

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara,

2022

Presentado por:

Bach. Alarcón Cueva, Obed

Bach. Chicoma Huamán, Pier Melvin

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Atalaya Vázquez.

Cajamarca - Perú

2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Informática y de Sistemas

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara,

2022

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para
optar por el título profesional de ingeniero informático y de sistemas**

Presentado por:

Bach. Alarcón Cueva, Obed

Bach. Chicoma Huamán, Pier Melvin

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Atalaya Vázquez.

Cajamarca – Perú

2023

DEDICATORIA

El siguiente trabajo va dedicado a mis queridos padres y mi familia que me han brindado de su apoyo incondicional, tanto económico como moral para cumplir mis objetivos trazados para un mejor futuro y corresponder al apoyo que me fue otorgado.

Obed Alarcón Cueva

Agradezco a mi dios, por siempre bendecirme y me permita culminar mis estudios universitarios con éxito.

A mis padres María y Daniel, quienes con su amor y apoyo incondicional me apoyaron para no rendirme y seguir adelante siendo así el pilar fundamental para alcanzar esta meta.

A mis hermanos quien han estado brindándome su apoyo durante el desarrollo de este proyecto, a lo largo de mi carrera universitaria y en el día a día.

Pier Melvin Chicoma Huamán

AGRADECIMIENTO

A dios por darme sus bendiciones, a mi querida familia y a mis maestros y asesor Mg. Ing. Oscar Atalaya Vázquez, por el apoyo y guía que me han brindado en todo el transcurso de mi carrera, por compartir sus conocimientos para desarrollarme profesionalmente, y por los consejos para mejorar como persona, y a la UPAGU por pertenecer a su casa de estudios.

Obed Alarcón Cueva

A mis padres, gracias a su apoyo, confianza y esfuerzo he podido culminar esta meta, por darme la mejor educación y no dejar que me rinda en ningún momento, gracias por ser mi mayor inspiración para formarme como persona y como profesional, gracias por su amor incondicional que siempre me han estado brindando sin esperar nada a cambio.

A mis hermanos, gracias por ser mis cómplices de juegos de desvelos por su ayuda para la realización de esta meta.

A mis amigos, que me supieron apoyar para continuar peleando por este logro, con los que compartí muchas alegrías y desvelos.

Pier Melvin Chicoma Huamán

RESUMEN

En la presente tesis se diseñó una propuesta de red inalámbrica para permitir el acceso a internet de banda ancha en la zona rural de Santa Bárbara en Cajamarca. Esto con el fin de generar servicios de Internet en zonas donde no cubre la cobertura de los proveedores tradicionales y con este fin generar un modelo de negocio estructurado para el funcionamiento controlado de una empresa a través del proyecto final. Analizando el sistema de manera general y posteriormente detallando cada parte de este, también se desarrolló un modelo propio de trabajo para el diseño del sistema de red.

Se identificaron los requisitos y las tecnologías inalámbricas acordes para la implementación correcta del proyecto. Se desarrolló el diseño de la red usando la herramienta GOOGLE EARTH para determinar la ubicación de las torres, se seleccionaron los equipos teniendo en cuenta los aspectos y requerimientos técnicos necesarios.

SUMMARY

In this thesis, a wireless network proposal was proposed to allow broadband internet access in the rural area of Santa Bárbara in Cajamarca. This in order to generate Internet services in areas where the coverage of traditional providers does not cover and to this end generate a structured business model for the controlled operation of a company through the final project. Analyzing the system in a general way and later detailing each part of it, an own working model was also developed for the design of the network system.

The requirements and the appropriate wireless technologies for the correct implementation of the project were identified. The network design was developed using the GOOGLE EARTH tool to determine the location of the towers, the equipment was selected taking into account the necessary technical aspects and requirements.

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY.....	vi
CAPITULO I: INTRODUCCION	1
1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2. Definición del Problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Hipótesis.....	2
1.4.1. Hipótesis General	2
1.4.2. Hipótesis Especificas	2
1.5. Variables	3
1.6. Justificación e Importancia	3
CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
2. Fundamentos teóricos de la investigación.....	4
2.1. Antecedentes Teóricos	4
2.2. Marco Teórico.....	9

2.2.1. Red Inalámbrica	9
2.2.2. Redes Microondas	11
2.2.3. Microondas Terrestres.....	12
2.2.4. Internet por Microondas	13
2.2.5. Transmisión Inalámbrica.....	13
2.2.6. Fibra Óptica.....	15
2.2.7. Tecnología WIFI	17
2.2.8. Internet	17
2.2.9. Torres de Comunicaciones	18
2.2.10. Características Geográficas	20
2.2.11. Simulador Radio Mobile	20
2.2.12. Google Earth	21
2.2.13. Costo-Beneficio.....	22
2.2.14. Presupuesto inicial	23
2.3. Definición de términos	25
2.3.1. Potencia	25
2.3.2. Frecuencia	25
2.3.3. Umbral de receptor.....	25
2.3.4. Pérdida de la línea	25
2.3.5. Ganancia de antena	25

2.3.6. Perdida adicional Cable.....	25
2.3.7. Protocolo	26
CAPITULO III: METODO DE INVESTIGACION	26
3. Tipo de Investigación.....	26
4. Población y muestra	27
5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	27
6. Instrumentos de recolección de datos	27
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION	28
7. Presentación, análisis e interpretación de resultados	28
7.1. Sector población.....	28
8. Contrastación de hipótesis.....	51
8.1. Hipótesis General	51
8.2. Hipótesis Específicas	51
8.3. Prueba de hipótesis.....	52
8.3.1. Hipótesis General	52
8.3.2. Hipótesis Específicas	53
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones.....	55
9. LISTA DE REFERENCIAS	56

10. ANEXOS..... 58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Relación de Costos de Inversión.....	24
Tabla 2 Pruebas de chi-cuadrado.....	52
Tabla 3 Pruebas de chi-cuadrado.....	53
Tabla 4 Pruebas de chi-cuadrado.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Enlace Microondas.....	11
Figura 2 Antena omnidireccional y antena direccional	14
Figura 3 Código de colores para la fibra óptica	15
Figura 4 Torre de comunicaciones	18
Figura 5 Tipo de torres de comunicaciones	19
Figura 6 Vista de la zona rural de Santa Bárbara.....	22
Figura 7 Consulta de cobertura en el distrito de Santa Bárbara.....	30
Figura 8 Cobertura de señal en el distrito de Santa Bárbara.....	31
Figura 9 Arquitectura general del sistema	33
Figura 10 Parámetros del sistema de red.....	37
Figura 11 Ingreso de sistemas de red	38
Figura 12 Selección de topología	39
Figura 13 Miembros del sistema	40
Figura 14 Miembro Estación Base 1	41
Figura 15 Parámetros de la torre Backhaul 1	42
Figura 16 Latitud y Longitud de la torre Backhaul 1	43
Figura 17 Parámetros de la torre Estación Base 1.....	44
Figura 18 Latitud y Longitud de la torre Estación Base 1	45
Figura 19 Parámetros del Usuario 1	46
Figura 20 Latitud y Longitud del Usuario 1.....	47
Figura 21 Radio enlace Backhaul 1 – Backhaul 2	48

Figura 22 Simulación de radio enlace	49
Figura 23 Radio enlace Estación Base 1 – Usuario 1	50
Figura 24 Simulación de la red	51

CAPITULO I: INTRODUCCION

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Con el transcurso de los años las tecnologías de la comunicación han evolucionado hasta el punto de llegar a convertirse en una necesidad vital para las personas. Se puede decir que casi todas las actividades humanas están regidas por la necesidad de estar siempre conectados a internet. Por ello resulta necesario que la cobertura de internet sea optima y esté disponible en todo momento (Carol Princess Reyes, 2017).

En la Cuidad de Cajamarca existen muchas comunidades rurales cercanas que no cuentan con cobertura de internet, entre ellos se identificó al centro poblado de Santa Bárbara. Actualmente la comunicación instantánea es una gran necesidad para la población, así como para personas que se encuentran trabajando en el lugar, en su mayoría docentes y personal de salud, que manifiestan que, al no contar con internet, es inevitable que se limiten en sus labores.

Hoy en día es una necesidad contar con acceso al servicio de internet, el avance de las tecnologías en telecomunicaciones y redes, han permitido tener conexiones a grandes distancias.

En la cuidad de Cajamarca generalmente las zonas rurales son las que carecen de servicio de internet, y ahora que estamos viviendo una época de pandemia, se necesita internet para laborar, estudiar desde el hogar.

Las redes inalámbricas juegan un papel importante en la comunicación actualmente. La tesis propone un diseño de un sistema de red inalámbrica, para la zona de Santa Bárbara.

1.2. Definición del Problema

Siendo Santa Bárbara un distrito donde hay escuelas, centros de salud, etc. Cuenten con un sistema de red inalámbrica eficiente y de calidad, el acceso al avance tecnológico permitirá ofrecer el servicio de internet mediante el diseño de una red inalámbrica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de red inalámbrica para permitir el acceso a internet en la zona rural de Santa Bárbara en Cajamarca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la zona geográfica en la zona de Santa Bárbara para determinar si es posible la implementación de la red inalámbrica.
- Realizar una simulación para la implementación del sistema de red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara en Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La implementación de una red inalámbrica permite el acceso a Internet en el centro poblado rural de Santa Bárbara en Cajamarca.

1.4.2. Hipótesis Especificas

- La zona geográfica de Santa Bárbara de Cajamarca permite la instalación de un sistema de red inalámbrica.
- La simulación refleja la conectividad de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara en Cajamarca.

1.5. Variables

- Variable Independiente (X): Red inalámbrica.
- Variable Dependiente (Y): Acceso a Internet.

Dimensiones e indicadores:

- Dimensiones de la Variables Independiente (X):
 - Capacidad de transmisión de datos.
Indicadores: Frecuencia y velocidad de transmisión.
 - Accesibilidad.
Indicador: Área de cobertura.
- Dimensiones de la Variable Dependiente (Y):
 - Zona geográfica.
Indicadores: Altura y temperatura.
 - Conectividad.
Indicadores: Nivel de señal e interrupciones.

1.6. Justificación e Importancia

Es un diseño que se propone como respuesta al no contar con Internet y demás servicios IP, que se presentan en la zona rural de Santa Bárbara.

El proyecto justifica de forma práctica la inversión y el desarrollo de la red inalámbrica como solución a los problemas de cobertura que presenta la zona en que implementaremos la tecnología.

Con la investigación se determinaron la ubicación de puntos para lograr la conexión de radio enlaces, se seleccionaron equipos de transmisión y de infraestructura que permitirán la conexión, se estimó el rango de cobertura y la intensidad de señal de recepción de cada punto
Bach. Alarcón Cueva, Obed

de la red inalámbrica que, con su futura implementación, beneficiara a la comunidad de la zona rural de Santa Bárbara, ofreciendo una conexión de internet eficiente.

Este trabajo aporta el diseño de red inalámbrica para el acceso a Internet considerando aspectos geográficos y especificaciones técnicas de equipos de transmisión.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1. Antecedentes Teóricos

Los antecedentes al tema REDES INALAMBRICAS y ACCESO A INTERNET cuenta con investigaciones diversas. En estos estudios se destacan la importancia y el gran aporte que genera en comunidades el acceso a internet a través de la implementación de redes inalámbricas.

Explorando la documentación existente a nivel nacional e internacional, se puede constatar la existencia de tesis grado con características afines, como se muestra:

- (Moreno Martin, 2015)” Análisis, diseño y despliegue de una red Wifi en Santillana del Mar”. De la Universidad Autónoma de Madrid:

Su objetivo principal es interconectar las diferentes áreas de la capital del municipio de Cantabria, Santillana del Mar, ofreciendo una cobertura Wifi que se despliegue a lo largo del territorio.

Moreno realiza un estudio definiendo, en primer lugar, el escenario real sobre la cual desplegara la red haciendo uso de tecnologías inalámbricas. Luego, analiza los requerimientos y la arquitectura de la red, la cobertura y la viabilidad de los radio enlaces mediante el simulador Radio Mobile utilizando parámetros estadísticos, del sistema, del entorno y de la instalación.

Finalmente, concluye proponiendo las fases que habrían de seguirse para cualquier proyecto similar.

Se tomará como referencia esta investigación para poder tener una visión encaminada de los pasos a seguir en cuanto al análisis y diseño de la red, así como, los lineamientos a tener en cuenta para su implementación. En cuanto al costo, se considera que, de llegar a implementarse la red, no hará falta construir costosas obras civiles como sería en el caso de un despliegue de red cableada.

- (Villena Avila, 2014) "Diseño de una red rural de telecomunicación para aplicación en educación asistida por tecnología web en Purús-Ucayali", Pontificio Universidad Católica del Perú.

El autor propone una red de telecomunicaciones con el objetivo de brindar educación empleando tecnologías de información y comunicación usando tecnología wifi de larga distancia.

El desarrollo se basa en una investigación de la población y la zona geográfica enfocada a la parte educativa de dicha zona, desarrolla la topología de la red a emplear y ubica cada punto geográfico de las antenas, para terminar con el diseño de la red y pruebas de simulación con el programa Radio Mobile.

Conclusiones:

- El proyecto plantea una alternativa de solución para el acceso a educación de calidad en Purús con el acceso a internet.
- El proyecto está planteado para una cantidad reducida de usuarios con visión a extenderse en un futuro.

