

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

DOCUMENTO FINAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIONES”

TEMA:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO (WISP) PARA COMUNIDADES, CASO DE ESTUDIO: COMUNIDAD DE PULINGUÍ Y POBLACIONES CERCANAS.

LUIS ERNESTO DUCHI DUCHI

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, ***DUCHI DUCHI LUIS ERNESTO***, portador de la cédula de ciudadanía No. ***060343513-2***, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

DUCHI DUCHI LUIS ERNESTO

CONTENIDO

AUTORÍA.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo General:.....	5
4.2. Objetivos Específicos:.....	5
5. DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO.....	6
5.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	6
5.1.1. CENSO.....	8
5.1.2. ESTUDIO DE LA DEMANDA.....	10
5.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE COBERTURA.....	13
5.2.1. RED DE ACCESO.....	14
5.2.2. ANÁLISIS DE RADIO-PROPAGACIÓN PARA ENLACES DE LA RED CON RADIO MOBILE.....	15
5.3. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	24
5.3.1 EQUIPOS DEL NODO PRINCIPAL.....	24
5.3.2 EQUIPOS PARA EL CLIENTE O SUSCRIPTOR.....	27
5.3.3. TORRE PARA MININODO.....	30
5.3.4. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON PARARRAYO TIPO FRANKLIN.....	31
5.4. DISEÑO DEL NODO PRINCIPAL WISP.....	32
5.4.1. CÁLCULO PARA ENTREGAR EL SERVICIO DE INTERNET.....	34
5.4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA CADA USUARIO ...	36
5.4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE NODO INALÁMBRICO.....	37
5.5. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL WISP.....	39
5.5.1. FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	39
5.5.2. FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA.....	40
5.5.3. FACTIBILIDAD PARA LA SALIDA INTERNACIONAL.....	41
5.5.4. SOFTWARE DE TARIFACIÓN Y FACTURACIÓN.....	41

5.5.5. POLÍTICAS DE SEGURIDAD.....	42
5.5.6. CALIDAD DE SERVICIO PARA EL ISP.	42
5.6. ANALISIS DE COSTOS.....	43
5.6.1. COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTUCTURA	43
5.6.2. GASTO EN MATERIAL OFICINA	44
5.6.3. COSTOS PARA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO.	45
5.6.4. COSTO DE CONEXIÓN A TELCONET.....	45
5.6.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	46
5.6.6. INVERSIÓN INICIAL PARA FUNCIONAMIENTO DEL WISP.....	46
5.6.7. COSTO DE SERVICIO AL PÚBLICO.	47
5.6.8. PROYECCIÓN DE LOS COSTOS.....	48
5.6.9. INGRESO PROPUESTO POR EL WISP.....	48
5.6.10. RECUPERACIÓN DEL CAPITAL	49
5.6.11. CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	49
5.7. Requisitos para el Permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (ISP) ...	52
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6.1. CONCLUSIONES	54
6.2. RECOMENDACIONES	56
Bibliografía	58
ANEXOS	60
ANEXO 1.....	60
ENCUESTA.....	60
ANEXO 2.....	62
Antenas NanoBeam, PowerBeam y las antenas grillas.	62
ANEXOS 3	64
Fotografías tomadas a las diferentes comunidades	64
ANEXO 4.....	70
Cloud Core Router.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comunidades de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por GAD San Andrés)	7
Figura 2. Simulación de la red. (Elaborado por el autor)	14
Figura 3. Enlace entre el Nodo Principal y las diferentes localidades utilizando el software GOOGLE EARTH. (Elaborado por el autor)	16
Figura 4. Radio enlace Nodo Pulinguí-Hierba Buena (Elaborado por el autor).....	17
Figura 5. Radio enlace Nodo Pulinguí – Rosal (Elaborado por el autor)	17
Figura 6. Radio enlace Nodo Pulinguí – Calshi (Elaborado por el autor)	18
Figura 7. Radio enlace Nodo Pulinguí – Silveria (Elaborado por el autor).....	18
Figura 8. Radio enlace Nodo Pulinguí – Quishquiñan (Elaborado por el autor).....	19
Figura 9. Radio enlace Nodo Pulinguí – Santa Lucía (Elaborado por el autor)	19
Figura 10. Radio enlace Nodo Pulinguí – San Rafael (Elaborado por el autor).....	20
Figura 11. Radio enlace Nodo Pulinguí – Sanja Pamba (Elaborado por el autor)	20
Figura 12. Radio enlace Nodo Pulinguí – Cuatro Esquinas (Elaborado por el autor)	21
Figura 13. Radio enlace Nodo Pulinguí – Tahualac (Elaborado por el autor).....	21
Figura 14. Radio enlace Nodo Pulinguí – Laturun (Elaborado por el autor).....	22
Figura 15. Radio enlace Nodo Pulinguí – Gaushi (Elaborado por el autor).....	22
Figura 16. Radio enlace Nodo Pulinguí – Tunsalao (Elaborado por el autor).....	23
Figura 17. Radio enlace Nodo Pulinguí – Jatari (Elaborado por el autor).....	23
Figura 18. Torre arriostrada (sobre edificaciones). (Elaborado por el autor)	30
Figura 19. Pararrayo Tipo Franklin. (Elaborado por el autor).....	31
Figura 20. Diseño del WISP. (Elaborado por el autor).....	33
Figura 21. Vivienda para ubicación del nodo principal. (Elaborado por el autor)	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comunidades rurales de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor).....	8
Tabla 2. Comunidades rurales de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor).....	9
Tabla 3. Comunidades de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor)	11
Tabla 4. Demanda proyectada a cinco años. (Elaborado por el autor)	12
Tabla 5. Coordenadas del nodo principal en la Comunidad de Pulinguí.(Elaborado por el autor)	13
Tabla 6. Características Rocket M5.	25
Tabla 7. Características de la Antena Sectorial AM-M-V5G-Ti.	25
Tabla 8. Características de RouterBoard.....	26
Tabla 9. Características de la regleta	26
Tabla 10. Características del Switch.....	27
Tabla 11. Características de la antena.....	28
Tabla 12. Características NanoStation Loco M5.	28
Tabla 13. Características NanoStation M5.	29
Tabla 14. Características de Router TL-WR740/TP-Link.....	29
Tabla 15. Valor torre arriostrada. (Elaborado por el autor).....	30
Tabla 16. Valor Pararrayo tipo Franklin. (Elaborado por el autor).....	32
Tabla 17. CODEC de implementación VoIP. (Fuente: https://www.sinologic.net/blog/2015-08/ancho-banda-necesario-hablar-voip.html)	35
Tabla 18. Valor de equipos y materiales. (Elaborado por el autor)	44
Tabla 19. Valor de material de oficina. (Elaborado por el autor).....	45
Tabla 20. Valor tarifa de Telconet. (Elaborado por el autor).....	45
Tabla 21. Valor de operación y mantenimiento. (Elaborado por el autor)	46
Tabla 22. Valor total de inversión. (Elaborado por el autor)	47
Tabla 23. Valor de servicios plan al público. (Elaborado por el autor).....	47
Tabla 24. Valor de ventas. (Elaborado por el autor)	48
Tabla 25. Valor de ventas anuales. (Elaborado por el autor).....	48
Tabla 26. Valor ingresos anuales. (Elaborado por el autor)	49
Tabla 27. Valor ingresos anuales. (Elaborado por el autor)	49

1. INTRODUCCIÓN.

El internet forma una red comunicación con una fuente de información a nivel mundial desde su aparición hasta la actualidad produciendo un aumento sorprendente en los últimos años, actuando como una herramienta indispensable en hogares u oficinas. Para acceder al servicio de internet es necesario contratar el servicio a través de un proveedor el cual utilizando líneas dedicadas, conexiones inalámbricas, cable modem, fibra óptica u otro medio logra conectarse a la red mundial.

La necesidad de acceso a internet banda ancha, así como a los servicios que esta ofrece se ha convertido en un recurso tecnológico imprescindible en la mayor parte de la población a nivel mundial [1].

Los proveedores de internet desean ampliar su cobertura de banda ancha, para atender a sus clientes que se ubican no tan cerca de su red, encuentran ciertas dificultades como, por ejemplo: afrontar difíciles obstáculos, climas extremos, distancias largas, usuarios dispersos y terrenos montañosos. La solución a este entorno será desplegar un sistema de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA).

La tecnología de acceso inalámbrico de banda ancha hoy en día se ha convertido en una alternativa estratégica para las empresas proveedoras de internet en todo el mundo, con una interrogante de un gran número de proveedores de servicio de internet inalámbrico (WISP), el encontrar un sistema inalámbrico de banda ancha que ofrezca una conexión rápida y efectiva.

Donde el protocolo IEEE 802.11 propone soluciones residenciales y empresariales a través de su paquete de equipos existentes con una plataforma de banda ancha inalámbrica de última generación caracterizada por su simple configuración, despliegue rápido y extraordinaria rentabilidad [9], [11].

En el presente trabajo se plantea el desarrollo de un Estudio de Factibilidad Técnica y Diseño de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP) tomado como Caso de Estudio para que sirva como una propuesta de implementación para proveer de servicio de internet en zonas rurales adaptándose a esto haciendo hincapié a las 15 comunidades que serán beneficiadas del servicio con esta tecnología.

Mediante una encuesta a los habitantes de las diferentes comunidades acerca de la posibilidad de tener una empresa proveedora de servicios de internet, que brinde el servicio eficiente y de calidad, con la finalidad de que las comunidades se muestren interesados de tener acceso a un internet rápido con suficiente velocidad de transferencia.

En función a la demanda calculada se establece un estudio técnico, el mismo que desarrolla el tamaño, localización y recursos necesarios para el normal desarrollo de las actividades del WISP, en función de los estándares establecidos.

Conociendo la factibilidad del WISP se lo diseña de acuerdo a su particularidad, basando en las necesidades del sector que se determinó mediante una investigación minuciosa como es la observación directa, las encuestas a los pobladores de las comunidades y el análisis de documentos.

Este estudio permite conocer y viabilizar la factibilidad del proyecto mostrando un diseño que se empleará para una posible implementación a futuro beneficiando a muchas familias el poder interconectarse a las redes de internet.

El proyecto define el marco legal que debe cumplir la empresa para la apertura de un ISP y los trámites a seguir, para finalmente hacer una evaluación financiera.

2. JUSTIFICACIÓN.

Con el pasar del tiempo la tecnología sigue avanzando y va preparando a un futuro lleno de muchos cambios, para poder adaptar y aprovechar de los mismos. El propósito de este estudio es ofrecer una tecnología inalámbrica que tiene mucha aplicación en zonas rurales para su población dispersa, con baja densidad poblacional, pero como se conoce la economía en el país es posible reducir costos y lograr que las personas de zonas más alejadas puedan tener acceso al servicio de internet.

Enfocando en describir el porqué de la tecnología inalámbrica que tiene mucha aplicación en zonas rurales al representar un costo menos elevado que otras tecnologías, al tener un alcance mayor y una implementación rápida sin la necesidad de muchos equipos.

La importancia de realizar este caso de estudio es con la finalidad de brindar el servicio de internet, debido a que posibilita a las comunidades una herramienta útil y eficaz de la cual pueden sacar provecho posible, adelantar conjuntamente con el mundo moderno en aplicaciones tecnológicas pues el acceso de última milla estará basado en el estándar IEEE 802.11 (a/b/g/n), con equipos inalámbricos robustos permitiendo que con este servicio se pueda realizar trámites en línea, acceder a servicios gubernamentales, correos electrónicos, portales web y adicionalmente impulsar el turismo de sus comunidades, mejorando su productividad entre otras ventajas que ofrece el poder conectarse al internet desde el hogar u oficina.

3. ANTECEDENTES.

La Comunidad de Pulinguí conjuntamente con las comunidades aledañas se encuentra ubicadas en la Parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo a 3300 msnm, con un clima frío, con una temperatura que oscila entre 6 y 15 grados centígrados, es una zona que predomina la agricultura, ganadería, turismo comunitario, albañilería y un número mínimo de servidores públicos.

El servicio de internet en estas comunidades es muy escaso, con costos elevados y de mala calidad siendo una necesidad de estas poblaciones por contar con un servicio de comunicación rápida, eficiente y confiable como es el internet, motivo por el cual origina este caso de estudio, con el incremento del desarrollo tecnológico en cada uno de los hogares, con la adquisición de teléfonos inteligentes, la utilización de computadores personales se ha producido una demanda de acceso a internet por parte de las poblaciones.

Las zonas rurales aisladas carecen de comunicación y acceso a la información debido a la ausencia de soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles debido a que no solo carece de infraestructuras de telecomunicación; también suele ser prácticamente inexistente o de mala calidad, el personal cualificado para la operación y mantenimiento suelen encontrarse en las ciudades lo que resulta caro y difícil contar con él en estas zonas. La población es pobre y dispersa, por lo que no puede soportar los costes de infraestructuras caras a instalar, de operar y mantener, todo esto explica la causa de la incomunicación.

Para lo cual se ha buscado una solución robusta y sencilla de usar, que requiera poco o ningún mantenimiento de técnicos especializados, con una necesidad mínima de administración de las redes, con costes de despliegue y operación a bajo costo [14].

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General:

Realizar el estudio de factibilidad técnica y diseño de un proveedor de servicios de internet para la Comunidad de Pulinguí y poblaciones cercanas.

4.2. Objetivos Específicos:

1. Determinar la demanda del sistema.
2. Determinar zonas de cobertura del sistema.
3. Realizar una selección de equipos.
4. Dejar planteado el estudio para una implementación a futuro.
5. Realizar un estudio de factibilidad técnico asociado al estándar de internet en el sector rural, considerando la geografía, número de habitantes y peculiaridades del sector.
6. Realizar un análisis financiero.

5. DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO.

Se presenta un estudio relevante del internet en el Ecuador, con un estudio de una tecnología que sea apropiada que se adopte a las condiciones de clima, zonas de cobertura, clientes dispersos y sobre todo con precios accesibles que propicie una adquisición del servicio por parte del cliente y de la misma manera que garantice a la empresa, persona natural o jurídica una instalación rápida, confiable con un retorno de inversión a corto plazo, propiciando ganancias de inversión. Para el cual se presenta un estudio de factibilidad técnico y diseño de una red WISP en la Comunidad de Pulinguí y sus comunidades cercanas que es el objetivo principal de este caso de estudio.

5.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Para realizar el estudio de campo se tomó en cuenta todas las características de como son: la planimetría del sector, las facilidades o inconvenientes físicos que presenta el sector, el factor económico del mismo y otros datos que se recolectaron a través de la realización de un censo en el área total y evaluando todos estos aspectos sector por sector y con la ayuda de mapas de la zona, un GPS y otras informaciones se determinó la ubicación de algunos puntos referenciales como se puede ver en la Figura 1.

