



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 815402

Visto el Informe N° 034-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 031-2025

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO ENLACE PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET A CLIENTES DEL CENTRO POBLADO PARIÑA CHICO EN EL DISTRITO DE LOS AQUIJES”

Presentado por:


BAUTISTA ARANA, WILLIAM RÖMMEL

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. El resultado obtenido es un porcentaje de DOS POR CIENTO (2%), por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 06 de Febrero del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



TESIS

**“Diseño de un sistema de radio enlace para brindar servicio de internet
a clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el Distrito de Los Aquijes**

Línea de Investigación

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

Presentado por:

BAUTISTA ARANA WILLIAM ROMMEL

Ica – Perú

2024

DEDICATORIA

Tu amor y tu benevolencia, oh Dios, son eternos, y me brindan la capacidad de sonreír por cada uno de mis logros, los cuales son fruto de tu asistencia incesante.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todos los aspectos, y te doy las gracias, Madre, sin cesar, por ser gracias a ti que he alcanzado esta meta.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los Ingenieros que colaboraron conmigo durante el desarrollo de este proyecto, así como a las personas que proporcionaron la información necesaria. Agradezco sinceramente a las personas que, de alguna forma, participaron en la elaboración del trabajo de tesis.

Quiero expresar mi gratitud al Ing. José Armando Chavez Espinoza por su paciencia y dedicación en mi formación profesional, así como por su respaldo en mi carrera de Ingeniería Electrónica.

Un reconocimiento especial a mi familia por el constante apoyo que me han proporcionado durante mis estudios universitarios.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	11
1.1.1. Topología de la Red y Nodo Central	¡Error! Marcador no definido.
1.1.2. Planta Interna de la Red de la Ciudad Universitaria	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3. Planta Externa de la Red de la Ciudad Universitaria	¡Error! Marcador no definido.
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.1. Problema General.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2. Problemas Específicos	¡Error! Marcador no definido.
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3.1. Justificación	13
1.3.2. Importancia	13
1.4. MARCO TEÓRICO	14
1.4.1. Antecedentes de la investigación	14
1.5. BASES TEÓRICAS.....	16
1.5.1. Redes de comunicación:.....	16
1.5.2. Transmisión de datos	16
1.5.3. Medios de transmisión	¡Error! Marcador no definido.
1.5.4. Red de acceso.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.5. Clasificación de topologías de red.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.6. Sobresuscripción	¡Error! Marcador no definido.
1.5.7. Dificultades en la transmisión.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.8. Fibra Óptica	¡Error! Marcador no definido.
1.5.9. Efectos de los Rayos Ópticos en la Fibra Óptica	¡Error! Marcador no definido.

1.5.10.	Ventajas y Desventajas de la Fibra Óptica con respecto a los Cables Metálicos	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.6.	MARCO CONCEPTUAL	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1.	Topologías FTTx.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2.	Componentes y materiales principales para estructurar una Red FTTx.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3.	Equipos y Herramientas para trabajar con Fibra Óptica	¡Error! Marcador no definido.
1.6.4.	Certificación de redes de fibra óptica	¡Error! Marcador no definido.
1.6.5.	Implementación de Fibra Óptica en planta externa	¡Error! Marcador no definido.
1.6.6.	Criterios para el diseño de una red de fibra óptica subterránea	¡Error! Marcador no definido.
1.6.7.	Arquitectura de una red PON.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.8.	Estándares PON	¡Error! Marcador no definido.
1.6.9.	GPON.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.10.	Topologías Red Gpon	¡Error! Marcador no definido.
1.6.11.	Tecnologías y Protocolos utilizados por las Redes Gpon ...	¡Error! Marcador no definido.
1.6.12.	Normativas Técnicas para redes GPON.....	¡Error! Marcador no definido.
1.7.	OBJETIVOS	30
1.7.1.	Objetivo General	30
1.7.2.	Objetivos Específicos.....	30
1.8.	HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	30
1.8.1.	Hipótesis:.....	31
1.9.	VARIABLES.....	31
1.9.1.	Variable Independiente	31
1.9.2.	Variable Dependiente.....	31
1.9.3.	Matriz de Operacionalización de variables.....	¡Error! Marcador no definido.
II.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	33
2.1.	TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	33
2.1.1.	Tipo de Investigación.....	33
2.1.2.	Nivel de Investigación	33
2.1.3.	Diseño de Investigación	33
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	33
2.2.1.	Población:.....	33

2.2.2.	Muestra.....	33
2.3.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
2.4.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
2.5.	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	35
III.	RESULTADOS.....	36
3.1.	DISEÑO DE LA RED GPON.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1.1.	Estructura y Topología del diseño	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2.	Mapa de Hilos de Fibra de la Red GPON.	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3.	Diagrama de Hilos y Empalmes de la Red GPON de la Ciudad Universitaria. ¡Error! Marcador no definido.	
3.1.4.	Cálculo de Ancho de Banda.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.	Cálculo de Sobresuscripción.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.6.	Distribución de Mbps Correspondientes a cada Zona de la Red GPON.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.7.	Cálculo de Atenuación y Nivel Óptico	¡Error! Marcador no definido.
3.1.8.	Equipos y Materiales necesarios para la Red GPON.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.9.	Costos Referenciales para la red GPON	¡Error! Marcador no definido.
IV.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	43
V.	CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
VI.	RECOMENDACIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	67
VIII.	ANEXOS.....	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Topologías básicas de red	25
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables	
Tabla 3. Guía de longitud de enlace	51
Tabla 4. Geolocalización de la estación base (BTS), punto de partida para el diseño de la red de radioenlaces	52
Tabla 5. Coordenada de ubicación I.E. N° 22316	53
Tabla 6. Modelo de instalación de dispositivos para usuario	57

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Modelo simplificado para las comunicaciones.	16
Fig. 2 Comunicación entre dos personas	16
Fig. 3 Tecnologías inalámbricas	17
Fig. 4 Representación de un enlace	18
Fig. 5 Línea de Vista	19
Fig. 6 El espectro electromagnético	20
Fig. 7. Atenuación debida a los gases atmosféricos	23
Fig. 8 Pérdida por obstáculos	24
Fig. 9 Topologías fundamentales de red	25
Fig. 10 Conexión punto a punto	26
Fig. 11 Conexión multipunto	27
Fig. 12 Ancho de banda	27
Fig. 13 Aumento del ancho de banda entre emplazamientos	28
Fig. 14 Ejemplo de diseño rural para conexión punto a punto	29
Fig. 15 Estrategia de diseño de un enlace de radio	33
Fig. 16 Plano de ubicación del caserío de Pariña Chico	35
Fig. 17 Caserío de Pariña Chico	36
Fig. 18 Trayecto hipotético de referencia, porción nacional	46
Fig. 19 Plano de ubicación del distrito de los Aquijes	53
Fig. 20 Institución Educativa N° 22316- Pariña Chico	53
Fig. 21 Plano de ubicación donde se instalará la antena	54
Fig. 22 Diseño de la topología	55
Fig. 23 Línea de vista del perfil topográfico	56

RESUMEN

El estudio expone el diseño y la evaluación de una red de fibra óptica que sigue una arquitectura distribuida, con la finalidad de que un abastecedor de servicios de internet (ISP) ubicado en el distrito de Ica pueda extender su cobertura hacia el caserío de Pariña Chico. Se llevó a cabo una investigación que identificó aproximadamente 20 clientes en el área de cobertura, fundamentada en los usos que se ofrecen, específicamente en datos IP MPLS VPN, VPLS, CDN, administración de redes e internet. En consecuencia, se estableció una estimación de la inversión inicial, los ingresos previstos y el grosor de banda suficiente para satisfacer el requerimiento de usos. Dentro del diseño de la red se empleó fibra óptica, ya que presenta beneficios significativos en cotejo con otra forma de transmisión, como el cobre o la radio. El estudio realizado indica que el diseño formulado es económicamente viable, con un amplio margen de beneficios y un veloz recobro de la inversión inicial. Estos factores hacen que la red sea atractiva para su instalación.

Palabras clave: Acceso a la información, Servicios ininterrumpidos, Redes de comunicación, Conexión online, Transferencia de información, Enlace por radio.

ABSTRACT

The research presents the design and analysis of an online fiber optic network with a distributed architecture, with the objective that an Internet Service Provider (ISP) located in the district of Ica can expand its access to the hamlet of Pariña Chico. Research was carried out that identified approximately 20 clients in the coverage area, based on the uses offered, specifically in IP data MPLS VPN, VPLS, CDN, network management and Internet. Consequently, an estimate of the initial investment, the expected income and the bandwidth necessary to satisfy the usage requirement was established. Fiber optics was used in the network design, since it presents significant benefits compared to other forms of transmission, such as copper or radio. The study carried out indicates that the formulated design is economically viable, with a wide profit margin and a fast recovery of the initial investment. These factors make the network attractive for its installation.

Keywords: Access to information, Uninterrupted services, Communication networks, Online connection, Information transfer, Radio link.

INTRODUCCIÓN

Los enlaces de microondas son fundamentales para la transmisión eficaz de grandes volúmenes de datos, incluyendo vídeo, audio y datos, especialmente en situaciones donde los medios cableados presentan limitaciones. Su uso es habitual en comunicaciones de grandes distancias y de elevada capacidad en configuraciones punto a punto dentro de las redes de telecomunicaciones. Con los avances en las técnicas digitales, estos enlaces también se han vuelto viables para conectar terminales dentro de una misma ciudad, ofreciendo una transmisión eficiente y de gran capacidad. No obstante, el bosquejo de estos enlaces es intrincado y demanda un análisis exhaustivo de la trayectoria, las condiciones atmosféricas, el perfil del terreno, entre otros aspectos. Es crucial tener en cuenta diversos tipos de desvanecimiento y reducciones que afectan la señal, tales como las mermas por disipación en lugar libre y la disminución por difracción y otros. Debido a la complejidad del diseño, es esencial disponer de herramientas de simulación que simplifiquen este proceso, como la que se empleó en este trabajo de fin de grado para determinar los parámetros requeridos.

1.1 Situación Problemática

La comunicación no se encuentra en un nivel adecuado, ni se dispone de la calidad y disponibilidad necesarias para la transmisión, ni en una selección idónea de los dispositivos de transmisión y otros elementos requeridos para establecer la conexión. A diferencia de otros programas de simulación de radioconexión, el software que se utilizará en este estudio ofrece una notable flexibilidad para seleccionar el dispositivo deseado, siendo suficiente con ingresar sus parámetros en el sistema para realizar la simulación. En este proyecto se propondrá un posible radioenlace en el caserío, donde se llevará a cabo un análisis de la urografía de la tierra, se calcularán los parámetros fundamentales del radioenlace necesarios para determinar las atenuaciones y los equipos que los componen. se configurará. para determinar la calidad y disponibilidad de los objetivos.

1.1.1 Formulación del problema

a.- Problema General

¿Cómo se puede diseñar un sistema de radioenlace para proveer acceso a internet a los clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el Distrito de Los Aquijes?

b.- Problemas Específicos

PE1.- ¿Qué pasos se deben seguir para realizar un estudio de viabilidad que permita implementar un sistema de seguimiento de radio enlace, con el objetivo de mejorar la calidad del servicio de comunicación a Internet para los usuarios del Centro Poblado Pariña Chico, ubicado en el distrito de Los Aquijes?

PE2.- ¿De qué manera se lleva a cabo la integración de los recursos de hardware y los componentes de red en un sistema de monitoreo de radio enlace que tiene como objetivo optimizar la calidad del servicio de Internet para los usuarios del Centro Poblado Pariña Chico, ubicado en el distrito de Los Aquijes?

1.1.2 Justificación E Importancia De La Investigación

a.- Justificación

a.1 Justificación Teórica

Este estudio establece los métodos utilizados en la teoría de redes inalámbricas y facilita la solución de diversos problemas de tecnología de la información. Esto es necesario para afrontar los desafíos que surgen en la gestión de la información en empresas e instituciones.

a.2 Justificación Metodológica

El método utilizado en esta investigación ayuda a abordar problemas mediante una secuencia lógica, aplicable a la resolución de situaciones similares en distintos contextos y realidades.

a.3 Justificación Práctica

Este trabajo proporcionará un enfoque para tratar diferentes problemas a través de un diagnóstico, análisis, evaluación e implementación, ofreciendo soluciones adecuadas que optimizarán la gestión de la información de forma eficaz y segura.

b.- Importancia

La falta de capacidad de las redes de telecomunicaciones actuales en el caserío de Pariña Chico para satisfacer de manera efectiva la demanda de banda ancha y la calidad de servicio de los habitantes hace que este estudio sea relevante. También resulta difícil la expansión y el mantenimiento de la red debido a la falta de planos, esquemas y diagramas de topología.

Por consiguiente, es crucial investigar, innovar y documentar nuevas alternativas de diseño e implementación de redes de comunicaciones que cumplan con las necesidades de la población local. Además, este estudio sienta un precedente para que otros investigadores y expertos de la comunidad contribuyan intelectual y técnicamente a la implementación de esta nueva tecnología.

Además, el propósito de este estudio es optimizar la calidad de vida de las personas mediante la mejora de los servicios de comunicación.

1.2. Marco Teórico

1.2.1 Antecedentes de la investigación

1.2.1.1. Antecedentes Internacionales

En este sentido, Navarro [1] sugiere nuevas sugerencias para establecer un sistema de gestión de la calidad del servicio más adecuado y efectivo. El diseño de investigación descriptivo exploratorio, que se enfoca en el uso de métodos observacionales e inductivos, fue elegido para este estudio. El seguimiento de los servicios, los resultados de las encuestas y las fuentes de archivo constituyeron la base del estudio. La necesidad de nuevos métodos para el control sistémico de la calidad del servicio, que apoye la toma de decisiones efectiva y genere datos útiles sobre el estándar de los servicios ofrecidos y la satisfacción del usuario con ellos, surgió como resultado de estas herramientas. Se propone una sección dedicada al diseño y medición de instrumentos para establecer un sistema de control sistemático de la calidad, que incluya un sistema integrado de gestión de la prestación del servicio, donde se evalúe la posición de calidad, se monitoreen las rutas del área de servicio, los call centers y los indicadores de calidad de los servicios brindados para que ayuden a la toma de decisiones, surgió como resultado de estas herramientas. El Seguro Nacional de Salud de la República Dominicana (SENASA) tiene la capacidad de optimizar el nivel de eficacia del servicio que ofrece al combinarlos.

En España, Collantes [2] ha llevado a cabo un proyecto relacionado con un enlace de emergencia digital entre el principal parque de bomberos de Valencia y el centro de emergencias de La Eliana. Se realizó un análisis integral de la topografía de la zona, se seleccionaron las herramientas adecuadas disponibles en el mercado y se definieron los parámetros necesarios para asegurar un sistema de información de alta calidad. La finalidad de este estudio es examinar los aspectos básicos del diseño de un enlace radioeléctrico que facilite la comunicación y asegure la disponibilidad y calidad del servicio. Además, se busca seleccionar de manera adecuada los equipos de transmisión y otros elementos esenciales. Se sugiere la incorporación de nuevos dispositivos para optimizar la comunicación en contextos de emergencia. En la sección de conclusiones, se realizó una comparación del rendimiento de diversos equipos adquiridos con el fin de facilitar la mejor elección. En nuestro contexto, proponemos un propósito distinto.