- El proyecto es de índole social y beneficio de la comunidad de Purús y que debería ser financiado por entidades como FITEL (FONDO DE INVERSION EN TELECOMUNICACIONES).

Esta tesis brinda información de hacia dónde podemos dirigir el proyecto de este tipo (social), y la misma sugiere la expansión de la red en un futuro lo cual se tomó en cuenta.

- (Luz Fernandez & Percy Sanchez, 2014) "Servicio de internet mediante fibra óptica y radio enlace en la institución educativa Túpac Amaru del distrito de Palca- Huancavelica". De la Universidad Nacional de Huancavelica:

Su objetivo es el desarrollo de un requerimiento de conectividad con línea de internet, a través de radioenlaces de alta velocidad, el cual permite la transmisión de información (voz, datos y video) a la institución educativa Túpac Amaru, para de esta manera mejorar el nivel de comunicación e información de los estudiantes y profesionales. Para poder dotar con el servicio de internet de 2 Mbps, se realizó el diseño de una red que parte desde la ciudad de Huancavelica (estación central Huancavelica), lugar donde se obtiene el servicio de Internet mediante fibra óptica, el cual se modula para luego pasar al router y ser enviado por un Access point EOA 7535 con ayuda de una antena externa a la estación Thomson. Esta estación recibe la señal y de forma inmediata transmite la señal hacia la estación base Chillhuapampa. El último tramo de la red es la transmisión de la señal de la estación base Chillhuapampa hacia la institución educativa Túpac Amaru, estando disponible el servicio de Internet en la institución educativa.

- (Perez Cerna, 2014) "Diseño de un sistema inalámbrico de larga distancia para entornos rurales utilizando Tecnología Wifi", de la Universidad Politécnica de Valencia, España:

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

Su objetivo principal es diseñar una red inalámbrica Wifi con estándar 802.11n de larga distancia para 14 localidades del distrito de La Encañada, del departamento de Cajamarca-Perú.

El autor realiza el estudio teórico acerca de la tecnología Wifi, identifica la ubicación geográfica donde se desplegará la red tomando por consideración el tipo de zona, clima y los posibles puntos de enlace. Luego, describe las especificaciones de los equipos de transmisión y, finalmente, toma como apoyo el simulador Radio Mobile para evaluar las prestaciones del sistema inalámbrico y demostrar que el diseño de red ofrece la cobertura esperada. Concluye comparando costos y alcance entre la tecnología WiMax y Wifi, también menciona que uno de los factores determinantes al momento de implementar una red inalámbrica es el medio geográfico y los aspectos climáticos de la zona intervenida. Además, el autor da la posibilidad de que la red diseñada podría servir para implementar otro tipo de servicio como la telefonía IP.

- (Cadena Peralta, 2012) "Diseño de una red Wi-Fi; Caso de estudio, zona rural", de la universidad Autónoma de México.

Presenta la problemática de la comunicación como elemento fundamental en el actuar médico, por ello el estudio para establecer las condiciones para una red inalámbrica en zonas rurales en donde las necesidades básicas no se cubren, el diseño de esta red con ayuda de Cisco Packet protocolos de enrutamiento OSPF y EIGRP, con la finalidad de brindar apoyo en labores de salud.

El desarrollo se basa en una investigación de los tipos de red y el manejo de estos, tomando en cuenta puntos importantes como la seguridad de las redes WIFI y configuración de los puntos de acceso.

Conclusiones

- Menciona que el diseño de la red se realizó buscando la máxima eficiencia, pero que aun así existen parámetros que son ajenos al diseño y que pueden inferir en la transmisión de datos.
 - Hacer un diseño con una seguridad eficiente garantiza que solo usuarios autorizados ingresen a la red.
 - Ofrece un panorama general de las redes, así como algunos conceptos generales que ayude y pueda ser utilizado en las zonas rurales.
- (Pavié Vera & Moya Salamanca, 2010)” Diseño e implementación de una red de acceso inalámbrica WLAN para proveer internet de banda ancha a escuelas rurales de Mancera, Carbonero y San Juan”, de la Universidad Austral de Chile:
- Su objetivo principal es proveer de conectividad digital a escuelas rurales (de Mancera, Carboneros y San Juan). Los autores diseñan, simulan e implementan una red de acceso inalámbrica WLAN bajo el estándar IEEE802.11b, en la banda de 2.4 Ghz y de enlace tipo multipunto, permitiendo el acceso a Internet de banda ancha.
- Al momento de la implementación, se basan en el diseño de la red y, en la predicción y simulación de los enlaces, es importante mencionar que la implementación y las pruebas de su funcionamiento se realizan por tramos para garantizar el correcto enlace de cada segmento de red.
- Finalmente, hacen una comparación entre los resultados reales de enlaces (obtenidos de la interfaz de usuario de los equipos transceptores) con resultados teóricos (según especificaciones técnicas y ecuaciones) y resultados simulados (obtenidos por Radio

Mobile), concluyendo que los niveles de señal detectados pueden variar principalmente según el tipo de clima en el cual se trabaja.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Red Inalámbrica

Una de red inalámbrica hace referencia a la conexión de nodos mediante ondas electromagnéticas, sin necesidad de cables.

Las redes inalámbricas, según su clasificación, tienen diferentes rangos de zonas geográficas, es decir, un usuario puede mantenerse conectado sin la necesidad de permanecer estático en un lugar específico, siempre y cuando este esté dentro del rango de la red.

Una de las principales ventajas de las redes inalámbricas (Wireless) es el bajo costo que implica implementarla, a comparación de una red cableada.

Ventajas:

- Instalación simple.
- Escalabilidad.
- Robusta y confiable.
- Facilidad de uso.
- Estar basada en estándares y contar con certificación Wi-Fi.
- Servidor Web para una administración más fácil.

Seguridad:

- Costo de propiedad reducido.
- Una aplicación que detecte localidades.
- Fácil configuración para el usuario.

Inconvenientes o desventajas:

- Menor velocidad que una red cableada.
- Menor seguridad que una red cableada.
- Interferencias.

Si dentro del rango de cobertura de una red inalámbrica, existe gran cantidad de usuarios conectados, la señal se verá afectada.

Tipos de Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas, con respecto a su alcance geográfico, se pueden clasificar en tres tipos:

- **Wireless PAN (Personal Area Network):** Red de área personal, conecta dispositivos electrónicos dentro de un rango pequeño, teniendo un alcance máximo de 10 metros aproximadamente. Este tipo de red suelen ser las conexiones inalámbricas dentro de una casa. La tecnología característica de esta red, es el Bluetooth.
- **Wireless LAN (Local Area Network):** Red de área local, conecta una red de dispositivos en una pequeña área permitiendo compartir archivos, servicios, impresoras y otros recursos. Son de gran uso en edificios que, por su arquitectura, no pueden ser perforados para instalar cables. Tienen un rango de entre 30 a 300 metros aproximadamente, con señales capaces de atravesar paredes. La tecnología característica de este tipo de red, es el WIFI.
- **Wireless MAN (Metropolitan Area Network):** Red de área metropolitana, tiene un alcance de entre 4 a 10 kilómetros aproximadamente, abarcando generalmente ciudades.

(Tanenbaum, 2003) Menciona lo siguiente: “Este sistema creció a partir de los primeros sistemas de antena comunitaria en áreas donde la recepción de la televisión al aire era pobre. En dichos sistemas se colocaba una antena grande en la cima de una colina cercana y la señal se canalizaba a las casas de los suscriptores.”

2.2.2. Redes Microondas

Una red diseñada a través de tecnología microondas permite una transmisión de información de forma inalámbrica. El protocolo con mayor frecuencia utilizado es IEEE 802.11b y transmite datos a 2.4 GHz. Alcanzando velocidades de hasta 100Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango 5.4 a 5.7 GHz para el protocolo IEEE 802.11^a.

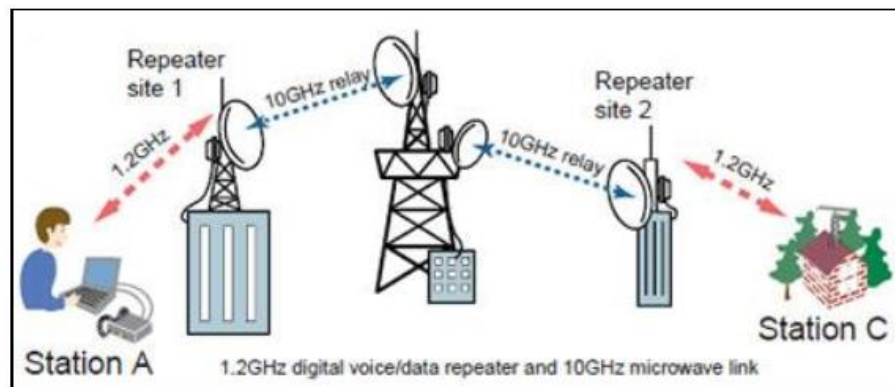


Figura 1. Enlace Microondas, Tomado de “estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena ´alfa y omega´ utilizando equipos airmax de ubiquiti,”

Fuente: (Escuela Politécnica Nacional, 2015)

En el área de telecomunicaciones, principalmente las microondas se utilizan en radiodifusión, porque se mueven fácilmente por la atmosfera con muy poca

interferencia que otras de longitud de onda mayores. También podemos encontrar como principal cualidad que estos sistemas tienen más capacidad de ancho de banda que las demás frecuencias en el espectro de radio. Generalmente, las microondas son usadas en programas informativos de televisión para enviar señales desde la cabecera de origen de la información, hasta un repetidor o directamente a un cliente final.

Generalmente, las antenas más utilizadas son de tipo parabólico. El tamaño común de este sistema son de diámetro 3 metros aproximadamente. Las antenas son puestas rígidamente, y por lo general a torres de comunicaciones o soportes metálicos. Este transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora.

Estas antenas de microondas se deben ubicar a una altura adecuada sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayor altura y separaciones entre ellas, con el fin de superar posibles obstáculos. La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y re direccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden ser salvados a través de reflectores pasivos.

La señal transmitida a través de sistemas microondas se distorsiona y atenúa mientras viaja por el espacio desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por la pérdida de potencia generada por la distancia, la reflexión y la refracción debido a posibles obstáculos y pérdidas atmosféricas.

2.2.3. Microondas Terrestres

Normalmente, se utilizan antenas parabólicas. Estas se utilizan punto a punto cortas distancias, se utilizan saltos, repetidores o conexiones intermedias para lograr
Bach. Alarcón Cueva, Obed

conexiones de largas distancias. Suele utilizarse cable coaxial, de red o fibra óptica dependiendo de la capacidad de la antena o la necesidad del canal. El principal requisito de esta tecnología es la alineación entre ellas. Se usa principalmente para transmisión de televisión, internet, datos o voz.

Generalmente, la principal causa de pérdidas es la atenuación debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia. La atenuación aumenta con las lluvias. Las interferencias por el ruido del espectro es otro inconveniente de las microondas ya que, al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales.

2.2.4. Internet por Microondas

La mayoría de empresas ISP, que se dedican a ofrecer servicios de Internet, lo hacen a través de las microondas, logrando velocidades de transmisión y recepción de datos desde 2 hasta 100 Mbits, dependiendo de la tecnología y la marca de distribución de los equipos siendo esto últimos parámetros de gama baja-media.

En la instalación se utiliza una antena que se coloca en un área despejada sin obstáculos de edificios, árboles u otras cosas que puedan entorpecer una buena recepción en el edificio o la casa del receptor y se coloca un módem que interconecta la antena con el equipo de cómputo.

2.2.5. Transmisión Inalámbrica

En la transmisión inalámbrica se realiza a cabo a través de antenas, la antena emisora irradia energía electromagnética en el medio y la antena receptora capta esta onda electromagnética decodificando el mensaje. Existen dos tipos de configuración en la transmisión a nivel inalámbrico:

Bach. Alarcón Cueva, Obed

- Transmisión direccional: La antena transmisora irradia energía electromagnética y la concentra en un haz, la antena emisora y receptora deberán estar correctamente alineadas.
- Transmisión omnidireccional: La antena transmisora irradia energía electromagnética de manera dispersa, permitiendo que la radiación pueda ser recibida por varias antenas a su alrededor.



Figura 2. Antena omnidireccional y antena direccional

Fuente: (Tell Wireless, s.f.)

El Espectro Electromagnético

(Pietro Blázquez) Define al espectro electromagnético de la siguiente manera: “*El espectro electromagnético es el rango de frecuencia de todas las ondas electromagnéticas que se pueden propagar a través del espacio libre, ordenadas según su longitud de onda y frecuencia*”.

El espectro electromagnético es la distribución energética del conjunto de ondas electromagnéticas, se extiende desde la radiación menor de longitud de onda (rayos gamma y rayos X) hasta las de mayor longitud de onda (ondas de radio).

2.2.6. Fibra Óptica

Es un modo alámbrico de transmisión basado en la reflexión de la luz al interior de un núcleo generalmente de silicio. La fibra óptica es el método de transmisión en la actualidad, alcanzando grandes velocidades sin verse afectada por la atenuación de largas distancias, lo que la hace como la tendencia principal en comunicaciones cableadas a nivel mundial.

La fibra óptica es aproximadamente tan gruesa como un cabello humano y de vidrio, es necesario agruparlas, empaquetarlas y guiarlas para su montura, estos buffers son un encauchado que encapsula varios hilos, para evitar que estén libres y se puedan partir (cortando la comunicación).

El modo para identificar el número de la fibra, se utiliza la norma TIA/EIA 598 la cual da un código de colores para los buffers y las fibras.