Tabla 1. Comunidades rurales de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor)

No	COMUNIDADES RURALES	Latitud S	Longitud O	Altura(msnm)
1	PULINGUÍ	1° 33' 53.9"	78° 45' 01.2"	3286
2	HIERBA BUENA	1° 33' 58.7"	78° 44' 09.0"	3235
3	ROSAL	1° 33' 07.0"	78° 44' 07.8"	3295
4	CALSHI	01° 33' 11.7"	78° 44' 34.2"	3337
5	SILVERIA	1° 32' 33.7"	78° 45' 11.2"	3406
6	QUISHQUIÑAN	1° 32' 17"	78° 45' 08.4"	3433
7	SANTA LUCÍA	1° 31' 24.2"	78° 45' 19.2"	3571
8	SAN RAFAEL	1° 30' 44.4"	78° 44' 23.5"	3563
9	SANJA PAMBA	1° 33' 08.5"	78° 45' 36.3"	3422
10	CUATRO ESQUINAS	1° 33' 25.5"	78° 45' 17.6"	3375
11	TAHUALAC	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239
12	LATURUN	1° 35' 05.1"	78° 43' 24.3"	3198
13	TUNSALAO	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239
14	GAUSHI	1° 35' 39.4"	78° 44' 34.1"	3203
15	JATARI	1° 34' 57.3"	78° 45' 13.8"	3240

5.1.1. CENSO

Con el objetivo de cubrir las necesidades de comunicación en las comunidades de Pulinguí, Cuatro Esquinas, Sanja Pamba, La Silveria, Calshi, Santa Lucia, San Rafael, Hierba Buena, El Rosal, Tahualac, Tunsalao, y Jatari, se obtuvo un total de 69 abonados dispersos en toda el área, en una zona bien marcada con una población completa con un índice de crecimiento (i) 9.1%, y como dato final el factor económico que generalmente en Chimborazo es de 1 ya que la mayoría de habitantes encuestados pertenecen a la clase media de los denominados sectores[15][4].

Una vez identificadas las carencias de servicio, se realizó una investigación de mercado mediante un sistema de encuestas las cuales brindan una idea de la disposición de la población a adquirir estos servicios, así como también poder determinar cuál es la cantidad promedio mensual que podrían destinar por el servicio de Internet, ver **ANEXO 1**.

En la tabla 2 se puede observar a las comunidades en las cuales se realizó el estudio tomando en consideración la ubicación, la altura, la distancia con respecto al nodo principal y el número de usuarios posibles que se puede considerar en el diseño del Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP).

Tabla 2. Comunidades rurales de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor)

No	COMUNIDADES RURALES	Latitud S	Longitud O	Altura(msnm)	Distancia(km)
1	PULINGUÍ	1° 33' 53.9"	78° 45' 01.2"	3286	NODO PRINCIPAL
2	HIERBA BUENA	1° 33' 58.7"	78° 44' 09.0"	3235	1.62
3	ROSAL	1° 33' 07.0"	78° 44' 07.8"	3295	2.19
4	CALSHI	01° 33' 11.7"	78° 44' 34.2"	3337	1.55
5	SILVERIA	1° 32' 33.7"	78° 45' 11.2"	3406	2.49
6	QUISHQUIÑAN	1° 32' 17"	78° 45' 08.4"	3433	3
7	SANTA LUCÍA	1° 31' 24.2"	78° 45' 19.2"	3571	4.65
8	SAN RAFAEL	1° 30' 44.4"	78° 44' 23.5"	3563	5.96
9	SANJA PAMBA	1° 33' 08.5"	78° 45' 36.3"	3422	1.77
10	CUATRO ESQUINAS	1° 33' 25.5"	78° 45' 17.6"	3375	0.96
11	TAHUALAC	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239	2.14
12	LATURUN	1° 35' 05.1"	78° 43' 24.3"	3198	3.71
13	TUNSALAO	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239	2.14
14	GAUSHI	1° 35' 39.4"	78° 44' 34.1"	3203	3.36
15	JATARI	1° 34' 57.3"	78° 45' 13.8"	3240	2

La investigación de campo se ha realizado a través de una visita a las 15 Comunidades con el propósito de recoger datos como son: la ubicación de cada una de las comunidades, la situación económica de sus pobladores, y sobre todo investigar si existe el servicio de internet en cada uno de los sectores, tomando en cuenta la existencia de Proveedores de internet existentes en la zona.

Para determinar los datos se utilizó GPS marca GARMIN, para determinar la Latitud, Longitud y altura(msnm) en la cual están ubicadas las diferentes Comunidades, una cámara fotográfica para tomar fotos de los sectores y una encuesta para aquellas personas que deseen adquirir el internet que lo muestra en el **ANEXO 1** y en el **ANEXO 3** muestra un panorama de ubicación de las zonas que cubrirá el nodo principal con el servicio de internet.

5.1.2. ESTUDIO DE LA DEMANDA.

Una de las etapas previas al diseño de un proyecto, es el estudio de la demanda, ya que mediante este análisis se podrá adoptar las decisiones más correctas y el dimensionamiento adecuado para el proyecto.

El estudio realizado en el presente trabajo, revela la situación actual y la demanda presente en cuanto a telecomunicaciones se refiere, el cual está basado en encuestas realizadas a las diferentes poblaciones cercanas a la Comunidad de Pulinguí. El modelo de esta encuesta contiene información de los servicios que puede prestar esta red de internet inalámbrico y preguntas de interés para el diseño de la misma ver **ANEXO 1**.

La tabla 3 muestra la demanda existente y solicitada por las diferentes comunidades rurales aledañas a la Comunidad de Pulinguí con 69 usuarios para la implementación de un Proveedor de Servicios de Internet (WISP), que pueda satisfacer la demanda antes mencionada, frente a esta situación hace que el presente caso de estudio considere necesario estimar la demanda futura de los servicios, con el fin de dar solución rápida y eficaz a los usuarios que deseen posteriormente la prestación de dichos servicios; dando a conocer que la empresa o persona natural jurídica podrá invertir económicamente en forma gradual, ajustándose al crecimiento del número de usuarios.

Tabla 3. Comunidades de la Parroquia San Andrés. (Elaborado por el autor)

No	Comunidades Rurales	Latitud S	Longitud O	Altura(msnm)	Distancia(km)	Número de usuarios
1	PULINGÚÍ	1° 33' 53.9"	78° 45' 01.2"	3286	NODO PRINCIPAL	20
2	HIERBA BUENA	1° 33' 58.7"	78° 44' 09.0"	3235	1.62	4
3	ROSAL	1° 33' 07.0"	78° 44' 07.8"	3295	2.19	4
4	CALSHI	01° 33' 11.7"	78° 44' 34.2"	3337	1.55	5
5	SILVERIA	1° 32' 33.7"	78° 45' 11.2"	3406	2.49	4
6	QUISHQUIÑAN	1° 32' 17"	78° 45' 08.4"	3433	3	3
7	SANTA LUCÍA	1° 31' 24.2"	78° 45' 19.2"	3571	4.65	4
8	SAN RAFAEL	1° 30' 44.4"	78° 44' 23.5"	3563	5.96	2
9	SANJA PAMBA	1° 33' 08.5"	78° 45' 36.3"	3422	1.77	5
10	CUATRO ESQUINAS	1° 33' 25.5"	78° 45' 17.6"	3375	0.96	5
11	TAHUALAC	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239	2.14	3
12	LATURUN	1° 35' 05.1"	78° 43' 24.3"	3198	3.71	2
13	TUNBALAO	1° 34' 54.7"	78° 44' 27.9"	3239	2.14	4
14	GAUSHI	1° 35' 39.4"	78° 44' 34.1"	3203	3.36	2
15	JATARI	1° 34' 57.3"	78° 45' 13.8"	3240	2	2
TOTAL USUARIOS						69

5.1.3.1. DEMANDA DE USUARIOS DE INTERNET PROYECTADAS A CINCO AÑOS.

Luego de saber la demanda de usuarios en el año cero (año actual), este diseño se lo ha proyectado para los cinco años siguientes, tomando en cuenta el crecimiento anual de la penetración del Internet en el Ecuador que ha sido impresionante, para poder determinar la demanda futura del Proveedor de Servicios de Internet WISP se utilizará los datos de las personas que utilizan internet en los últimos 6 meses este dato es dado por el (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) **INEC** [15] y la (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones) **ARCOTEL** [4].

Con estos datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos para encontrar la cantidad de usuarios que requerirán el servicio en un determinado tiempo.

$$D(t) = D_0 * (1 + i)^t \quad (1)$$

Donde:

$D(t)$ = Demanda a t años

D_0 = Demanda Inicial en un tiempo de 0 años, investigada después de un censo

i = índice de crecimiento anual de la penetración del internet 9.1% en sector rural.

t = tiempo para el cual se investiga la demanda con proyección.

Para el desarrollo del proyecto se procede con el siguiente cálculo:

$D(0)$ es el valor dado por el censo.

$$D(5) = D_0 * (1 + i)^5$$

Tabla 4. Demanda proyectada a cinco años. (Elaborado por el autor)

No	COMUNIDADES RURALES	t(años)	i(%)	(1+i)	D(0)	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)
1	PULINGÚÍ	1 a 5	0,091	1,091	20	22	24	26	28	31
2	HIERBA BUENA	1 a 5	0,091	1,091	4	4	5	5	6	6
3	ROSAL	1 a 5	0,091	1,091	4	4	5	5	6	6
4	CALSHI	1 a 5	0,091	1,091	5	5	6	6	7	8
5	SILVERIA	1 a 5	0,091	1,091	4	4	5	5	6	6
6	QUISHQUIÑAN	1 a 5	0,091	1,091	3	3	4	4	4	5
7	SANTA LUCÍA	1 a 5	0,091	1,091	4	4	5	5	6	6
8	SAN RAFAEL	1 a 5	0,091	1,091	2	2	2	3	3	3
9	SANJA PAMBA	1 a 5	0,091	1,091	5	5	6	6	7	8
10	CUATRO ESQUINAS	1 a 5	0,091	1,091	5	5	6	6	7	8
11	TAHUALAC	1 a 5	0,091	1,091	3	3	4	4	4	5
12	LATURUN	1 a 5	0,091	1,091	2	2	2	3	3	3
13	TUNSALAO	1 a 5	0,091	1,091	4	4	5	5	6	6
14	GAUSHI	1 a 5	0,091	1,091	2	2	2	3	3	3
15	JATARI	1 a 5	0,091	1,091	2	2	2	3	3	3
TOTAL USUARIOS					69	75	82	90	98	107

Para determinar la demanda inicial con la cual arrancará el proyecto se hizo a través de una encuesta a personas que están interesadas en adquirir el servicio de internet, para ello se utilizó una encuesta que lo muestra en el anexo 1, la encuesta se lo ha realizado solo a personas que están dispuestas a adquirir el servicio, luego se ha realizado una proyección a cinco años consecutivos utilizando la fórmula del modelo matemático de la demanda obteniendo así un total

de 107 usuarios en los cinco años, con un índice de crecimiento anual de la penetración del internet 9.1% en sector rural del Ecuador.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE COBERTURA.

Al establecer el área de cobertura es indispensable enmarcar la Provincia en donde el WISP funcionará; para arrancar se puede señalar que el nodo principal empezará en la Comunidad de Pulinguí perteneciente a la Parroquia San Andrés, Cantón Guano de la Provincia Chimborazo cuyas coordenadas Geográficas que muestra en la tabla 5, para un inicio tomando en cuenta el crecimiento de la red para poder proveer del servicio de internet a más sectores dentro y fuera de la provincia.

Tabla 5. *Coordenadas del nodo principal en la Comunidad de Pulinguí. (Elaborado por el autor)*

LOCALIDAD	ALTITUD	LONGITUD	ALTURA
NODO PULINGUÍ	1° 33' 53.9" Sur	78° 45' 01.2" Oeste	3286 msnm

En su fase inicial no se ha considerado la implementación de nodos secundarios, siendo el de las coordenadas mencionadas el único a trabajar que debe cubrir 5.96 km al punto más lejano que es la Comunidad de San Rafael.

5.2.1. RED DE ACCESO

La red de acceso está constituida básicamente por el nodo principal y la cobertura que esta tendrá sobre las poblaciones a ser beneficiadas, pero vale resaltar que el servicio abarcará también a las poblaciones que se encuentren dentro del área de cobertura del nodo principal. En la figura 2 y figura 3 se muestra el enlace entre el Nodo principal y los clientes expandidos en las diferentes comunidades.

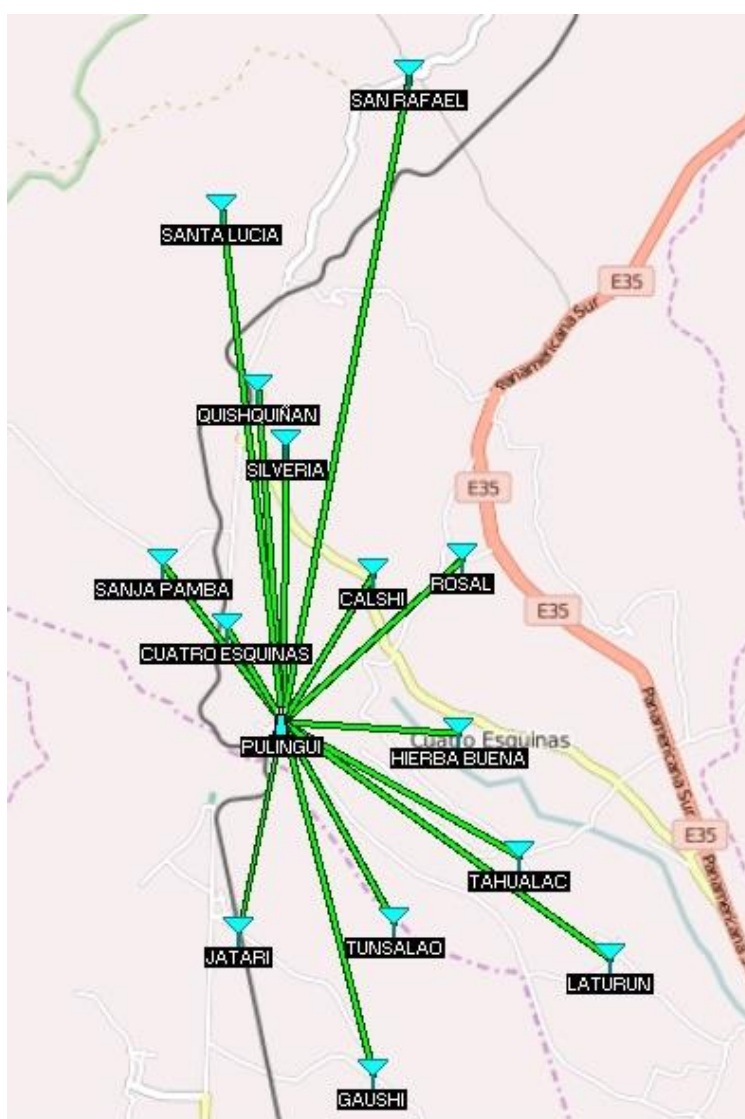


Figura 2. Simulación de la red. (Elaborado por el autor)

5.2.2. ANÁLISIS DE RADIO-PROPAGACIÓN PARA ENLACES DE LA RED CON RADIO MOBILE.

El empleo del software especializado para el diseño de radio enlaces como una gran ayuda, sabiendo que no es 100% exactos proporciona unos aproximados a la realidad ya que combinan información de relieve, clima, y las características de los sistemas a ser implementados.

