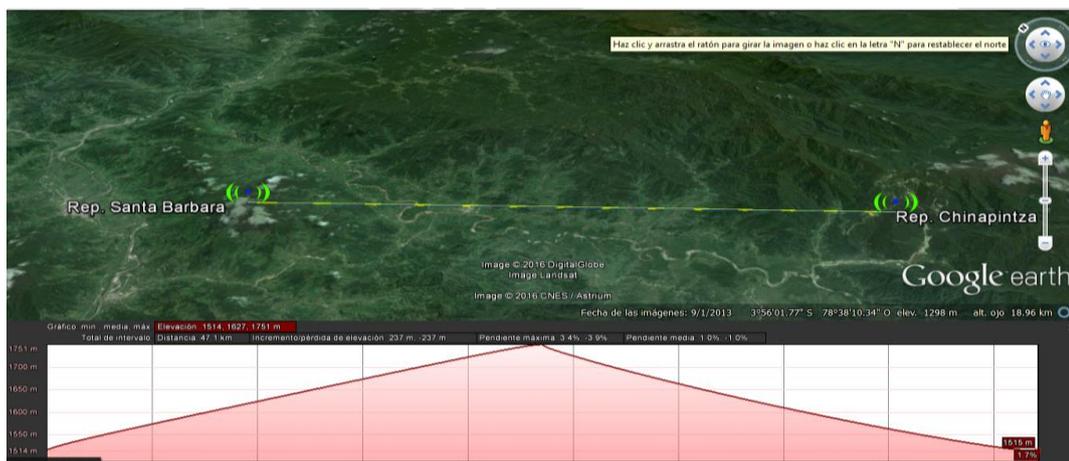
- **Detalles de Rep. Santa Bárbara**

Distance between Rep. Santa Barbara and Rep. Chinapintza is 23,5 km (14,6 miles)
 True North Azimuth = 140,73°, Magnetic North Azimuth = 142,71°, Elevation angle = -0,6977°
 Terrain elevation variation is 909,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 17,6F1 at 23,4km
 Average frequency is 5785,000 MHz
 Free Space = 135,1 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,1 dB
 Total propagation loss is 165,4 dB
 System gain from Rep. Santa Barbara to Rep. Chinapintza is 184,0 dB (Cardio.ant at 140,7 °0,70° gain = 30,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to Rep. Santa Barbara is 184,0 dB (Cardio.ant at 320,7 °0,49° gain = 30,0 dBi)
 Worst reception is 18,6 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

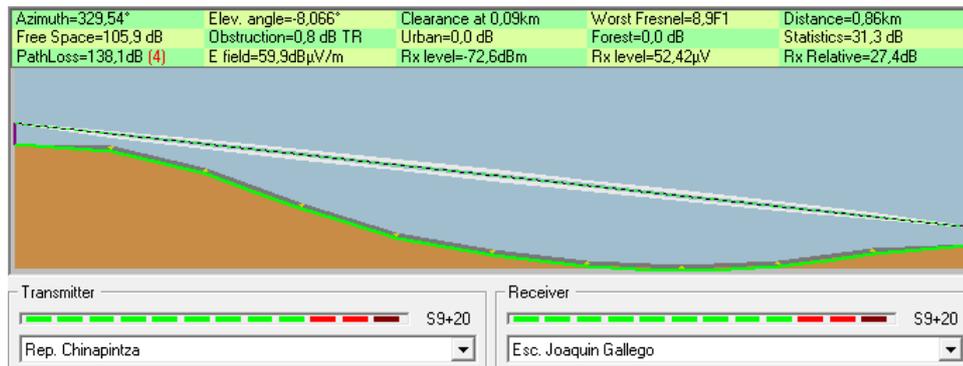
- **Detalles de Rep. Chinapintza**

Distance between Rep. Chinapintza and Rep. Santa Barbara is 23,5 km (14,6 miles)
 True North Azimuth = 320,72°, Magnetic North Azimuth = 322,76°, Elevation angle = 0,4860°
 Terrain elevation variation is 909,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 17,6F1 at 0,1km
 Average frequency is 5785,000 MHz
 Free Space = 135,1 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,1 dB
 Total propagation loss is 165,4 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to Rep. Santa Barbara is 184,0 dB (Cardio.ant at 320,7 °0,49° gain = 30,0 dBi)
 System gain from Rep. Santa Barbara to Rep. Chinapintza is 184,0 dB (Cardio.ant at 140,7 °0,70° gain = 30,0 dBi)
 Worst reception is 18,6 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

Perfil de elevación – Google Earth



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente Esc. Joaquín Gallegos Lara



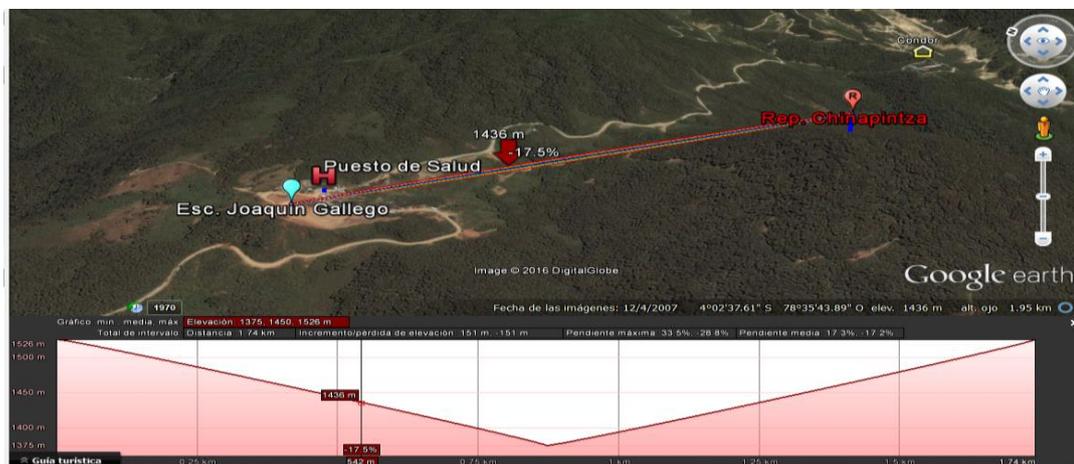
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and Esc. Joaquín Gallego is 0,9 km (0,5 miles)
 True North Azimuth = 329,54°, Magnetic North Azimuth = 331,58°, Elevation angle = -8,0656°
 Terrain elevation variation is 155,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,9F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 105,9 dB, Obstruction = 0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 138,1 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to Esc. Joaquín Gallego is 165,4 dB (Cardio.ant at 329,5 °-8,07° gain = 19,4 dBi)
 System gain from Esc. Joaquín Gallego to Rep. Chinapintza is 165,4 dB (Cardio.ant at 149,5 °8,06° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 27,4 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations
 Warning 4

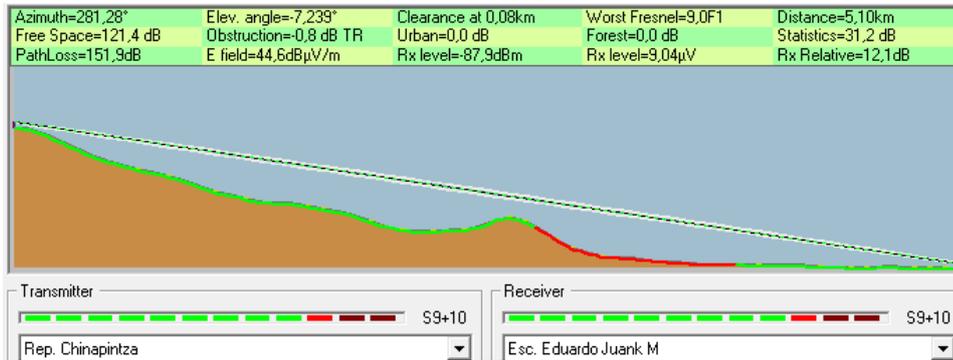
- *Detalles de Cliente Esc. Joaquín Gallegos Lara*