Código de color de la fibra óptica para Tubo holgado, Tubo estrecho(TIA/EIA-598)

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Bianco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 3. Código de colores para la fibra óptica, “tópicos selectos de fibra óptica,”

Fuente: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo Instituto, H. Gomez and I. Carlos, 2007

Clasificando el modo como transmite la fibra óptica puede ser de dos tipos, mono modo (un modo) o multimodo (varios modos). La fibra monomodo brinda mayores distancias de transmisión y mayores velocidades, es por lo anterior que hoy en día la mayoría de fibras que se usan son monomodo.

Es imperativo tener en cuenta que para tender fibra se debe hacer dependiendo de la ruta adecuada, la cual dará más ventajas en muchos casos y reduciendo su costo considerablemente.

En diferentes rutas y condiciones existen las siguientes fibras:

Fibra Óptica Armada, esta fibra se caracteriza por una armadura de metal, que hace ideal para realizar tendidos canalizados subterráneos y en lugares donde puedan existir roedores o elementos que puedan romper la fibra. Otra característica de esta fibra es que es muy rígida, lo cual su uso es prioridad para tendidos aéreos y no es recomendable para uso interno.

Fibra Óptica TTH, esta fibra óptica es para clientes finales, de menor número de hilos, lo cual las hace más delgadas y sin recubrimiento metálico.

Fibra Óptica ADSS, es una fibra auto soportada y este material la hace totalmente dieléctrica, lo que la hace ideal para ir de forma aérea y posteada, sin importar si va contigua a cables eléctricos porque tiene un recubrimiento que protege los cables ante

posibles daños e interferencia, además que permita soportar la tensión sobre ella y no sobre otras fibras. Es mucho más flexible que la fibra armada.

Fibra Óptica Plenum, esta fibra óptica es exclusiva para uso interno, no tienen alambre la cual las hace muy flexibles, pero con la desventaja de que una gran curva o manipulación inadecuada puede romper las fibras.

2.2.7. Tecnología WIFI

La tecnología WIFI es un mecanismo de comunicación inalámbrica que en sus inicios fue utilizada en redes de área local y luego fue convertida en un medio para que los usuarios puedan acceder a internet de banda ancha, considerada la tecnología de comunicación más utilizada y con mayor aceptación hoy en día.

La tecnología WIFI consiste en enviar paquetes de información y establecer la comunicación entre diferentes dispositivos mediante la emisión y recepción de ondas de radio, la onda o señales de radio corresponden a una banda específica del espectro electromagnético las cuales pueden propagarse a través del espacio al igual que lo hacen las ondas del radar, de la televisión o de la telefonía móvil. Para la transmisión de datos es necesario el uso de antenas integradas en las tarjetas, además este tipo de ondas son capaces de traspasar obstáculos sin necesidad de estar frente a frente el emisor y el receptor.

2.2.8. Internet

Se define al internet como una red informática a nivel mundial totalmente descentralizada que conecta los ordenadores (computadoras) así como a los usuarios de estos. Aunque sus inicios son a finales de los 60, el uso de esta se da de forma masiva a nivel mundial en los años 90 con la WWW (World Wide Web) o “la web” como la

Bach. Alarcón Cueva, Obed

conocemos actualmente que hizo sencillo el acceso a todos estos recursos de texto y multimedia.

2.2.9. Torres de Comunicaciones

En telecomunicaciones las estructuras más utilizadas son las torres de comunicaciones, que sirven para la transmisión de energía, así como también la transmisión y recepción de señales, como el caso de teléfonos celulares y proveedores de redes microondas.



Figura 4. Torre de Comunicaciones

Las torres de comunicaciones utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como es el caso de los teléfonos celulares. Hay diversos elementos que las torres de comunicaciones deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. En su mayoría, las torres de comunicaciones son ligeras, por lo que en su diseño

influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no afecta mucho a estas estructuras.

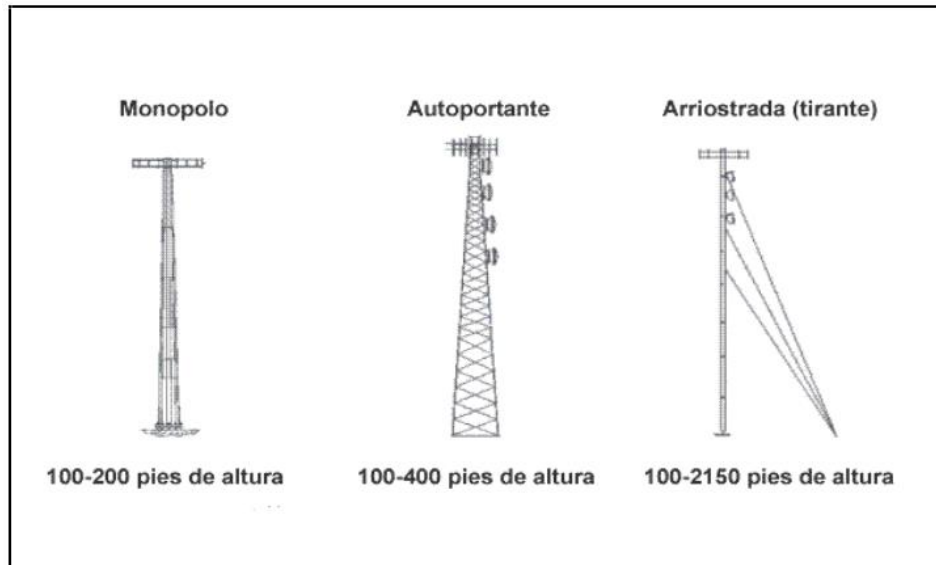


Figura 5. Tipo de torres de comunicaciones.

Fuente: “diseño de torres de telecomunicación”, universidad nacional autónoma de México, a. López, 2016

2.2.9.1. Torres tipo monopolo

Son estructuras que son instaladas en lugares donde se requiere conservar la Estética, pues son las que ocupan menos espacio, y se pintan de algún color o se adornan para que se permita que la estructura se camufle y simule la vegetación. Estas estructuras están sobre terrenos, se deberá construir una cimentación adecuada para resistir los efectos de la misma.

2.2.9.2. Torres Autoportadas

Las torres autoportadas se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las

fuerzas a las que están expuestas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre.

2.2.9.3. Torre Arriostrada o Atirantadas

Generalmente se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Las torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias. El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben colocar el apoyo de las torres y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar. La base de la torre transmitirá un esfuerzo de compresión en donde está apoyada, y los arriostres generalmente transmitirán esfuerzos de tensión.

2.2.10. Características Geográficas

La zona rural de Santa Barbara está ubicada en la ciudad de Cajamarca, con una altura de 2706 msnm. En su categoría es un caserío que tiene un aproximado de 369 viviendas. Cuenta con centros Educativos de nivel Inicial, Primaria y Secundaria. Hay frecuentes lluvias, pero no afecta en ningún tipo los sistemas de radio enlaces en frecuencias no licenciadas para su implementación.

2.2.11. Simulador Radio Mobile

Radio Mobile es un software utilizado para poder predecir el rendimiento de un sistema que use radio frecuencias, este software permite también extraer de forma

digital, datos de elevación que descarga de internet gratuitamente y así generar de forma automática un perfil de trayecto de la señal. Fue desarrollado por Roger Coudé, permite también ver el comportamiento de los radios enlaces y representar la cobertura de área con radiocomunicación este software trabaja en frecuencias de entre 20 MHz y 20 GHz y trabaja para trayectorias de entre 1 y 2000 Km y basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley Rice.

También, se puede ingresar todos los datos referentes al sistema de antenas, elegir el tipo de ambiente en el que se desarrollara la simulación, como también los parámetros estadísticos para alimentar el modelo de propagación de radio.

2.2.12. Google Earth

Es una herramienta que permite explorar el planeta mostrando una serie de imágenes superpuestas obtenidas vía satelital, fotografías aéreas e información geográfica, es utilizado como atlas, enciclopedia o un simulador por todo el mundo, ciudades y pueblos. Esta herramienta permite disfrutar de viajes virtuales, obtener información local, contenidos multimedia, trazo de rutas, etc. Se encuentra disponible en versiones para la plataforma web, escritorio y móvil, los usuarios, generalmente usan Google Earth para consultar indicaciones de ubicación geográfica de hoteles, restaurantes, escuelas, hospitales, etc.

Entre sus ventajas tenemos:

- Búsquedas rápidas e interactivas.
- Fácil manejo.
- Imágenes a escala.
- Imágenes satelitales.

- Datos integrados de GPS.

En la siguiente imagen se presenta la zona rural de Santa Bárbara de Cajamarca, captada a través de Google Earth.



Figura 6. Vista de la zona rural de Santa Bárbara.

Fuente: (Google Earth, 2021)

2.2.13. Costo-Beneficio

Es un proceso que consiste en analizar las decisiones en una organización. Esto para saber que, en cada decisión el costo de esta será restado al beneficio del mismo y así la administración puede decir que para cualquier inversión que se haga, se pueda saber si vale o no la pena para la organización.

Calcular un análisis costo-beneficio se debe considerar y tener en cuenta todos los beneficios y todos los costos que estarían involucrados en una decisión de negocio. Un contador deberá tratar de poner una cifra monetaria de todos los elementos de costo y beneficio. Según este ejemplo.

“Un vendedor al por menor puede considerar mover una tienda a un edificio vacante en otra calle. El beneficio obvio puede ser que las ventas serán mayores cuando las cifras de otras tiendas pasen a la tuya. Los costos involucrados pueden mostrar otra historia. La renta puede ser mayor en el nuevo edificio, los impuestos también y si el edificio es más grande, los costos de utilidad pueden elevarse sobre los del actual local.” (Shopify. Enciclopedia de negocios para empresas, s.f.).

Según las consideraciones tomadas, éstas influyen en la decisión final para que el jefe y/o dueño de un negocio pueda saber si vale o no la pena invertir.

2.2.14. Presupuesto inicial

El sistema de red inalámbrica, para su desarrollo se requiere de realizar una inversión estimado de S/25 mil, y tiene una capacidad de atender hasta 20 usuarios.

La infraestructura de la torre tiene un costo aproximado de S/10 mil. Los equipos eléctricos tienen un costo aproximado de S/8 mil. Los equipos de soporte eléctrico tienen un valor de S/2 mil. Para la continuidad del proyecto se tendrá que garantizar el pago adelantado de la fibra óptica por 12 meses, esto con el objetivo de tener tranquilidad en el proceso de venta y captura de los clientes en la zona de Santa Barbara.

Tabla1.
Relación de Costos de Inversión

Item	Valor
Torre	10.000
Equipos para 20 Usuarios	8.000
Equipos Soporte Eléctrico	2.000
Gastos Administrativos	2.000
Fibra óptica X 12 meses	2.000

*Relación de inversión con los datos actualizados, que incluye todos los ítems.

Torres: Las torres de hierro de 15 metros cumplen con los parámetros impuestos por la aeronáutica civil con la cual obliga a usar los colores rojos y blancos intercalados cada 7 metros.

Equipos para 20 usuarios: Los equipos de los clientes serán una antena de recepción, con su equipo de alimentación (POE) y un Router inalámbrico para la configuración y su acceso a internet.

Equipos de soporte eléctrico: El sistema está basada en un banco de 4 baterías de 24 Voltios cada uno.

Gastos administrativos: Son el pago del arriendo del lugar de acopio de la fibra óptica por 2 meses, incluyendo los costos aproximados de un personal técnico durante esos dos meses.

Fibra óptica: El costo de S/2000 para tener un servicio contratado por 12 meses.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Potencia

Relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinada. Su unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt (W).

2.3.2. Frecuencia

Es la magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. Su unidad según el Sistema Internacional es el hercio (Hz).

2.3.3. Umbral de receptor

Es conocida también como sensibilidad del receptor, es un parámetro que determina el alcance del sistema o el nivel mínimo de señal que se necesita para un correcto funcionamiento. Se mide en microvolts (μV).

2.3.4. Pérdida de la línea

Es la pérdida de potencia de señal debido a la inserción de un dispositivo en una línea de transmisión o fibra óptica y se expresa normalmente en decibelios (dB).

2.3.5. Ganancia de antena

Es la medida de la concentración de señal en una dirección específica, su unidad de medida es el decibel sobre radiador isotrópico (dBi).

2.3.6. Pérdida adicional Cable

Es una cantidad de potencia perdida por cada metro de cable.

2.3.7. Protocolo

Es el conjunto de reglas que rigen el intercambio de información a través de una red.

CAPITULO III: METODO DE INVESTIGACION

3. Tipo de Investigación

El tipo y diseño de la presente investigación se determinó tomando como referencia de clasificación establecida en el libro “Metodología de la investigación científica y asesoramiento de tesis” (Ñaupas Paitán, Mejía Mejía, Novoa Ramírez, & Villagómez Paucar, 2011).

- **Enfoque de investigación**

Es una investigación cuantitativa porque se midieron indicadores a partir de datos reales con la finalidad de obtener nuevos conocimientos.

- **Tipo de investigación**

Consiste en una investigación aplicada en tecnologías formales, ya que está orientada a analizar y plantear la solución del problema de acceso a Internet tomando como referencia conocimientos producto de la investigación básica.

- **Diseño de investigación**

Es de diseño pre experimental, con pre-test y post-test con un solo grupo, no presenta grupo de control.

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Dónde:

G: Muestra

O1: Observación pre prueba del estado de la red en Santa Bárbara en Cajamarca.