Antecedentes a Nivel Nacional

Según Sevillano [3], llevó a cabo su investigación, con el título provisional "Desarrollo de modelos y aplicación de tecnologías de la información y las comunicaciones". Con el objetivo de optimizar la atención al usuario, la empresa Inversiones HS - Lima planeó implementar en 2019 un sistema de monitoreo de radioenlaces a través de Internet. En cuanto al segundo aspecto del sistema de monitoreo, la necesidad de implementación del sistema, el 79.17% de los encuestados afirmó que sí era necesario hacerlo para mejorar el servicio de Internet, respaldando así el estudio. Se empleó el método de encuesta con el cuestionario como instrumento.

Es esencial contar con un sistema de monitoreo para todo el equipamiento del Centro de Datos, como menciona Ore en su investigación. Netsecure Per ha ido expandiendo sus servicios y capacidades tecnológicas con el tiempo, proporcionando información valiosa a sus clientes y desempeñando un papel clave para las empresas. Es crucial conocer el estado actual de los procedimientos internos de la empresa para garantizar que los sistemas se utilicen correctamente y sigan funcionando sin interrupciones durante el mayor tiempo posible, incluso en circunstancias inusuales. El plan de seguimiento propuesto para Netsecure Per tiene como objetivo informar a los usuarios sobre el funcionamiento de la red, servidores y servicios, implementando un sistema de monitorización a través del Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP) para responder implementando un sistema de monitorización a través del Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP) para responder eficazmente a incidentes, anticipar la prevención de situaciones críticas y avalar la continuación de las operaciones de TI sin afectar los procesos comerciales.

Antecedentes locales

Actualmente se están realizando numerosos estudios en la zona, pero debido a las restricciones de acceso no se señala ningún antecedente.

1.3 Bases teóricas

1.3.1 Redes de comunicación:

El objetivo fundamental de cualquier sistema de comunicación es facilitar el intercambio de datos entre dos empresas. Un ejemplo de conexión mediante una línea telefónica tradicional. [5].

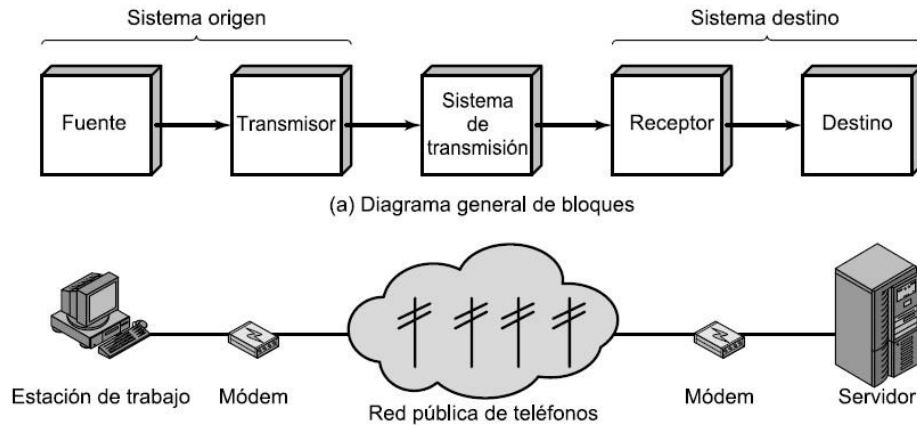


Fig. 1. Modelo simplificado para las comunicaciones. [7]

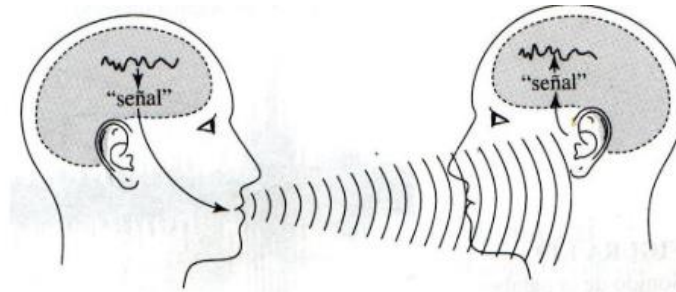


Fig. 2 Comunicación entre personas

Fuente (Roberts 2005)

1.3.2 Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas tienen la capacidad de crear conexiones mediante el uso de ondas electromagnéticas en vez de depender de cables. Hay múltiples tecnologías diferentes que se distinguen por su rapidez de transmisión, variabilidad y frecuencia, lo que facilita la conexión segura de dispositivos que se encuentran a distancia. Además, la instalación de estas redes no requiere cambios significativos en la infraestructura existente, a diferencia de las redes cableadas.

Las redes inalámbricas permiten la comunicación entre dos o más dispositivos (como computadoras portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas, impresoras, etc.) a través de un concentrador o router inalámbrico, eliminando la necesidad de cables. Esto permite a los usuarios mantenerse conectados mientras se desplazan dentro de un área geográfica determinada, y su alcance se clasifica según su alcance [6]. Esto se ilustra en la figura 3.

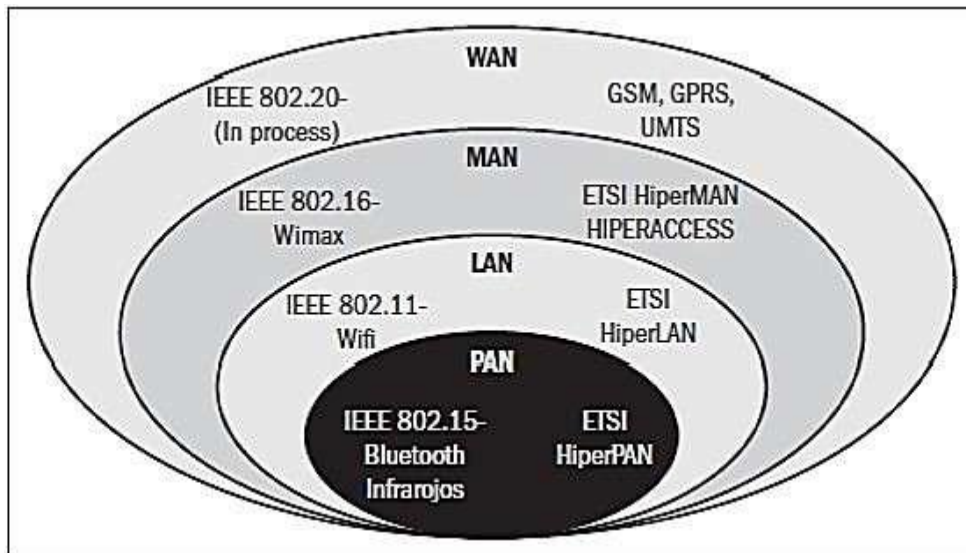


Fig. 3 Tecnologías inalámbricas
Fuente: Tomada del libro Redes Wireless (Iván Salvetti, 2011)

La imagen expuesta, se representan las distintas tecnologías inalámbricas vinculadas al estándar. Según Salvetti [6], estas técnicas incluyen:

- WAN (Red de Zona Amplia): empleada para la comunicación a grandes distancias, primordialmente por abastecedores de servicios de telecomunicaciones.
- MAN (Red de Zona Metropolitana): con un alcance inferior al de la WAN, utilizada en contextos metropolitanos.
- LAN (Red de Área Local): caracterizada por cubrir distancias medias, alcanzando hasta los 100 metros.
- PAN (Red de Área Personal): redes de proximidad utilizadas en áreas reducidas y de corto alcance, con un alcance de hasta 30 metros.

1.3.2 Los Radioenlaces y sus Particularidades

Un enlace de radio consiste en un conjunto de dispositivos destinados a la transmisión y aceptación de señales de radio, que conectan diferentes centros de la red y son capaces de transmitir una o múltiples señales de manera simultánea,

conforme a lo estipulado en el diseño. En la figura 4, se ilustra un sistema de comunicación a través de un esquema esquemático [7].



Fig. 4 Representación de un enlace

Fuente: Extraído de los resultados del despliegue de red a través de canales de radio que sirven para la organización de la conexión a Internet de los establecimientos educativos de nivel municipal del casco urbano de Buga [8]

Teniendo en cuenta que el camino de las ondas electromagnéticas suele estar bloqueado por edificios, árboles, edificios, montañas, la curvatura de la tierra, algunas partículas, etc., es importante determinar la configuración individual del dispositivo utilizado, p.ej. antena, transmisor y receptor. . De igual forma, según Naranjo Manzano, “es necesario calcular la amplitud libre, la sensibilidad y la pérdida en la imagen de la antena” (2019), y los aspectos se describen detalladamente seguidamente.

- a) **Alcance visual.** Se hace referencia a la distancia a la que debe existir entre los puntos con el fin de impedir que la curvatura de la tierra cause obstrucciones.. Este cálculo se lleva a cabo usando el radio horizonte de cada punto en función de la altura de la antena. [8]
- b) **Línea de vista.** refiere a la línea despejada entre dos puntos separados, lo cual implica que las antenas de transmisión y recepción están alineadas directamente. También es relevante identificar la zona de Fresnel, como se muestra en la Figura 5. [8]

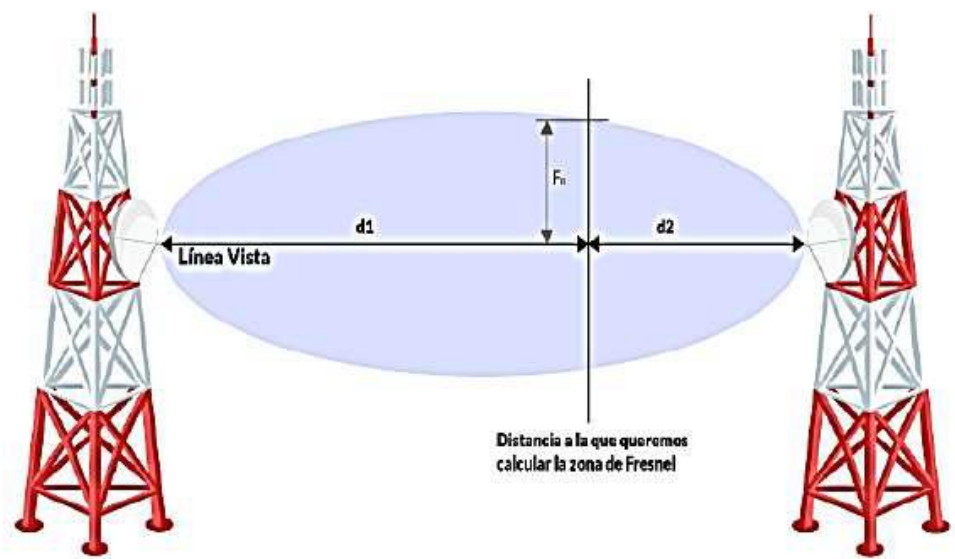


Fig. 5 Línea de Vista
Fuente: Zona web Prored (Martínez, 2018)

1.3.2 Espectro electromagnético

El propósito de un sistema de comunicaciones es el traslado de información entre dos o más lugares, conocidos como estaciones. Para lograr esto, la información original se convierte en energía electromagnética, la cual se transmite a una o más estaciones receptoras, donde se transforma de nuevo a su forma original. La energía electromagnética puede propagarse en forma de voltaje o corriente a través de un conductor metálico, o en forma de ondas de radio emitidas al espacio libre, o incluso como ondas luminosas a través de una fibra óptica. Esta energía se distribuye en un rango casi infinito de frecuencias. [9]

El Espectro Electromagnético

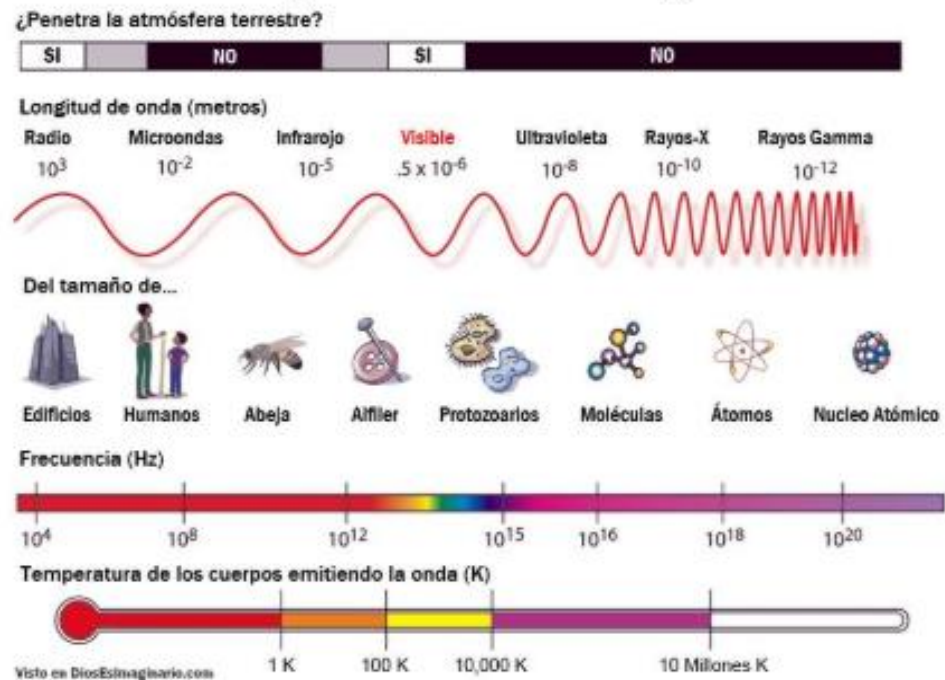


Fig. 6 El espectro electromagnético

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

1.3.3 Propagación de la señal

La difusión de las ondas electromagnéticas en un entorno libre es comúnmente denominada difusión de radiofrecuencia (RF) o, de manera más sencilla, propagación de radio. Aunque el término "entorno libre" sugiere un vacío, a menudo se utiliza para describir la difusión que ocurre en la atmósfera terrestre, considerándose generalmente de esta forma. La principal diferencia radica en que la atmósfera terrestre introduce pérdidas de señal que no se presentan en el vacío. Las ondas EM se propagan a través de cualquier material dieléctrico, incluyendo el aire. Sin embargo, no se propagan eficientemente a través de conductores con pérdidas, como el agua de mar, debido a que los campos eléctricos generan corrientes en el material, disipando rápidamente la energía de las ondas. [9]

Pérdidas en la trayectoria por el espacio libre

Las ondas electromagnéticas experimentan atenuación a medida que se trasladan en el entorno libre. Para estimar la intensidad del nivel de recepción en escenarios donde existe una línea de visión clara entre el transmisor y el receptor, se utiliza el modelo de pérdida por trayectoria en el espacio libre. La atenuación está directamente relacionada con el cuadrado de la distancia y la frecuencia, siendo la pérdida por espacio libre el principal factor que contribuye a la atenuación total ocasionada por los efectos de

propagación de la onda. La relación entre la frecuencia y la distancia en términos de pérdida entre dos antenas isotrópicas se expresa numéricamente, como se indica en la ecuación 3. La fórmula para calcular estas pérdidas es [9]

$$L_p = \left(\frac{4\pi D}{\lambda}\right)^2 * \left(\frac{4\pi f D}{c}\right)^2$$

Donde

L_p = pérdida en el espacio libre que es adimensional

D = distancia, medida en kilómetros, entre las antenas de recepción y transmisión.

f = La frecuencia en hertzios (Hz).