Distance between Esc. Joaquín Gallego and Rep. Chinapintza is 0,9 km (0,5 miles)
 True North Azimuth = 149,54°, Magnetic North Azimuth = 151,57°, Elevation angle = 8,0579°
 Terrain elevation variation is 155,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,9F1 at 0,8km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 105,9 dB, Obstruction = 0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 138,1 dB
 System gain from Esc. Joaquín Gallego to Rep. Chinapintza is 165,4 dB (Cardio.ant at 149,5 °8,06° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to Esc. Joaquín Gallego is 165,4 dB (Cardio.ant at 329,5 °-8,07° gain = 19,4 dBi)
 Worst reception is 27,4 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations
 Warning 4

Perfil de elevación – Google Earth



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente Esc. Eduardo Juank Milk



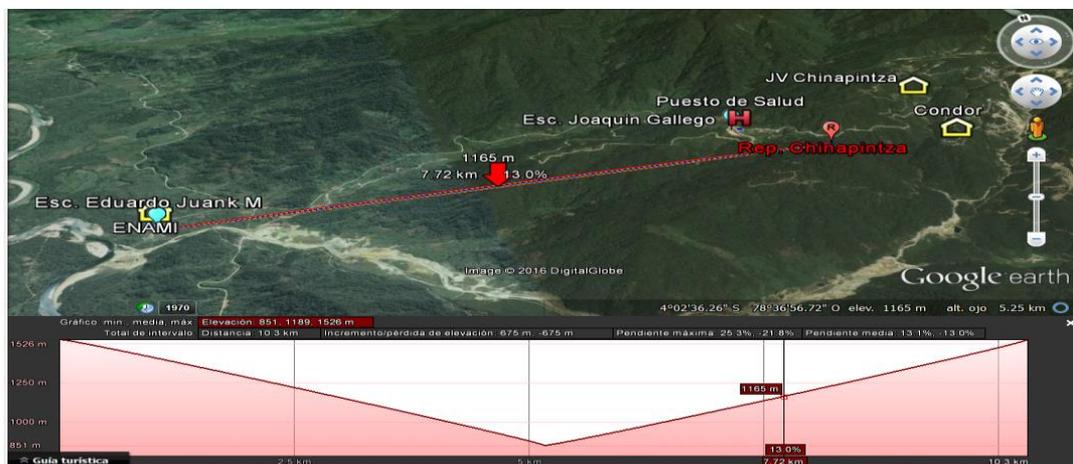
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and Esc. Eduardo Juank M is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 281,28°, Magnetic North Azimuth = 283,32°, Elevation angle = -7,2392°
 Terrain elevation variation is 653,8 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,0F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,4 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 151,9 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to Esc. Eduardo Juank M is 164,0 dB (Cardio.ant at 281,3 °-7,24° gain = 18,0 dBi)
 System gain from Esc. Eduardo Juank M to Rep. Chinapintza is 164,0 dB (Cardio.ant at 101,3 °7,19° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 12,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

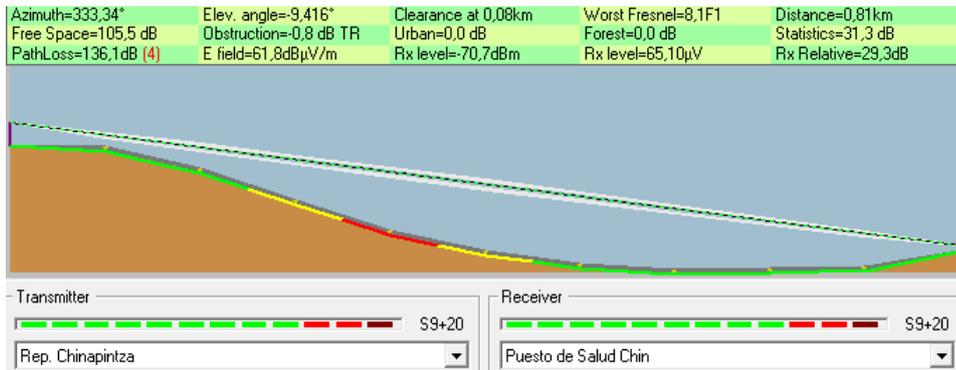
- *Detalles de Cliente Esc. Eduardo Juank Milk*

Distance between Esc. Eduardo Juank M and Rep. Chinapintza is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 101,28°, Magnetic North Azimuth = 103,29°, Elevation angle = 7,1932°
 Terrain elevation variation is 653,8 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,0F1 at 5,0km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,4 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 151,9 dB
 System gain from Esc. Eduardo Juank M to Rep. Chinapintza is 164,0 dB (Cardio.ant at 101,3 °7,19° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to Esc. Eduardo Juank M is 164,0 dB (Cardio.ant at 281,3 °-7,24° gain = 18,0 dBi)
 Worst reception is 12,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente Puesto de Salud Chinapintza



- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and Puesto de Salud Chin is 0,8 km (0,5 miles)
 True North Azimuth = 333,34°, Magnetic North Azimuth = 335,38°, Elevation angle = -9,4162°
 Terrain elevation variation is 148,1 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,1F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 105,5 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 136,1 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to Puesto de Salud Chin is 165,4 dB (Cardio.ant at 333,3 °-9,42° gain = 19,4 dBi)
 System gain from Puesto de Salud Chin to Rep. Chinapintza is 165,4 dB (Cardio.ant at 153,3 °-9,41° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 29,3 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations
 Warning 4

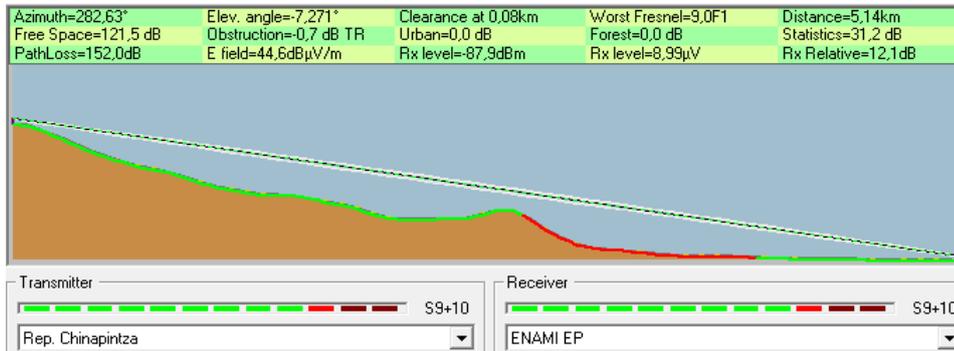
- *Detalles de Cliente Puesto de Salud Chinapintza*

Distance between Puesto de Salud Chin and Rep. Chinapintza is 0,8 km (0,5 miles)
 True North Azimuth = 153,34°, Magnetic North Azimuth = 155,38°, Elevation angle = 9,4089°
 Terrain elevation variation is 148,1 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,1F1 at 0,7km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 105,5 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 136,1 dB
 System gain from Puesto de Salud Chin to Rep. Chinapintza is 165,4 dB (Cardio.ant at 153,3 °-9,41° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to Puesto de Salud Chin is 165,4 dB (Cardio.ant at 333,3 °-9,42° gain = 19,4 dBi)
 Worst reception is 29,3 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations
 Warning 4