Es un software que trabaja en frecuencias entre 20 MHz y 20GHz del modelo de propagación ITM (Modelo Longley-Rice), y los datos de elevación se pueden obtener de diversas fuentes como NASA Shuttle Terrain Radar Mapping Misión (SRTM) [17].

El software RADIO MOBILE requiere la ubicación geográfica de las localidades, parámetros técnicos de los equipos, frecuencia de transmisión y de recepción de los equipos, alturas de las antenas del nodo principal como del cliente, las ganancias de las antenas, el tipo de clima, tipo de red inalámbrica, etc.

Para la simulación de los radioenlaces se toman las siguientes consideraciones:

- Se considera que la antena del suscriptor sea instalada en las terrazas o tejados de los domicilios del cliente; es decir, a una altura de 6 m (considerando que la mayoría de las viviendas son de una o dos plantas, o con ayuda de un mástil de tubo redondo metálico de dos pulgadas que es común en esta zona rural).
- Las antenas del nodo principal se colocan en una torre arriostrada de 12 m de altura más 6 m de la vivienda.
- Las ganancias de las antenas de la estación base son de 19 dBi, el suscriptor es de 13 dBi, 16 dBi y 23dBi para suscriptores más alejados.

- Dado que los perfiles topográficos realizados para cada una de las localidades, presentan línea de vista con visibilidad directa y sin obstáculos en la primera zona de Fresnel, con el software RADIO_MOBILE se obtiene las pérdidas por propagación totales de cada radio enlace tanto en el sentido directo o reverso del mismo.

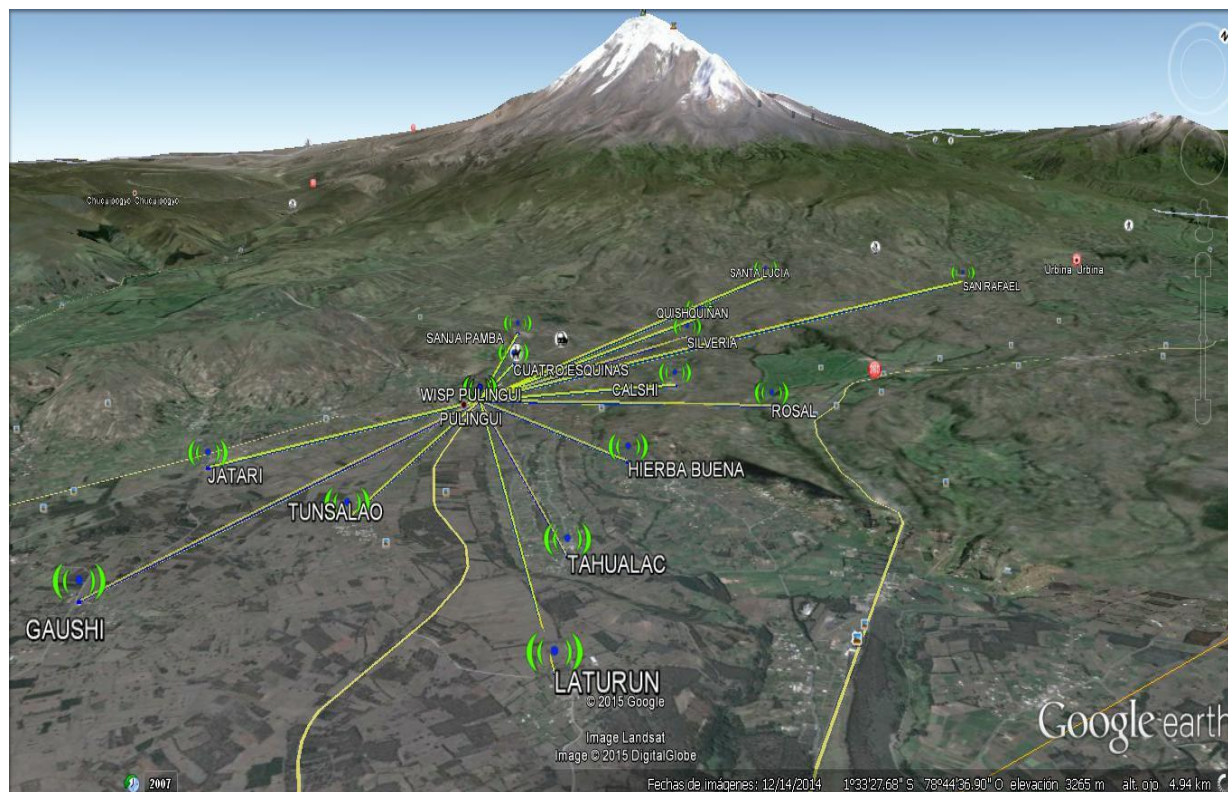


Figura 3. Enlace entre el Nodo Principal y las diferentes localidades utilizando el software GOOGLE EARTH. (Elaborado por el autor)

- **HIERBA BUENA**

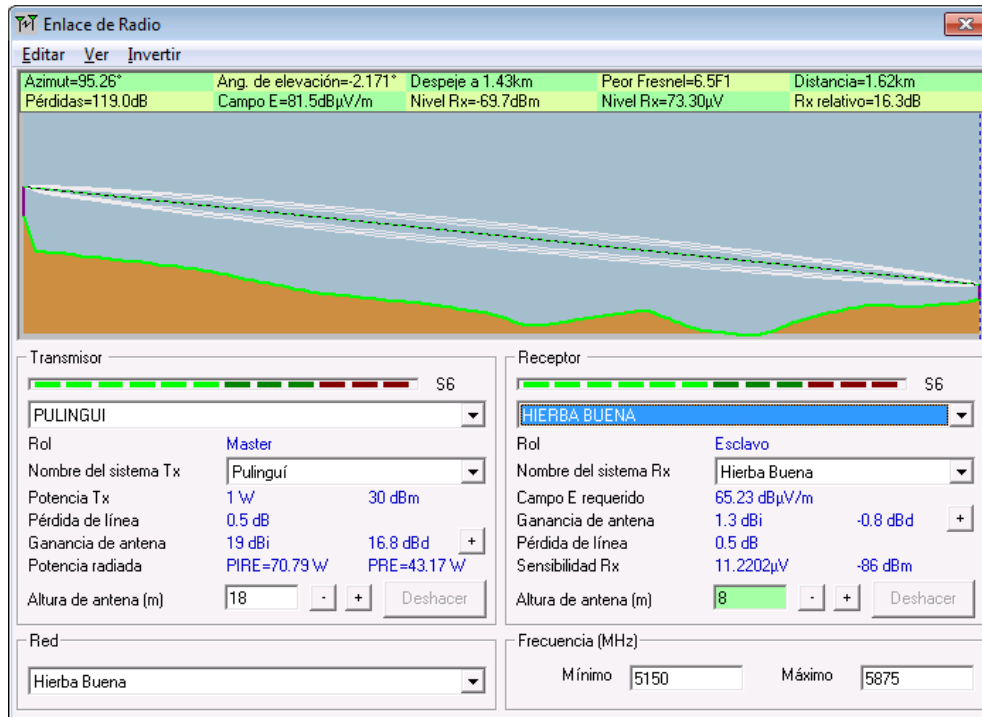


Figura 4. Radio enlace Nodo Pulinguí-Hierba Buena (Elaborado por el autor)

- **ROSAL**

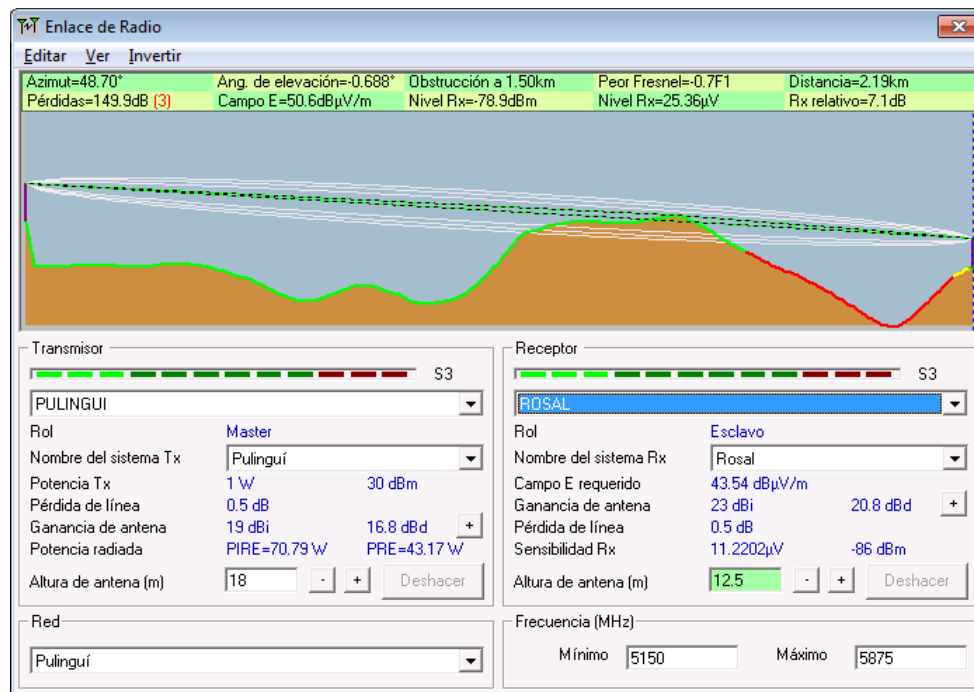


Figura 5. Radio enlace Nodo Pulinguí – Rosal (Elaborado por el autor)

- CALSHI

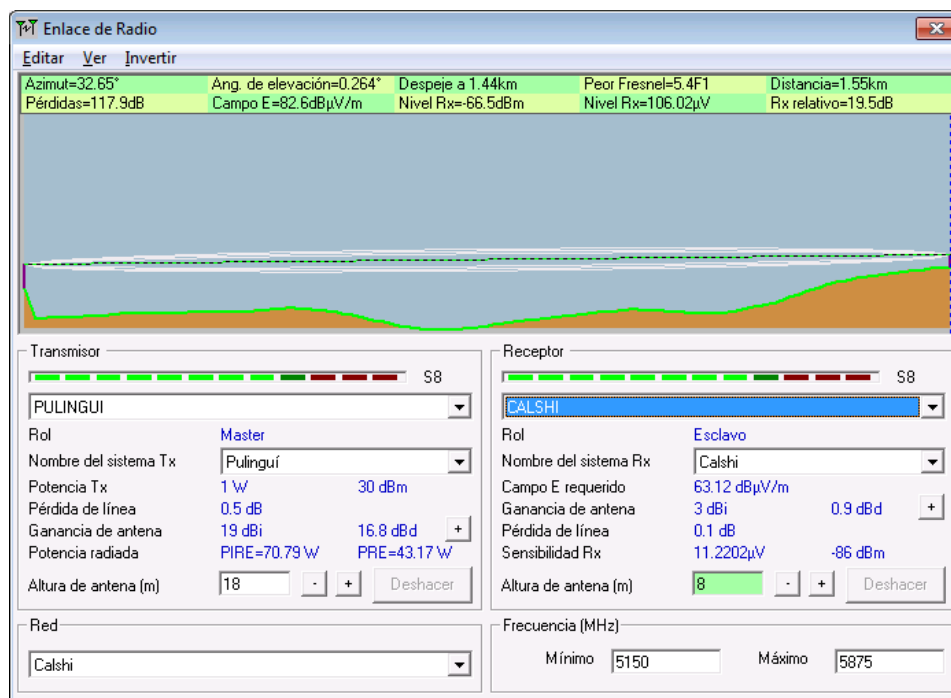


Figura 6. Radio enlace Nodo Pulinguí – Calshi (Elaborado por el autor)

- SILVERIA

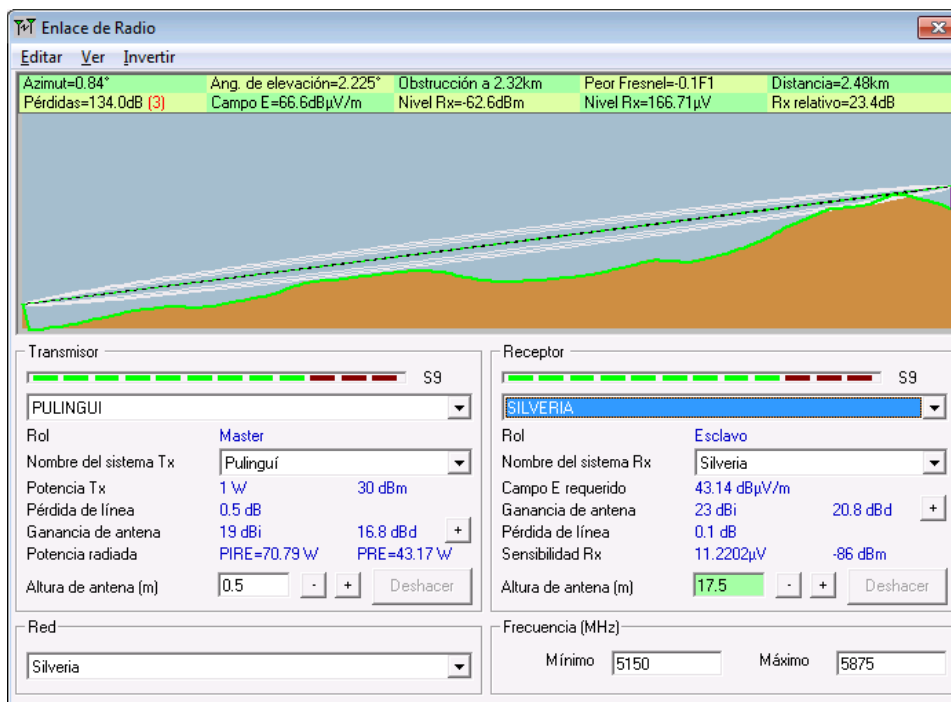


Figura 7. Radio enlace Nodo Pulinguí – Silveria (Elaborado por el autor)