λ = Es la longitud de onda expresada en metros

c = velocidad de la luz en el vacío que equivale a 3×10^8 metros por segundo al convertir a dB se logra:

Al realizar la conversión a decibelios (dB), se obtiene que la ecuación 4 ilustra la pérdida de trayectoria en el espacio libre, expresada en dB. $L_{p(dB)} = 10 \log \left(\frac{4\pi f D}{c}\right)^2$

$$= 20 \log \left(\frac{4\pi f D}{c}\right)$$

$$= 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D$$

Cuando la distancia en km y la frecuencia en MHz

Ecuación 5. Error en la trayectoria del espacio libre (MHz)

$$L_{p(dB)} = 20 \log \left(\frac{4\pi(10)(10)}{3 \times 10^8}\right)^2 + 20 \log f_{GHZ} + 20 \log(Dkm)$$

$$= 32.4 + 20 \log f(GHz) + 20 \log(Dkm)$$

La frecuencia se mide en GHz y la separación en kilómetros, la ecuación 6 determina la pérdida en la trayectoria mediante el vacío (GHz) de la siguiente manera: $L_p(dB) = 92.4 + 20 \log f(GHz) + 20 \log D(km)$. La distancia en millas, la frecuencia en KHz, etc. se pueden convertir de manera similar. TOMASI (2003)

Margen de desvanecimiento

En resumen, el margen de desvanecimiento es un parámetro ficticio que se agrega a la ecuación de ganancia del sistema para considerar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio, como la propagación por múltiples trayectorias y la sensibilidad del terreno. Estas características están relacionadas con condiciones atmosféricas temporales y anormales que afectan las pérdidas en la trayectoria en espacio libre y suelen ser perjudiciales para la eficiencia general del sistema. Además, el margen de desvanecimiento también tiene en cuenta los objetivos

de confiabilidad del sistema, por lo que se incluye como una pérdida en la ecuación de ganancia.[9]

Se ilustra el margen de desvanecimiento.

$$F_m = 30 \log D + 10 \log (6ABf) - 10 \log (1-R) - 70$$

El efecto de la sensibilidad en los objetivos de la Constante de Confiabilidad para trayectorias de terreno múltiples.

Donde:

F_m = Margen de atenuación (dB)

D = Separación en kilómetros

f = Frecuencia expresada gigahercios

r = Confiabilidad expresada en decimales (por ejemplo, un 99.99% de confiabilidad corresponde a 0.9999).

$1 - R$ = La meta de confiabilidad para una ruta de 400 km en un sentido.

A = La probabilidad de Aspereza A es de 4 sobre agua o terreno muy liso, 1 sobre terreno promedio y 0.25 sobre terrenos muy ásperos y montañosos.

B = factor para incrementar la probabilidad del mes en la probabilidad anual = 1 para incrementar la disponibilidad anual a la base del peor mes = 0,5 para climas cálidos o húmedos.

La atenuación causada por los gases atmosféricos

No se puede apreciar un incremento lineal en la absorción en función de la frecuencia, sino que se observan variaciones significativas, con picos de absorción seguidos de valles y más picos, aunque con una tendencia general ascendente. Dentro del rango de frecuencias comerciales para enlaces de microondas, se encuentran los 23 GHz (moléculas de agua) y 60 GHz (moléculas de oxígeno) Las disminuciones específicas (en dB/km) para el vapor de agua y el oxígeno se calculan de forma independiente y posteriormente se suman para obtener la disminución total establecida. Esta observación total está sujeta en gran medida a la frecuencia, la temperatura y la humedad absoluta o relativa de la atmósfera. La figura 7 evidencia la variación de la atenuación determinada en función de la frecuencia y la humedad relativa.

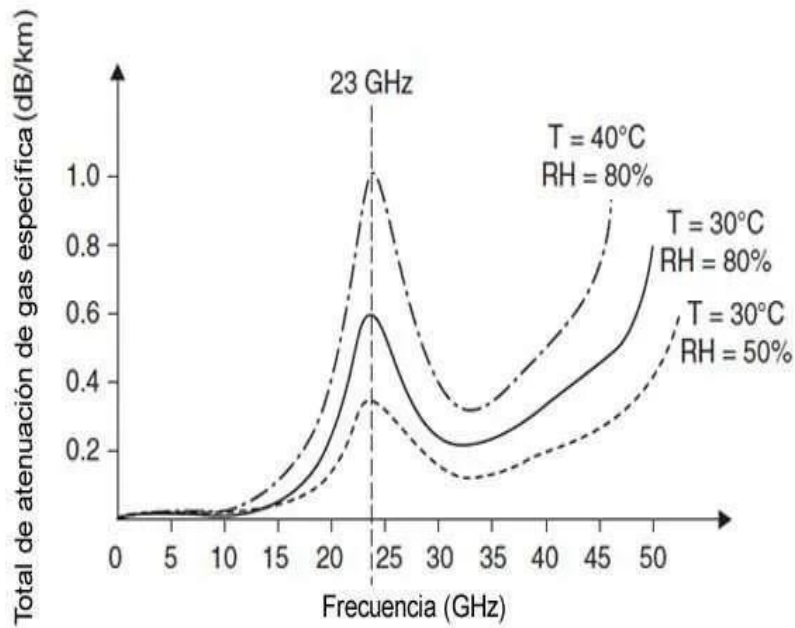


Fig. 7. Atenuación debida a los gases atmosféricos

Pérdida por obstáculos

La difracción se define como el fenómeno que provoca pérdidas o atenuaciones debido a la presencia de impedimentos. En el ámbito académico, estas pérdidas son comúnmente referidas como pérdidas por difracción o atenuación difractiva. La complejidad de los cálculos de difracción puede variar considerablemente, dependiendo de la forma, tamaño y características del obstáculo, lo que puede resultar en un proceso laborioso. Debido a que los enlaces de microondas suelen necesitar una línea de vista clara, es posible utilizar métodos bastante sencillos para calcular las pérdidas causadas por los obstáculos. Un método directo y efectivo para llevar a cabo este cálculo es el método del pico único, que representa el obstáculo como un borde afilado, como se muestra en la figura 5.3. Este enfoque se puede ajustar con facilidad para tener en cuenta los tres picos más significativos en la zona de Fresnel.

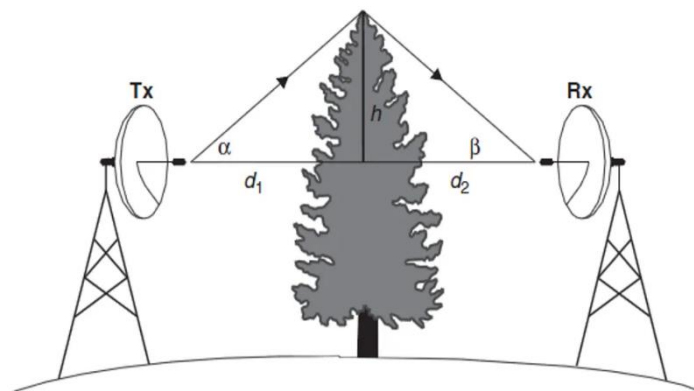


Fig. 8 Pérdida por obstáculos

1.2.1 La topología y la infraestructura fundamental de las redes inalámbricas

Configuraciones básicas de red

La disposición de los enlaces que conectan los nodos en una red define su topología. Las redes pueden presentar diferentes configuraciones dependiendo de cómo están interconectados los nodos. Se pueden describir las topologías de una red de dos maneras: física y abstracta, considerando, por ejemplo, el método y el flujo de información que circula entre los nodos.

A continuación, se presenta una breve descripción de las configuraciones de red básicas, tanto cableadas como inalámbricas.

Tabla 1.

Configuraciones básicas de red

Topología	Descripción
Bus o Barra	Todos los nodos están conectados a un cable común o compartido. Las redes Ethernet normalmente usan esta topología.
Estrella	Cada nodo se conecta directamente a un concentrador central. En una topología de estrella todos los datos pasan a través del concentrador antes de alcanzar su destino. Esta es una topología común tanto en redes Ethernet como inalámbricas.
Línea (o multi-concentrador)	Un conjunto de nodos conectados en una línea. Cada nodo se conecta a sus dos nodos vecinos excepto el nodo final que tiene sólo un nodo vecino.
Árbol	Una combinación de las topologías de bus y estrella. Un conjunto de nodos configurados como estrella se conectan a una dorsal (backbone).
Anillo	Todos los nodos se conectan entre sí formando un lazo cerrado, de manera que cada nodo se conecta directamente a otros dos dispositivos. Típicamente la infraestructura es una dorsal (backbone) con fibra óptica.
Malla completa	Existe enlace directo entre todos los pares de nodos de la red. Una malla completa con n nodos requiere de $n(n-1)/2$ enlaces directos. Debido a esta característica, es una tecnología costosa pero muy confiable. Se usa principalmente para aplicaciones militares.
Malla parcial	Algunos nodos están organizados en una malla completa, mientras otros se conectan solamente a uno o dos nodos de la red. Esta topología es menos costosa que la malla completa pero por supuesto, no es tan confiable ya que el número de enlaces redundantes se reduce.

Fuente: (Buettrich & Escudero Pascual, 2007)

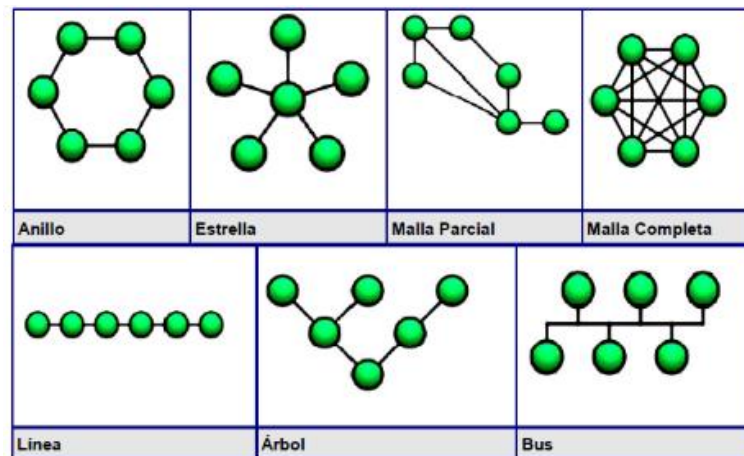


Fig. 9 topologías básicas de red

Fuente: [10]

Elementos de las redes inalámbricas

- Punto de acceso: Funciona como un "hub" inalámbrico, interconectando los nodos de la red inalámbrica y actuando como un enlace entre estos y la red por cable.
- Clientes inalámbricos: Los clientes inalámbricos son dispositivos que se conectan a una red LAN inalámbrica para intercambiar recursos. Se considera una estación inalámbrica a cualquier computadora que posea una capacidad de conexión inalámbrica.

Tipos de enlaces inalámbricos

- Las conexiones punto a punto son comúnmente utilizadas para acceder a Internet en áreas donde no hay otra forma de conexión disponible. Uno de los extremos del enlace estará conectado a Internet, mientras que el otro extremo utilizará el enlace para acceder a la red. Con antenas adecuadas y línea de visión directa, es posible establecer enlaces punto a punto seguros de más de treinta kilómetros.

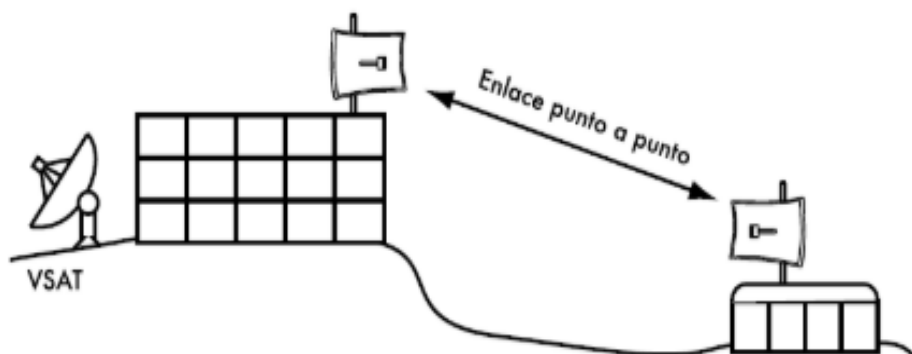


Fig. 10. Conexión punto a punto

Fuente: (wndw.net, 2008)

Punto a muchos Una configuración punto a muchos es una configuración en la que muchos nodos están conectados a un punto de acceso central. Un ejemplo de esta disposición es el uso de un punto de acceso inalámbrico conectado a varias computadoras. En este caso, las computadoras en realidad no se comunican entre sí, pero deben estar dentro del alcance del punto de acceso para poder unirse a la red.

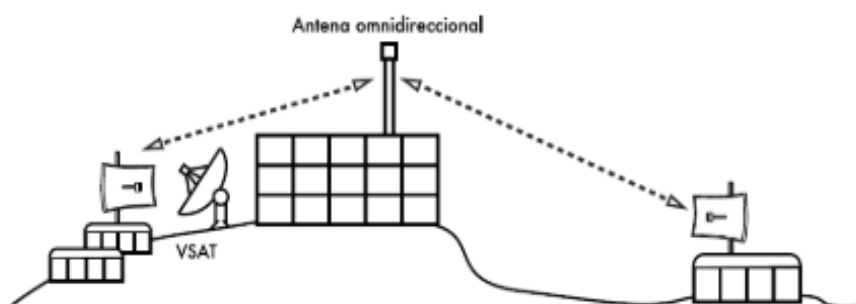


Fig.11 Punto multipunto

Fuente: (wndw.net, 2008)

• Multipunto a multipunto

Un diseño de red multipunto a multipunto, también conocido como red ad hoc o en malla, representa el tercer prototipo de diseño de red. No hay poderes especiales en este modelo. Los nodos de la red dirigen el tráfico a otros nodos según su posición y todos los nodos se comunican directamente entre sí.

1.3.5 Ancho de banda y rendimiento

Se cree que un producto de 11 Mbps puede admitir múltiples radios de 2 Mbps y dar una rapidez de datos total de 11 Mbps, alcanzando cada dispositivo un máximo de 2 Mbps. No obstante, las unidades que operan a 2 Mbps realizan la transmisión a esa misma velocidad, lo que implica que requieren cinco veces más tiempo para enviar datos en comparación con un dispositivo de 11 Mbps. En consecuencia, la rapidez de transmisión

efectiva se limita a 2 bps para cualquier ubicación remota específica, mientras que el máximo que podría alcanzar la unidad de 11 Mbps es de 2 Mbps..