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente ENAMI EP



- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and ENAMI EP is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 282,63°, Magnetic North Azimuth = 284,67°, Elevation angle = -7,2715°
 Terrain elevation variation is 653,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,0F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,5 dB, Obstruction = -0,7 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 152,0 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to ENAMI EP is 164,1 dB (Cardio.ant at 282,6 °-7,27° gain = 18,1 dBi)
 System gain from ENAMI EP to Rep. Chinapintza is 164,1 dB (Cardio.ant at 102,6 °7,23° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 12,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

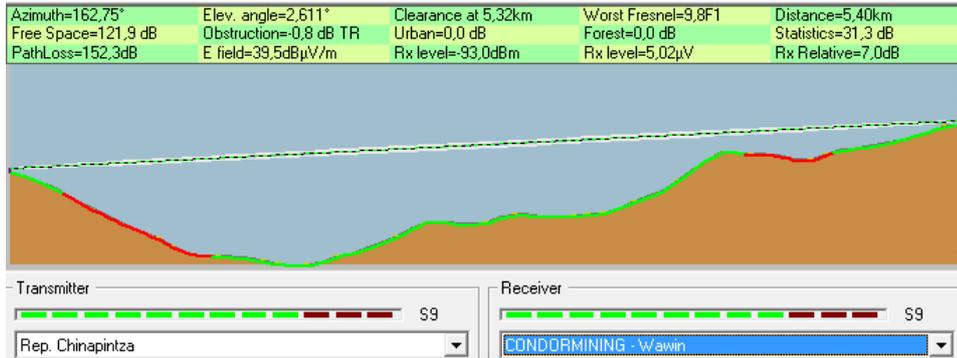
- *Detalles de Cliente ENAMI EP*

Distance between ENAMI EP and Rep. Chinapintza is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 102,63°, Magnetic North Azimuth = 104,64°, Elevation angle = 7,2252°
 Terrain elevation variation is 653,2 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,0F1 at 5,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,5 dB, Obstruction = -0,7 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,2 dB
 Total propagation loss is 152,0 dB
 System gain from ENAMI EP to Rep. Chinapintza is 164,1 dB (Cardio.ant at 102,6 °7,23° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to ENAMI EP is 164,1 dB (Cardio.ant at 282,6 °-7,27° gain = 18,1 dBi)
 Worst reception is 12,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente CONDORMINING campamento Wawintza



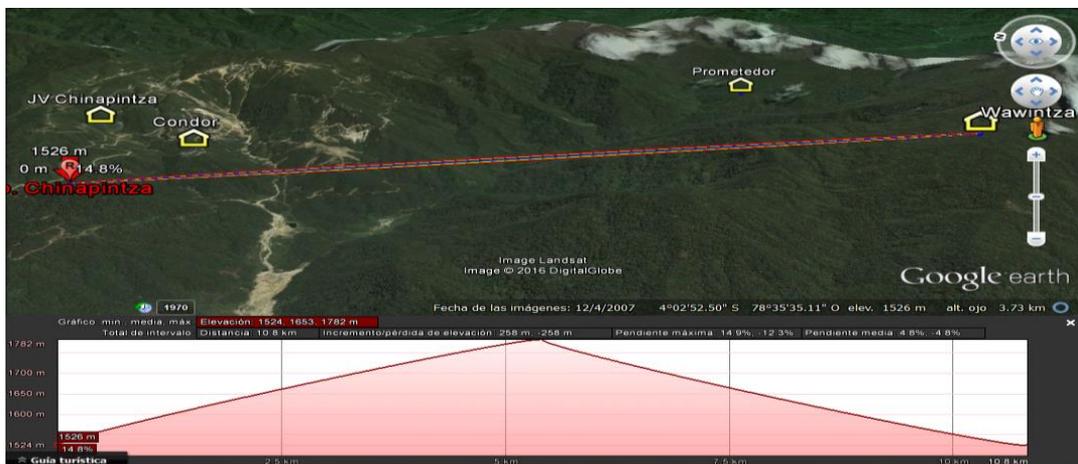
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and CONDORMINING - Wawin is 5,4 km (3,4 miles)
 True North Azimuth = 162,75°, Magnetic North Azimuth = 164,79°, Elevation angle = 2,6112°
 Terrain elevation variation is 772,8 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,8F1 at 5,3km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,9 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 152,3 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMINING - Wawin is 159,3 dB (Cardio.ant at 162,8 °2,61° gain = 13,3 dBi)
 System gain from CONDORMINING - Wawin to Rep. Chinapintza is 159,3 dB (Cardio.ant at 342,8 °-2,66° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 7,0 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

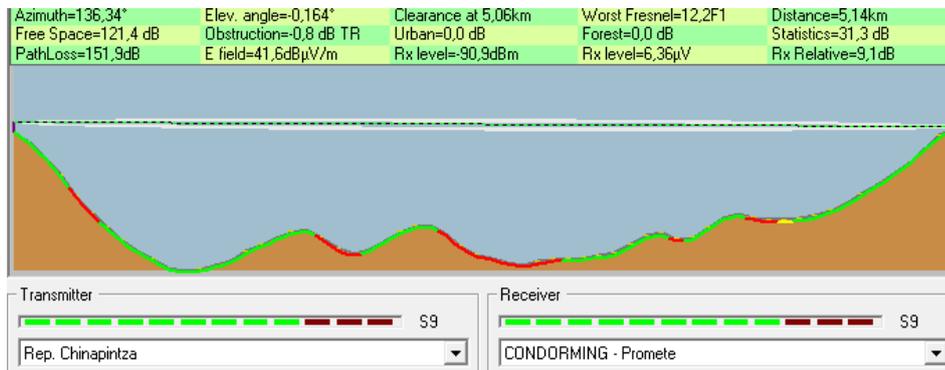
- *Detalles de Cliente CONDORMINING campamento Wawintza*

Distance between CONDORMINING - Wawin and Rep. Chinapintza is 5,4 km (3,4 miles)
 True North Azimuth = 342,75°, Magnetic North Azimuth = 344,79°, Elevation angle = -2,6598°
 Terrain elevation variation is 772,8 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 9,8F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,9 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 152,3 dB
 System gain from CONDORMINING - Wawin to Rep. Chinapintza is 159,3 dB (Cardio.ant at 342,8 °-2,66° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMINING - Wawin is 159,3 dB (Cardio.ant at 162,8 °2,61° gain = 13,3 dBi)
 Worst reception is 7,0 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente CONDORMING campamento Prometedor



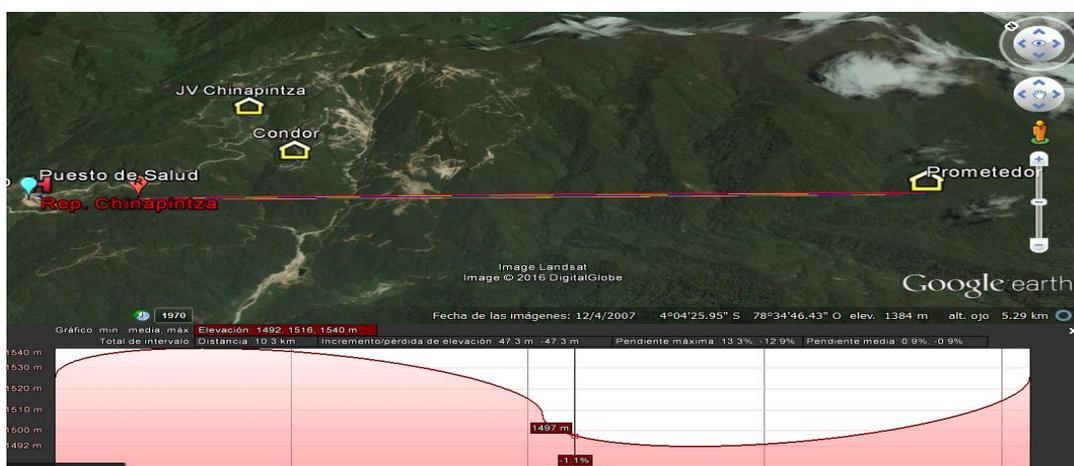
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and CONDORMING - Promete is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 136,34°, Magnetic North Azimuth = 138,37°, Elevation angle = -0,1641°
 Terrain elevation variation is 405,7 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 12,2F1 at 5,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,4 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 151,9 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMING - Promete is 161,0 dB (Cardio.ant at 136,3 °-0,16° gain = 15,0 dBi)
 System gain from CONDORMING - Promete to Rep. Chinapintza is 161,0 dB (Cardio.ant at 316,3 °0,12° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 9,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