- **QUISHQUIÑAN**

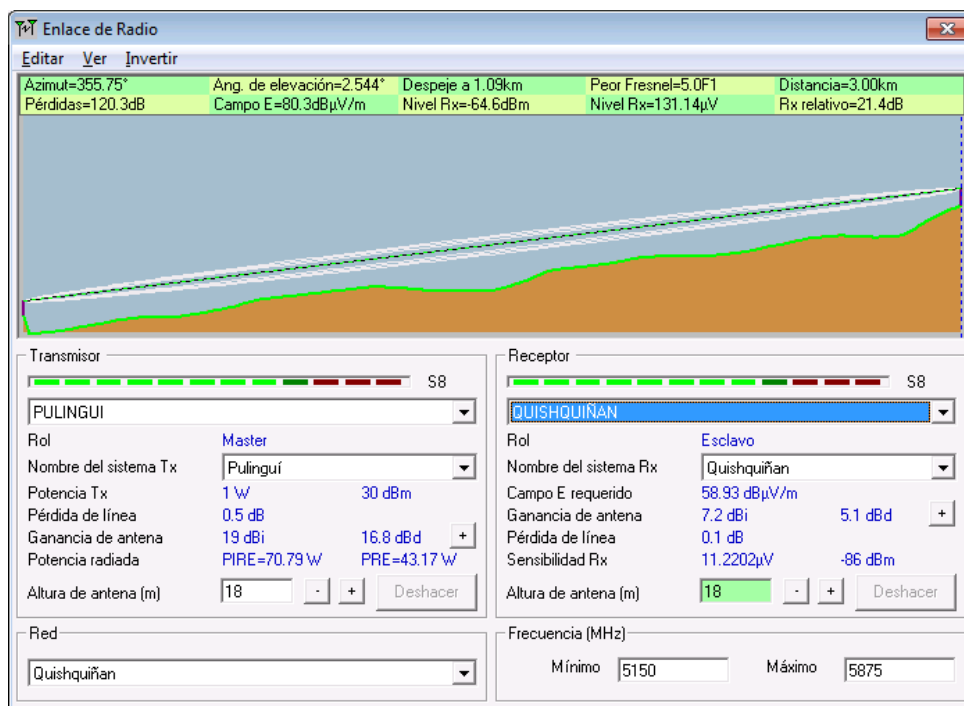


Figura 8. Radio enlace Nodo Pulinguí – Quishquiñan (Elaborado por el autor)

- **SANTA LUCIA**

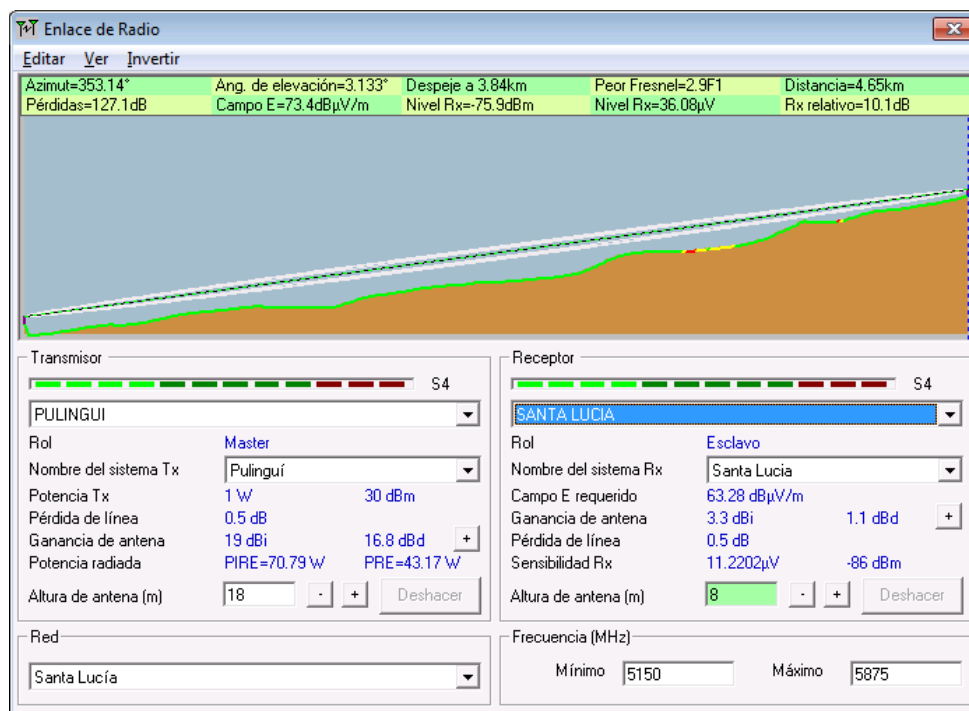


Figura 9. Radio enlace Nodo Pulinguí – Santa Lucía (Elaborado por el autor)

- **SAN RAFAEL**



Figura 10. Radio enlace Nodo Pulinguí – San Rafael (Elaborado por el autor)

- **SANJA PAMBA**

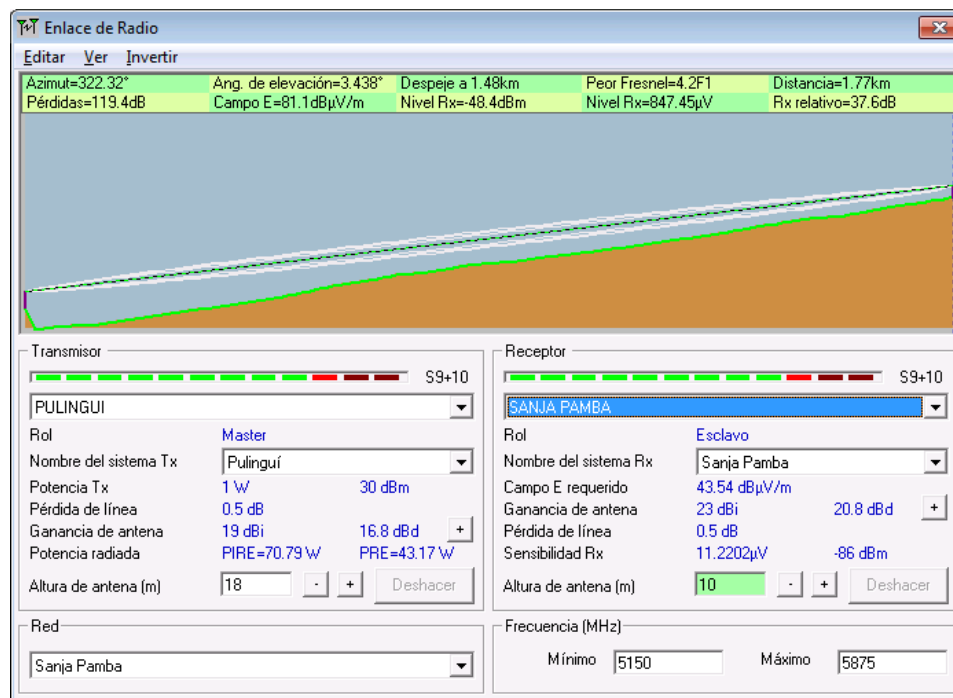


Figura 11. Radio enlace Nodo Pulinguí – Sanja Pamba (Elaborado por el autor)

- CUATRO ESQUINAS

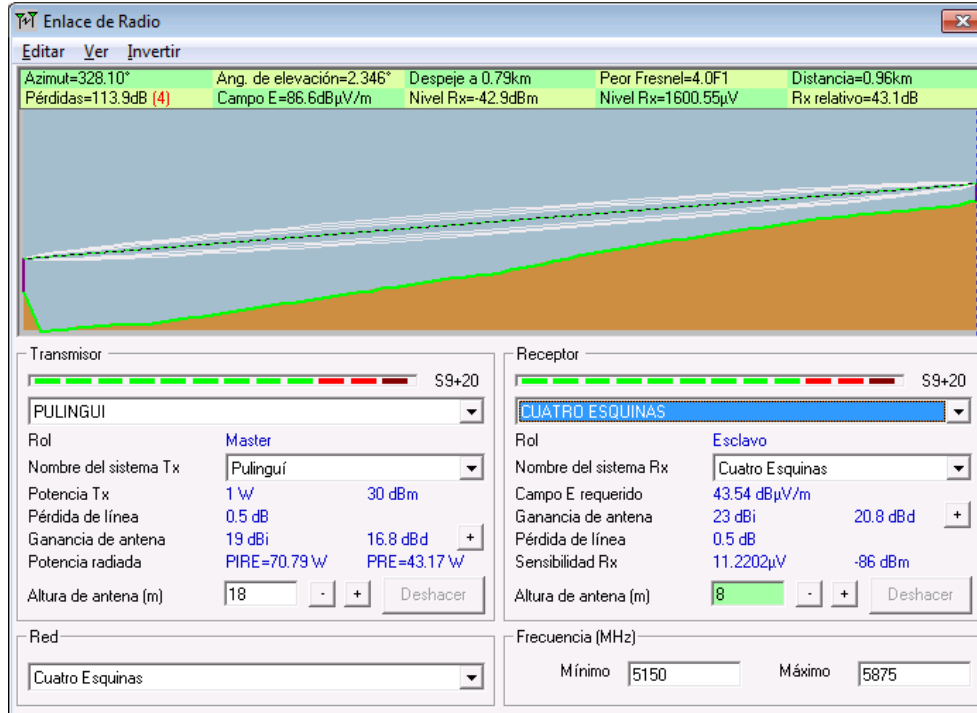


Figura 12. Radio enlace Nodo Pulinguí – Cuatro Esquinas (Elaborado por el autor)

- TAHUALAC

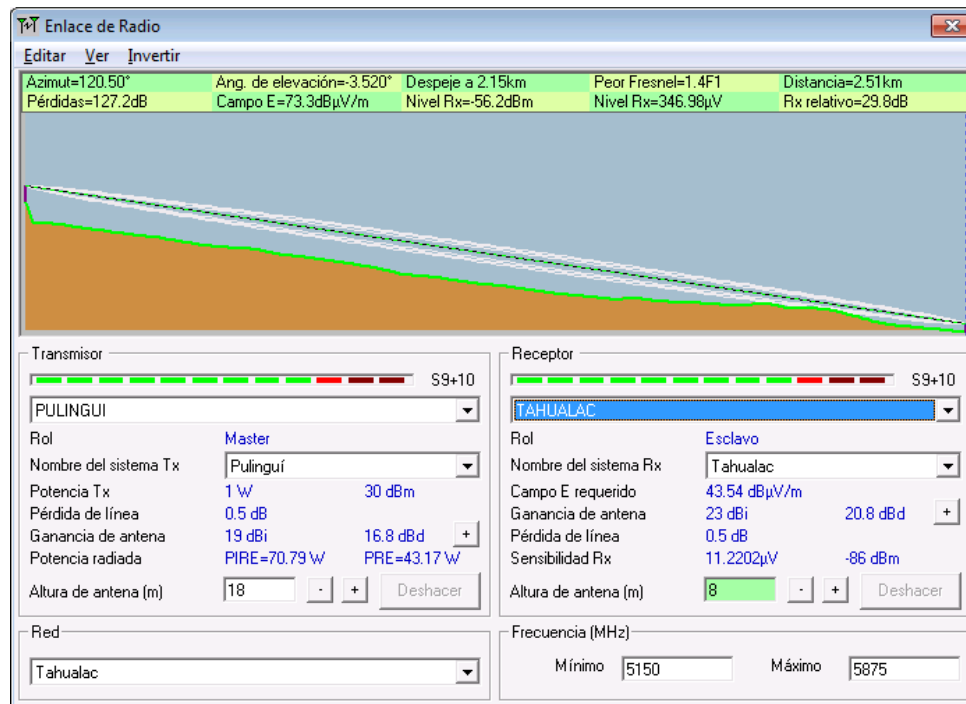


Figura 13. Radio enlace Nodo Pulinguí – Tahualac (Elaborado por el autor)

- **LATURUN**

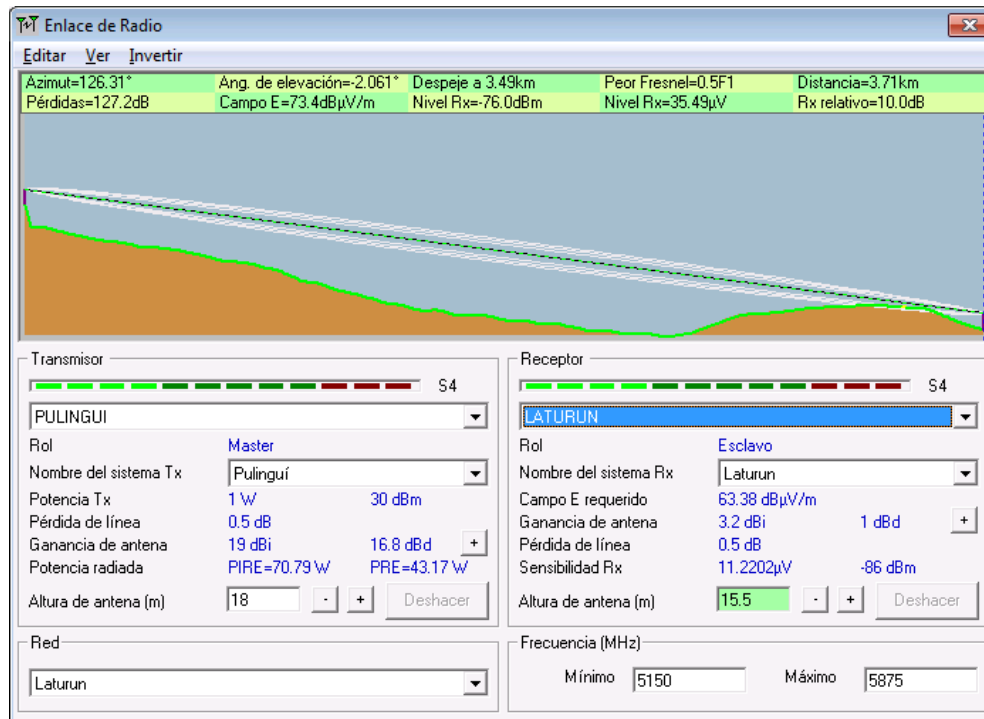


Figura 14. Radio enlace Nodo Pulinguí – Laturun (Elaborado por el autor)

- **GAUSHI**

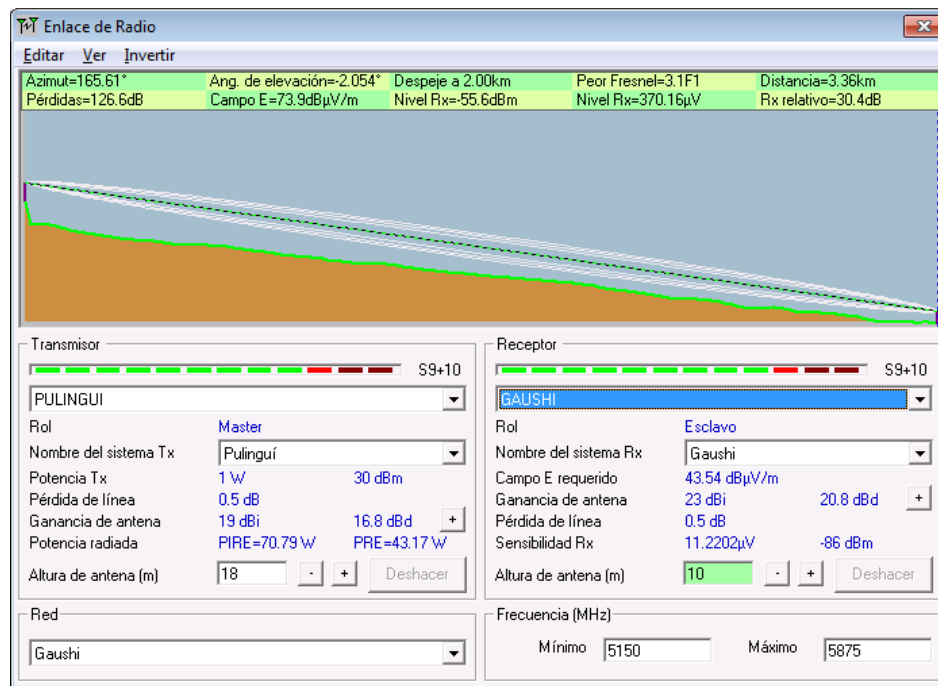


Figura 15. Radio enlace Nodo Pulinguí – Gaushi (Elaborado por el autor)