Fig. 12. Espesor de bandas

Fuente: [11]

Tome en consideración lo siguiente:

- Cuando todos los equipos funcionan a una rapidez de transferencia de datos uniforme, el tiempo requerido para enviar paquetes de igual tamaño es el mismo para todos. Si algunos dispositivos funcionan a velocidades superiores, la transferencia de paquetes se efectúa de forma más ágil, lo que permitirá que la frecuencia de radio esté a disposición más rápidamente para el siguiente dispositivo que espera enviar información. Intentar limitar el rendimiento en un lugar determinado al reducir la rapidez del puente también impactará en los puentes de elevada rapidez.

Diseño punto a punto

• Perspectiva visual o línea de visión

El concepto de "línea de visión", comúnmente abreviado como LOS (línea de visión), resulta sencillo de conocer al hablar sobre la luz cuando hablamos de luz visible: si podemos ver el punto B desde el punto A, entonces hay una línea visual. Basta con trazar una línea desde A al punto B, y si no hay obstrucciones en el camino, se establece una línea de visión.

• Estructura

Al analizar topologías punto a punto, la distancia y el ancho de banda afectan en gran medida el diseño general. Se pueden lograr rapidezces más largas a rapidez más bajas. La atenuación de la señal se produce a medida que aumenta la distancia y disminuyen los niveles de ruido mediante las técnicas de compresión y modulación utilizadas.

Es necesario integrar WLAN de manera óptima para aumentar el ancho de banda entre diferentes ubicaciones. Se logra a través de varias estrategias: - transmitiendo solo la información necesaria. - aplicando filtros al puente. - empleando filtrado de capa 2 con

un conmutador. - implementando filtrado de capa 3 mediante un enrutador. La opción del enrutador se destaca como la más eficiente, ya que proporciona un control exhaustivo del tráfico.

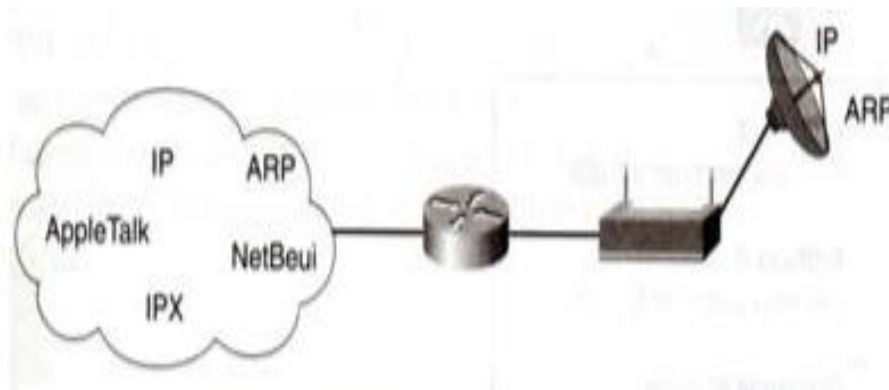


Fig. 13. Aumento del ancho de banda entre emplazamientos

El enrutador es capaz de manejar: - Protocolos de enrutamiento como RIP, OSPF y EIGRP, lo que permite reducir el ancho de banda requerido para estos protocolos. Se recomienda encarecidamente utilizar rutas estáticas, que no consuman ancho de banda, para configurar las redes internas. - Protocolos enrutados como IP, y Apple Talk,, donde se busca minimizar la cantidad de protocolos enrutados a través del enlace. Dado que IPX puede consumir ancho de banda debido a sus frecuentes actualizaciones, se recomienda limitar el tráfico a IP "puro".

La ilustración presenta un diseño rural de conexión punto a punto que abarca una distancia de 40 km (25 millas). Para reducir la longitud de los cables, se optó por el uso de platos parabólicos. Dado que debido a la distancia no se pudo alcanzar una velocidad de 11 Mbps (según 802.11b), se optó por una velocidad de 2 Mbps, que cumple los requisitos necesarios.

Aunque teóricamente se puede alcanzar una distancia de 80 km (50 millas) a 2 Mbps, la alineación de la línea de visión más allá de 40 km (25 millas) es difícil y no se recomienda [11].

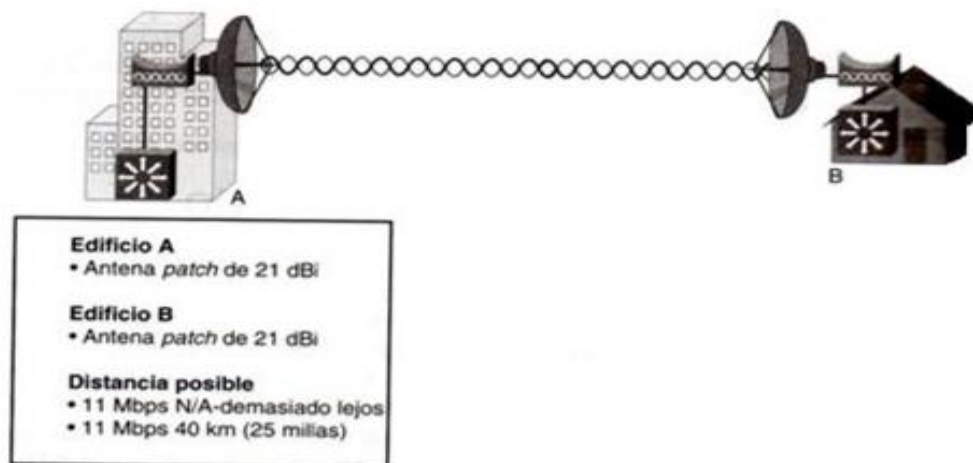


Fig. 14. Ejemplo diseño rural punto a punto

Fuente: [11]

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS: De las fuentes y textos revisados para este estudio, se ha tomado en cuenta el glosario del MTC (2019) que proporciona las conceptualizaciones, a menos que se indique lo contrario.

Administración: Se refiere a cualquier agencia o servicio gubernamental responsable del cumplimiento de las obligaciones derivadas del Convenio Internacional de Telecomunicaciones y sus reglamentos.

Telecomunicación: Se define como enviar, transmitir o recibir señales y señales, texto, imágenes, sonidos o información de cualquier tipo a través de líneas físicas, Electricidad radiante.

Radio: Se utiliza para el uso de ondas radioeléctricas.

Radiocomunicación: Cualquier medio de comunicación que se transmite mediante ondas de radio.

Servicio de radiocomunicación: Se define en esta sección como el proceso de transmitir, transmitir o recibir ondas de radio con fines de comunicaciones específicos.

Servicio fijo: Se refiere a la comunicación por radio entre ubicaciones fijas determinadas.

Servicio móvil: incluye las comunicaciones inalámbricas entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles.

Servicio móvil terrestre: es la comunicación móvil entre estaciones base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

Servicio de radioaficionados: Es un servicio de radio para entrenamiento personal, networking e investigación técnica, realizado por aficionados, es decir personas con licencia interesadas en la tecnología de radio, de manera privada y sin fines comerciales.

Estación: Uno o más transmisores o receptores, o ambos, incluidos los equipos auxiliares, necesarios para proporcionar un servicio de radiocomunicaciones o un servicio de radioastronomía en un lugar determinado.

Estación fija: Estación del servicio fija.

Estación móvil: Estación de servicio móvil diseñada para su uso en movimiento o fija en lugares desconocidos.

Estación de radioaficionado: Estación afiliada al Servicio de Radioaficionados.

Telefonía: Forma de comunicación destinada principalmente a transmitir voz.

Transmisión de banda lateral única: Transmisión con modulación de amplitud de banda lateral única.

Banda de frecuencias asignada: La banda de frecuencia en la que una estación particular puede transmitir; Este ancho de banda de frecuencia es igual al ancho de banda requerido multiplicando el valor absoluto de la tolerancia de frecuencia.

Frecuencia asignada: el centro de la banda de frecuencia asignada a la estación.

Ganancia de antena: La relación, generalmente expresada en decibelios, que debe existir entre la potencia sin pérdidas requerida a la entrada de la antena de referencia y la potencia entregada a la entrada de la antena en cuestión, de modo que dos antenas produzcan la misma intensidad de campo en una dirección dada o la misma densidad de potencia superficial, y a la misma distancia.

Zona de cobertura: El área asociada a una estación transmisora para un servicio específico y una frecuencia específica en la que, bajo ciertas condiciones técnicas, se pueden establecer comunicaciones por radio con una o más estaciones receptoras.

Frecuencia asignada: el centro de la banda de frecuencia asignada a la estación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

OG. - Realizar un análisis detallado para la creación de un sistema de radioenlace que admita brindar acceso a internet a los habitantes del Centro Poblado Pariña Chico en el Distrito de Los Aquijes.

1.4.2 Objetivos Específicos

OE1.- Llevar a cabo un análisis de viabilidad para la implementación de un sistema de monitoreo de enlace de radio con la finalidad de optimizar la calidad del

servicio de acceso a Internet para los clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el distrito de Los Aquijes.

OE2.- Proponer la integración de recursos de hardware y componentes de red en un sistema de monitoreo de enlace de radio con la finalidad de optimizar la calidad del servicio de Internet para los clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el distrito de Los Aquijes.

1.5 Hipótesis Y Variables De La Investigación

1.5.1 Hipótesis:

1.5.1.1. Hipótesis General:

Con la propuesta de un diseño de un sistema de radio enlace brinda servicio de internet a clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el Distrito de Los Aquijes

1.5.1.2. Hipótesis Específicas :

HE1.- De realizarse un análisis de factibilidad para la implementación de un sistema de monitoreo de enlaces inalámbricos, se mejorará la calidad de los servicios de acceso a Internet para los clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el distrito de Los Aquijes.

HE2.- Si se propone la integración de recursos de hardware y componentes de red en un sistema de monitoreo de enlace de radio entonces se mejora la calidad del servicio de Internet para los clientes del Centro Poblado Pariña Chico en el distrito de Los Aquijes.

1.5.2 Variables

1.5.2.1 Variable Independiente

- Sistema de radio enlace.

1.5.2.2 Variable Dependiente

- Calidad de servicio de Internet para clientes.

Tabla 2
Matriz de operacionalización de variables

Problema	Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores
Creación de un sistema de radioenlace con el fin de brindar servicio de internet a los habitantes del Centro Poblado Pariña Chico, ubicado en el Distrito de Los Aquijes.	Diseño de una red de radio enlace	Se entiende por conexión de radioenlace a la interconexión establecida entre los terminales de telecomunicaciones mediante ondas electromagnéticas, utilizando un medio no guiado. Este tipo de conexión es también denominado STL, que corresponde a las siglas de Studio Transmitir Link (Enlace de Transmisión de Estudio).	Diseño y construcción de líneas de transmisión de radio	confiabilidad del servicio de Internet.
	Servicio a Internet	Diversas empresas, conocidas como proveedores, proporcionan servicios de internet y se encargan de conectar a los usuarios a través de redes.	Infraestructura tecnología	% de indisponibilidad del servicio de internet

Nota: La tabla VIII muestra los elementos de la matriz de operacionalización de variables correspondiente [a esta investigación](#).

I. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

1.1. Tipo, nivel y diseño de investigación [12]

2.1.1 Tipo de Investigación

Es considerado básico y cuantitativo, acorde a la temática tratada.

2.1.2 Nivel de Investigación

Se decidió que este enfoque sería descriptivo ya que se implementaría el sistema de monitoreo de enlaces de radio por Internet, lo que requeriría un análisis integral [12].

2.1.3 Diseño de Investigación

El estudio es experimental (el investigador elige la muestra) y tendrá un diseño correlacional en base a la metodología utilizada. [12].

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población:

Estuvo compuesta por la red completa de comunicaciones por radioenlace que abarcará a los usuarios del caserío de Pariña Chico.

2.2.2 Muestra

Los clientes que forman parte de todo el sistema de comunicaciones por radioenlace serán seleccionados de manera probabilística a partir de un subconjunto de la población del caserío de Pariña Chico, con un total de 20 usuarios que participaron de forma voluntaria.

2.3 Técnicas de recolección de datos.

Las estrategias de acumulación de información permiten la búsqueda y el registro de información relevante para cualquier investigación. Los cuestionarios, encuestas y entrevistas son los métodos utilizados para recopilar datos en este estudio. En el gráfico 13 se detalla el método a seguir en el diseño del enlace de radio en el presente estudio..

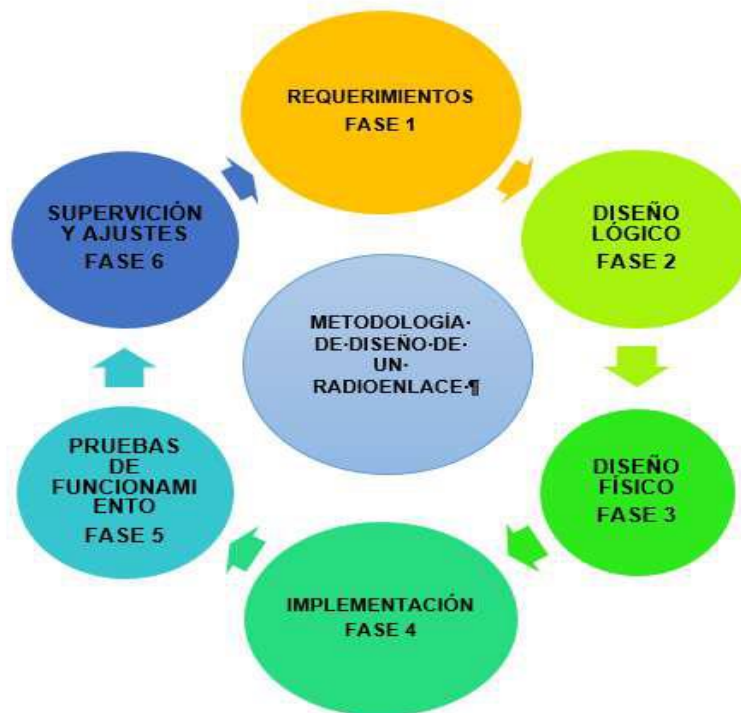


Fig. 15 Proceso metodológico para el diseño de un enlace de radio.

Fuente: Elaboración del autor

A continuación, detallaremos cada etapa del proceso metodológico a seguir en la planificación del diseño de enlace de radio.

Etapa 1 Requisitos: En esta fase se evalúa la viabilidad en función de los requisitos de la red de radioenlace entre usuarios.

Etapa 2 Diseño Lógico: En esta etapa, se efectúa un análisis utilizando el simulador para determinar posibles líneas de visión para conectar entidades públicas y privadas con la aldea utilizando el simulador AirLink.

La segunda fase de diseño físico: En esta fase se realiza la planificación del diseño físico de la estructura del enlace de radio, lo que incluye la elección de equipos, su configuración, operatividad y la demostración del sistema inalámbrico.

Fase 3 Implementación: Durante este periodo, se procede a la implementación de la red y se realizan las pruebas iniciales de la solución propuesta.

Fase 4 Pruebas de Funcionamiento: En esta etapa se realiza el procedimiento para seleccionar el equipamiento suficiente para la ejecución de la red, definiendo los modelos del cableado estructurado y la disposición de redes que se emplearán.