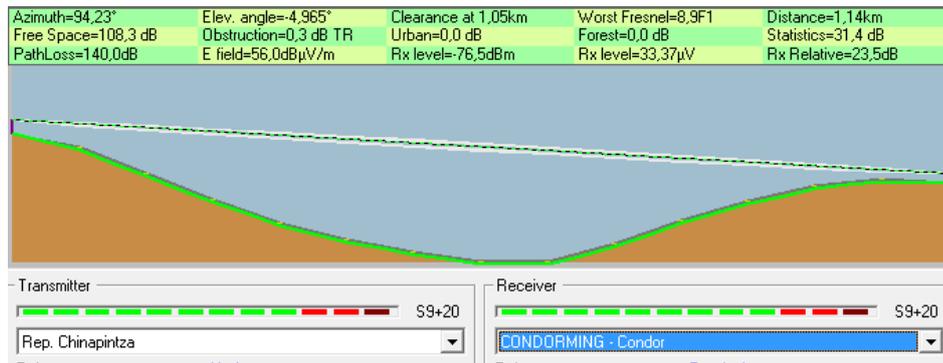
- *Detalles de Cliente CONDORMING campamento Prometedor*

Distance between CONDORMING - Promete and Rep. Chinapintza is 5,1 km (3,2 miles)
 True North Azimuth = 316,33°, Magnetic North Azimuth = 318,39°, Elevation angle = 0,1178°
 Terrain elevation variation is 405,7 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 12,2F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 121,4 dB, Obstruction = -0,8 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 151,9 dB
 System gain from CONDORMING - Promete to Rep. Chinapintza is 161,0 dB (Cardio.ant at 316,3 °0,12° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMING - Promete is 161,0 dB (Cardio.ant at 136,3 °-0,16° gain = 15,0 dBi)
 Worst reception is 9,1 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente CONDORMING campamento Condor



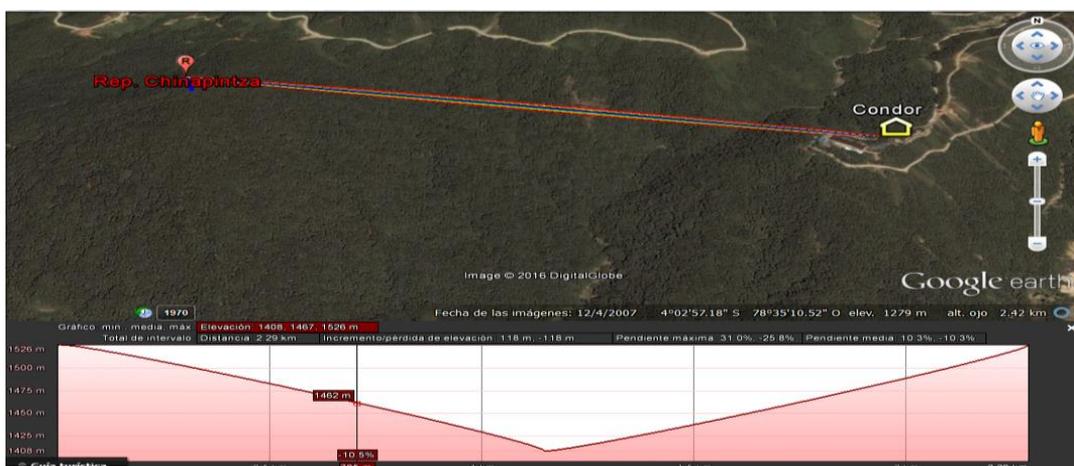
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and CONDORMING - Condor is 1,1 km (0,7 miles)
 True North Azimuth = 94,23°, Magnetic North Azimuth = 96,26°, Elevation angle = -4,9653°
 Terrain elevation variation is 244,5 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,9F1 at 1,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 108,3 dB, Obstruction = 0,3 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,4 dB
 Total propagation loss is 140,0 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMING - Condor is 163,5 dB (Cardio.ant at 94,2 °*4,97° gain = 17,5 dBi)
 System gain from CONDORMING - Condor to Rep. Chinapintza is 163,5 dB (Cardio.ant at 274,2 °*4,96° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 23,5 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

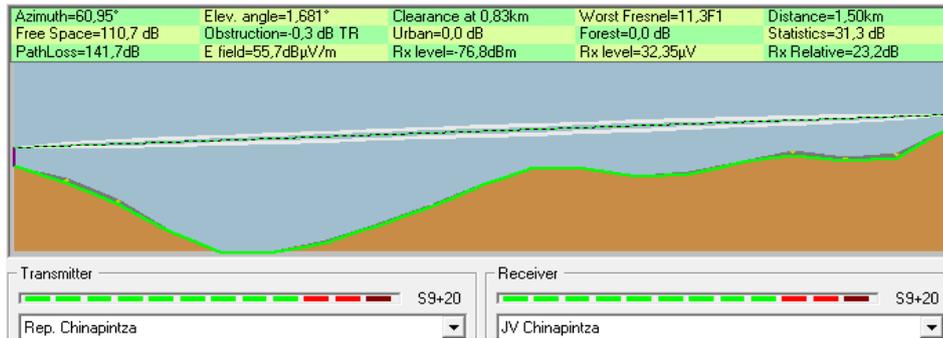
- *Detalles de Cliente CONDORMING campamento Condor*

Distance between CONDORMING - Condor and Rep. Chinapintza is 1,1 km (0,7 miles)
 True North Azimuth = 274,23°, Magnetic North Azimuth = 276,27°, Elevation angle = 4,9551°
 Terrain elevation variation is 244,5 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 8,9F1 at 0,1km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 108,3 dB, Obstruction = 0,3 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,4 dB
 Total propagation loss is 140,0 dB
 System gain from CONDORMING - Condor to Rep. Chinapintza is 163,5 dB (Cardio.ant at 274,2 °*4,96° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to CONDORMING - Condor is 163,5 dB (Cardio.ant at 94,2 °*4,97° gain = 17,5 dBi)
 Worst reception is 23,5 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