X: Tratamiento de la variable “y”, simulación de acceso a internet.

O2: Observación post prueba del estado de la red en Santa Bárbara en Cajamarca.

4. Población y muestra

La investigación está orientada en primera instancia a los pobladores de la zona rural en Santa Bárbara en Cajamarca.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de FITEC (Fondo de Inversión en Telecomunicaciones) en el año 2013 dieron a conocer datos acerca del acceso a Internet en zonas rurales, estableciendo de que en estas zonas el 90% de la población cuenta con una computadora, de los cuales solo el 30% tiene acceso a Internet.

La población está comprendida por los pobladores de Santa Bárbara de Cajamarca. Es decir: N=13 casas...

El tipo de muestra es censal, es decir su tamaño es igual al de la población: n=13 casas.

5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos para esta investigación, son:

- Observación: Se identificaron dentro de las comunidades establecidas, las zonas sin cobertura y comprobarlas mediante la herramienta de OSIPTEL.
- Entrevista: Se realizaron entrevistas con los pobladores de las zonas en estudio con la finalidad de resolver las interrogantes que esta investigación nos origine.
- Encuesta: Se realizó una encuesta para poder identificar las opiniones y el punto de vista de la población con respecto a la situación del problema y, metodológicamente realizar la prueba de hipótesis.

6. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Bach. Alarcón Cueva, Obed

Bach. Chicoma Huamán, Pier Melvin

- Simulador Radio Mobile.
- Señal OSIPTEL (Sistema de Verificación de Cobertura Móvil).
- Google Earth.
- Encuesta.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

7. Presentación, análisis e interpretación de resultados

7.1. Sector población

Santa Bárbara, este centro poblado está ubicado dentro del distrito de Los Baños del Inca, provincia de Cajamarca, en la región de Cajamarca, se encuentra a una altitud de 2706 m.s.n.m., una latitud sur de 7° 7' 56" S y una longitud oeste de 78° 30' 14.5" W.

- **Desarrollo de la aplicación**

Para el desarrollo del proyecto de las redes inalámbricas, se tomó el enfoque de la estrategia para el procesamiento de información TOP-DOWN (de arriba hacia abajo), el cual permite conocer el sistema en un principio sin mayores detalles, pero posteriormente según el proceso de desarrollo continúe cada parte del sistema se detalla con minuciosidad. El enfoque es entendido y adecuado para este proyecto.

Fase I: Análisis de requisitos y restricciones

Se identificaron los requisitos del proyecto de red inalámbrica, analizando el lugar geográfico y las restricciones de éste. El principal objetivo del diseño de red inalámbrica es establecer conexión de internet en la zona rural de Santa Bárbara en Cajamarca, de modo que la señal sea eficiente y se disminuyan los problemas de comunicación que existen actualmente en dicha zona.

- **Zona geográfica analizada**

Bach. Alarcón Cueva, Obed

La zona tiene como punto central las coordenadas ($7^{\circ} 7' 56''$ S, $78^{\circ} 30' 14.5''$ O) cubriendo unos (5) km² aproximadamente, presenta vientos oscilantes de (5 a 15) Km/h, un clima promedio en temperatura máxima anual (28.75° C) y temperatura media anual de (79%), estos dos últimos datos son los factores fundamentales para el óptimo funcionamiento de los dispositivos en la recepción y transmisión de radio frecuencias (señal) respectivamente.

Esta zona es clasificada como montañosa con valles el cual se caracteriza por tener diversos puntos de elevación y senderos prominentes, así mismo, las comunidades están ubicadas a distintas alturas sobre el nivel del mar con una gran diferencia entre ellas, lo que hace dificultosa los enlaces de radio entre antenas.

- **Caracterización de la red existente**

Con la finalidad de determinar si la zona de estudio tiene o no cobertura móvil, como primera alternativa se utilizó la herramienta brindada de forma online por el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones en Perú (OSIPTEL), denominada señal Osiptel, que, brinda información consignada en cada trimestre.

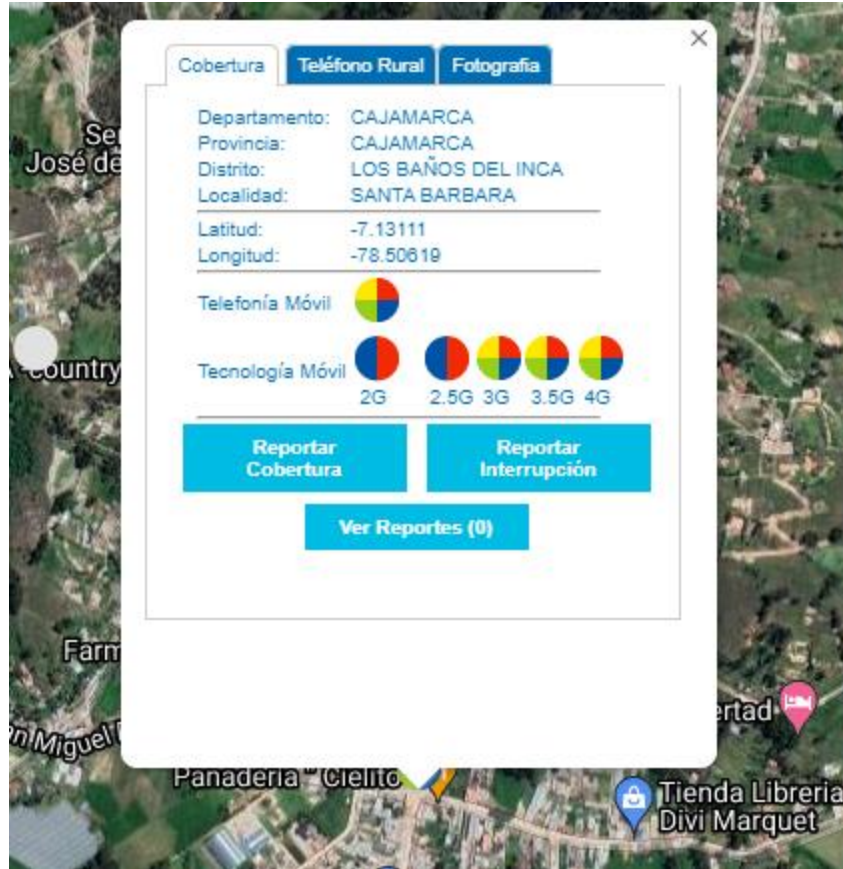


Figura 7. Consulta de cobertura en el distrito de Santa Bárbara.

Fuente: (OSIPTEL, 2021)

De esta manera, en la siguiente figura se presentan los resultados de la consulta de cobertura de Señal OSIPTEL en el distrito de Santa Bárbara.

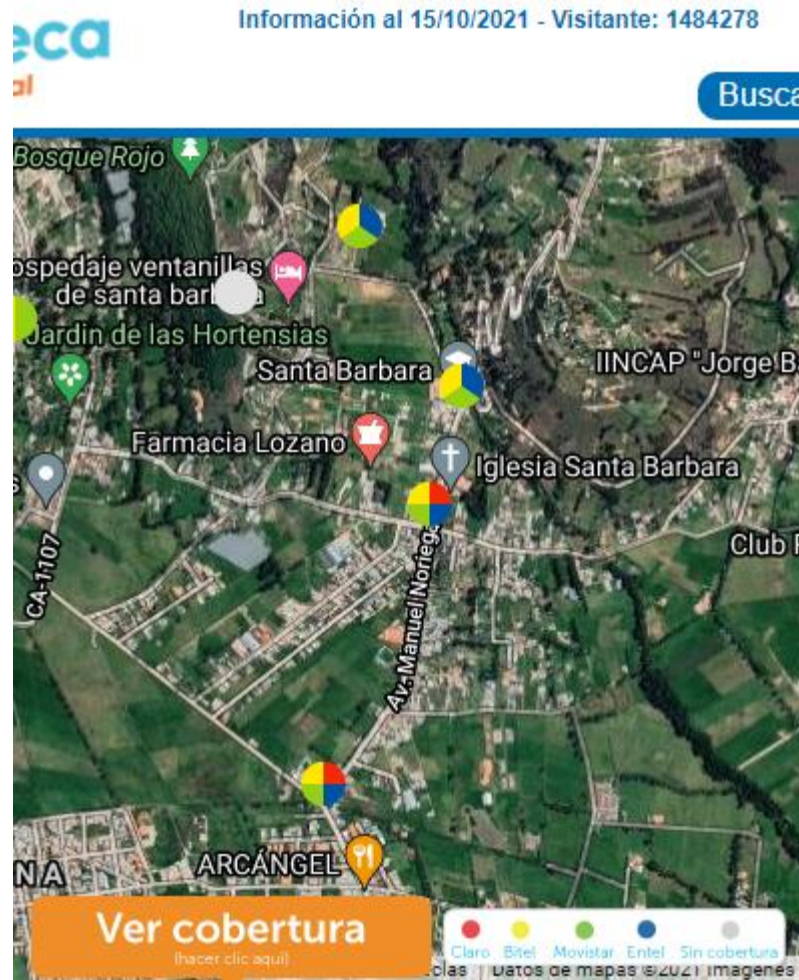


Figura 8. Cobertura de señal en el distrito de Santa Bárbara.

Fuente: (OSIPTEL, 2021)

Estos datos arrojados por el aplicativo, muestran a través de puntos de diversos colores las zonas que presentan cobertura de los operadores (rojo: Claro, amarillo: Bitel, verde: Movistar, azul: Entel y blanco: sin cobertura).

Por ello, para corroborar la información brindada por Señal OSIPTTEL, se realizó una visita al lugar con instrumentos de uso frecuente (celulares de alta y baja gama de diversos operadores) que permitieron comprobar la existencia de señal móvil.

Obteniendo los siguientes resultados:

Bach. Alarcón Cueva, Obed

Bach. Chicoma Huamán, Pier Melvin

- A lo largo de la carretera y en los centros poblados, se obtuvo señal móvil de todas las operadoras indicadas en la figura anterior, pero es deficiente ya que se pierde constantemente sin necesidad de trasladarse hacia otro lugar.
- Al presentar baja e inconstante intensidad de señal, la comunicación se ve afectada generando molestia a los pobladores.
- Los operadores no brindan servicio de Internet a esa zona.
- No se logró observar antenas de telefonía cercanas a la zona.
- Cuando el clima es presenta nubloso, la señal se pierde completamente.

Con la visita también se logró conocer la dimensión de la zona geográfica, identificar puntos de interés que pueden ser utilizados para el diseño de la red, identificar una posible fuente de corriente eléctrica para alimentar los equipos.

Fase II: Diseño Lógico

En esta fase, básicamente se diseñó la topología y se definieron los protocolos que se usaron en la red.

- **Diseño de la topología de red**

Las torres de comunicaciones fueron diseñadas con una altura de 15 metros de altura, está ofrece una línea de vista optima sobre toda la zona rural de Santa Barbara. El tipo de torre de comunicaciones escogido fue Atiranda triangular este tipo de torres ofrece similares prestaciones a las torres auto soportadas a un menor costo. La desventaja en este tipo de torres es que se puede presentar pequeños movimientos en las torres debido a que usa vientos para sostenerse, pero no

representa problemas para una solución de radiofrecuencia como la desarrollada en el presente trabajo.

La siguiente imagen muestra un diagrama genérico de lo que sería la arquitectura de la red.

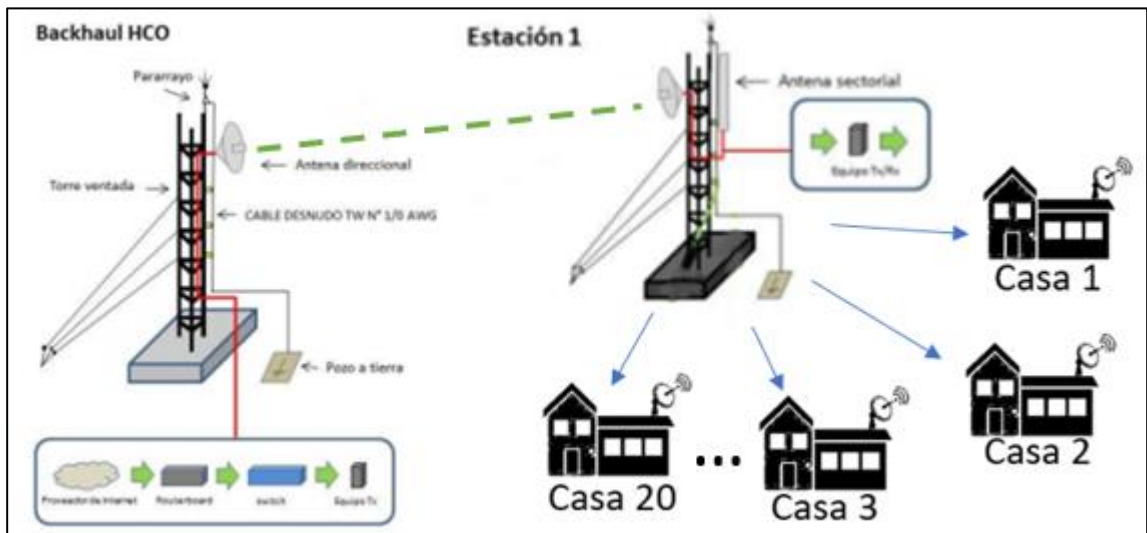


Figura 9. Arquitectura general del sistema

Fuente: Elaboración propia

La red inicia en el acopio de la fibra óptica troncal del proveedor de internet. Esta fibra a través de un tranciver y un router se encuentra conectado a un radio troncal de marca Ubiquiti que con línea de vista apunta al cerro donde se encuentra el radio estación de ese enlace troncal que recibe la interconexión. Este radio estación se conecta al cuarto de comunicaciones donde se conecta a la infraestructura de red de última milla.