Fase 5 Supervisión y Ajustes: En esta etapa se define el procedimiento para realizar pruebas y ajustes del equipo, fundamentado en la vigilancia de las variables esenciales en un enlace de radio.

2.4 Instrumentos de Recolección de Datos [13]

Consiste en la acumulación de datos sobre las características de las variables, registros de información, fichas técnicas, catálogos, libros de texto y referencias diversas, así como herramientas de medición de radioenlaces, pruebas de velocidad y parámetros de calidad del servicio de radioenlaces, con el propósito de adquirir un entendimiento exhaustivo de los componentes necesarios para el diseño e implementación de un enlace de radio digital. Entrevista: Esta técnica consiste en formular preguntas tanto abiertas como cerradas a los habitantes de la zona, con el fin de recabar información precisa sobre el entorno geográfico y las posibles trayectorias a considerar para el diseño de la red inalámbrica. Así, se podrá evaluar el conocimiento y las percepciones de los usuarios en relación con el problema que se pretende abordar. 2.5 Método de procesamiento, análisis e interpretación de datos.

2.5 Técnica de Procesamiento, análisis e interpretación de datos [14]

Los datos que se procesen serán objeto de análisis e interpretación utilizando tablas, distribuciones de frecuencias, proporciones y ratios. A continuación, los productos se presentarán a través de tablas, gráficos de superficie y figuras.

III RESULTADOS

3.1 Localización geográfica

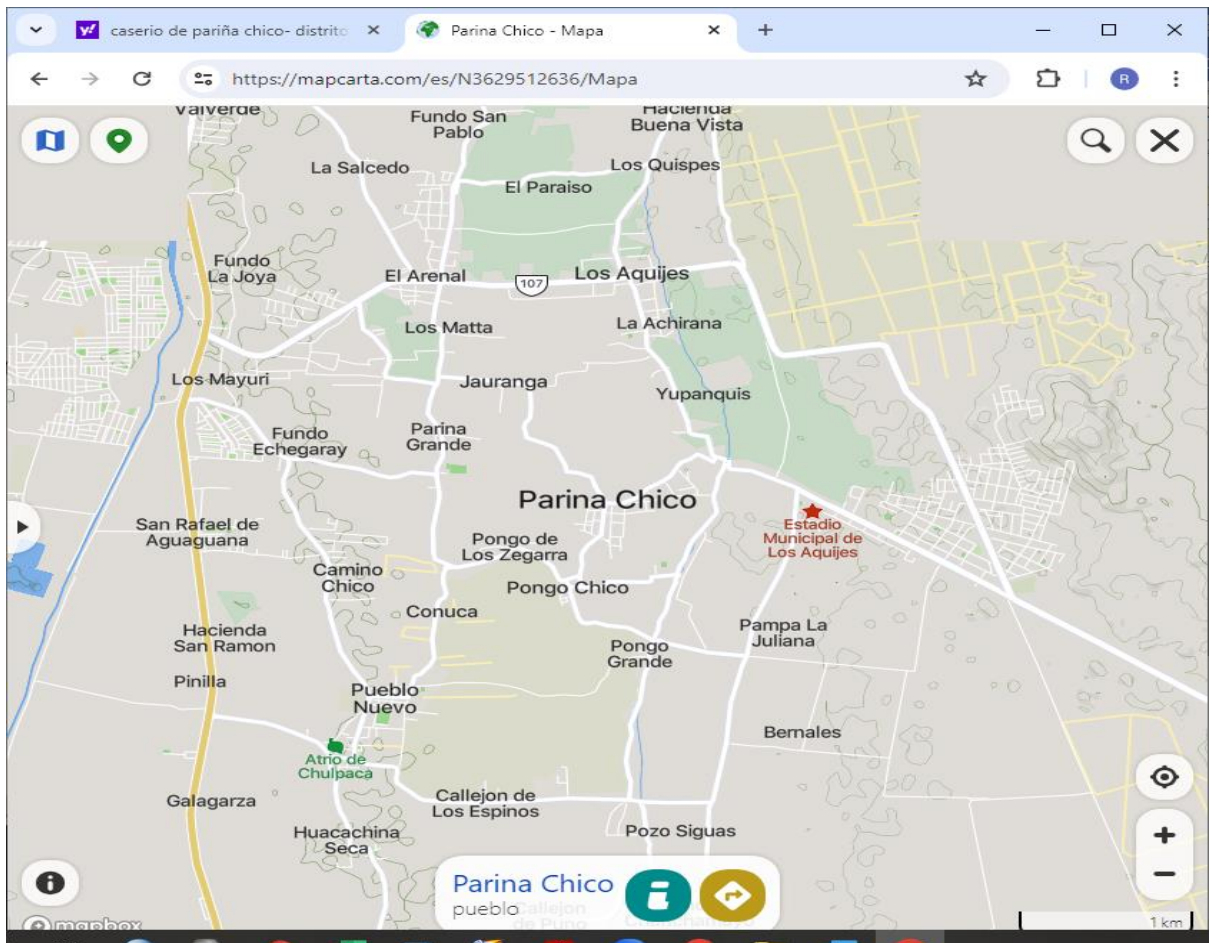


Fig. 16 Plano de ubicación del caserío de Pariña Chico

Ubicación:

El centro poblado se encuentra en la provincia de Ica, en el distrito de Los Aquijes y al sur del mismo.

Características Topográficas del Terreno:

El casco urbano está situado en la costa, lo que resulta en una topografía plana con pendientes suaves. El suelo está compuesto de finos granos de arena.

El punto más alto de la montaña está a 416 m. sobre el nivel del mar.

La zona más baja se encuentra a 411 m. a nivel del mar.

El clima es cálido, oscilando entre 19 y 26 grados.

Población:

La población está formada por 1564 individuos.

Acciones e económicas

La agricultura es la acción primordial en el caserío de Pariña Chico



Plano de caserío pariña chico DWG

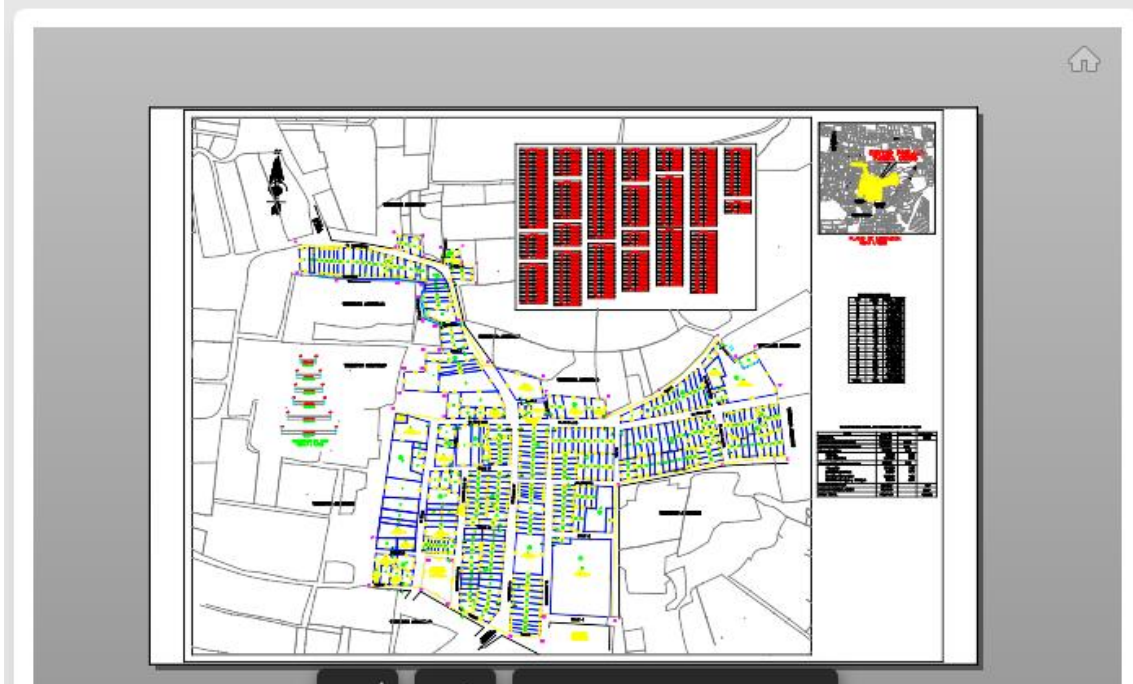


Fig. 17 Caserío de Pariña Chico

Métodos para la Recolección y Análisis de la Información

Resultados de preguntas pre test

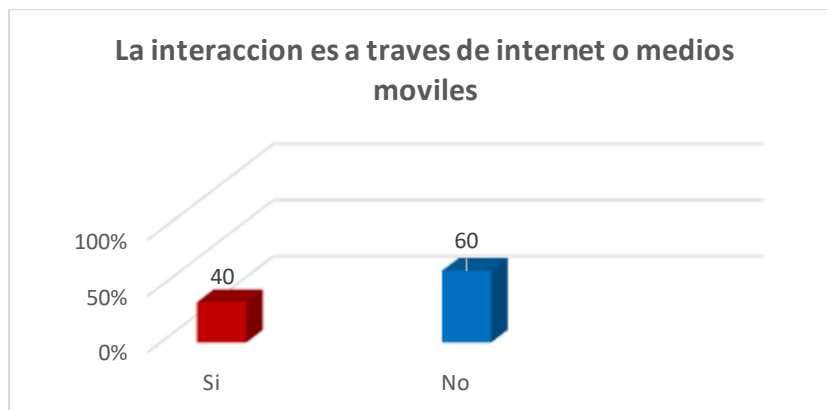
El cuestionario diseñado se aplica a los usuarios de Pariña Chico, donde los productos se presentan a continuación.

Cuadro 1

¿La interacción entre los habitantes de la región se realiza a través de internet o por medio de teléfonos móviles?

Alternativa	f	%
a) Si	8	40
b) No	12	60
	70	100%

Fuente: Elaboración propia



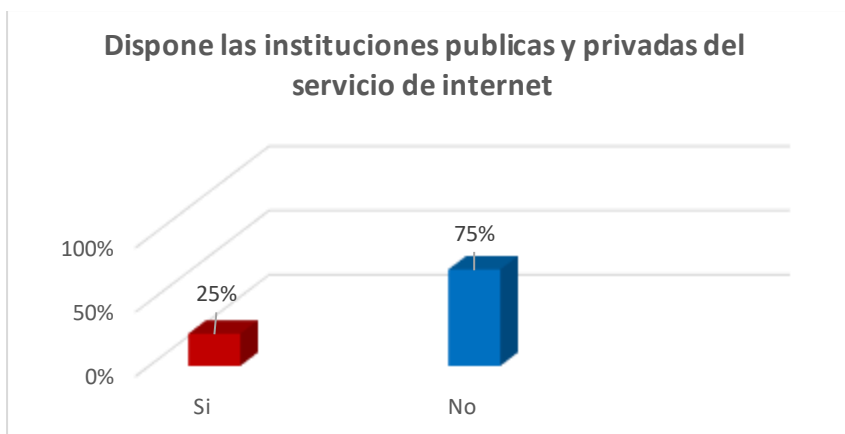
Fuente: Elaboración propia

El 60% de los entrevistados contestaron en mayoría que no disponen de medio tecnológicos,

Cuadro 2

¿Dispone las instituciones públicas y privadas del servicio de internet en el caserío?

Alternativa	f	%
a) Si	5	25
b) No	15	75
	20	100%

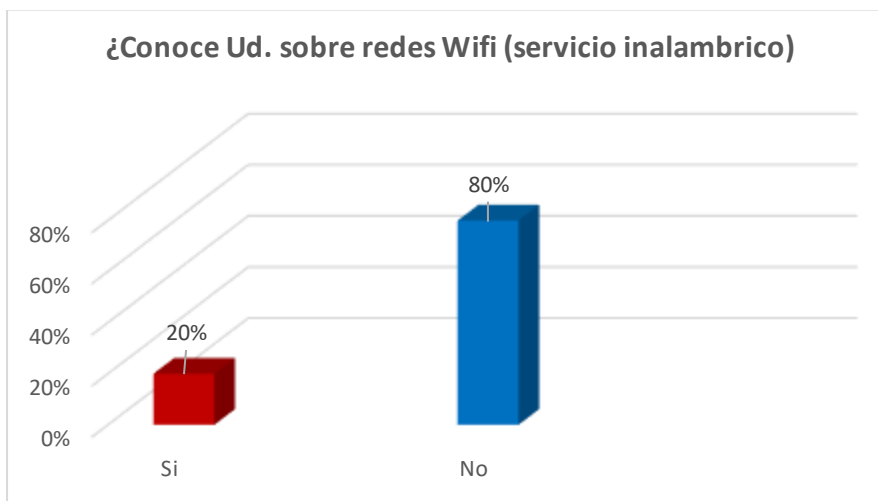


El 75% de las entidades tanto públicas como privadas indicaron que no disponen del servicio de Internet.

Cuadro 3

1. ¿Está usted informado acerca de las redes wifi (servicio inalámbrico)?

Alternativa	f	%
a) Si	04	20
b) No	16	80
	20	100%

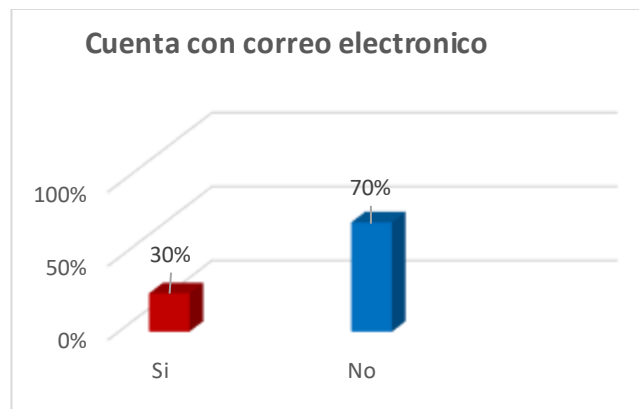


La mayoría de los usuarios (80%) desconocen la tecnología WIFI

Cuadro 4

¿Posee en este momento una dirección de correo electrónico que permita una comunicación más fluida?

Alternativa	f	%
a) Si	6	30
b) No	14	70
	20	100%

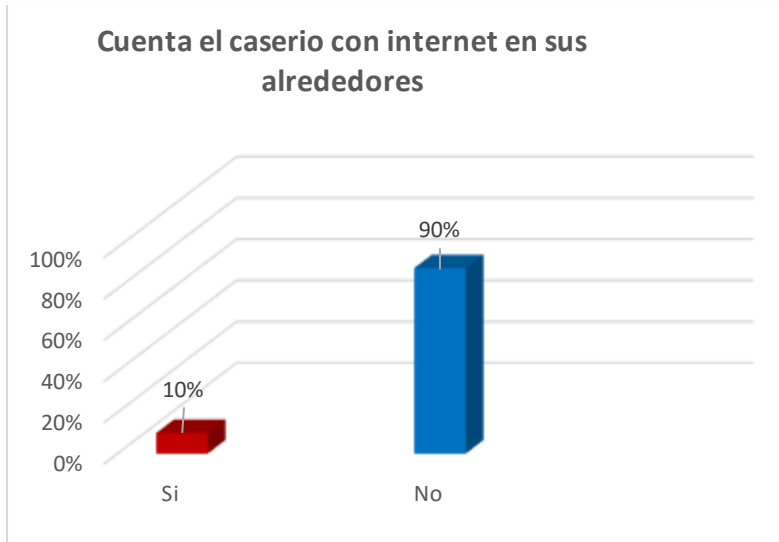


El 70% de los entrevistados no cuentan con correo electrónico

Cuadro 5

¿Existe internet inalámbrico en los alrededores del caserío?