Enlace Rep. Chinapintza – Cliente JV Chinapintza



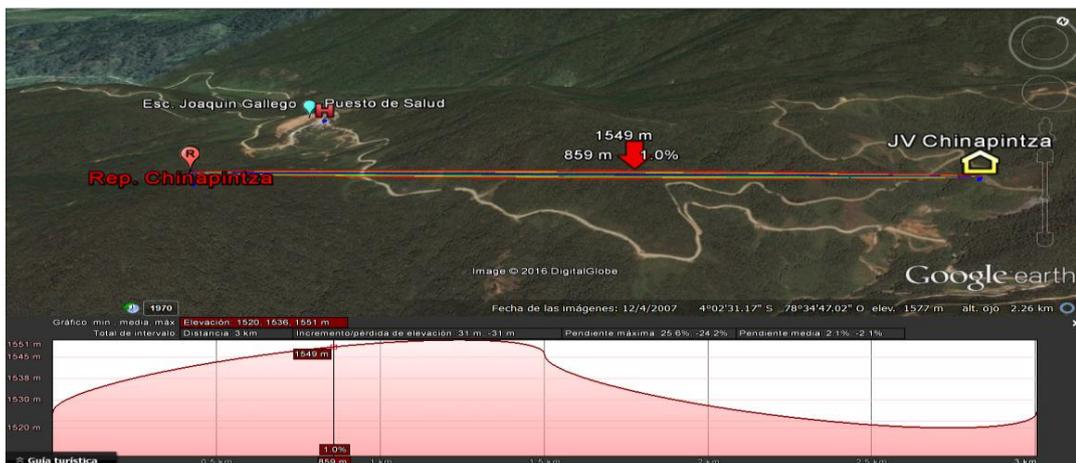
- *Detalles de Rep. Chinapintza*

Distance between Rep. Chinapintza and JV Chinapintza is 1,5 km (0,9 miles)
 True North Azimuth = 60,95°, Magnetic North Azimuth = 62,99°, Elevation angle = 1,6812°
 Terrain elevation variation is 158,4 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 11,3F1 at 0,8km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 110,7 dB, Obstruction = -0,3 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 141,7 dB
 System gain from Rep. Chinapintza to JV Chinapintza is 164,9 dB (Cardio.ant at 61,0 °*1,68° gain = 18,9 dBi)
 System gain from JV Chinapintza to Rep. Chinapintza is 164,9 dB (Cardio.ant at 241,0 °*-1,69° gain = 20,0 dBi)
 Worst reception is 23,2 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Detalles de Cliente JV Chinapintza*

Distance between JV Chinapintza and Rep. Chinapintza is 1,5 km (0,9 miles)
 True North Azimuth = 240,95°, Magnetic North Azimuth = 243,00°, Elevation angle = -1,6947°
 Terrain elevation variation is 158,4 m
 Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 11,3F1 at 0,7km
 Average frequency is 5500,000 MHz
 Free Space = 110,7 dB, Obstruction = -0,3 dB TR, Urban = 0,0 dB, Forest = 0,0 dB, Statistics = 31,3 dB
 Total propagation loss is 141,7 dB
 System gain from JV Chinapintza to Rep. Chinapintza is 164,9 dB (Cardio.ant at 241,0 °*-1,69° gain = 20,0 dBi)
 System gain from Rep. Chinapintza to JV Chinapintza is 164,9 dB (Cardio.ant at 61,0 °*1,68° gain = 18,9 dBi)
 Worst reception is 23,2 dB over the required signal to meet
 99,000% of time, 99,000% of situations

- *Perfil de elevación – Google Earth*



ANEXO 4: Características técnicas de los equipos propuestos

A continuación se detallan las características de los equipos que se propone para la instalación de la red propuesta en el presente TT:

- **Routerboard Mikrotik RB450G**

Código de producto	RB450G
CPU frecuencia nominal	680 MHz
CPU número de núcleos	1
Tamaño de RAM	256 MB
Arquitectura	MIPS-BE
Puertos Ethernet 10/100/1000	5
Tarjetas de memoria	1
Tipo de tarjeta de memoria	microSD
PoE	Sí
Voltaje de entrada el apoyo	8 V - 28 V
Monitor de Voltaje	Sí
Vigilancia de la temperatura de PCB	Sí
Temperatura ambiente Probado	-20 ° C + 70 ° C
Nivel de licencia	5
UPC	AR7161
Puerto serial	RS232
Tipo de almacenamiento	NAND
El tamaño de almacenamiento	512 MB

- **Routerboard Mikrotik RB750**

CPU frecuencia nominal	400 MHz
CPU número de núcleos	1
Tamaño de RAM	32 MB
Puertos Ethernet 10/100	5
Conector de alimentación	1
PoE	Sí
Voltaje de entrada el apoyo	10 V - 28 V
Nivel de licencia	4
UPC:	AR7241
Tipo de almacenamiento	NAND
El tamaño de almacenamiento	64 MB
Temperatura de funcionamiento	-40 ° C a 55 ° C
Consumo de energía máximo	2.5W

- **Ubiquiti Rocket M5 5GHz**

Modos de Operación	Access Point, Station & Repeater (WDS).
Señalización propietaria	AirMax (MIMO TDMA).
Potencia de Salida	500 mW.
AB	300 Mbps.
Rango de Frecuencias	5745MHz-5825MHz
Canal ajustable	de 5 a 40 MHz.
Doble Polaridad Simultánea	(Vertical y Horizontal, 2x2).
Seguridad	WEP, WPA, WPA2 y MAC ACL.
Alineación de antenas	Visual y Audible (Software).
Conectores	SMA-Hembra Inverso.
Temperatura	-30°C a 75°C
Alimentación	24 Vcc, 1 A (incluye PoE con Reset)
Consumo máximo de energía	8W

- **Antena Ubiquiti RocketDish 5GHz**

Dimensiones	650x650x304mm
Peso	21.6 libras (9.8kg)
Rango de frecuencia	5.1 - 5.8 GHz
Ganancia	30 dBi
Polarización	lineal dual
Aislamiento de la Cruz polos	min 35 dB
ROE máxima	1,4:1
Vpol Ancho del haz (6 dB)	5 °.
F / B Relación	-34dB
ETSI pliego de condiciones	EN 302 326 DN2
Supervivencia del viento	120 mph
Carga de viento	£ 113 @ 100 mph

- **Antena sectorial - AirMAX AM-5G20-90 °**

Dimensión	700 x 135 x 70 mm (27.56 x 5.32 x x 2.76")
Peso	4 kg
Frecuencia de Operación	5.15 - 5.85 GHz
Ganancia	19.4 - 20.3 dBi
Apertura del haz horizontal	91° (6 dB)
Apertura del haz vertical	85° (6 dB)
Polarización	Doble Polaridad.
Entradas MIMO	2x2
Conector	RP-SMA

- **NanoStation M5**

Dimensiones	29 x 3 x 80 cm
Peso	0.4 Kg
Puertos 2	Ethernet 10/100
Procesador Atheros	MIPS 400MHz
Encapsulado Exterior	plástico UV
Consumo máximo de energía	8W
Fuente de alimentación	24 V, 0.5 A PoE
Rango de Humedad	5 a 95%
Rango de temperatura	-30 a 75 C
Ganancia	16 dBi
Frecuencia de operación	5170 - 5875 MHz
Configuración	AP, AP WDS y CPE WDS
Memoria	32 MB SDRAM, 8MB Flash

ANEXO 5: Diagramas de red de telecomunicaciones propuesta

Diagrama 1:

Red Troncal con equipos Ubiquiti Rocket M5 y antenas parabólicas RocketDish de 30 y 26dBi.