- **Selección de protocolos**

Se utilizará la tecnología WiFi, bajo el estándar 802.11n, debido a que esta versión trabaja en una frecuencia de 2.4 a 5Ghz, tiene una velocidad máxima de 540 Mbps cubriendo una distancia de hasta 50 metros aproximadamente.

Con el objetivo de brindar cobertura sin abaratar la red, se trabajará en la frecuencia inalámbrica de licencia libre de 5Ghz.

- **Dispersión y levantamiento final de enlaces**

Se realizó los puntos de Acceso de los cuales se llegan a conectar los clientes finales a la torre y levantamos los enlaces necesarios con la Zona de Acopio de Fibra y los AP (Access Points) que repetirán la señal y que tendrán la capacidad máxima de 20 clientes. Con la instalación de los primeros enlaces y obtenido físicamente todos los permisos culminamos el proyecto con el diseño de la red para una futura implementación.

- **Selección de equipos de transmisión**

El proceso de elección de las antenas, se revisaron varias características que son indispensables para la capacidad total del proyecto como se quería diseñar.

Cómo la torre tiene línea de vista que permite distancias de hasta 50 kms para canales sin alta robustez como los que se desarrolló para los clientes residenciales se optó por buscar antenas que cumplan la mitad de esa distancia para las velocidades calculadas previamente.

Estás distancias y para manejar esas velocidades solo las permiten antenas con más de 23 dBi y que trabajen con frecuencias mayores de 5 Ghz.

Por consiguiente, el espectro comercial se cierra 3 tipos de marcas:

➤ Ubiquiti

- Mikrotik
- WaveIP

Teniendo en cuenta el tema económico y sencillez en la configuración nos lleva a escoger a Ubiquiti como la marca en la cual se escoge la antena. Dentro de esta marca la antena que por costo beneficio y versatilidad se adapta a nuestras necesidades en la Antena tipo Grilla de 23 dBi.

También se elige como complemento a las antenas punto a punto. Dos antenas sectoriales para clientes más cercanos y que funcionan bajo los mismos parámetros de la anterior, con la diferencia que este permite una mayor cantidad de conexiones de clientes, pero a menor distancia.

- **Calculo Radio Mobile para 20 a 30 kms Punto a Punto**

En el diseño del enlace troncal se establecieron dos puntos cercanos con la mayor distancia posible, que soportaría las antenas elegidas en el proceso anterior. Y logramos una distancia de máximo 30 Kms, teniendo en cuenta, aunque el nodo de acopio de la fibra con respecto a la torre solo que a 6 Kms de distancia. Esta comparación sirve para prevenir cualquier tipo de cambios en la red por fuerza mayor.

- **Calculo Radio Mobile para 20 a 30 Kms Punto-Multi-Punto**

El diseño del enlace multipunto de los clientes finales se establecieron dos puntos cercanos con la mayor distancia posible, que soportaría las antenas elegidas en el proceso anterior. Logramos una distancia de máximo 8 Kms, siendo positivo teniendo en cuenta que la distancia de la torre de comunicaciones con el último cliente de la zona próxima se encuentra a 4 Kms

de distancia. Esta comparación sirve para prevenir cualquier tipo de cambios en la red por fuerza mayor.

Fase III: Prueba, Optimización y Documentación

En esta fase se realizaron las pruebas correspondientes para determinar si el diseño de red cubre y establece conexión en la zona establecida, a través de una simulación utilizando el software Radio Mobile.

En primer lugar, se ingresaron los datos del área geográfica donde se desplegó la red. A continuación, se presenta cada etapa con mayores especificaciones:

- **Datos básicos**

El ingreso de datos, se ubicó el panel mostrado en la barra de herramientas, para ingresar el nombre de la red a simularse, se ingresó los valores de la frecuencia mínima (MHz) 4900 y la frecuencia máxima (MHz) 6200 respectivamente, y la polarización.

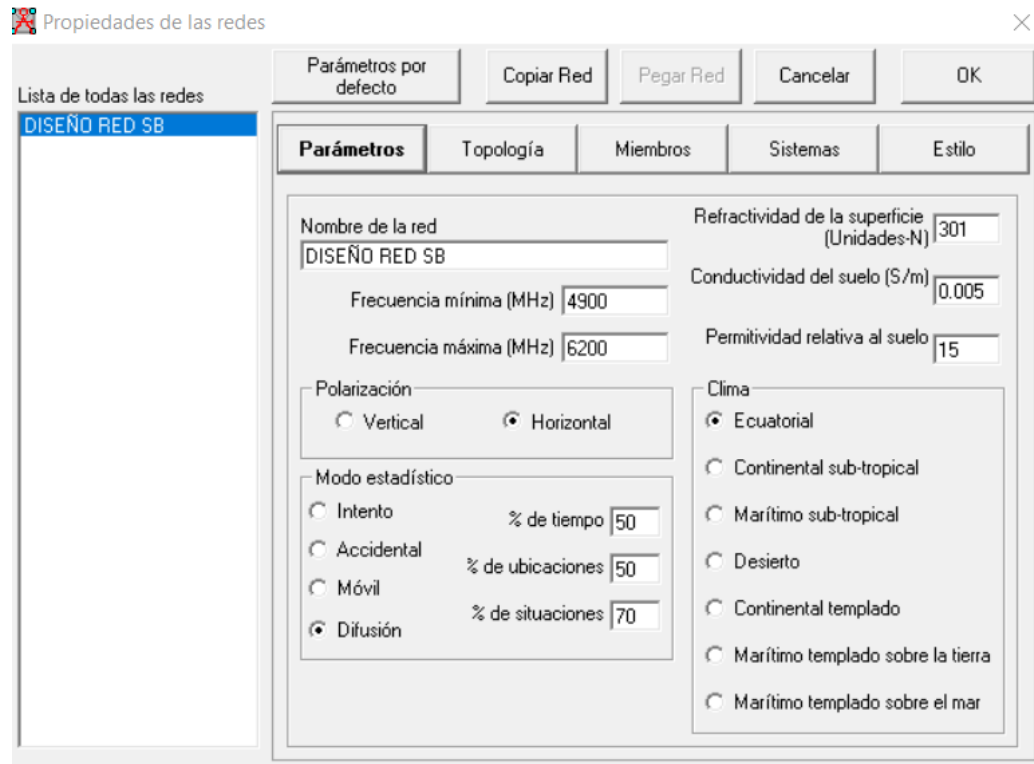


Figura 10. Parámetros del sistema de red

Fuente: Elaboración propia

- **Ingreso de sistemas**

Se ingreso los parámetros de los dispositivos según la ficha técnica de cada uno de ellos, asignando un nombre e ingresando la potencia y la sensibilidad (umbral del receptor) del AccesPoint (AP), pérdida por conectores, tipo de antena, ganancia, altura referencial y pérdidas adicionales.

Para la conexión Backhaul-Estación Base1:

Se utilizaron dos Antenas LB-M5-23, Airmax Series, de la marca Ubiquiti.

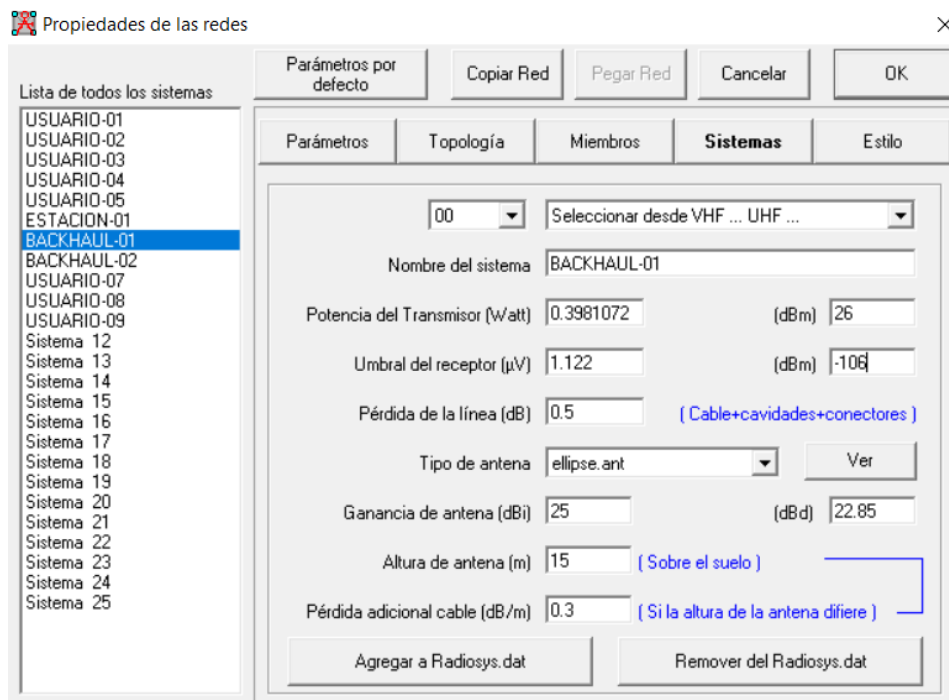


Figura 11. Ingreso de sistemas de red

Fuente: Elaboración propia

- **Selección de topología**

Se seleccionó la topología que se adecue a las necesidades de cada red. Para fines de la investigación se eligió la topología en estrella

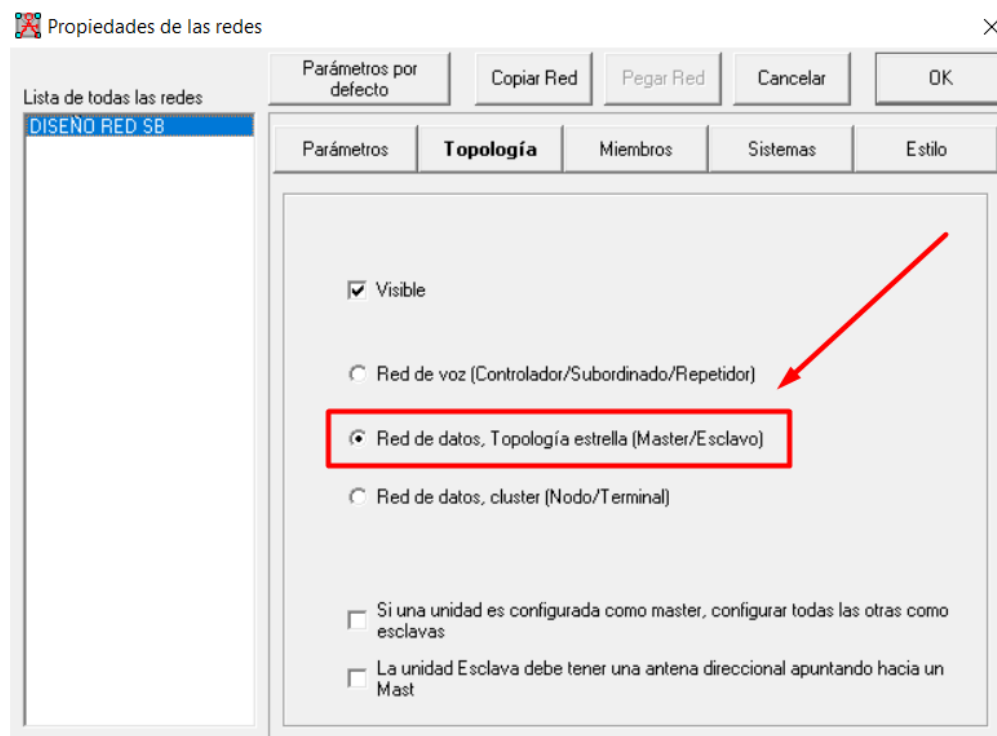


Figura 12. Selección de topología

Fuente: Elaboración propia

- **Miembros del sistema de red**

Se ingresó el nombre de la red, detallando los nombres de los miembros que estarán conformando el sistema de la red inalámbrica