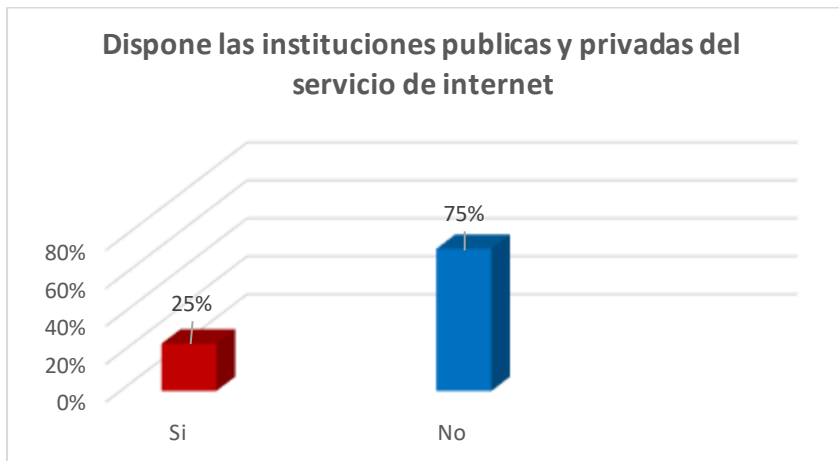
Alternativa	f	%
a) Si	2	10
b) No	18	90
	20	100%



Cuadro 6

¿Es la conexión a internet en su comunidad confiable y rápida durante todo el día?

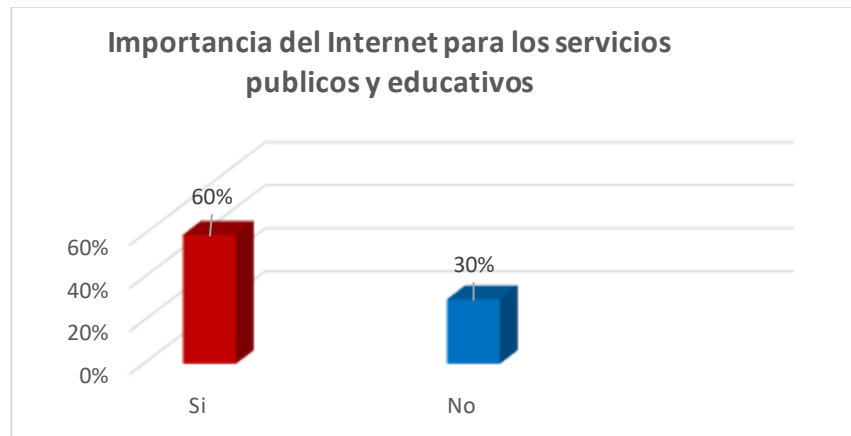
Alternativa	f	%
a) Si	5	25
b) No	15	75
	20	100%



Cuadro 7

¿Opina que el acceso a internet es esencial para los servicios públicos y la educación?

Alternativa	f	%
a) Si	12	60
b) No	8	30
	20	100%



Cuadro 8

¿El caserío cuenta con una Infraestructura Tecnológica?

Alternativa	f	%
a) Si	3	15
b) No	17	85
	20	100%

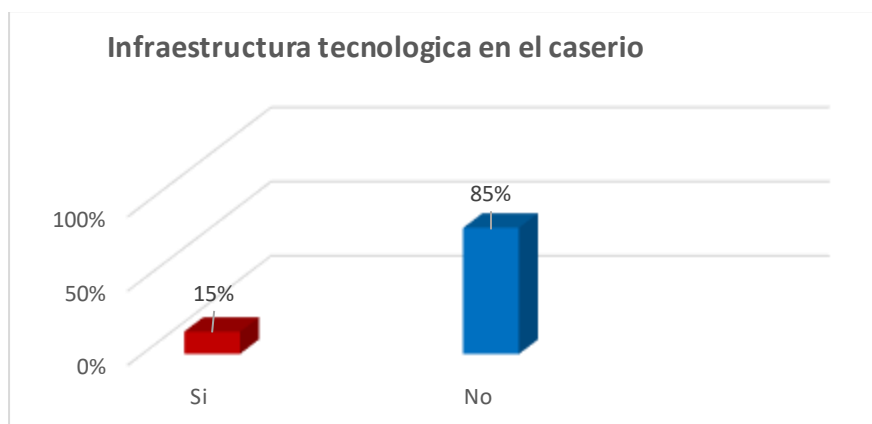
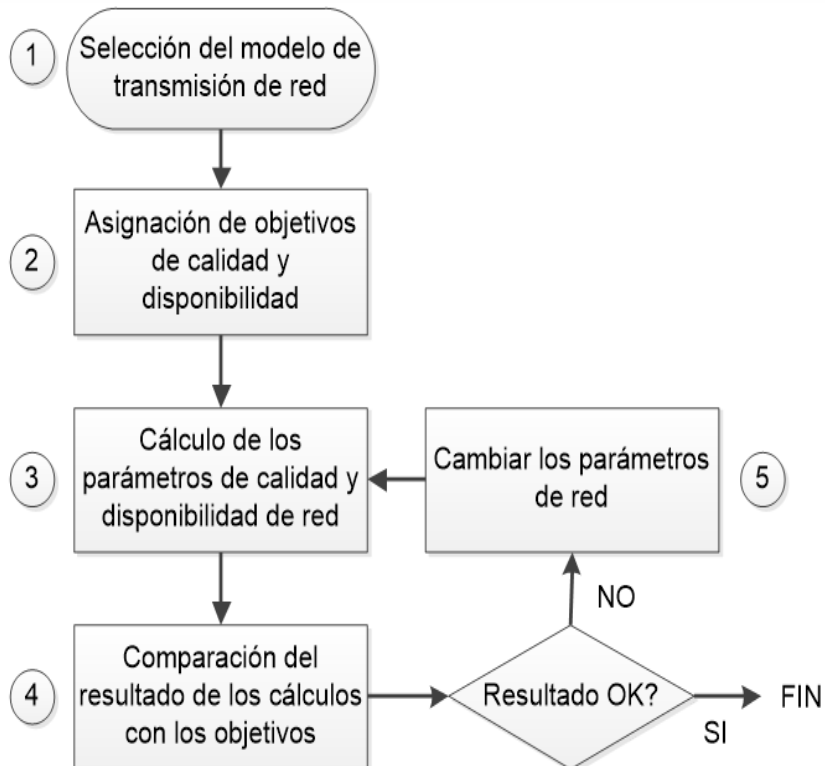


Fig. 14 Infraestructura tecnológica en el caserío

El 85% de los encuestados dicen que no cuentan con infraestructura tecnológica.

Análisis de la calidad y disponibilidad del enlace

El objetivo principal de evaluar la disponibilidad y calidad es establecer metas realistas para los enlaces de microondas. El proceso completo se puede dividir en cinco etapas generales, como se ilustra en la figura.



1. Fase 1: Elegir un diseño adecuado para la red de microondas.

Fase 2: Establecer los objetivos de calidad y disponibilidad para la sección y parte correspondiente del modelo de red.

Fase 3: Efectuar el cálculo de los parámetros de calidad y disponibilidad.

Fase 4: Comparar los resultados obtenidos en la fase 3 con los objetivos fijados en la fase 2.

Fase 5: En caso de que los objetivos no se alcancen, se procederá a ajustar los parámetros relevantes de la red (tamaño de la antena, altura de la antena, potencia de transmisión, configuración de canales, polarización, entre otros) y se recalcularán

los parámetros de calidad y disponibilidad conforme a lo indicado en la fase 3. Este proceso se repetirá de manera iterativa hasta alcanzar los objetivos deseados.

Para anticipar la calidad de un enlace de microondas, se consideran los siguientes mecanismos de atenuación:

- Atenuación plana por la propagación de múltiples trayectorias.
- Atenuación selectiva por la propagación de múltiples trayectorias.
- Atenuación provocada por la lluvia.
- La atenuación provocada por la refracción y la difracción en la atmósfera.

Se reconoce que el desvanecimiento multitrayectoria, ya sea de tipo plano o selectivo, es un factor determinante en la ocurrencia de desvanecimientos rápidos, lo que afecta de manera adversa la calidad del enlace. Por otro lado, la lluvia, junto con la refracción y la difracción, se consideran elementos que inducen desvanecimientos lentos, lo que a su vez contribuye a la falta de disponibilidad del enlace.

Sugerencias ITU-T

a. Sugerencias de la Serie -G

En el ámbito de las tecnologías de transferencia digital, la calidad de la señal puede verse afectada por la recepción de bits erróneos. A medida que aumenta el número de bits incorrectos, la calidad de la transmisión se deteriora. La relación entre la tasa de bits errados y el total de bits divulgados en un intervalo determinado sirve como un indicador para evaluar el rendimiento del enlace. Esta métrica, conocida como tasa de error de bit (BER), es ampliamente reconocida y utilizada como un estándar de rendimiento. La evaluación de la BER solo es posible si se comprende la estructura de bits de la secuencia en cuestión. Por lo tanto, la comprobación de la BER se realiza después de servicio, empleando una sucesión de bits pseudo-aleatoria bien determinada (PRBS, por sus siglas en inglés). En el campo, la PRBS reemplaza los datos que se transmite durante el servicio.

Las normas de calidad especificadas en la Recomendación UIT-T G.821 e implementadas en la Recomendación UIT-R se basan en parámetros BER.

Las métricas de calidad incluyen la tasa de segundos de error (ESR) y la tasa de segundos de error grave (SESR). En cuanto a los parámetros de disponibilidad, se tiene en cuenta la ratio de tiempo disponible (ATR).

El estándar G.826 especifica todos los criterios de rendimiento necesarios para realizar estimaciones en uso.

Los errores de uso pueden identificarse mediante la implementación de mecanismos de detección de errores específicos (códigos de detección de errores, EDC), específicos de sistemas de transmisión concretos. Ejemplos de estos mecanismos incluyen verificación de redundancia cíclica (CRC), verificación de paridad y verificación de paridad entrelazada de bits (BIP).

Los errores de servicio se pueden detectar cuando ocurren uno o más errores en una secuencia o bloque de bits específico. En general, no se puede determinar exactamente cuántos bits defectuosos hay en un bloque. La base filosófica de G.826 es la medición de bloques defectuosos, lo que permite estimar errores en el servicio. Los errores de bloque se tratan del mismo modo que los errores de bits; Por ejemplo, la tasa de error de bloque se define como la relación entre el número de bloques de error y el número total de bloques transmitidos en un período de tiempo determinado. Los parámetros de calidad incluyen ESR, SESR y tasa de error de bloque de bits (BBER). Respecto a los parámetros de disponibilidad se tiene en cuenta la ratio de tiempo disponible (ATR) y el ratio de tiempo no disponible (UATR).

Algunas definiciones muy útiles son:

- Bloque (definición general): Un bloque se define como un conjunto de bits sucesivos asociados a un trayecto; Cada bit pertenece a un solo bloque.
- Bloque de error (eb): Especifica un bloque en el que existen uno o más errores.
- No se tolerarán errores, independientemente del método utilizado.
- Tasa de segundos de error (esr): Es la relación entre es y el número total de segundos en el tiempo total de funcionamiento durante un período de medición determinado.
- Segundo (ses) muy erróneo: Definido como un período de 1 segundo que contiene más del 30% de bloques malos o al menos un bloque malo.

Es parte de es proporción de segundos críticamente perdidos (SESR): Esta es la proporción entre SES y el total de segundos de tiempo total de actividad durante un período de medición fijo. Los errores de bloques básicos (BBE) son bloques de errores que no forman parte del SES.

La tasa de error de bloque de fondo (BBER) se define como la relación entre los errores de bloque de fondo y el número total de bloques durante un período de medición específico. El número total de bloques no incluye los bloques que ocurren durante segundos de error crítico (CSES) consecutivos o durante el tiempo de inactividad. Los CSES prolongados, que pueden durar de 2 a 10 segundos, pueden representar períodos de indisponibilidad, especialmente cuando no existe un mecanismo de recuperación o protección. La presencia de períodos CSES puede afectar significativamente la calidad del servicio, provocando interrupciones en el cambio de servicios. Es necesario evaluar el comportamiento del error sólo cuando existe correlación.

La evaluación de BER y BLER (tasa de error de bloque) arroja resultados similares para BER baja. Además, para algunos modelos de error específicos, es posible determinar BER a partir de BLER. Sin embargo, este método tiene el inconveniente de que los modelos de error no reflejan plenamente la realidad observada en la práctica. Por tanto, los resultados obtenidos de este cálculo no son del todo fiables. Se puede considerar que el controlador de punto de referencia virtual (HRP), tal como se define en la Recomendación UIT-T G.826, cubre todo el medio de transmisión digital de una señal digital a una velocidad binaria determinada, incluidos los enlaces de acceso (si los hay) entre las áreas de producción de señal del dispositivo y del dispositivo periférico. La estación HRP tiene un alcance de 27.500. La parte de interés general es la parte específica del país del Plan de Respuesta Humanitaria, que se clasifica en tres categorías: acceso, corta distancia y larga distancia, como se muestra en la Figura 18.18.

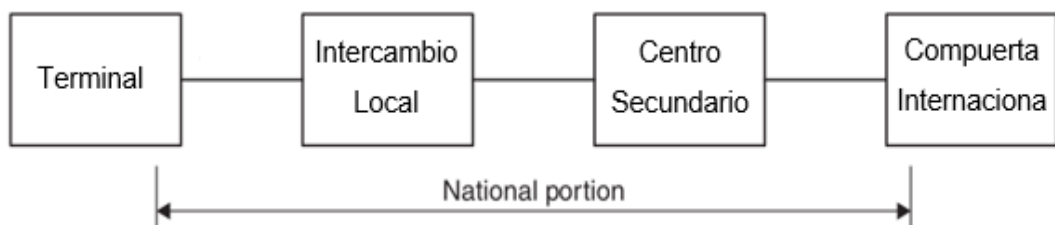


Fig. 18 Trayecto hipotético de referencia, porción nacional

La Recomendación UIT-T G.826 se aplica a las arquitecturas PDH y SDH, mientras que la Recomendación G.828 se limita únicamente a los sistemas SDH.

Los estándares de rendimiento especificados en G.828 son más estrictos que los de G.826. Además, la Directiva G.828 sólo es válida para dispositivos diseñados después del 10 de marzo de 2000, fecha en la que el UIT-T aprobó esta sugerencia.

b. Sugerencias de la serie Y.