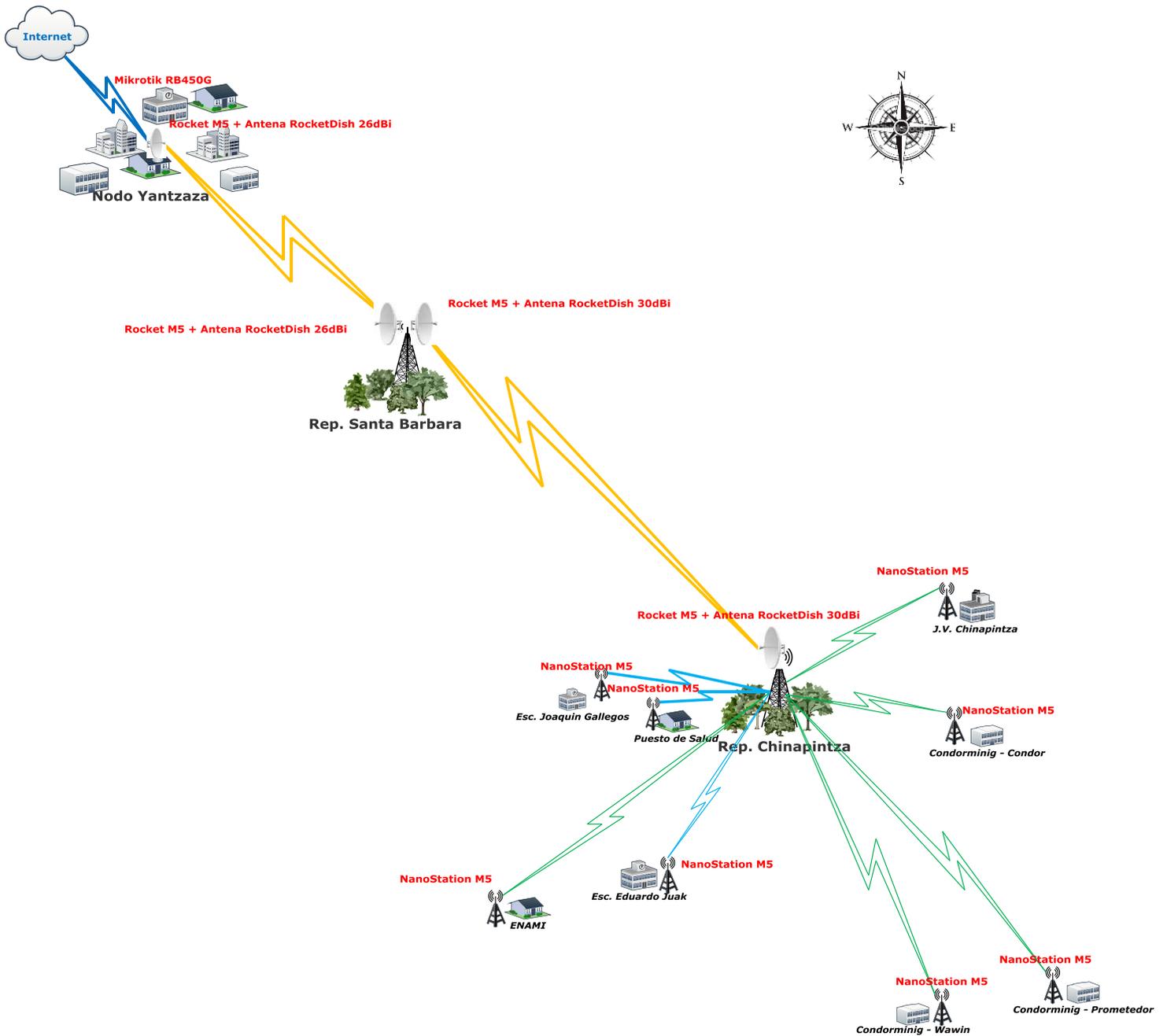
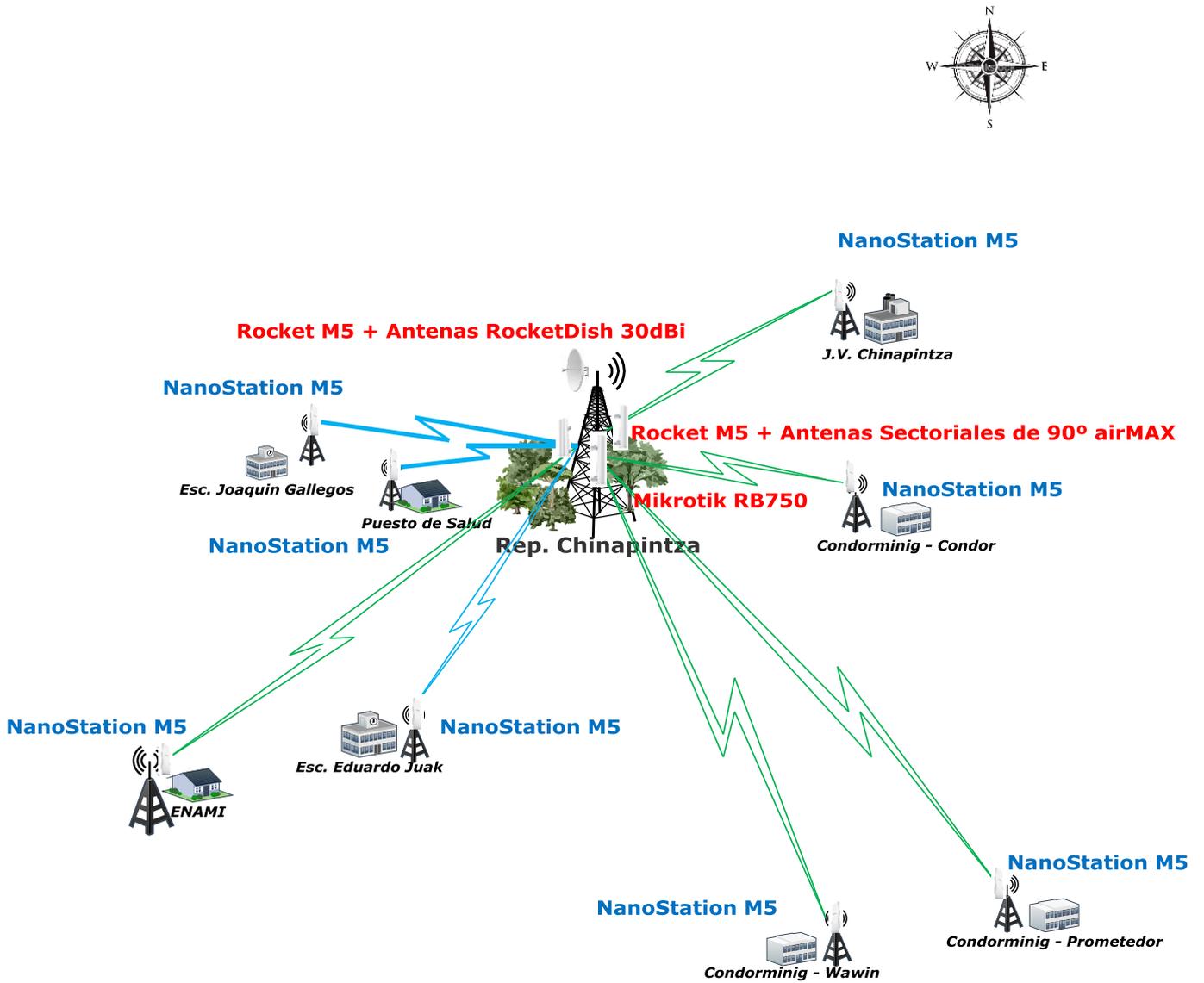