- TUNSALAO

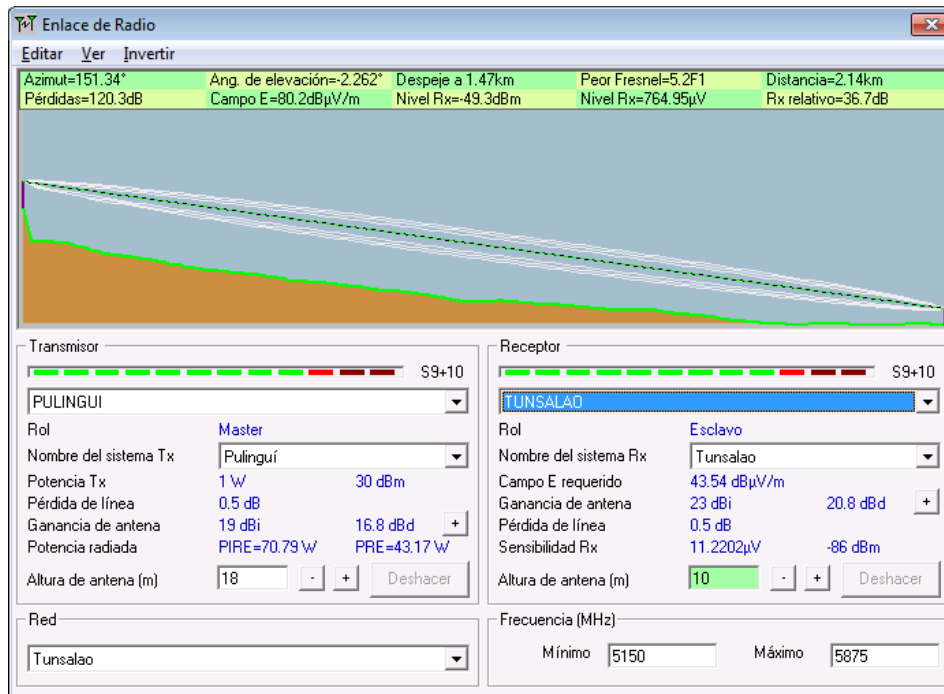


Figura 16. Radio enlace Nodo Pulinguí – Tunsalao (Elaborado por el autor)

- JATARI

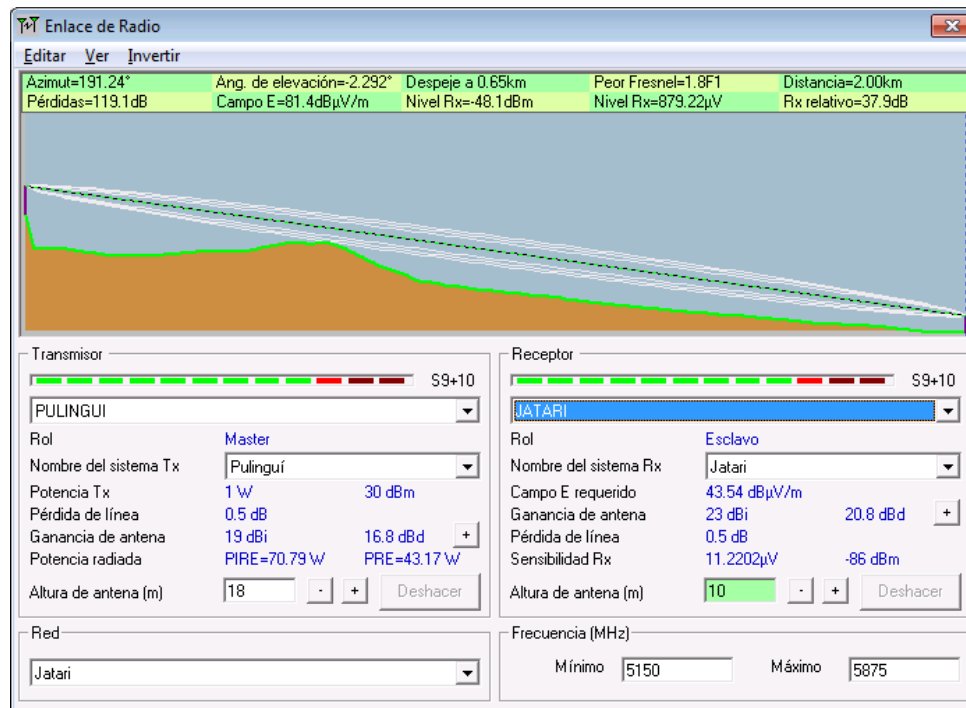


Figura 17. Radio enlace Nodo Pulinguí – Jatari (Elaborado por el autor)

Para determinar la zona de cobertura se ha realizado la ubicación del nodo principal buscando un lugar estratégico que preste las facilidades como línea de vista, servicios básicos y que se encuentre en el centro de las poblaciones a prestar el servicio de internet para lo cual se ha ubicado en la Comunidad de Pulingú de donde se tiene previsto instalar tres antenas panel de 120 grados cada una con una ganancia de 19 dBi logrando repartir la señal a cada una de las comunidades para dar el servicio de internet en cada uno de sus hogares. Con la realización de una simulación se pudo determinar la línea de vista y los parámetros necesarios para una buena expansión de la señal.

5.3. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS.

Los modelos que se toman en consideración para el procedimiento de selección, independientemente de la marca, serán aquellos que trabajen en la banda de frecuencia de 5.8 GHz, debido a que en esta banda es donde existen más canales disponibles y con mayor ancho de banda, por lo que siempre convendrá utilizar este espectro.

5.3.1 EQUIPOS DEL NODO PRINCIPAL.

Los equipos a utilizarse en el nodo principal serán de una marca certificada y conocida a nivel mundial, como lo es MikroTik y Ubiquiti, en las siguientes tablas se detallan las características y costos de cada uno de los equipos encontrados en el mercado.

- **ROCKET M5**

Tabla 6. Características Rocket M5.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation
Estándar Wireless	802.11n
Puertos Ethernet	1 Puerto 10/100Mbps
Sistema Operativo	airOS
Voltajes/Potencia	24v, 1A, 8Watts
Potencia de Salida	500mW
Frecuencias	5470MHz-5825MHz
Valor	\$190

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

- **ANTENA SECTORIAL**


Tabla 7. Características de la Antena Sectorial AM-M-V5G-Ti.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	Antena sectorial tipo AM-V5G-Ti/Ubiquiti
Angulo de Ancho de Onda	60°/90°/120°
Sistema	2x2 MIMO
Ganancia	21dbi/60°
	20dbi/90°
	19dbi/120°
Potencia de Salida	500mW
Rango de Frecuencia	5470MHz-5825MHz
Valor	\$ 300

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

- **ROUTER PRINCIPAL**

Tabla 8. Características de RouterBoard


CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	Mikrotik RouterBoard CCR1036-12G-4S
Puertos Ethernet	12
Sistema Operativo	MikroTik RouterOS v6 (64bits) Level 6
Voltajes/Potencia	IEC C14 110/220V /60W
RAM	4GB
Puerto serial	RS232
Valor	\$ 1450

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

- **La regleta IP**

La regleta IP que se utiliza para el apagado remoto.


Tabla 9. Características de la regleta

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	Msh-2011B-08n8
Puertos	8(IEC320)
Voltajes	20A, 115V
Valor	\$ 500

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

- **SWITCH**

Tabla 10. Características del Switch.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	 <p>The image shows an HP Networking switch, model HP 1420-24G-2SFP. It is a rack-mountable device with a grey and black front panel. On the left side, there are 24 RJ45 ports. On the right side, there are two SFP ports and several status LEDs. The HP logo and 'hp invent' branding are visible on the top right of the device.</p>
Modelo/Marca	HP 1420-24G-2SFP
Puertos LAN/WAN	24 puertos
Estándar	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3ab
Voltajes	100-240V
Capacidad de envío	37,8Mpps
Capacidad conmutación	52Gbps
Valor	\$ 350

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

5.3.2 EQUIPOS PARA EL CLIENTE O SUScriptor

Los equipos de los suscriptores que se utilizarán para la recepción de la señal serán de la marca Ubiquiti o MikroTik, si en el caso de que el cliente desea expandir la señal que se le proporciona deberá retransmitirlo a través de un Router Inalámbrico TP-LINK, Router Linksys Cisco, para ello da a conocer las características de los equipos en las siguientes tablas.


- **ANTENA DE SUSCRIPTOR.**

Tabla 11. Características de la antena.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	SXT G-5HnD/MikroTik
Puertos Ethernet 10/100/1000	1
Ganancia de la antena	16 dBi
Estándar	802.11a/n
Voltajes	8V - 30V
Acceso Inalámbrico	200Mbps
Valor	\$ 90

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

Tabla 12. Características NanoStation Loco M5.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	NanoStation Loco M5
Puertos Ethernet	(1)10/100BASE-TX
Estándar	802.11a/n
Voltajes(PoE)	24V-0.5A
Ganancia	13dbi
Acceso Inalámbrico	150Mbps
Consumo Potencia	5.5W
Valor	\$ 110

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

Tabla 13. Características NanoStation M5.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	NanoStation M5
Puertos Ethernet	(1)10/100BASE-TX
Estándar	802.11a/n
Voltajes(PoE)	24V-0.5A
Ganancia	16dbi
Acceso Inalámbrico	150Mbps
Consumo Potencia	8W
Valor	\$ 160

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

- Router del cliente

Tabla 14. Características de Router TL-WR740/TP-Link.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Imagen del dispositivo	
Modelo/Marca	TL-WR740N/TP-Link
Interface	4 LAN/1 WAN
Estándar inalámbrico	802.11b/g/n
Suministro de energía	9VDC/0.6A
Ganancia	5dbi
Velocidad	150Mbps
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Valor	\$ 40

Fuente: <http://www.zcmayoristas.com/>

5.3.3. TORRE PARA MININODO.

Para el nodo principal se utilizará una torre de 12 metros de altura, a esta torre se le conoce como torres arriostradas (torres tirantes) a estas torres se la construyen sobre edificaciones existentes, cuenta con unos tirantes de alambre de acero que se colocará a una distancia de 120 grados cada una como se observa en la figura 18.

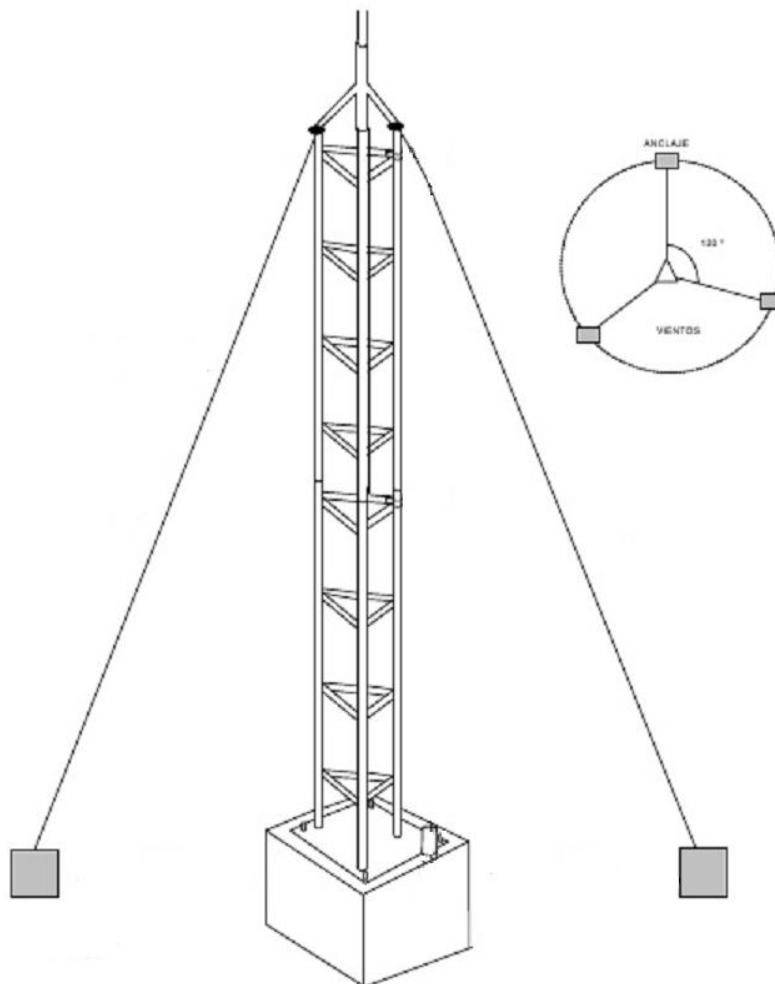


Figura 18. Torre arriostrada (sobre edificaciones). (Elaborado por el autor)

Tabla 15. Valor torre arriostrada. (Elaborado por el autor)

Número de torre	Valor por metro	Altura	Total
1	\$90	12m	\$ 1080

5.3.4. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CON PARARRAYO TIPO FRANKLIN.

Ante posibles descargas eléctricas con la finalidad de proporcionar seguridad tanto a personas como a los equipos del nodo, proteger la infraestructura y sobre todo mantener el rendimiento del sistema en óptimas condiciones. Se ha dispuesto la instalación de una malla de tierra con un pararrayos tipo Franklin para poder tener una buena conexión a tierra, ver la figura 19.

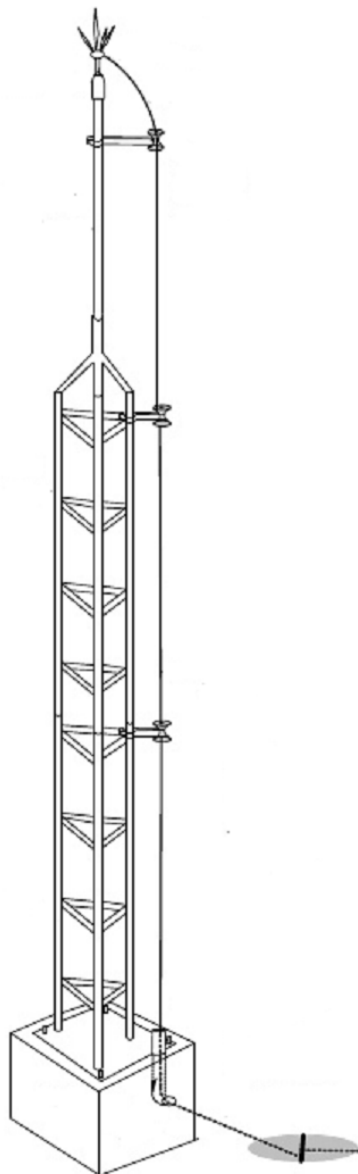


Figura 19. Pararrayo Tipo Franklin. (Elaborado por el autor)

Para ello se da a conocer el valor de cada uno de los materiales que conforma el sistema como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Valor Pararrayo tipo Franklin. (Elaborado por el autor)

CANTIDAD	DETALLES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Pararrayo 5 puntas Tipo Franklin	\$300	\$300
30	Cable Cu # 2	\$5	\$150
4	Varillas Coperweld alta camada	\$15	\$60
2	Gel conductivo para mejorar el suelo	\$25	\$50
TOTAL			\$560

Para seleccionar los equipos en el nodo principal y en el usuario final de lo ha determinado a través de marcas certificadas que están dando éxito a nivel mundial como MikroTik, Ubiquiti y TP-Link, también son marcas que están al alcance económico sin exceder en sus precios en comparación a otras marcas, con un sistema que permite una configuración rápida, simple y eficaz.