Se presenta a continuación una lista parcial de las recomendaciones más relevantes de la serie Y, las cuales son relativamente recientes en comparación con las redes IP. Es esencial revisar la versión más actualizada de estos documentos, dado que se están publicando continuamente nuevas versiones y adiciones.

- La Recomendación UIT-T Y.1541, publicada en 2002, define seis categorías de Calidad de Servicio (QoS) y establece propósitos principales para los parámetros de rendimiento de la red IP. Estas categorías están diseñadas para servir como base para acuerdos entre proveedores de red y beneficiarios finales con los respectivos proveedores de red.
- La Recomendación UIT Y.1560, Servicios de comunicaciones de información de protocolo de Internet: parámetros de rendimiento relacionados con la disponibilidad del protocolo de Internet y el transporte de paquetes (2002), especifica parámetros que pueden usarse para especificar y evaluar la velocidad, precisión, confiabilidad y confiabilidad del transporte de paquetes. Capacidades de transporte de paquetes en servicios internacionales de transporte de datos IP. Este servicio IP no tiene conexión por naturaleza, lo cual es un aspecto esencial de esta Recomendación. Los límites especificados se aplican a todo el proceso de prestación de servicios de Internet, así como a los elementos de red involucrados en la prestación de dichos servicios.
- La sugerencia UIT-T Y.1561, "Parámetros de rendimiento y disponibilidad para redes de conmutación de etiquetas multiprotocolo" (2004), define un conjunto de parámetros aplicables a la descripción y valoración del rendimiento en términos de rapidez, confiabilidad, precisión y recursos. en la transmisión de paquetes a través de una ruta conmutada por etiquetas (LSP) en una red multiprotocolo (MPLS). Los parámetros definidos son relevantes para el análisis de extremo a extremo, así como para LSP punto a punto y en algún dominio MPLS que facilite o contribuya a la provisión de servicios de reenvío de paquetes.
- **Finalidad de calidad e indisponibilidad**

En la ruta de referencia hipotética (hrp), todas las partes involucradas deben esforzarse por cumplir los objetivos de calidad y disponibilidad simultáneamente. Estos objetivos consideran el impacto del desvanecimiento, la interferencia y otras fuentes en el rendimiento general del sistema. La compensación por bloques se aplica a segmentos de trayecto corto y alcance limitado, mientras que en segmentos de mayor distancia se emplea una combinación de asignación de bloques y compensación basada en el índice de longitud. El desvanecimiento ocasionado por la lluvia, junto con la difracción y la refracción (denominado desvanecimiento tipo K), provoca indisponibilidad, mientras que el desvanecimiento por trayectos múltiples (incluyendo desvanecimiento planar y desvanecimiento selectivo en frecuencia) resulta en esr, sesr y bber. La disponibilidad de frecuencia es el primer aspecto a considerar para determinar sus dimensiones. Para frecuencias superiores a 15 GHz, la calidad se convierte en el factor determinante, mientras que para frecuencias inferiores a 10 GHz (8 GHz en ciertos países), el tamaño es el aspecto más relevante. No obstante, existe un rango de frecuencia entre 10 y 15 GHz, donde la calidad y la disponibilidad pueden ser comparables, lo que exige una cuidadosa evaluación de todos los mecanismos implicados.

La indisponibilidad debida a fallas de hardware no se ve presumida por la distancia de la ruta; Sin embargo, la falta de disponibilidad debida a la emisión de ondas de radio, como la lluvia, la refracción y la atenuación de la difracción se ve afectada significativamente por la longitud. Las Recomendaciones UIT-T G.801, G.821 y G.826 definen parámetros para evaluar la característica de error y la disponibilidad. Los objetivos de alineación digital se clasifican en tres niveles: alto, medio y local. Las calificaciones intermedias se dividen en cuatro categorías específicas, cada una con su propio conjunto de estándares y expectativas.

Las funciones más utilizadas en las redes inalámbricas son::

- Clase 3 de nivel medio para la red de acceso
- Elevado nivel de la red troncal.

La UIT-R establece recomendaciones sobre los propósitos de accesibilidad y eficiencia para una red inalámbrica fija, tal como se detalla en las recomendaciones f1703 y f1668, que han sustituido a f1493 y f1669, respectivamente. Según la Recomendación UIT-R F1668-1 (2007), “El propósito de tasa de falta para enlaces digitales inalámbricos fijos utilizados en conexiones de referencia supuestas y

trayectos de referencia supuestos es de 27.500 km”. Por otra parte, la sugerencia UIT-R F1703 (2005) especifica “propósito de recurso para enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en enlaces de referencia ficticios y trayectos de referencia ficticios definidos a 27.500 km”.

Los propósitos de recurso deben dividirse en componentes más pequeños para tener en cuenta eventos de indisponibilidad debido a problemas de transmisión, fallas de equipos, intervención humana y otras causas. La asignación de objetivos por diversos motivos de imposibilidad va más allá de las sugerencias de la UIT y la determinan los diseñadores específicos.

- **Criterios de diseño**

Se presentan algunos factores importantes a tener en cuenta al crear enlaces.

- **Consideraciones de antena**

El factor principal que los planificadores de radio consideran al diseñar enlaces es la antena. Los factores clave que determinan el éxito del diseño son las características generales, como ganancia, rechazo de interferencias, diámetro y peso.

La función de la antena es convertir la energía eléctrica generada por el transmisor del sistema de radio en una señal electromagnética dirigida hacia un lugar específico. Las antenas exhiben un comportamiento similar al transmitir y recibir señales, lo que se denomina reciprocidad. El hecho es que cualquier corriente eléctrica crea un campo magnético; Si esta corriente cambia con el tiempo, también el campo magnético cambiará, provocando que cambie el campo eléctrico. Estos dos campos interactúan entre sí, y si el cable tiene la longitud adecuada, en lugar de disipar energía sólo en forma de calor, el cable "irradiará".

Al emplear un conductor cuya distancia es igual al medio de la longitud de onda de la señal, la corriente tiene la capacidad de desplazarse a lo largo del conductor desde un extremo hasta el otro durante un ciclo de radiofrecuencia, lo que posibilita alcanzar la oscilación máxima para dicha frecuencia, fenómeno que se denomina resonancia. En el contexto de las microondas, las longitudes de onda son respectivamente cortas, mientras que en las frecuencias de alta frecuencia (HF), puede ser necesario utilizar antenas de las dimensiones de un campo de fútbol. La antena más básica es el dipolo,

que consiste en un único elemento conductor que mide la mitad de una longitud de onda y radia energía en todas las direcciones, siendo clasificada como antena omnidireccional. Esta antena se asemeja a la antena isotrópica, un concepto teórico que describe una antena que irradia energía de manera uniforme en todas las direcciones, generando un patrón de radiación esférico. En resumen, a continuación, se presentan las características más significativas del tema.

Ganancia. - Una antena se clasifica como un dispositivo pasivo, lo que implica que no tiene la capacidad de amplificar la señal; sin embargo, puede modificar la señal siendo más intensa en una orientación específica en comparación con otras.

lóbulos laterales. - La mayor parte de la radiación se concentra en la orientación de difusión. No es posible enfocar el total de la energía en un solo punto, ya que parte de esta se dispersa hacia los lados y la parte posterior de la antena. El lóbulo central se encuentra en el centro y frente a la antena.

Relación de adelante hacia atrás (F/B). - Esta relación mide la ganancia en la orientación requerida en comparación con la ganancia en la dirección contraria, es decir, posterior de la antena. Se da en unidades de intensidad sonora. En los sistemas de microondas troncales, es fundamental contar con una relación F/B favorable para optimizar la reutilización de frecuencias. Relaciones superiores a 70 dB pueden requerir niveles de sonido más elevados.

Ancho del haz. - El espesor del haz se refiere a la estrechez del lóbulo del haz principal. El espesor del haz de potencia media se refiere al tamaño del lóbulo principal cuando la densidad de potencia se reduce a la mitad.

Polarización. - Es la señal está determinada por su alimentador. Para que las señales de radio sean transmitidas y recibidas de manera efectiva, deben estar alineadas en la misma orientación. Cuando se recibe una señal con polarización opuesta, una porción considerable de la señal se verá aminorada debido a la segregación por polarización cruzada (xpd). Para mejorar la eficiencia del sistema, se utilizan comúnmente antenas de polarización dual. Esto se logra mediante alimentadores que cuentan con doble polarización, lo cual es factible únicamente con antenas parabólicas sólidas.

Patrón de radiación. - Es una antena presenta una forma de tres dimensiones. Es fundamental conocer la trayectoria y el alcance del movimiento del lóbulo. Esto se determina al trazar la trayectoria de la señal en un círculo completo, tanto en el plano horizontal y vertical.

VSWR. - La impedancia de la antena a la alimentación del sistema es compleja y requiere adaptación. Idealmente, toda la energía transferida desde la unidad generadora debería transferirse exitosamente al cargador. Pero, en realidad hay una falta de coincidencia de impedancia en la salida de la unidad generadora, por lo que la energía se reflejará y retornará a la unidad generadora a través del cable. La diferencia de voltaje entre el voltaje máximo y el voltaje promedio se mide como el vínculo de onda estacionaria de voltaje o SWR (vswr). Esta configuración permite reconocer problemas diferenciales, así como interrupciones en el cordón coaxial o guía de ondas. Se expresa como: $vswr = (v_i + v_r) / (v_i - v_r)$, siendo v_i es el voltaje incidente y v_r es el voltaje reflejado, si $v_r = 0$ entonces swr será 1 que es el valor ideal, vswr siempre es ≥ 1

Plan de frecuencias

Tras realizar un análisis exhaustivo de los perfiles de los enlaces y haber instalado con precisión los reproductores de radio, se puede desarrollar un proyecto integral para cada conexión de radio. La entidad ordenadora, en este caso el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), tiene la facultad de establecer las bandas de frecuencia adecuadas para los enlaces y sus aplicaciones. Las bandas de frecuencia asignadas a cada enlace suelen depender del tipo de servicio proporcionado y el número de ancho de banda solicitada por el sistema. Dado que el espectro es limitado, el MTC debe llevar a cabo una distribución cuidadosa. Por lo general, se evita asignar frecuencias bajas a enlaces de corto alcance para maximizar el uso de sus características de propagación de radio. La Tabla 3 presenta una política típica relacionada con la longitud de enlace.

Tabla 3. Guía de longitud de enlace

Banda de Frecuencia	Máxima distancia requerida
7 GHz	>30Km
13/15/18 GHz	15Km a 30Km
23/26 GHz	5Km a 15Km
38 GHz	hasta 5Km

El espectro de radiofrecuencia (RF) es parte del espectro electromagnético utilizado en una variedad de aplicaciones. Una vez asignados, no pueden reutilizarse para otros fines, lo que requiere una planificación y coordinación minuciosas para garantizar una utilización eficaz. De manera global, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es responsable de estos aspectos, especialmente en lo que respecta a la UITR, la agencia de radiocomunicaciones de la UIT. Cada país cuenta con una agencia fiscalizador que establece lineamientos y políticas para el uso del espectro de radiofrecuencia, y es responsable de desarrollar y revisar los planes de asignación de frecuencias, definiendo así claramente los sectores de espectro asignados a cada uso específico.

Es probable que la UIT recomiende la utilización del espectro de radiofrecuencia, pero no identifica aplicaciones específicas en cada país, lo que podría conducir a una posible falta de coordinación con los planes nacionales. Por este motivo, es necesaria la coherencia entre los países vecinos. La gestión del espectro es esencial para evitar conflictos e interferencias entre diferentes sistemas de comunicaciones.

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UN ENLACE RADIO FRECUENCIA

Fase 1: Requisitos de la red de enlaces de radio

- 1) La red de radioenlaces deberá respetar las bandas de frecuencia permitidas..
- 2) Los equipos utilizados en el sistema de radioenlace deben estar aprobados por el Comité de Transporte Motorizado (MTC) y cumplir con las regulaciones establecidas.
- 3) El Decreto Supremo N° 038-2003-MTC establece los máximos niveles de radiación no ionizante (NIR) permitidos en el campo Las comunicaciones tienen como objetivo resguardar la salud de las personas. este Este decreto representa el 50% del RNI máximo permitido (Gobierno, 2003).2003).
El cumplimiento del sistema con las directrices del UIT-R garantiza que esto se pueda lograr, completando las funciones dadas con el valor más bajo de $d \leq 90\%$.
- 3) El servicio de Internet debe proporcionar una capacidad y ancho de banda de 50 MHz.
- 4) La infraestructura de Internet está diseñada para ser escalable, lo que facilita su crecimiento y expansión. Además, presenta una variabilidad de $\pm 10\%$, lo que indica que puede adaptarse a las fluctuaciones en el uso..

Fase 2: Diseño lógico

En este paso se utilizará el simulador de radioenlace para determinar las coordenadas más adecuadas y efectivas para los dispositivos de radio a instalar en la antena del sistema de radioenlace.

1) Ubicación Geográfica de la Base (BTS)

Las instalaciones de microondas se encuentran ubicadas en el municipio de Aquijes, distrito y distrito de Ica. A partir de estas coordenadas se realizará la planificación de rutas radioeléctricas hasta el pueblo de Parinya Chico. El cuadro 20 muestra las coordenadas exactas.

Tabla 4

Las coordenadas geográficas de la Base (BTS) son el punto de partida para el diseño de la red de radioenlaces.

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	M.S.N.M
BASE (BTS)	14°05' 48''	75°41'26''	418 m

Se muestra el punto con coordenadas en la Tabla 20, junto con la ubicación de la torre de transmisión que se muestra en la Figura 19. Desde este lugar se establecieron varias comunicaciones por radio en zonas urbanas y rurales del entorno del pueblo de Parinya Chico.



Fig. 19. Plano de ubicación del distrito de los Aquijes

Se presenta a continuación la Institución Educativa N° 22316- (Pariña Chico), en donde su alrededor se establecera a cabo la instalación de un servicio de Internet a través de un enlace de radio.