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

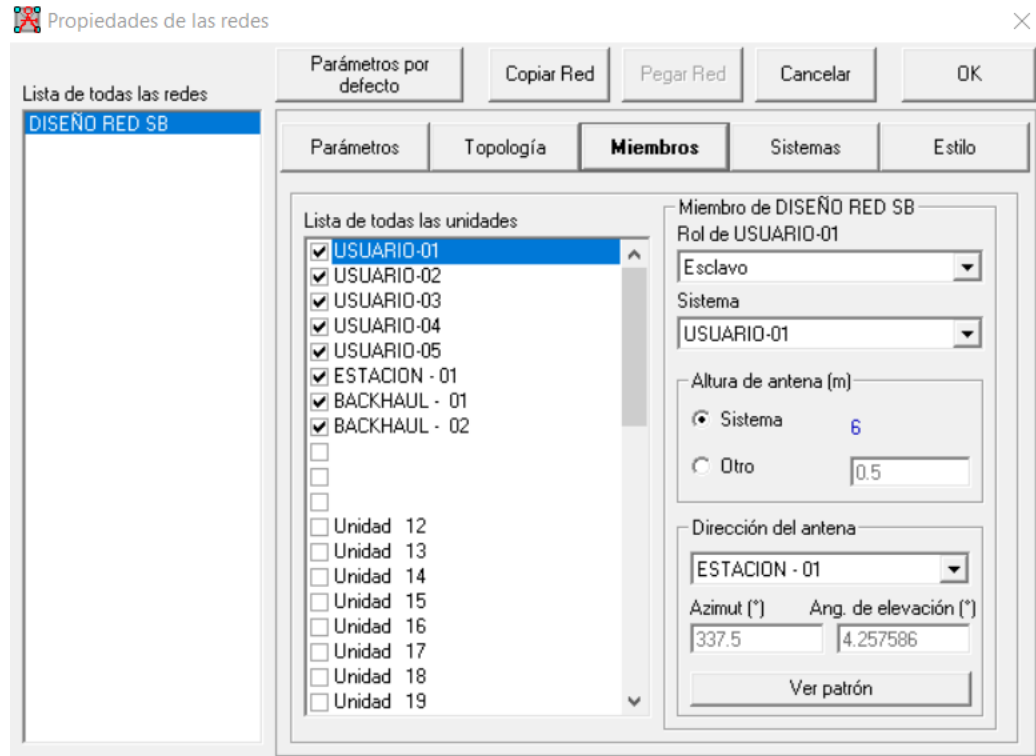


Figura 13. Miembros del sistema

Fuente: Elaboración propia

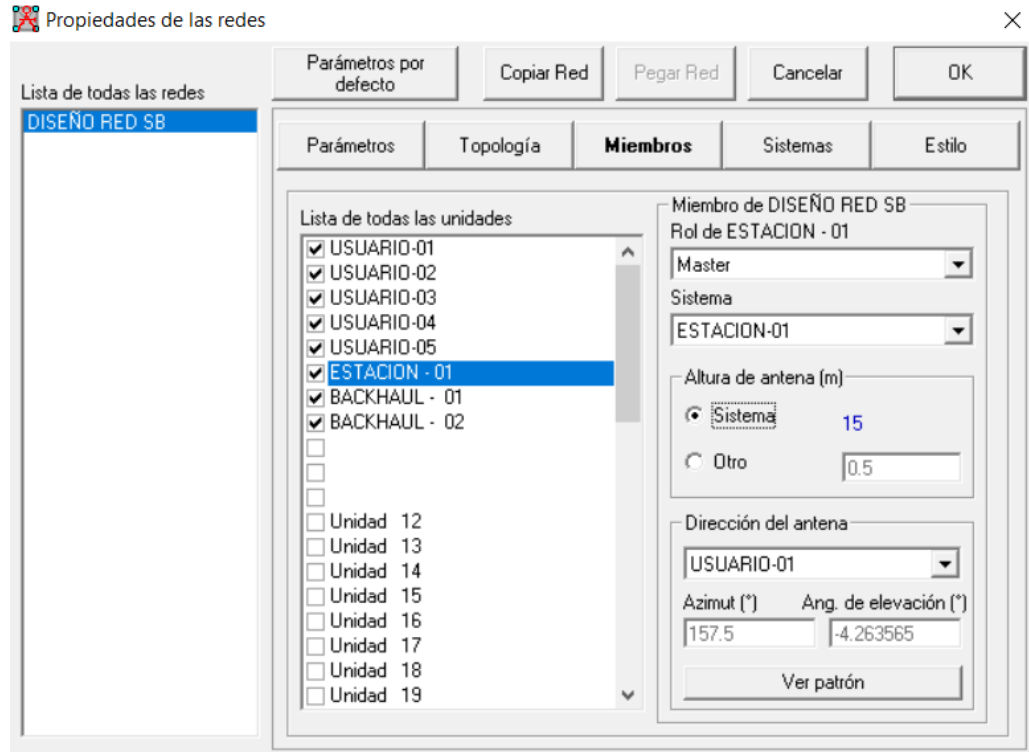


Figura 14. Miembro Estación Base 1

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetros de la torre Backhaul 1**

Se ingreso los parámetros para la ubicación de la torre Backhaul 1, teniendo en cuenta la latitud y longitud en la zona rural de Santa Barbara.

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

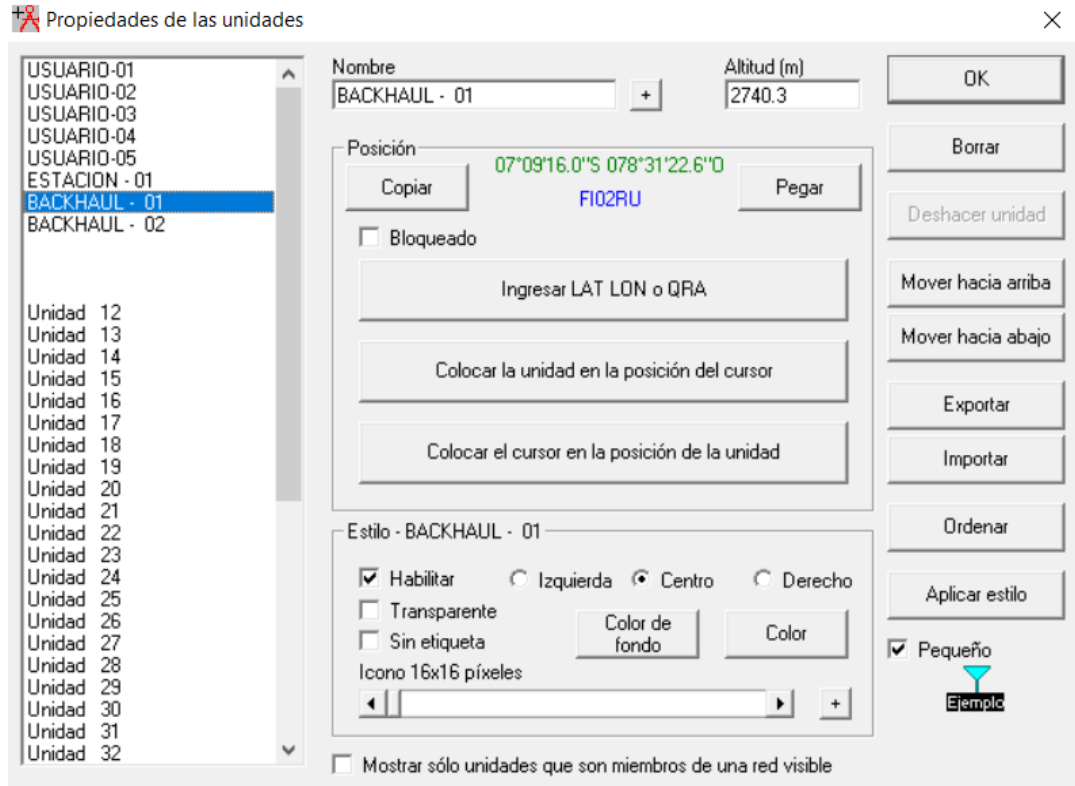


Figura 15. Parámetros de la torre Backhaul 1

Fuente: Elaboración propia

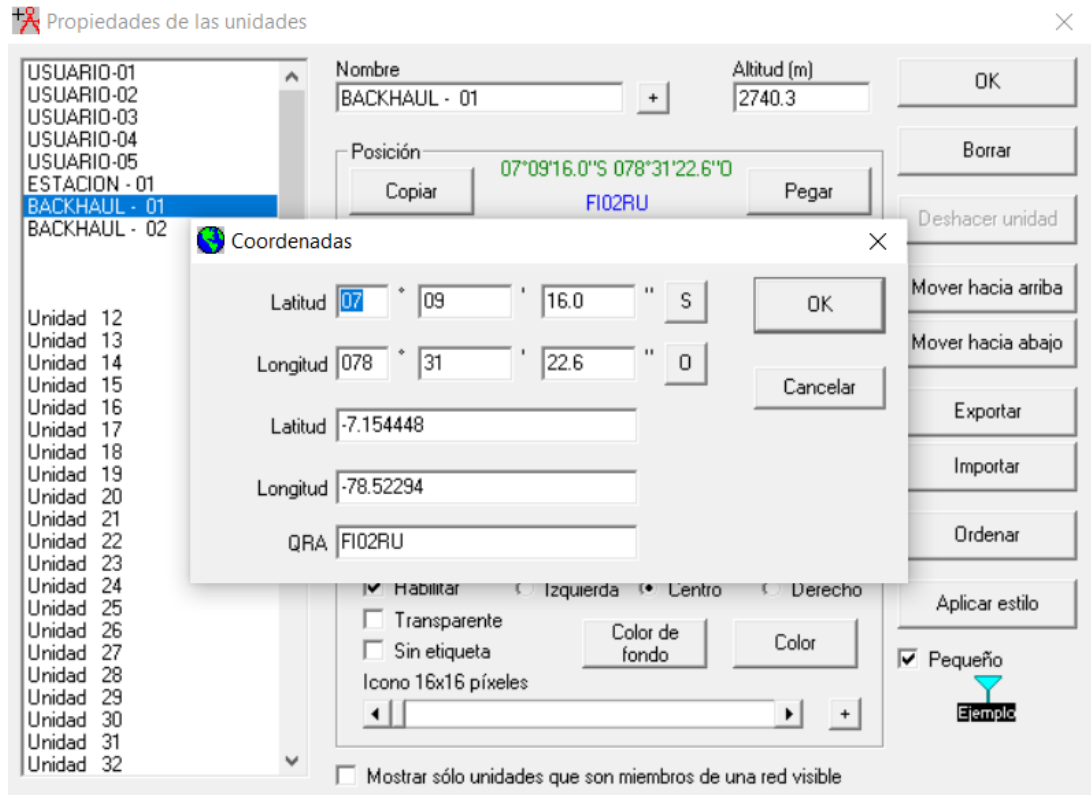


Figura 16. Latitud y Longitud de la torre Backhaul 1

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetros de la torre Estación Base 1**

Se ingreso los parámetros para la ubicación de la torre Estación Base 1, teniendo en cuenta la latitud y longitud en la zona rural de Santa Barbara.