5.4. DISEÑO DEL NODO PRINCIPAL WISP.

Establecido los parámetros y características más importantes como el lugar exacto en donde se instalará el nodo principal, la geografía del sitio, el área de cobertura y las simulaciones con línea de vista realizadas en Radio Mobile y Google Earth, elegimos los equipos que se ajusten a las características de la zona, decidiendo por la marca MikroTik y Ubiquiti debido a su robustez y precios asequibles.

Para ello se realiza un diseño del Proveedor de Servicios de Internet (WISP) con el programa Visio 2016 en donde se observa la ubicación de los equipos en el Nodo y en los usuarios como muestra la figura 20.

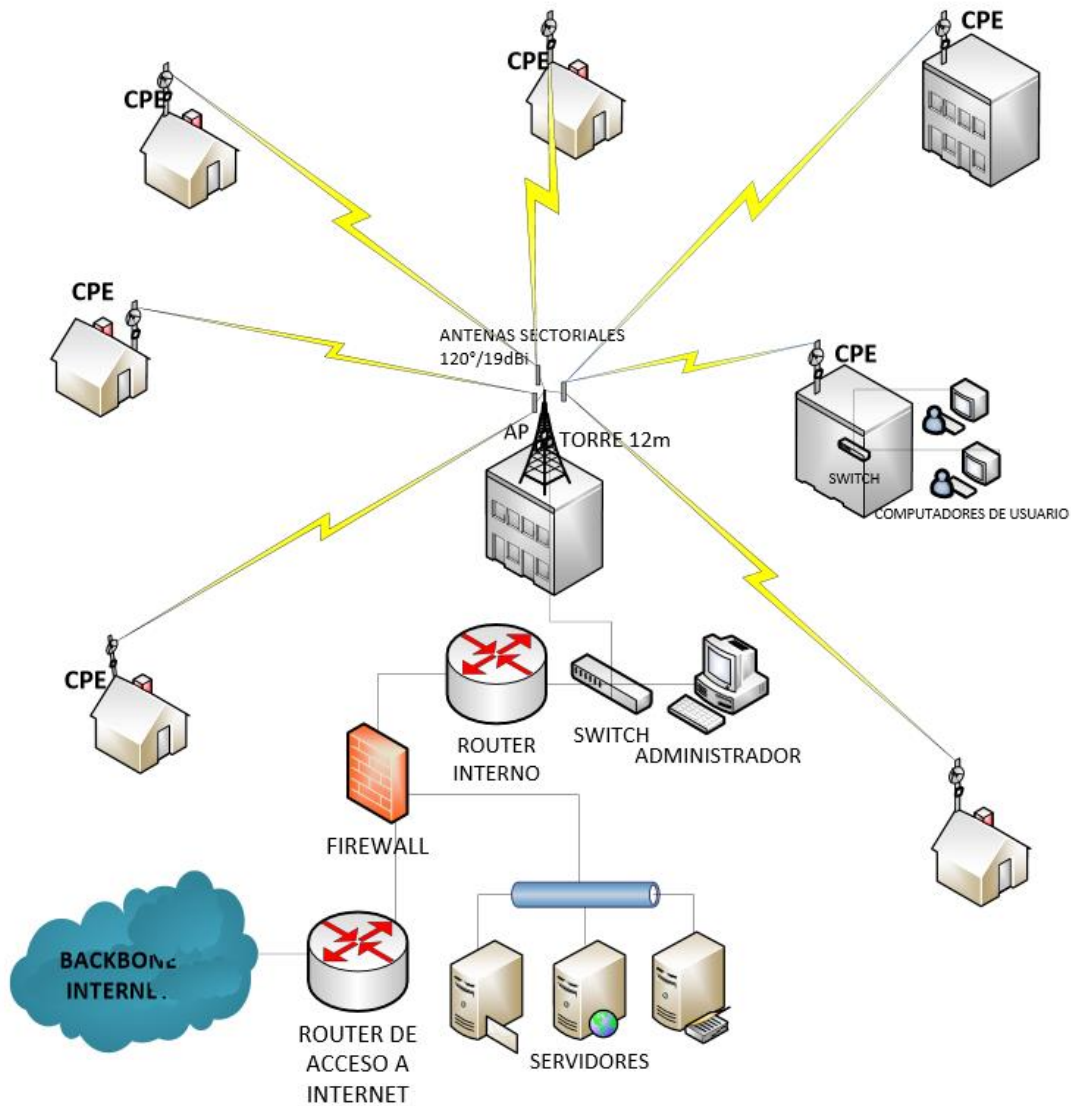


Figura 20. Diseño del WISP. (Elaborado por el autor)

5.4.1. CÁLCULO PARA ENTREGAR EL SERVICIO DE INTERNET.

Al momento de realizar el diseño de la red es importante hacer un cálculo de uso del sistema de red con el propósito de definir los diferentes equipos que se requiere, por ello definir un ancho de banda es sumamente importante para el envío de la información a través de una red de comunicaciones en un periodo determinado, a esto se expresa en bits por segundos, el ancho de banda debe ser aprovechado eficazmente debido a que la contratación del ancho de banda es muy cara, por lo que se debe utilizarse apropiadamente para satisfacer a los usuarios y beneficiar en gran parte a la empresa.

Para poder determinar cuál es la velocidad de transmisión que se puede ofrecer a los usuarios del WISP se realiza un cálculo del ancho de banda necesario para servicios de datos, voz y video.

- **Ancho de banda para transmisión de datos.**

Este tráfico es menos susceptible al retardo por lo que el ancho de banda medio para páginas web es de 56kbps, sin embargo, hoy en día se ofrecen planes de internet superiores a 56 kbps [8], [5].

- **Ancho de banda para transmisión de VoIP.**

La velocidad de transmisión para la carga y descarga de VoIP en una conexión a Internet depende del tamaño de la trama y del número de tramas/segundos que se desee transmitir, para calcular el ancho de banda necesario se calcula por las formula:

$$AB/llamada = \text{tamaño de la trama} * \text{tramas por segundo}$$

Los códec más usados en la digitalización de voz son G.711, G.728 y G.729, generan 50 tramas por segundo.

Tabla 17. CODEC de implementación VoIP. (Fuente:
<https://www.sinologic.net/blog/2015-08/ancho-banda-necesario-hablar-voip.html>)

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	NA	38 Bytes	20 ms	50	34.0Kbps	18.8 Kbps	38.4Kbps
ilbc_mode_30(13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	NA	50 Bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73Kbps	28.8 Kbps

El tamaño de datos depende del CODEC implementado.

$$AB/requerido = AB/llamada * (llamadas concurrentes) \quad (2)$$

En la tabla 17 se muestra la información detallada referente al ancho de banda mínimo para la comunicación de VoIP, para cada uno de los códec.

Se puede concluir que se necesita un ancho de banda de 87.2 kbps para la transmisión de VoIP si se usa el códec G.711 por lo q se usara este valor como referencia para el cálculo del ancho de banda que se debe ofrecer a los usuarios [18].

- **Ancho de banda para la transmisión de video**

Una de las aplicaciones más críticas al momento de transmitir datos es la de video por las grandes cantidades de información que se manejan en tal virtud se necesita un mayor ancho de banda en comparación con la de voz y datos.

Es más frecuente el uso de aplicaciones de video en tiempo real como Skype una de las más usadas, esta aplicación sugiere un ancho de banda mínimo de 128 kbps, ancho de banda de 300 kbps y un ancho de banda de alta calidad que requiere 500 kbps de donde se toma como valor recomendado para la transmisión [19].

5.4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA PARA CADA USUARIO

Para calcular el ancho de banda mínimo de cada usuario, se calcula sumando cada uno de los anchos de banda de datos, voz y video, que se obtuvieron anteriormente para cada uno de ellos.

$$AB_{TOTAL/USUARIO} = AB_{min}datos + AB_{min}voz + AB_{min}video \quad (3)$$

$$AB_{TOTAL/USUARIO} = 56 \text{ kbps} + 87.2 \text{ kbps} + 300 \text{ kbps} = 443.2 \text{ kbps}$$

$$AB_{TOTAL/USUARIO} = 56 \text{ kbps} + 87.2 \text{ kbps} + 500 \text{ kbps} = 643.2 \text{ kbps}$$

El ancho de banda mínimo para cada usuario determinado es de 443.2 kbps, por esta razón se ha elegido como planes de internet que se ofrecerán a los usuarios del WISP, con anchos de banda de 1024 kbps, 2 Mbps y 3 Mbps con una compartición de 8:1 similares a los ofrecidos por otras empresas proveedoras de internet de la zona.

De la cual se da a conocer que es necesario un ancho de banda de tráfico descendente (downlink) por cada cliente de 1 Mbps y un ancho de banda de tráfico ascendente (uplink) por cada cliente de 512 kbps para una navegación eficaz por parte del usuario del WISP.

5.4.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE NODO INALÁMBRICO.

Para poder hacer el dimensionamiento del tráfico se tomará en cuenta el 10% de las conexiones de red dedicadas que serán utilizadas simultáneamente, tomando en cuenta que el tráfico de bajada siempre será mayor que el tráfico de subida, por lo que la tasa de transferencia para los clientes home residenciales se evidenciará de la siguiente manera [3].

Tráfico descendente/usuario 1 Mbps

Tráfico ascendente/usuario 512 Mbps

Para dimensionar la red se tomó los datos obtenidos en la proyección de la demanda de mercado en los 5 años subsiguientes, con el que se obtuvieron con 107 suscriptores de internet.

Tráfico de bajada.

$$\text{Tráfico} = \text{Conexiones dedicadas} * \text{num usuario} * \text{ABdescendente de usuario} \quad (4)$$

$$\text{Tráfico} = 0.1 * 107 * 1\text{Mbps} \text{ (enlace descendente)}$$

$$\text{Tráfico} = 10.7\text{Mbps}$$

Tráfico de subida.

$$\text{Tráfico} = \text{Conexiones dedicadas} * \text{num usuario} * \text{ABascendente de usuario} \quad (5)$$

$$\text{Tráfico} = 0.1 * 107 * 512\text{Mbps} \text{ (enlace ascendente)}$$

$$\text{Tráfico} = 5.4\text{Mbps}$$

Por medio del cálculo de tráfico subida y de tráfico de bajada se puede evidenciar que el ancho de banda que necesita el nodo principal de Pulinguí es de 11 Mbps de bajada y 6 Mbps de subida para un período de 5 años.

El proveedor de servicios de internet de capa dos (tier 2) al cual se contratará será TELCONET inicialmente se tiene previsto contratar 2 Mbps y que gradualmente se irá incrementando de acuerdo al crecimiento de los usuarios que se incorporen a la red tomando en cuenta que la empresa tiene una etapa en donde tiene que darse a conocer en las diferentes comunidades, de la misma manera considerando que el ancho de banda no se debe mal gastar y que de ser así generaría pérdidas y gastos innecesarios a la empresa.

Para diseñar el Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico WISP se hizo una serie de investigaciones a ISPs que brindan servicios iguales o similares a nivel nacional e internacional, que han logrado tener casos de éxito brindando servicios de internet a zonas rurales.

Para ello se realizó un dimensionamiento de tráfico de red con la cual el nodo principal pretende atender a los 69 usuarios evaluados en una demanda inicial. De la misma manera se realizó un cálculo de ancho de banda necesario para cada usuario para que garantice la navegación eficiente.

5.5. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL WISP.

Los pueblos que se encuentran dentro de las montañas o dentro de los valles dispersos representan el reto más importante para una tecnología inalámbrica convencional. Llegar a áreas rurales con poca densidad es prácticamente imposible usar soluciones basadas en cobre o fibra óptica.

El alto costo de tecnologías tales como ADSL o fibra óptica hace que ningún proveedor de servicios de internet quiera desarrollar un negocio en estas áreas, dejando abierto la posibilidad de crear pequeños proveedores de internet con tecnología de largo alcance y bajo costo, conectando la última milla.

5.5.1. FACTIBILIDAD TÉCNICA.

La factibilidad técnica se refiere a la disponibilidad de los recursos técnicos necesarios para llevar a cabo la implementación de la red inalámbrica tomando en cuenta los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, experiencias, etc.

Además, el mencionado sitio cuenta con todos los servicios básicos como: suministro de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, lo que optimizará la implementación del nodo principal.

Todos los componentes, equipos que se han considerado para el diseño de la red se lo puede encontrar en la ciudad de Quito, Guayaquil y algún equipo que no se lo encuentre, se lo trae bajo pedido de Miami – USA que es donde se encuentra el mercado de equipamiento informático y los costos varían de acuerdo a la temporada.

5.5.2. FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA.

Se debe asegurar que los radios enlaces con cada una de las localidades sean óptimos para garantizar una buena calidad de servicio, se tiene previsto que la torre se colocará en una vivienda de 2 pisos y sobre ella una torre de 12 metros, tomando en consideración que mencionado lugar se encuentra en un punto estratégico desde el cual se tiene línea de vista a la mayoría de las comunidades, por tal razón a este lugar lo considera óptimo para la ubicación del nodo principal ver figura 21, permitiendo que el diseño del Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico WISP sea factible de realizarlo garantizando que con los equipos y tecnología disponible en el país se pueda cubrir a todas la comunidades de interés.



Figura 21. Vivienda para ubicación del nodo principal. (Elaborado por el autor)

5.5.3. FACTIBILIDAD PARA LA SALIDA INTERNACIONAL.

La empresa que permite la salida internacional a Internet desde el Nodo Principal usando fibra óptica con prestaciones de acceso adecuado por su rendimiento y calidad de servicio es TELCONET que cuenta con cobertura a nivel nacional, siendo la única empresa que llega con fibra óptica hasta la Comunidad de Pulinguí, lugar donde se tiene previsto instalar el nodo principal.