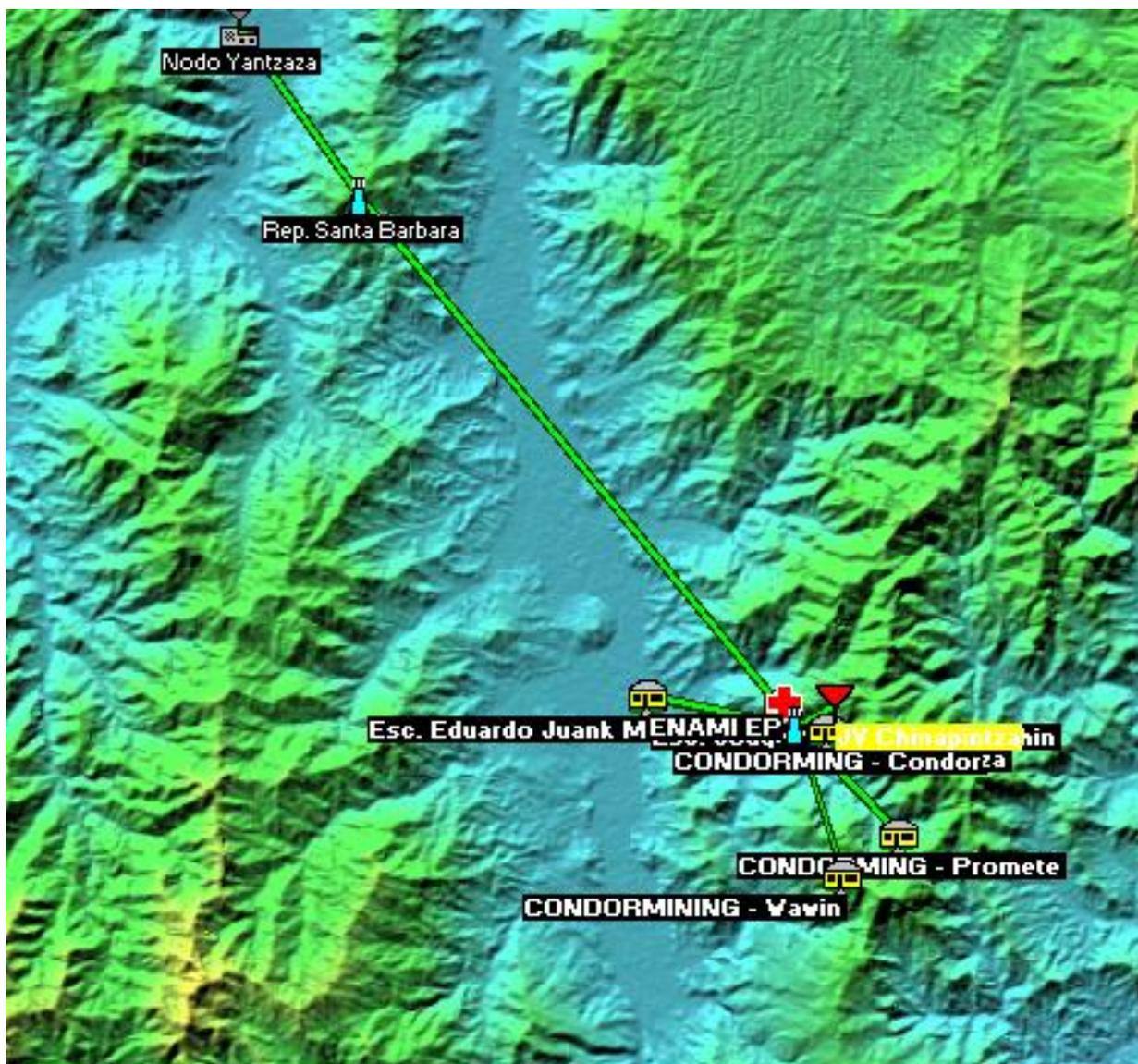
Diagrama 2:

Red de distribución, en la cual se observa los equipos Rocket M5 con las antenas sectoriales de 90° y los equipos terminales Nanostation M5



Digrama 3:

Captura de simulacion de enlaces de la red de telecomunicaciones propuesta para el sector Chinapintza, la cual fue obtenida del software Radio Mobile:



ANEXO 6: Cálculos para sistema backup de energía

Consumo total de equipos por día, en cada una de las estaciones que conforman la red Troncal de la red propuesta en el presente TT:

Ed= Consumo de electricidad diaria (KWh / día)

A la suma total de las consumo se le sumara el 10% del total, por las pérdidas que se pueden presentar en el sistema de energía.

Nodo Yantzaza				
Cantidad	Equipo	Potencia (Watts)	Nº horas de funcionamiento al día	Energía requerida Wh/día
1	Mikrotik RB450G	18	24	432
1	Ubiquiti Nano Station M5	8	24	192
ED total =				624
				Wh/día
				ED 0,624
				KWh/día
mas el 10%				0,6864

Rep. Santa Bárbara				
Cantidad	Equipo	Potencia (Watts)	Nº horas de funcionamiento al día	Energía requerida Wh/día
2	Ubiquiti Nano Station M5	8	24	384
ED total =				384
				Wh/día
				0,384
				KWh/día
mas el 10%				0,4224

Rep. Chinapintza				
Cantidad	Equipo	Potencia (Watts)	Nº horas de funcionamiento al día	Energía requerida Wh/día
4	Ubiquiti Nano Station M5	8	24	768
1	RouterBOARD RB750	2,5	24	60
ED total =				828
				Wh/día
				0,828
				KWh/día
mas el 10%				0,9108

ANEXO 7: Proforma de servicio de Internet de proveedor CNT EP



DE: ENRIQUE PEREZ DAUL / CNT
PARA: DARVIN PARDO
1900614924
FECHA: 16 de Febrero del 2016
ASUNTO: PROFORMA DE SERVICIOS CNT

Mediante el presente sírvase encontrar la proforma solicitada, sobre los servicios que ofrece la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, a fin de brindar una solución integral en servicios de telecomunicaciones.

PLAN	CAPACIDAD A/B	COSTO MENSUAL INCLUIDO IVA	MEDIO TX	INSTALACION (1 SOLA VEZ)
Internet Grandes Capacidades para ISPs – 4D	46 Mbps	\$ 2.525,04	FIBRA OPTICA	\$ 300,00

La CNT entrega el servicio mediante un CPE a ubicarse en el centro de datos del usuario. La distribución interna es responsabilidad del cliente.

Políticas del Servicio:

- No se aplica compartición
- Incluye 5 IPs públicas fijas mediante un /29.
- Instalación 7 días laborables; MTTR 3,5 horas
- Aplican las políticas de instalación de FO vigentes para Internet 6F a partir de planes mayores e igual a 1 Mbps sin costo alguno, previa viabilidad técnica*
- La instalación de fibra óptica NO INCLUYE obra civil, postes, canalización, racks; estos rubros serán trasladados al cliente*

* El costo de instalación del enlace de Fibra Óptica es de \$ 0

Atentamente,


Enrique Pérez Daúl
JEFE COMERCIAL (E)
CNT EP AGENCIA ZAMORA CHINCHIPE



ANEXO 8: Proforma de servicio de Internet de proveedor NETTPLUS



BANDA ANCHA / REDES Y FIBRA ÓPTICA / TRANSMISIÓN DE DATOS
HOSTING Y DISEÑO WEB / EQUIPOS DE COMPUTACIÓN

LOJA: Sucre 11-25 entre Azuay y Mercadillo
PBX: 370 1830 • Cel.: (CLARO) 0991 743 898 - (MOVIL) 0984 060 320
Email: info@nettplus.net
www.nettplus.net

PROFORMA

Sr.

DARVIN PARDO RODRIGUEZ

Ciudad. -

De mi consideración. -

Por medio del presente me permito hacer conocer el requerimiento solicitado por ustedes.