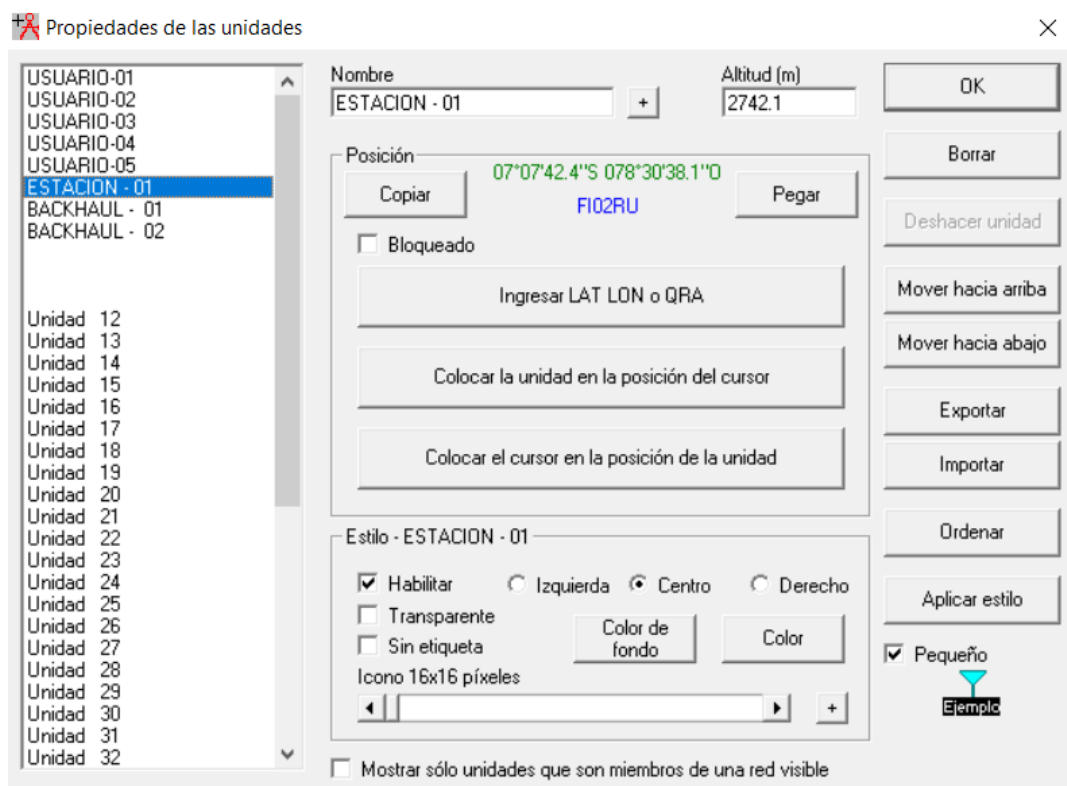


Figura 17. Parámetros de la torre Estación Base 1

Fuente: Elaboración propia

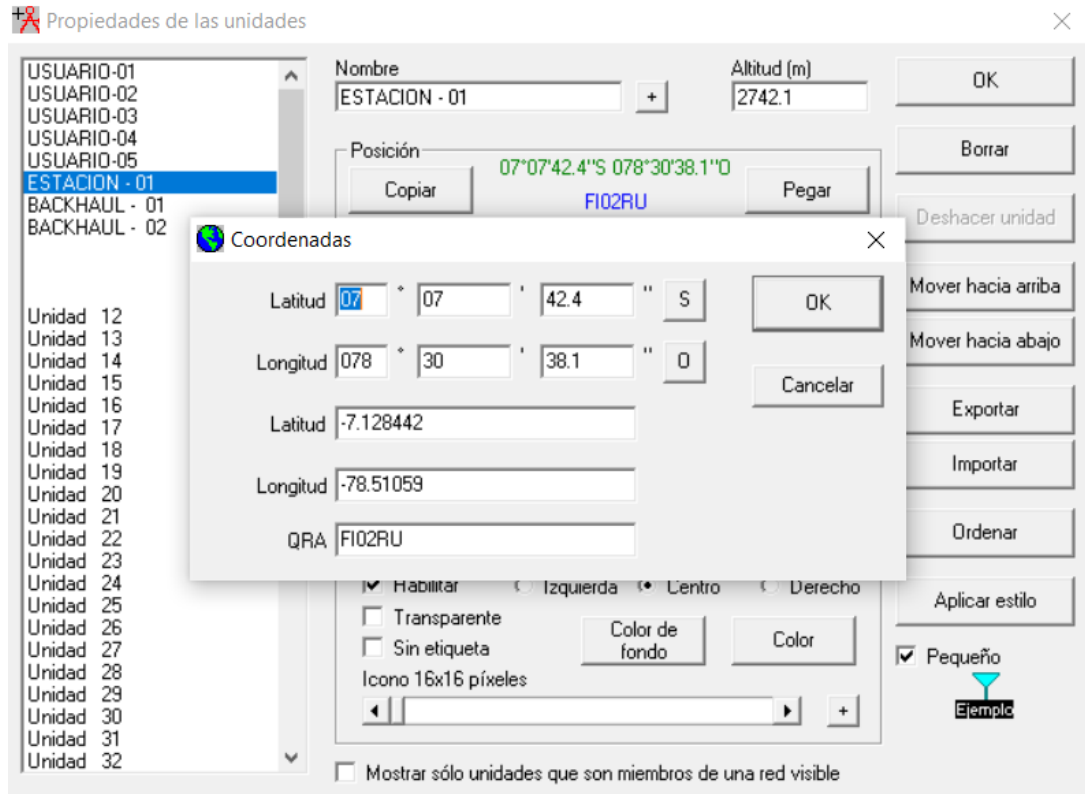


Figura 18. Latitud y Longitud de la torre Estación Base 1

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetros para el Usuario 1**

Se ingreso los parámetros para la ubicación del primer Usuario 1, teniendo en cuenta la latitud y longitud en la zona rural de Santa Barbara.

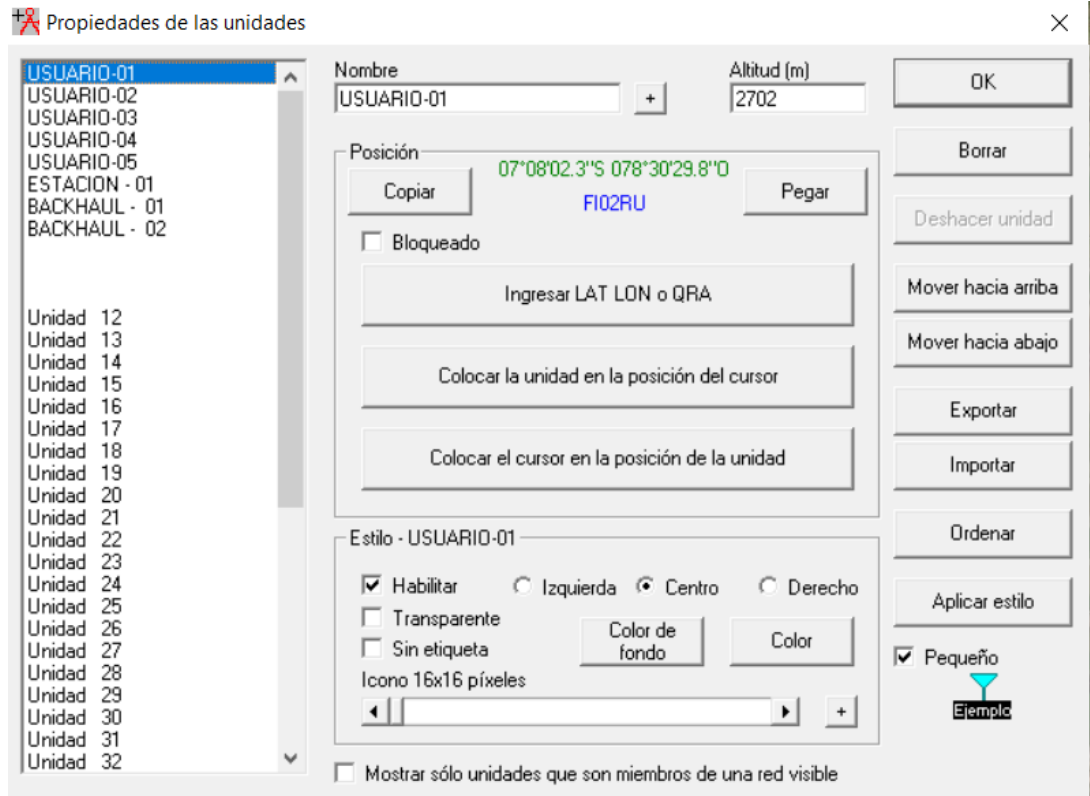


Figura 19. Parámetros del Usuario 1

Fuente: Elaboración propia

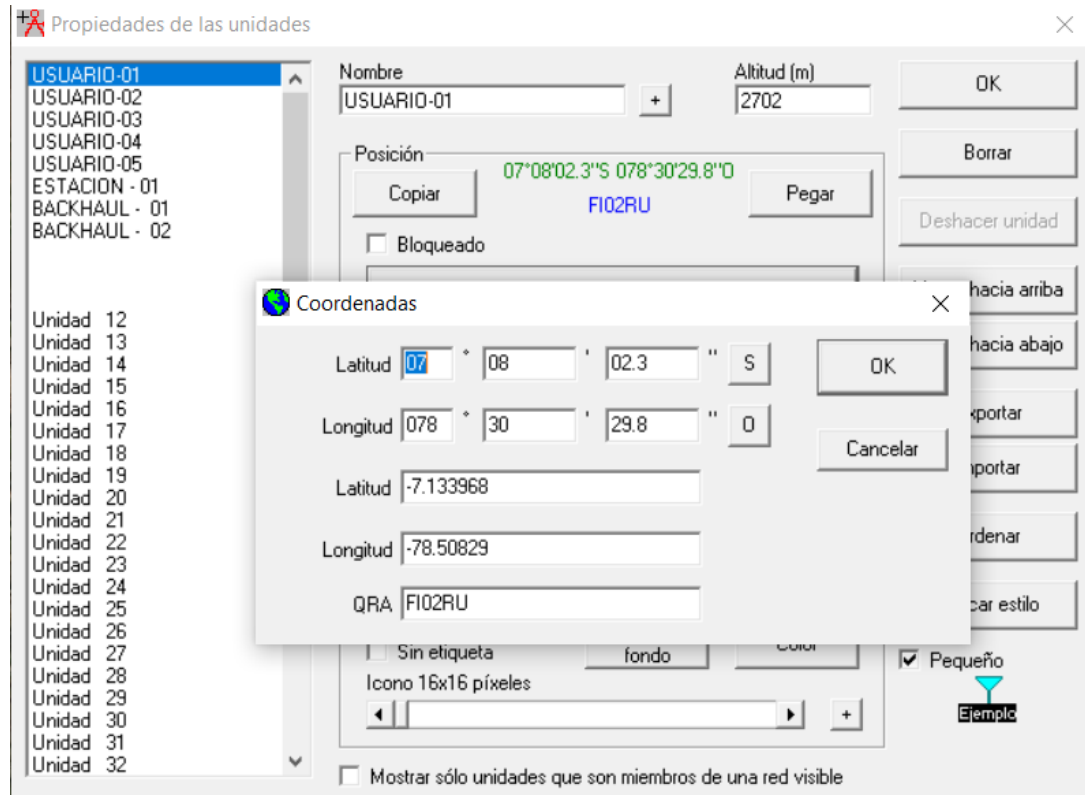


Figura 20. Latitud y Longitud del Usuario 1

Fuente: Elaboración propia

- **Detalles de enlace y reporte de ubicación de trayectoria**

Teniendo considerados los parámetros de equipos de transmisión (potencia, sensibilidad y ganancia) y de la zona geográfica (puntos geográficos, alturas y tipo de clima), y realizada la simulación, se procedió con el análisis de los reportes generados por Radio Mobile para cada enlace:

Radio enlace: Backhaul 1 – Backhaul 2

La torre “Backhaul” medirá 15 metros, la antena direccional transmisor /receptor a una altura de 14 metros con respecto al suelo.

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

La antena de la Estación Base1 en una torre de 15 metros y ubicado a 11 metros de altura con respecto al suelo, se detalla:

La distancia entre Backhaul 1 y Backhaul 2 es 3,19 km.

La frecuencia promedio es 5785,500 MHz.

La pérdida de propagación total es 120,7 dB.

La ganancia del sistema de Backhaul 1 a Backhaul 2 es de 168,0 dB (ganancia = 21,7 dBi).

La ganancia del sistema de Backhaul 2 a Backhaul 1 es de 168,0 dB (ganancia = 21,7 dBi).

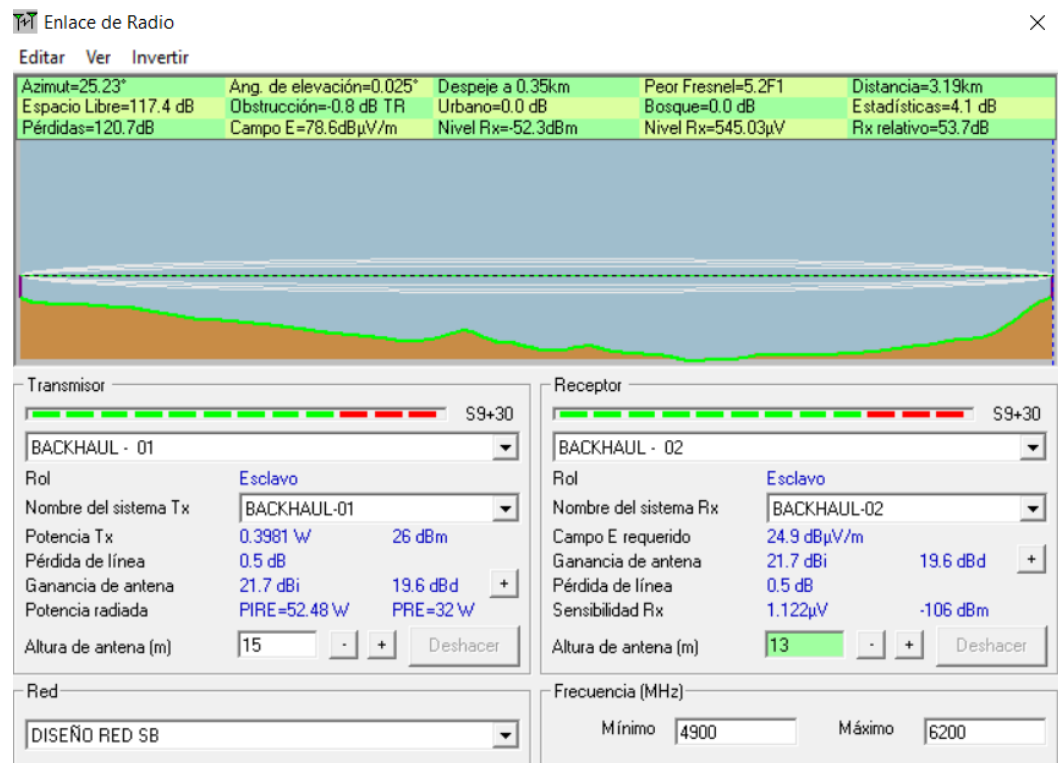


Figura 21. Radio enlace Backhaul 1- Backhaul 2

Fuente: Elaboración propia

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

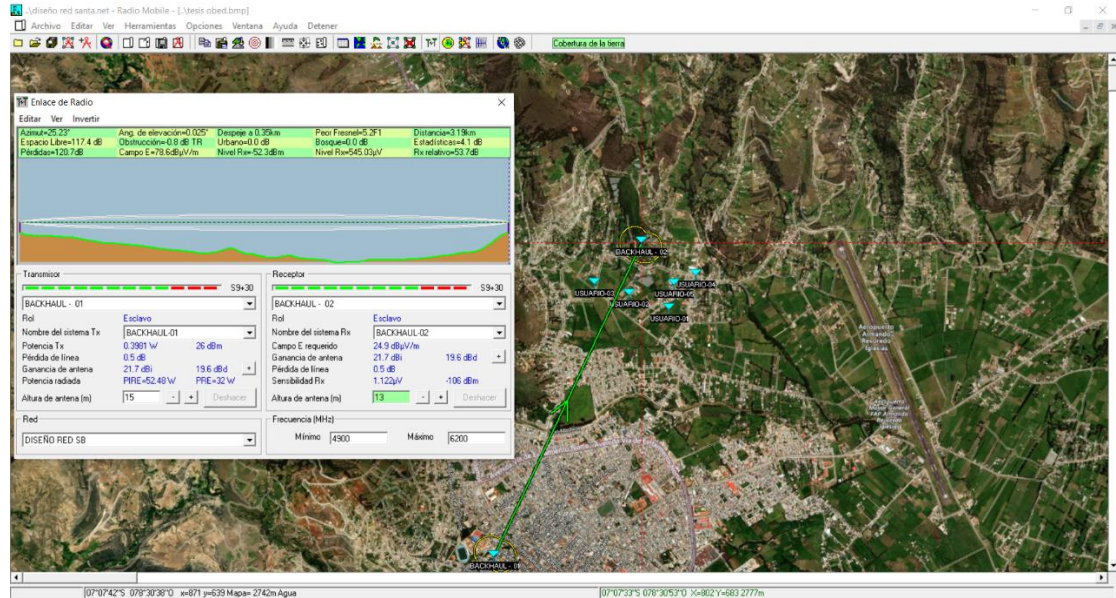


Figura 22. Simulación de radio enlace

Fuente: Elaboración propia

Radio enlace: Estación base 1 – Usuario 1

La torre “Estación base 1” medirá 15 metros, la antena direccional transmisor /receptor a una altura de 14 metros con respecto al suelo.