5.5.4. SOFTWARE DE TARIFACIÓN Y FACTURACIÓN.

Existen varias opciones para software de tarifación y facturación para el diseño del WISP. Para un WISP que recién empieza su funcionamiento es recomendable adquirir un software ya elaborado, disponible en el mercado y conforme el crecimiento de la empresa, luego en el momento más apropiado, desarrollar un software con requerimientos específicos, se presenta opciones que pueden ser utilizadas:

- Advanced ISP Billing
- Wispro
- Mikromanager
- SequireISP

5.5.5. POLÍTICAS DE SEGURIDAD.

Las políticas de seguridad del WISP es prestar el servicio de Internet a todos sus usuarios, de tal manera sea transparente para los usuarios y accesible, pero evitando que se logre la violación de seguridad por hackers y virus, tomando en cuenta lo siguiente:

- Proteger sus redes de amenazas internas, amenazas desde sus usuarios (clientes), y amenazas desde usuarios de internet.
- Brindar protección a sus usuarios de las amenazas de Internet.
- Disminuir los riesgos y amenazas hacia Internet que se pueden presentar por la saturación de los clientes.

5.5.6. CALIDAD DE SERVICIO PARA EL ISP.

Para el proveedor de red WISP la calidad está establecido por el servicio (QoS) este servicio se relaciona con el dimensionamiento de recursos de manera óptima en función del número de usuarios, la disponibilidad de los servicios entregados por el WISP.

La calidad de servicio (QoS) es la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico, en términos de perfil y ancho de banda, para un flujo de información.

En el caso del WISP se debe considerar la calidad de servicio desde el punto de vista de los usuarios, los proveedores (carriers), y el administrador de la red. Para los usuarios la calidad de servicio se reflejaría como la rapidez, fiabilidad, rendimiento y disponibilidad.

La factibilidad del Proveedor de Servicios de Internet (WISP) se lo realizado a través un estudio técnico que dé a conocer las facilidades para poder implementar la red, analizar las facilidades para poder adquirir hardware, software y equipos necesarios, tomando en cuenta el lugar óptimo para la ubicación del nodo principal como un sitio estratégico, garantizando la conexión internacional desde en nodo principal, para ello TELCONET realizará la salida internacional, también se toma en cuenta los software de tarificación y facturación necesarios que se requieren para el buen funcionamiento de la empresa, además la implementación de políticas de seguridad y calidad de servicio que garantice el éxito del emprendimiento.

5.6. ANALISIS DE COSTOS.

Una vez propuesto el diseño del Proveedor de Servicios de Internet (WISP), es necesario realizar un análisis del costo que representa la implementación de la misma, en donde se tomara en cuenta varios aspectos como el equipamiento (Hardware, Software), instalación para la puesta en marcha y de operación y mantenimiento por un lapso de cinco años.

5.6.1. COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

En la tabla siguiente se muestra la lista de equipos y las características generales de los mismos, que se necesitarán para la implementación del Proveedor de Servicios de Internet (WISP), estos costos son el paso inicial a tomar en cuenta antes de la implementación del proyecto.

Tabla 18. Valor de equipos y materiales. (Elaborado por el autor)

CANTIDAD	DETALLES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation	190	570
3	Antena Sectorial AM-M-V5G-Ti/Ubiquiti	300	900
1	Mikrotik RouterBoard CC1036-12G-4S	1450	1450
1	Msh-3223c-08n8/DigiPower	500	500
1	SWICH HP 1420-24G-2SFP	350	350
69	NanoStation Loco M5	110	7590
69	TL-WR740N/TP-Link	40	2760
1	Torre 12m	1080	1080
1	Sistema Puesta a tierra	560	560
1	Cable FTP CAT 6 y accesorios	250	250
2	Computadoras	600	1200
TOTAL = (USD)			17210

Se analizan todos los dispositivos de interconexión, dispositivos para el suministro eléctrico y cableados necesarios para el correcto funcionamiento de la red.

5.6.2. GASTO EN MATERIAL OFICINA

Para el trabajo se requiere mobiliario de oficina, así como material de oficina para el desarrollo de las actividades requeridas para lo cual se considera la adquisición de escritorio, sillas y demás materiales cuyo costo se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Valor de material de oficina. (Elaborado por el autor)

CANTIDAD	DETALLES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Escritorio	1	100
2	Sillas	20	40
2	Resma Papel	4	8
1	Sello	15	15
1	Archivador	8	8
1	Impresora	100	100
TOTAL = (USD)			271

5.6.3. COSTOS PARA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO.

A través de la Resolución 072-03-CONATEL-2002, el valor fijado a pagar cada año al CONATEL tendrá valor de \$500. [6]

5.6.4. COSTO DE CONEXIÓN A TELCONET

La empresa que ofrece internet dedicado es TELCONET la cual brindará conexión a través de sus redes avanzadas con una alta velocidad de conexión al NAP en Ecuador y NAP internacional de Miami y a los principales proveedores TIR 1 en los Estados Unidos y ofrece muchos servicios asegurando un óptimo performance de altos estándares internacionales [20], el valor a pagar por ello se señala en la tabla 20.

Tabla 20. Valor tarifa de Telconet. (Elaborado por el autor)

EMPRESA	TIPO DE ENLACE	TARIFA MENSUAL
TELCONET	Fibra Óptica	\$250

5.6.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El valor de personal se lo propone para dos personas con altos conocimientos que lleve a cabo labores poli funcionales debido a que la empresa es considerada como un mini nodo por su magnitud de infraestructura, área de cobertura pequeña, en donde pueda llevar a cabo su operación y mantenimiento sin el requerimiento de contratar más personal hasta que la empresa requiera la creación de nuevos nodos para poder atender el crecimiento de nuevos usuarios.

Tabla 21. Valor de operación y mantenimiento. (Elaborado por el autor)

CANTIDAD	GASTO	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
1	DIRECTOR/ING. TELECOMUNICACIONES	600	7200
1	SECRETARIA/CONTABLE	366	4392
1	PROVEEDOR INTERNET	250	3000
1	PAGO LUZ	25	300
1	GASTOS DE MATERIALES	100	1200
1	MATERIALES EN GENERAL	100	1200
TOTAL = (USD)		1441	17292

5.6.6. INVERSIÓN INICIAL PARA FUNCIONAMIENTO DEL WISP.

El costo para el funcionamiento del WISP se da a conocer en la tabla 22 en donde describe el costo total del proyecto para poder abastecer a las diferentes comunidades.

Tabla 22. Valor total de inversión. (Elaborado por el autor)

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costo de inversión en infraestructura	17210
Permiso para la prestación de servicios de valor	500
Gastos en material de oficina	271
Costo de operación y mantenimiento	1441
TOTAL = (USD)	19422

5.6.7. COSTO DE SERVICIO AL PÚBLICO.

El costo de instalación por única vez se estima con un valor de \$80, con suscripción mínima para un lapso de 6 meses. Indicando además que el equipo del suscriptor o usuario queda prestado hasta que se cancele o termine el contrato con el suscriptor indicando que se le entregue el equipo terminal a la empresa portadora de servicios de internet inalámbrico.

Tabla 23. Valor de servicios plan al público. (Elaborado por el autor)

DESCRIPCIÓN	PRECIO
Plan Home 1Mbps/8-1	\$ 25.00 mensual
Plan Premium 2 Mbps/8-1	\$ 30.00 mensual
Plan Platinum 3 Mbps/8-1	\$ 35.00 mensual

5.6.8. PROYECCIÓN DE LOS COSTOS

Los costos se han calculado en función a la venta de terminales y del pago con tarifa home del primer mes se tiene previsto que se recaudará un valor que se muestra en la tabla 24, a este valor se le toma cuenta como una recuperación de una mínima parte del capital invertido.

Tabla 24. Valor de ventas. (Elaborado por el autor)

CANTIDAD	VENTAS	INGRESO INICIAL
69	CLIENTES HOME	1725
69	VENTAS E INSTALACIONES DE EQUIPOS TERMINAL	5520
TOTAL = (USD)		7245

5.6.9. INGRESO PROPUESTO POR EL WISP.

El costo por la generación de servicios se ha calculado tomando como referencia una tarifa home necesaria por la mayoría de los usuarios de las comunidades, de ello se puede estimar un ingreso estimado año tras año durante los primeros 5 años para la cual muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Valor de ventas anuales. (Elaborado por el autor)

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO ANUAL MODALIDAD TARIFA HOME	22500	24600	27000	29400	32100
TOTAL = (USD)	135600				

5.6.10. RECUPERACIÓN DEL CAPITAL

La recuperación del capital invertido se tiene previsto en 2 años 9 meses luego de ese lapso la empresa empezará a generar ganancias.

Tabla 26. Valor ingresos anuales. (Elaborado por el autor)

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO ANUAL MODALIDAD TARIFA HOME	22500	24600	27000	29400	32100
GASTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	17292	17292	17292	17292	17292
GANACIA ANUAL	5208	7308	9708	12108	14808

5.6.11. CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) Y TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

El valor de la inversión que se tiene en los cinco años proyectados que se obtiene con la fórmula del VAN, es importante saber que la tasa activa según el Banco Central para el 31 de junio del 2016 es de 8.67% [2] y una inflación de 2.82% [7] y sumados estos dos porcentajes da una tasa de descuento de 11.49% que es el valor actual del dinero que dará los ingresos por ventas que tenga la inversión realizada.

Tabla 27. Valor ingresos anuales. (Elaborado por el autor)

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA	5208	7308	9708	12108	14808

C_0 = Inversión Inicial

FC =Flujo de caja

n = vida útil

i = Tasa de descuento

VAN =Valor actual neto

TIR =Tasa interna de retorno

Para ello se toma en cuenta que

Si $VAN > 0$ **ES RENTABLE** hacer el negocio

Si $VAN = 0$ **ES INDIFERENTE** hacer el negocio

Si $VAN < 0$ **NO ES RENTABLE** hacer el negocio

Cálculo del valor actual neto con la siguiente fórmula:

$$VAN = -C_0 + \frac{FC_1}{(1+i)} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (6)$$

$$VAN = -19422 + \frac{5208}{(1 + 0.1149)} + \frac{7308}{(1 + 0.1149)^2} + \frac{9708}{(1 + 0.1149)^3} + \frac{12108}{(1 + 0.1149)^4} + \frac{14808}{(1 + 0.1149)^5}$$

$$VAN = 14566.83312$$

En este caso se tiene que $VAN > 0$ **ES RENTABLE** hacer el negocio es decir que el proyecto es viable.

Cálculo de la tasa interna de retorno con la siguiente fórmula:

$$0 = -C_0 + \frac{FC_1}{(1+TIR)} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{FC_{n-1}}{(1+TIR)^{n-1}} + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} \quad (7)$$

$$0 = -19422 + \frac{5208}{(1 + TIR)} + \frac{7308}{(1 + TIR)^2} + \frac{9708}{(1 + TIR)^3} + \frac{12108}{(1 + TIR)^4} + \frac{14808}{(1 + TIR)^5}$$

TIR = 33%

Para ello se toma en cuenta que

Si $TIR > i$ **ES RENTABLE** hacer el negocio

Si $TIR = i$ **ES INDIFERENTE** hacer el negocio

Si $TIR < i$ **NO ES RENTABLE** hacer el negocio

En este caso se tiene que $TIR > i$ **ES RENTABLE** hacer el negocio es decir que el proyecto es viable.

El dinero invertido en este proyecto genera un 33% de rentabilidad en cada año.

Para hacer el análisis de costos se tomó en cuenta el valor de los materiales, hardware y software necesarios que se utilizará en la inversión inicial con la cual se estima poner en funcionamiento la red, tomando en cuenta gastos de conexión para la salida internacional, gasto en adquisición de permisos en la Senatel y un gasto por operación y mantenimiento, disponiendo una tarifa por utilización del internet según la velocidad requerida por el usuario, para con ello realizar una proyección de ingresos del WISP, por medio del cual permitiendo conocer el tiempo en el cual se pretende recuperar el capital invertido, para luego hacer un análisis de la viabilidad de vida del WISP.

5.7. Requisitos para el Permiso para la Explotación de Servicios de Valor Agregado (ISP)

Para operar como Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico en Ecuador se necesita contar con la obtención de un título habilitante que durará 10 años prorrogables, el cual es tramitado en el CONATEL, para ello se debe contar con la siguiente información:

- ✓ “Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- ✓ Copia del RUC.
- ✓ Copia de la cédula de identidad del solicitante.
- ✓ Copia del último certificado de votación, del solicitante.
- ✓ Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.
- ✓ Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional)” [6].

Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:

- ✓ “Diagrama técnico detallado del sistema.
- ✓ Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.
- ✓ Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de Concesión de Uso de Frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.

- ✓ Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Concesión de uso de frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
- ✓ Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.
- ✓ Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.
- ✓ Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.
- ✓ Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial y de los 3 primeros años, recuperación y plan comercial.
- ✓ Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.
- ✓ Para efecto del estudio técnico se considera como Nodo al sitio de concentración y distribución de usuarios. Nodo principal aquel Nodo por el cual se realiza la conexión Internacional. El Reglamento para la Explotación de Servicios de Valor Agregado fue expedido mediante resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial No 545 del 01 de abril del 2002” [6].

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. La planificación para la implementación del servicio de internet, se lo ha realizado de tal forma que preste las facilidades para el incremento de nuevos usuarios sin la necesidad de cambios significativos en la infraestructura tecnológica utilizada, ya que se utiliza tres antenas sectoriales, cada antena sectorial cubre 120° con la posibilidad de llegar a cubrir de 60 a 100 abonados cada antena por sector.
2. La tarifa deberá tener una buena relación costo-beneficio para el usuario para poder expandir y poder crecer rápidamente abarcando más clientes a la red con el propósito de incrementar nuevos nodos en comunidades más alejadas en este caso la Parroquia Calpi al Sur y al Oeste, con el Cantón Mocha al Norte y al Este con el Cantón Guano.
3. Este trabajo es una solución para cubrir la última milla con tecnología inalámbrica porque se puede llegar a lugares inaccesibles donde proveedores como FASTNET no llega y TELCONET solo ofrece fibra óptica a centros educativos y cyber de las algunas comunidades, el servicio de internet que se ofrece cuenta con un costo módico, y de rápida instalación, tomando en consideración que el internet es un servicio indispensable hoy en día en cada uno de los hogares.
4. Los equipos que se utilizan en el proyecto utilizan tecnología MIMO facilitando conectarse a largas distancias debido a que los usuarios se encuentran dispersos en las diferentes comunidades para lo cual se utilizará un tipo de antenas NanoBeam, PowerBeam y las antenas grillas, de acuerdo a la distancia de cada comunidad.