Plan de internet de Banda Ancha ISPs que actualmente ofertamos a Empresas y Microempresas:

PLANES ISPs	COSTO
26 MB	650.00
IVA	78.00
TOTAL	728.00

Consideraciones para el plan CORPORATIVO:

- ✓ Somos los primeros en la provincia con ISP propio (no terciáramos)
- ✓ Contamos con Callcenter y soporte Técnico con personal altamente calificado en el manejo de REDES CORPORATIVAS.
- ✓ Soporte técnico 15h los 365 días del año. (8h00 – 23h00)
- ✓ Alta disponibilidad del 99%.
- ✓ Canal dedicado 1:1 (Sin Compartición)
- ✓ Plan simétrico (26 up y 26 down)
- ✓ Nuestra Red Local, Nacional e Internacional se soporta sobre una red de Fibra Óptica redundante garantizando el servicio ofrecido.
- ✓ Todos nuestros clientes ISPs son ingresados al sistema de control PRTG (Monitoreo las 24h los 365 días del año); por lo cual podemos emitir cualquier tipo de informe en tiempo Real.
- ✓ Se concede un usuario PRTG al cliente. (Monitoreo en tiempo real)

ZAMORA: Jorge Mosquera y Francisco de Orellana (junto a la Empresa Eléctrica) PBX: 370 1830 - ext. 4000 / 4001 / 4002
YANTAZA: Armando Arias entre General Rumiñahui y Calle Zamora (frente a la Fiscalía General del Estado) PBX: 370 1830 - ext. 5000 / 5001 / 5002



NETTplus
Tu mundo desde aquí

BANDA ANCHA / REDES Y FIBRA ÓPTICA / TRANSMISIÓN DE DATOS
HOSTING Y DISEÑO WEB / EQUIPOS DE COMPUTACIÓN

LOJA: Sucre 11-25 entre Azuay y Mercadillo
PBX: 370 1830 • Cel.: (CLARO) 0991 743 898 - (MOV) 0984 060 320
Email: info@nettplus.net
www.nettplus.net

COSTOS DE INSTALACION Y PROGRAMACION

- ✓ Redes inalámbricas de baja y alta capacidad \$120 hasta 10km en línea de vista.
- ✓ Instalación Punto a Punto Fibra Óptica \$ 200, hasta 200m desde nuestro ISP
- ✓ Configuración de equipo de borde sin Administración \$300
- ✓ Configuración de equipo de borde con Administración \$500 (primer año)
- ✓ IP Públicas (5) \$ 0.0
- ✓ Pago mensualidad anticipada.
- ✓ Requerimientos extras previa inspección técnica.

Requisitos:

- ✓ Personas Jurídicas: Copia del RUC, Cédula de Identidad y Certificado de Votación actual del representante legal.

Por su gentil atención a la presente le anticipo mi sincero agradecimiento.

Zamora, 30 de febrero del 2016.

Atentamente,

Tec. Anlt.


German Xavier Bermeo Astudillo
NETTPLUS ZAMORA

 **NECUSOFT Cia. Ltda.**
RUC: 1191714268001
DIR: JORGE MOSQUERA Y
Y FRANCISCO ORELLANA
ZAMORA - ECUADOR

ANEXO 9: Proforma de equipos en Tecnosmart



Venta al por mayor y menor de computadoras, partes y piezas.

RUC: 2000074001001 Dirección: Alborada - 2da. Etapa Mz. "Q" Solar 1 Local #2 Teléfono: 04-6042287

Cel: 0997422183 e-mail: enikpro@gmail.com / ventas@tecnosmart.com.ec



Technology
Provider
Gold 2016

CLIENTE: CNEL - EP (Darvin Pardo)	PROFORMA No:	2016-3919
Teléfono:	FECHA:	26/04/2016
E-MAIL: darvin.pardo@gmail.com	VALIDEZ:	10 DIAS

CANT.	DETALLE	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
3	Access Point Ubiquiti Rocket M5 5 - 5.8Ghz MIMO	\$ 140,00	\$ 420,00
3	Antena Parabólica AirMax Dish RD-5G-30	\$ 212,80	\$ 638,40
3	Antena Sectorial AirMax Sector 90° AM-5G20-90	\$ 218,40	\$ 655,20
8	Access Point Ubiquiti Nanostation M5 - 16dBi	\$ 123,20	\$ 985,60
1	Rack de Pared TUR +2 Bandejas 20 cm Beaucoup	\$ 181,44	\$ 181,44

ENTREGA: **INMEDIATA PREVIA CONFIRMACIÓN.**

Garantía: 1 año

Por Favor depositar a las cuentas de ahorros: #4665360000 del Banco del Pichincha, #35601648 del Banco de Guayaquil; ó Cuenta corriente: #7544308 del Banco del Pacífico. Todas a nombre de Erik Aldas Romero.

SUMAN	\$ 2.880,64
DESCUENTO	APLICADO
SUBTOTAL	\$ 2.880,64
L.V.A. 12%	\$ 345,68
TOTAL	\$ 3.226,32

Atentamente,

Daniel Moreira A.
Ventas y Soluciones Técnicas

ANEXO 10: Proforma de infraestructura, Industrial Morales

INDUSTRIAL MORALES

RUC: 1900102482001

Dirección: Zamora, Barrio Tunatza, Av. del Ejercito

Teléfonos: 0982258536

Correo electrónico: yasuromorales@gmail.com



Construcción de calidad

Zamora, a 20 de Enero de 2016

CLIENTE:

Darvin Pardo

e-mail: darvin.pardo@gmail.com

CI: 1900614924

Telefono: 72605813

Direcció Zamora

CONCEPTO:

Trabajo: Construcción e instalación de torres de telecomunicaciones

Cant.	Detalle	Precio	Precio
		unidad	total
1	Construcción e instalación de torre ventada de 38 m, Incluye: escalerilla, baliza, puesta a tierra, barra perforada de puesta a tierra, pararrayo	12,000.00	12,000.00
1	Construcción e instalación de torre ventada de 40 m, Incluye: escalerilla, baliza, puesta a tierra, barra perforada de puesta a tierra, pararrayo	12,800.00	12,800.00
1	Construcción e instalación de torre tipo polo de 15 m	2,800.00	2,800.00
2	Casetas outdoor para equipos de telecomunicaciones, 10"	140.00	280.00
		Subtotal	27,880.00
		IVA 12%	3,345.60
		TOTAL	31,225.60

Modo de pago: 50% al inicio del encargo y el resto a su finalización

Atentamente

Jose Morales

Propietario

ANEXO 11: Referencia de Tasa de interes nominal – CoopMego, para el cálculo de VAN

Simulador de crédito para su negocio

Datos de la Simulación
✕

? Monto:	\$83,300.00	? Total a pagar:	\$108,468.93
? Intereses:	\$23,776.20	? Tasa de interés nominal:	11.23 %
? Seguros:	\$792.68	? Tasa de interés efectiva:	11.83 %
? Otros:	\$1,392.68	? Tasa int. ef. C. financ.:	12.53 %
		? Tipo de amortización:	CAPITAL FIJO (ALEMANA)

Tabla de Amortización					
Div.	Saldo cap.	Monto cap.	Interés	Otros	Cuota Final
1	83,300.00	1,388.33	779.55	35.99	2,203.87
2	81,911.67	1,388.33	766.56	35.56	2,190.45
3	80,523.33	1,388.33	753.56	35.12	2,177.02
4	79,135.00	1,388.33	740.57	34.69	2,163.60
5	77,746.67	1,388.33	727.58	34.26	2,150.17
6	76,358.33	1,388.33	714.59	33.82	2,136.74
7	74,970.00	1,388.33	701.59	33.39	2,123.32
8	73,581.67	1,388.33	688.60	32.96	2,109.89
9	72,193.33	1,388.33	675.61	32.52	2,096.47
10	70,805.00	1,388.33	662.62	32.09	2,083.04