La antena del Usuario1 se encuentra a 6 metros de altura con respecto al suelo, se detalla:

La distancia entre Estación base 1 y Usuario 1 es 0,66 km.

La frecuencia promedio es 5922,985 MHz.

La pérdida de propagación total es 107,1 dB.

La ganancia del sistema de Estación Base 1 a Usuario 1 es de 166,8 dB (ganancia = 19 dBi).

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

La ganancia del sistema de Usuario 1 a Estación Base 1 es de 167,6 dB (ganancia = 19,7 dBi).

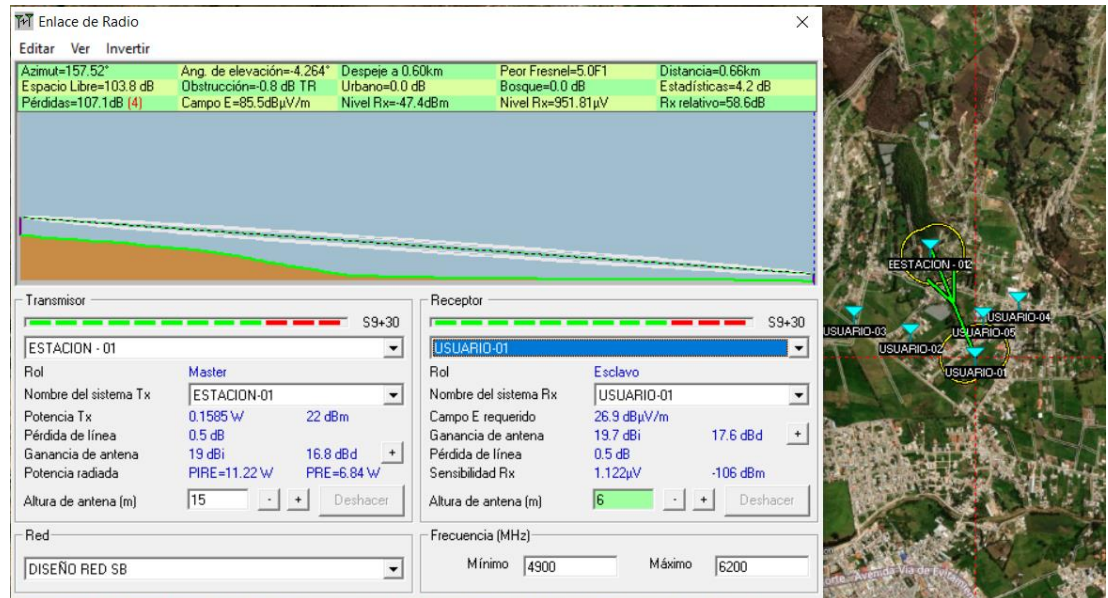


Figura 23. Radio enlace Estación Base 1 – Usuario 1

Fuente: Elaboración propia

- **Resultados**

Se utilizó el programa Radio Mobile el cual permitió visualizar un reporte detallado de la red, del enlace como también la dirección de la señal y la ubicación de trayectoria, y cobertura de los dispositivos

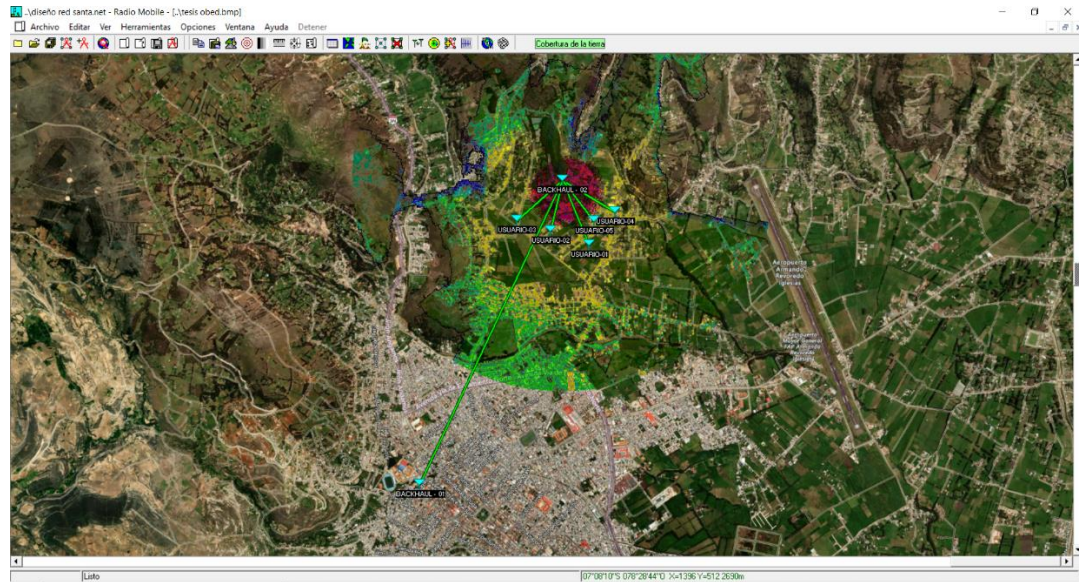


Figura 24. Simulación de la red

Fuente: Elaboración propia

8. Contrastación de hipótesis

8.1. Hipótesis General

Hi: La implementación de una red inalámbrica permite el acceso a internet en la zona rural de Santa Barbara.

Ho: La implementación de una red inalámbrica no permite el acceso a internet en la zona rural de Santa Barbara.

8.2. Hipótesis Específicas

Hi1: La zona rural de Santa Barbara permite la instalación de un sistema de red inalámbrica.

Ho1: La zona rural de Santa Barbara no permite la instalación de un sistema de red inalámbrica.

Hi2: La simulación refleja la conectividad de la red inalámbrica.

Ho2: La simulación no refleja la conectividad de la red inalámbrica.

8.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se realizó sometiendo a los resultados del cuestionario a la prueba de Chi Cuadrado, a continuación, se detallan cada una de las pruebas:

8.3.1. Hipótesis General

Hi: La implementación de una red inalámbrica permite el acceso a internet en la zona rural de Santa Barbara.

Ho: La implementación de una red inalámbrica no permite el acceso a internet en la zona rural de Santa Barbara.

Tabla2.
Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	23,400 ^a	12	,025
Razón de verosimilitudes	18,544	12	,100
Asociación lineal por lineal	5,071	1	,025
N de casos validos	13		

a. 20 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

Interpretación: Como el nivel de significancia es menor que 0,05 ($0,025 < 0,05$) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Se concluye que la implementación de una red inalámbrica permite el acceso a internet en el centro poblado rural de Santa Barbara.

8.3.2. Hipótesis Específicas

Hi1: La zona geográfica de Santa Barbara permite la instalación de un sistema de red inalámbrica.

Ho1: La zona geográfica de Santa Barbara no permite la instalación de un sistema de red.

Tabla3.
Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,567 ^a	9	,002
Razón de verosimilitudes	20,776	9	,014
Asociación lineal por lineal	1,224	1	,269
N de casos validos	13		

a. 16 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

Interpretación: Como el nivel de significancia es menor que 0,05 ($0,002 < 0,05$) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Se concluye que la zona geográfica de Santa Barbara permite la instalación de un sistema de red inalámbrica.

Hi2: La simulación refleja la conectividad de la red inalámbrica.

Ho2: La simulación no refleja la conectividad de la red inalámbrica.

Tabla4.
Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,160 ^a	9	,046
Razón de verosimilitudes	11,675	9	,232
Asociación lineal por lineal	3,364	1	,067
N de casos validos	13		

a. 16 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

Interpretación: Como el nivel de significancia es menor que 0,05 ($0,046 < 0,05$) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Se concluye que la simulación refleja la conectividad de la red inalámbrica.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Se diseño un sistema de red inalámbrica tomando como escenario la zona rural de Santa Barbara, en la ciudad de Cajamarca, y se determinó que si permite el acceso a internet.
2. La red se encuentra diseñada para ser implementada en base a equipos Ubiquiti en una frecuencia libre de 5.8Ghz que permita el acceso a internet de banda ancha con menor interferencia.
3. El diseño de la red cumple con los estándares de conectividad y de esta manera podemos obtener un servicio de alta rendimiento.

4. Se realizó una evaluación de la zona geográfica utilizando la herramienta GOOGLE EARTH para tener una amplia visión satelital del terreno, determinando si los puntos de enlace tienen visión entre ellos. Además, se realizó una visita al lugar, con la finalidad de conocer físicamente las condiciones climáticas y observar los posibles puntos de conexión.
5. Se realizó la simulación en el software Radio Mobile para predecir el comportamiento de la red diseñada, considerando factores territoriales y especificaciones técnicas de equipos de transmisión.
6. Se evaluó la zona geográfica de Santa Bárbara y se determinó que si es posible una futura implementación de una red inalámbrica.
7. El presupuesto total presentado para el diseño de la red inalámbrica es de un aproximado de 25,000 soles, usando equipos de la marca Ubiquiti.

5.2. Recomendaciones

1. Las torres deben ser ubicadas en un lugar de fácil acceso para un proveedor, el cual brindara el servicio de internet y así pueda instalar los equipos de una manera más rápida.
2. Se debe usar un software confiable como Radio Mobile para tener unos datos más precisos y así mejorar la calidad de la red inalámbrica.
3. Para el diseño de la red inalámbrica se requiere evaluar la zona teniendo en cuenta el clima, los edificios, para tener una mejor señal de internet.

9. LISTA DE REFERENCIAS

Cadena Peralta, F.(2012). *Diseño de una red wifi caso, zonas rurales*.

Castillo Orihuela, J. M. (2008). *Diseño de una red inalámbrica de banda ancha para un entorno rural. Málaga*.

R.Privadas, V. Vpn, A. David, and A. Dami, "Las Belgrano", Universidad de Belgrano, 2008.

N. G. Fernández and Para, "Departamento de Informática Modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo", Universidad de Oviedo, 2006.

Q, U. E. Es and U. N. Radioenlace, "RADIO ENLACES TERRESTRES MICROONDAS".

Google Earth. (12 de Octubre de 2021).

Instituto Nacional de Estadística. (2010). *Directorio Nacional de Centros Poblados*. Lima.

Lopez, O. F. (2016). *Diseño de una red de fibra optica para la implementación en el servicio de banda ancha*. Ancash.

Mejía, F. (2016). *Introducción al Análisis Económico: Costo Efectividad y Costo Beneficio*. Santiago de Chile.

OPSITE.(27 de Agosto de 2021). *SEÑAL OSIPTEL*. Obteniendo de SEÑAL OPSITEL.

Perez Cerna, C. A. (2014). *Diseño de un sistema inalámbrico de larga distancia para entornos rurales utilizando tecnología Wifi*.

Pietro Blázquez, J. (s.f.). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos*.

Radio Mobile. (s.f.). *Radio Mobile*. Obtenido de <http://www.cplus.org/rmw/rme.html>

Stallings, W. (2000). *Comunicaciones y Redes de Computadores*. Pearson Educacion.

Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadoras*.

Ubiquiti Networks. (s.f.). *airMAX Sector*.

Bach. Alarcón Cueva, Obed

Diseño de una red inalámbrica en la zona rural de Santa Bárbara, 2022

Villena Avila, C. K. (2014). *Diseño de una red rural de telecomunicación para aplicación en educación asistida por tecnología web en Purús - Ucayali*. Lima.

Ramos, F. "*Instalación de enlace microondas*", Universidad Mayor de San Andrés, 2015.

Gomez, H. and L. Carlos, "*Temas selectos de fibra óptica*", Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto, 2007.

10. ANEXOS

Cuestionario

Cuestionario para obtener información acerca de internet en la zona rural de Santa Barbara. Marque con una "X" su respuesta

N	Preguntas	Si	No
1	¿Le gustaría contar con el servicio de Internet?		
2	¿Conoce si se han instalado antenas de Internet en la zona rural de Santa Bárbara?		
3	¿Usted cuenta con un dispositivo para el acceso a Internet?		
4	¿Alguna vez ha utilizado internet?		
5	¿Cuenta con el servicio de Internet?		

Cuestionario para obtener información acerca de internet en la zona rural de Santa Barbara. Marque con una "X" su respuesta

N	Preguntas	Si	No
1	¿Cuenta con energía eléctrica en la zona rural de Santa Barbara?		
2	¿Estaría de acuerdo con la instalación de antenas que ofrezcan internet en la zona rural de Santa Barbara?		
3	¿Usted cree que se puedan instalar antenas en la zona rural de Santa Barbara?		
4	¿Usted cree que por ser zona rural no se cuenta con servicio de Internet?		
5	¿Usted cree que el clima no permite una buena recepción de señal móvil en la zona rural de Santa Barbara?		