5. El proyecto es viable con un valor positivo en el VAN y de igual manera un valor positivo en el TIR lo que lleva a entender que el dinero invertido en este proyecto generará un 33% de rentabilidad cada año, en el caso de estudio del WISP propuesto para la Comunidad de Pulinguí y comunidades cercanas a ella,

6.2. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable que los equipos que se implementen en el nodo principal de la Comunidad de Pulinguí operen de acuerdo al Datasheet de cada equipo con el proposito de evitar sanciones con el organismo de control ARCOTEL.
2. Se recomienda que una vez puesta en marcha la empresa se actualice constantemente respecto a nuevas tecnologías o equipos para ofrecer mejores prestaciones para optimizar el servicio, pero sin la necesidad de alterar precios del servicio al público.
3. Se recomienda que se tome en cuenta un equipo de respaldo de energía ante posibles cortes ó fallos que se ocasionen en la red eléctrica qué es común en la Comunidad de Pulinguí, debido a que el nodo principal estará encargado de administrar la red que cubrirá a todas las comunidades.
4. En la configuración de un enlace PMP es fundamental para establecer la capacidad de los AP, tener en cuenta la ubicación, distancias y cantidad de módulos suscriptores adecuados
5. Se recomienda el uso de equipos de la marca Ubiquiti y MikroTik debido a su robustez en hardware, software, con una alta gama de equipos que se adaptan a diversos entornos y precios adsequibles.
6. El WISP no esta en la capacidad de contratar todo el personal necesario para sus respectivos departamentos técnicos ni administrativos por lo que es necesario contar con personal polifuncional para el buen funcionamiento de la empresa.
7. Se recomienda que para la conexión entre futuros nodos se lo haga usando la tecnología WIFI airMAX 802.11ac debido a que garantiza obtener el máximo

rendimiento posible, con antenas Prisma en el nodo principal y NanoBeam ac, LiteBeam ac, PowerBeam ac, en sus respectivos suscriptores de acuerdo a su distancia ubicada.

8. Para la simulación de los radioenlaces se utilice Radio Mobile debido a que es un programa de simulación gratuito que se basa en terreno irregular con un modelo de propagación de Lonley-Rice, que opera dentro del rango de frecuencias de 20 MHz a 20 GHz, que permite simular radioenlaces y presentar el área de cobertura de la red, mediante el uso de mapas digitales de elevación, de igual manera puede utilizar Google Earth o a su vez airLink que es propiedad de Ubiquiti Networks los cuales se ha utilizado para las simulaciones de este caso de estudio.
9. Para el incremento de usuarios se recomienda hacer convenios con las organizaciones e instituciones que se encuentran en las comunidades que serán beneficiadas del servicio de internet.

Bibliografía

- [1] Agredo Méndez Pedro, Solarte Muñoz Virginia, Agredo Méndez Guefry Leider. (10 de 01 de 2010). Modelo de trabajo para el diseño e implementación de redes en malla Wi-Fi como una solución para el acceso a banda ancha en áreas rurales. *Gerencia tecnológica informática*, 9(23), 59-73. Recuperado el 01 de 10 de 2015, de <http://biblat.unam.mx/es/revista/gerencia-tecnologica-informatica/articulo/modelo-de-trabajo-para-el-diseno-e-implementacion-de-redes-en-malla-wi-fi-como-una-solucion-para-el-acceso-a-banda-ancha-en-areas-rurales>
- [2] *Banco Central del Ecuador*. (2016). Obtenido de La Tasa Activa Efectiva Referencial: https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=activa
- [3] BASANTES, T. E. (2014). *ANÁLISIS DE MERCADO E IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS CONVERGENTES PARA UN ISP EN LA CIUDAD DE GUARANDA CON LA EMPRESA FASTNET*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/648/1/UNACH-EC-IET-2014-0004.pdf>
- [4] *BOLETIN ESTADADÍSTICO DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES*. (16 de 11 de 2015). Obtenido de Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones: <http://www.arcotel.gob.ec/internet-boletin-estadistico-del-sector-de-telecomunicaciones/>
- [5] Butrich, S. (2013). *REDES, INALÁMBRICAS EN LOS PAISES EN DESARROLLO* (Cuarta ed.). Copenhagen: Jane Butler. Obtenido de <http://wndw.net/pdf/wndw3-es/wndw3-es-ebook.pdf>
- [6] CONATEL. (01 de 01 de 2012). REQUISITOS OTORGAMIENTO DE TÍTULOS HABILITANTES. *PERMISO DE SERVICIO DE VALOR AGREDADO*.
- [7] Ecuador, B. C. (06 de 2016). (S. d. Macroeconómica, Productor) Obtenido de Ecuador: Reporte Mensual de Inflación: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Notas/Inflacion/inf201606.pdf>
- [8] Fernández, A. (12 de 03 de 2010). *Manual de Alojamiento Web*. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de Elección del hosting: la tasa de transferencia: <http://www.lawebera.es/alojamiento-web/eleccion-del-hosting-la-tasa-de-transferencia.php>
- [9] *MikroTik*. (s.f.). Recuperado el 30 de 06 de 2016, de Download archive: <http://www.mikrotik.com/>
- [10] Moreno, C. R. (01 de 01 de 2006). Recuperado el 10 de 09 de 2016, de http://www.academia.edu/2065737/Redes_Inal%C3%A1mbricas_para_Zonas_Rurales
- [11] Pera, R. (01 de 5 de 2005). *UniFI*. Recuperado el 01 de 09 de 2016, de WIRELESS BACKHAUL: <https://www.ubnt.com/>

- [12] Pietrosemoli, L. C. (2008). *REDES INALÁMBRICAS PARA EL DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Recuperado el 01 de 01 de 2016, de APC TEMAS EMERGENTES: https://www.apc.org/es/system/files/APC_RedetesInalambricasParaElDesarrolloLAC_20081223.pdf
- [13] *PROVINCIA DE CHIMBORAZO CANTON GUANO GOBIERNO AUTONOMO ESCENTRALIZADO RURAL DE SAN ANDRÉS PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. (2013). Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Andrés.: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/0660824230001/PDyOT/27022013_152917_PDOT%20SAN%20ANDRES.pdf
- [14] Reigadas, F. J. (01 de 01 de 2007). TESIS DOCTORAL EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACION. *Modelado y optimizacion de IEEE 802.11 para su aplicaci ´ on en ´ el despliegue de redes extensas en zonas rurales aisladas de pa ´ ises en desarrollo*. España, Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/1039/1/FRANCISCO_JAVIER_SIMO_REIGADAS.pdf
- [15] *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador, FASCICULO PROVINCIAL CHIMBORAZO*. (2010). (INEC, Productor) Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/chimborazo.pdf>
- [16] Rodríguez, V. H. (01 de 02 de 2014). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED ISP INALÁMBRICA PARA BRINDAR EL SERVICIO DE VALOR AGREGADO A LA CIUDAD DE PALORA*. Riobamba , Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 20 de 01 de 2016, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3321/1/98T00049.pdf>
- [17] Roger, C. (20 de 09 de 1997). *Communications Plus*. (R. M. VE2DBE, Productor) Obtenido de Radio Mobile: <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
- [18] Rojano, E. (18 de 08 de 2015). *Tu web favorita sobre VoIP*. Obtenido de Cual es el ancho de banda necesario para hablar por VoIP: <https://www.sinologic.net/blog/2015-08/ancho-banda-necesario-hablar-voip.html>
- [19] *skype*. (01 de 01 de 2016). Obtenido de ¿Qué ancho de banda necesita Skype?: <https://support.skype.com/es/faq/fa1417/que-ancho-de-banda-necesita-skype>
- [20] *telconet*. (s.f.). Recuperado el 01 de 10 de 2016, de INTERNET DEDICADO: <http://www.telconet.net/servicios/internetdedicado>
- [21] *televes*. (s.f.). Obtenido de Hojas Técnicas y Manuales de producto: <https://www.televes.com>

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA

Sr/Sra. Reciba un cordial saludo de parte de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

El propósito de esta encuesta es para evaluar la aceptación del internet y cómo influye en su vida cotidiana.

1. ¿En qué Comunidad reside usted?

.....

2. ¿Qué tipo de servicio de internet posee usted?

a) Inalámbrico.....

b) Fijo.....

3. Nombre los proveedores de Internet banda ancha en su Comunidad

a)

b)

4. ¿Con que frecuencia utiliza el servicio de Internet?

01 - 20 horas al mes

20 - 40 horas al mes

40 - 60 horas al mes

60 ó más horas al mes

5. ¿Usted siente conforme con la clase de servicio que le ofrecen sus actuales proveedores de acceso a Internet ya sea por costos o privacidad?

Si..... No.....

Porque.....

6. ¿Si usted no cuenta con el servicio de Internet Inalámbrico desearía contratar?

Si..... No.....

7. ¿Cuáles serían las horas en que ocuparía más el servicio?

- a) 06H00 – 10H00
- b) 10H00 – 14H00
- c) 14H00 – 18H00
- d) 18H00 – 22H00

8. ¿Cuáles son los ingresos económicos perciben?

- a) 100 \$ – 200 \$.....
- b) 200 \$ – 400 \$.....
- c) 400 \$ – 800 \$.....
- d) 1000 \$ ó más.....

9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este servicio de Internet Ilimitado?

- 18 \$ quincenal.....
- 25 \$ mensual.....
- 30 \$ ó más mensual

10. ¿Qué forma de pago a usted le gustaría realizar?


- e) Efectivo.....
- f) Cheque.....

ANEXO 2

Antenas NanoBeam, PowerBeam y las antenas grillas.

5GHz "N" CPE: NBE

CPE: MIMO(2x2)
DataRate:300Mbps



Antenas EB	NBE-M5-16			NBE-M5-19		
	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)
AM-5G16	70m	400m	3,700m	100m	540m	5,500m
AM-5G17	80m	450m	4,100m	110m	600m	6,000m
AM-5G19	100m	550m	5,200m	130m	750m	7,500m
AM-5G20	110m	600m	5,800m	150m	850m	8,500m
AM-V5G-TI	120m	650m	6,500m	170m	950m	9,500m
AM-M-V5G-TI	90m	500m	4,800m	120m	650m	6,500m
AMO-5G10	35m	200m	1,800m	50m	270m	2,500m
AMO-5G13	50m	270m	2,600m	70m	370m	3,700m

	NBE-M516	NBE-M519
Ganancia	16 dBi	19 dBi
Potencia	26dBm	26dBm
Reemplaza	LocoM5	NSM5
Puerta Lan	Fast Ethernet	

5GHz "N" CPE: PBE

CPE: MIMO(2x2)
DataRate:300Mbps



Antenas EB	PBE-M5-300/ISO			PBE-M5-400/ISO			PBE-M5-620		
	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)
AM-5G16	130m	750m	7,300m	190m	1,050m	10,500m	300m	1,600m	16,500m
AM-5G17	150m	850m	8,200m	210m	1,200m	11,600m	350m	1,900m	18,500m
AM-5G19	190m	1,050m	10,400m	260m	1,450m	14,700m	450m	2,300m	23,000m
AM-5G20	210m	1,200m	11,600m	290m	1,650m	16,400m	500m	2,600m	26,000m
AM-V5G-TI	230m	1,300m	13,000m	330m	1,850m	18,300m	550m	2,900m	29,000m
AM-M-V5G-TI	170m	950m	9,200m	230m	1,300m	13,000m	400m	2,100m	21,000m
AMO-5G10	70m	380m	3,700m	100m	550m	5,200m	150m	820m	8,500m
AMO-5G13	100m	530m	5,200m	130m	750m	7,300m	210m	1,150m	11,500m

5GHz "N" CPE: AG

CPE: SISO(1x1)
DataRate: 150Mbps



Antenas EB	AG-HP-5G23/LBE-M5-23			AG-HP-5G27		
	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)	Dist. Min	Dist. Max (-55dBm)	Dist. Max (-70dBm)
AM-5G16	150m	830m	8,200m	230m	1,300m	13,000m
AM-5G17	170m	930m	9,200m	260m	1,490m	15,000m
AM-5G19	210m	1,150m	11,600m	330m	1,850m	18,500m
AM-5G20	230m	1,300m	13,000m	370m	2,050m	20,500m
AM-V5G-TI	260m	1,450m	14,600m	410m	2,300m	23,000m
AM-M-V5G-TI	190m	1,050m	10,300m	290m	1,700m	16,500m
AMO-5G10	80m	410m	4,100m	120m	650m	6,500m
AMO-5G13	110m	580m	5,800m	170m	920m	9,400m

Ganancia 23dBi
Potencia 25dBm

Ganancia 27dBi
Potencia 25dBm

ANEXOS 3

Fotografías tomadas a las diferentes comunidades













ANEXO 4. Cloud Core Router.



CCR1036-12G-4S is an industrial grade router with cutting edge 36 core CPU! Unprecedented power and unbeatable performance - this is our new flagship device, the Cloud Core Router (CCR1036). If you need many millions of packets per second - Cloud Core Router with 36 cores is your best choice.

The device comes in a 1U rackmount case, has four SFP ports, twelve Gigabit ethernet ports, a serial console cable and a USB port.

The CCR1036-12G-4S has two DDR3 SODIMM slots, by default it is shipped with 4GB of RAM, but has no memory limit in RouterOS (will accept and utilize 16GB or more).



New generation CPU

- 36 core CPU
- 1.2GHz clock per core
- 12 Mbytes total on-chip cache
- State of the art TILE GX architecture

Highest performance

- 8 mpps standard forwarding
- 24 mpps fastpath forwarding (wire speed for all ports)
- Up to 16Gbit/s throughput

Full set of features

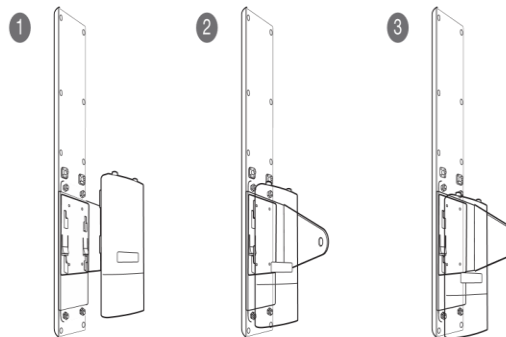
- 1U rackmount case
- 12x Gigabit ports
- 4x SFP ports
- Color touchscreen LCD
- Ports directly connected to CPU

CPU	Tilera Tile-Gx36 CPU (36-cores, 1.2Ghz per core)
Memory	Two SODIMM DDR3 slots, 2x 2GB DDR3 10600 modules installed
Ethernet	Twelve 10/100/1000 Mbit/s Gigabit Ethernet with Auto-MDIX
SFP	Four 1.25G Ethernet SFP cage (Mini-GBIC, SFP module not included)
Expansion	microUSB port, host and device mode
Storage	1GB Onboard NAND
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
Extras	Reset switch, speed controlled fan, beeper, voltage, current and temperature monitoring
Power options	IEC C14 standard connector 110/220V (PSU included), up to 60W power consumption
Board dimensions	355x145mm/55mm
Temperature	Max ambient temperature: 50° @ 1.2GHz, 70° @ 1GHz CPU core frequency
OS	Mikrotik RouterOS v6 (64bit), Level 6 license
Included	Router in a 1U case with LCD, PSU, power cable, usb cable

UBIQUITI NETWORKS TECHNICAL SPECS/DATASHEET



ROCKET M5: 5GHz Hi Power 2x2 MIMO AirMax TDMA BaseStation



airMAX
MIMO TDMA Protocol

COMPATIBLE ANTENNAS

- AirMax Sector 5G-17-90
- AirMax Sector 5G-16-120
- AirMax Sector 5G-20-90
- AirMax Sector 5G-19-120
- Rocket Dish 5G-30