Fig. 20 Institución Educativa N° 22316- Pariña Chico

Tabla 5

Coordenada de ubicación I.E. N° 22316

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	M.S.N.M
Centro Educativo N° 22316	14°05' 48"	75°41'26"	416 m

Fuente: Elaboración propia

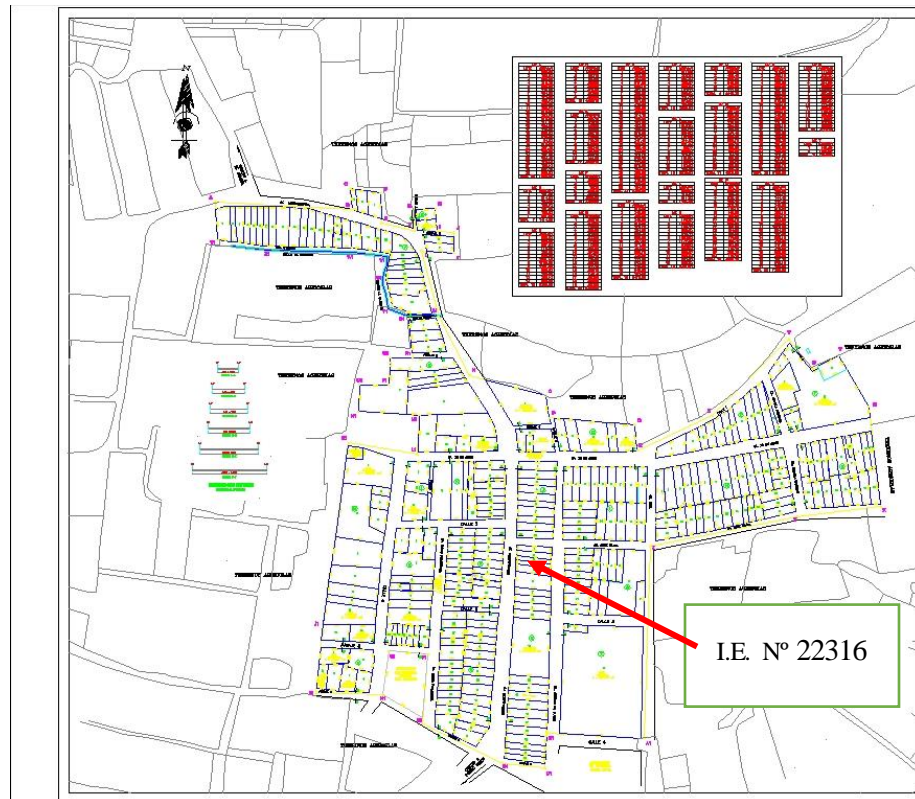


Fig. 21 Plano de ubicación donde se instalará la antena

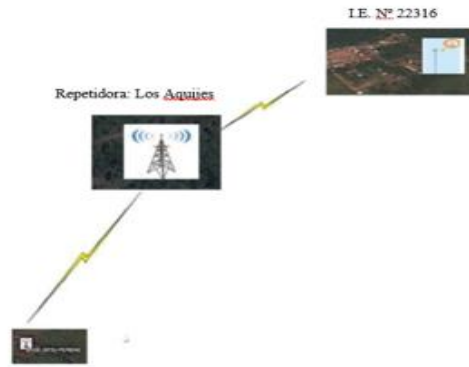
Nota: Elaboración Propia

Fase 3: Diseño físico

En esta fase se realiza la planificación física de la infraestructura del enlace radioeléctrico, selección de dispositivos, modificaciones necesarias, operatividad y comprobación del sistema radioeléctrico.

Estructura de red

La Figura 15 muestra el diseño de topología de red utilizado en el sistema de radioenlace desplegado con el fin de brindar servicios de Internet a los pobladores, estableciendo dos enlaces punto a punto entre la instalación de radio (BTS) y el I.E. N° 22316.



Fuente: Plataforma Air Link
 Elaboración: Propia

Fig. 22 Diseño de la topología

Fuente: Plataforma Air Link

Elaboración: Propia

1) Elementos Topográficos Básicos (BTS) del Centro educativo Primario n° 22316 (Pariña Chico)

Esto se ilustra en el grafico 16, que muestra claramente la línea de visión entre las coordenadas de la base y el campo antes mencionado. Para establecer esta conexión es necesario instalar una torre de más de 15 metros de altura, cumpliendo así con la normativa del MTC. Según las características del terreno, una línea de visión directa entre los puntos A y B del enlace no es suficiente porque la señal de radiocomunicación tiene forma elíptica. Por tanto, es fundamental que el trayecto del enlace radioeléctrico esté completamente despejado, sin interferencias superiores al 40% en la zona de Fresnel.

I. PLANO DE UBICACIÓN

El distrito de LOS AQUIJES, se encuentra al Sur-Este del ICA.

COLINDANCIAS

Norte	Distritos de Parcona, La Tinguifa y Yauca
Sur	Distritos de Guadalupe y Yauca
Este	Distrito de Yauca
Oeste	Distritos de Tate e Ica

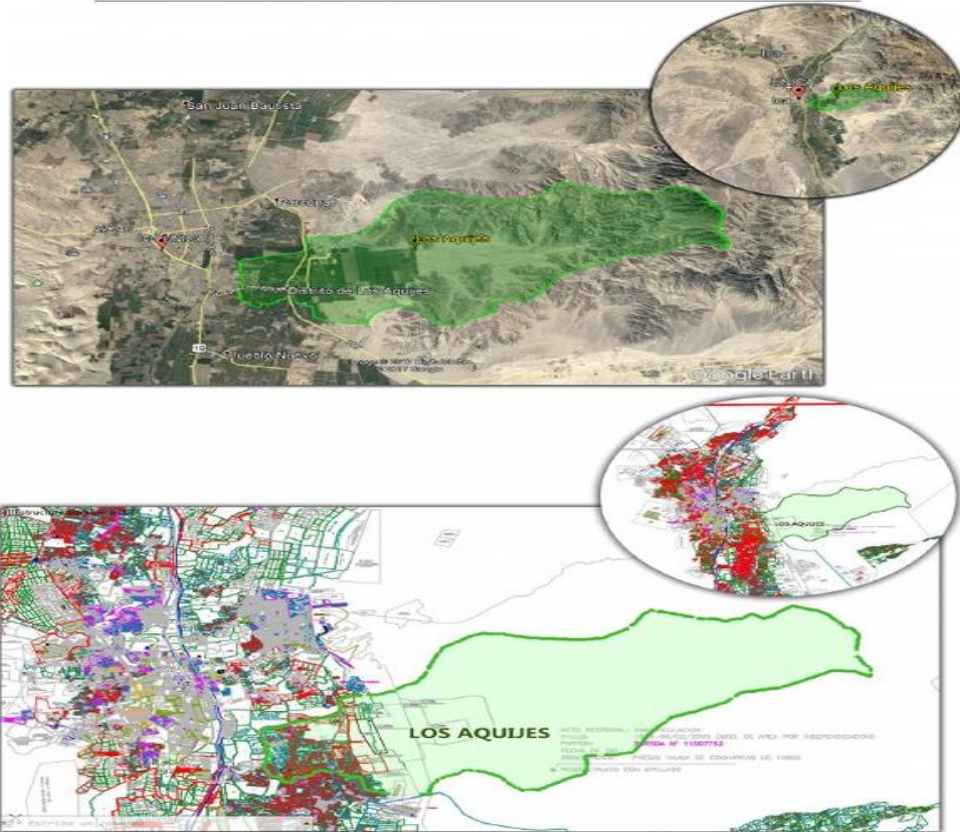
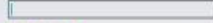
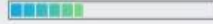




Fig. 23 Vista en planta del perfil topográfico.

Tabla 6

Diseño de la instalación de dispositivos para el usuario.

<p>Modelo de Dispositivo: Rocket M5 Nombre de dispositivo: AP_ZEGARRA_AEMTEC Modo de máscara de red: Puente Modo inalámbrico: Punto de acceso SSID: AP_ZEGARRA_AEMTEC Seguridad: WPA2-AES Versión: v6.1.7 (XW) Tiempo activo: 79 días 11:51:54 Fecha: 2018-08-10 17:45:48 Canal/Frecuencia: 156 / 5780 MHz Ancho de canal: 20 MHz Banda de frecuencia: 5770 - 5790 MHz Distancia: 0.7 millas (1.1 km) Cadenas de TX/RX: 2X2 Potencia de TX: 16 dBm Antena: AM-5G17-90 - 17 dBi WLAN0 MAC: 44:D9:E7:0C:30:4B LAN0 MAC: 44:D9:E7:0D:30:4B LAN0: 100Mbps-Completo</p>	<p>CPU:  2 % Memory:  36 % AP MAC: 44:D9:E7:0C:30:4B Conexiones: 4 Umbral mínimo de ruido: -106 dBm Transmitir CCQ: 96 % airMAX: Activado Calidad airMAX:  73 % Capacidad de airMAX:  45 % airSelect: Desactivado UNMS: [?] Desactivado</p>										
<p>Rendimiento Estaciones Interfaces Tabla ARP Tabla puente Rutas Registro</p>											
MAC	Nombre de dispositivo	Señal de TX, dBm Combinado	Señal RX, dBm Combinado	Ruido, dBm	Latencia, ms	Distancia, TX/RX, millas	TX/RX, Mbps	CCQ, %	Conexión Hora	Última	
46:BE:67	CESAR FRENTE A LA TORRE	-53	-55	-107	5	0.1	130 / 130	98	1 día 22:12:55	192.168.1.1	
96:ED:CE	Jhonnell Hernández Rejas	-75	-77	-107	28	0.7	6.5 / 19.5	90	15:43:15	192.168.1.2	
F2:D0:A9	MARITSA MORON LOZANO. HIJA DE MARTHA	-67	-64	-107	5	0.4	72.222 / 58.5	99	9 días 18:49:34	192.168.1.3	
A6:67:C5	PROFESOR PARIÑA	-42	-49	-107	7	0.5	72.222 / 72.222	99	5 días 15:53:02	192.168.1.4	

Inicio sesión | No seguro | <https://192.168.60.6/#dashboard> | UNMS

airOS 8 LITEAP AC | WA.V2.6.1

LOCAL

LiteAP AC
LiteAP AC

F0:9FC2EC7E3A
TX POWER 14 dBm

SSID MTCICA

22.50 km

Airtime

REMOTE X4

EVELYN
NanoStation loco M5

80:2A:A8:7A:44:E4
TX POWER 13 dBm

0.00 RENDIMIENTO CAPACITY

17.94 Mbps


0.01 RENDIMIENTO CAPACITY

65.52 Mbps

Map **Link** Fresnel


LOCAL DEVICE

RF ENVIRONMENT ?



5680 MHz
20 MHz 5670 - 5690


SEÑAL **-52** (-65 / -52) Δ13 dBm RUIDO BASE -90 dBm



LOCAL RX DATA RATE **2X** (QPSK SISO) EXPECTED RATE 6X


REMOTE DEVICE

RF ENVIRONMENT ?



5680 MHz
20 MHz 5670 - 5690

SEÑAL **-40** (-40 / -57) Δ17 dBm RUIDO BASE -103 dBm



REMOTE RX DATA RATE **4X** (16QAM MIMO) EXPECTED RATE -

Windows | Buscar | USD... | 13:30 13/05/2024

Inicio sesión | No seguro | https://192.168.60.6/#dashboard

airOS 8 LITEAP AC | WA.V2.6.1 UNMS

LOCAL

LiteAP AC
LiteAP AC

F0:9FC2:EC7E:3A
TX POWER 14 dBm

SSID MTCICA

22.50 km

Airtime

REMOTE X4

EVELYN
NanoStation loco M5

80:2A:A8:7A:44:E4
TX POWER 13 dBm

0.00 RENDIMIENTO CAPACITY

17.94 Mbps

0.01 RENDIMIENTO CAPACITY

44.46 Mbps

Map **Link** Fresnel

STATION LIST COLUMNS Search

MAC DE LA ESTACION	DEVICE MODEL	NOMBRE DEL DISPOSITIVO	SEÑAL	REMOTE SIGNAL	DOWNLINK CAPACITY	UPLINK CAPACITY	AIRTIME TX	AIRTIME RX	TIEMPO DE CONEXIÓN	ULTIMA IP	SPEED TEST	THROUGHPUT RX
80:2A:A8:AA:24:83	LiteBeam M5	CARLOS TENORIO	-49 dBm	-50 dBm	60.5 Mbps	66.4 Mbps	0.1%	0.2%	10 días 03:41:18	192.168.60.70	Run	6.61 kbps
80:2A:A8:7A:44:E4	NanoStation loco M5	EVELYN	-51 dBm	-41 dBm	44.5 Mbps	17.9 Mbps	0.1%	0.4%	5 días 18:43:28	192.168.60.39	Run	6.61 kbps
04:18:D6:92:F1:FC	NanoBeam M5 16	OMAR	-44 dBm	-53 dBm	120 Mbps	96.7 Mbps	0.1%	0.1%	22:42:41	192.168.60.76	Run	8.13 kbps
18:E8:29:38:B0:67	LiteBeam M5	ROIBER NAVARRE TE - PARI	-57 dBm	-61 dBm	55.3 Mbps	66.4 Mbps	0.1%	0.1%	24 días 16:22:18	192.168.60.73	Run	8.13 kbps

Showing 1 to 4 of 4 entries

13:32
13/05/2024

No seguro | <https://192.168.60.7/index.cgi>

NanoStation loco M5

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM UNMS Tools: Logout

Status

Device Model: NanoStation loco M5 CPU: 8 %
 Device Name: AP BRIYIT Memory: 34 %
 Network Mode: Bridge AP MAC: 04:18:D6:94:DA:F2
 Wireless Mode: Access Point Connections: 5
 SSID: SUR BRIYIT Noise Floor: -102 dBm
 Security: WPA2-AES Transmit CCQ: 99.3 %
 Version: v6.1.7 (XW) airMAX: Enabled
 Uptime: 79 days 12:02:20 airMAX Quality: 83 %
 Date: 2018-08-11 06:56:14 airMAX Capacity: 44 %
 Channel/Frequency: 150 / 5750 MHz airSelect: Disabled
 Channel Width: 20 MHz UNMS: [?] Disabled
 Frequency Band: 5740 - 5760 MHz
 Distance: 0.7 miles (1.1 km)
 TX/RX Chains: 2X2
 TX Power: 22 dBm
 Antenna: Built in - 13 dBi
 WLAN MAC: 04:18:D6:94:DA:F2
 LAN MAC: 04:18:D6:95:DA:F2
 LAN: 100Mbps-Full

Monitor

[Throughput](#) | [Stations](#) | [Interfaces](#) | [ARP Table](#) | [Bridge Table](#) | [Routes](#) | [Log](#)

Refresh

Station MAC	Device Name	TX Signal, dBm Combined	RX Signal, dBm Combined	Noise, dBm	Latency, ms	Distance, miles	TX/RX, Mbps	CCQ, %	Connection Time	Last IP	Action
FC:EC:DA:28:1A:29	BRIYIT	-62	-59	-102	1	0.4	58.5 / 58.5	99	00:01:38	192.168.220.216	kick
04:18:D6:A6:44:13	Kely mantari	-41	-49	-102	1	0.2	39 / 144.444	100	00:00:51	192.168.60.188	kick
B4:FB:E4:60:C6:67	NURIA MANTARI HERMANA DE KELLY	-31	-38	-102	1	0.3	58.5 / 72.222	100	00:01:38	192.168.220.162	kick
80:2A:A8:66:5E:B5	Santos primo	-28	-29	-102	1	0.5	58.5 / 72.222	99	00:01:38	192.168.110.108	kick
04:18:D6:EE:DE:48	SILVIA BRAVO LEGUA	-68	-65	-102	1	0.7	58.5 / 52	98	00:00:21	192.168.60.186	kick

26°C

WISP AP Quick Set

Wireless

Wireless Protocol: 802.11 nstreme nv2

Network Name: OMNITIK_5

Frequency: 5260 MHz

Band: 5GHz-only-N

Channel Width: 20MHz

Country: no_country_set

MAC Address: C4:AD:34:EC:64:3D

Use Access List (ACL)

TDMA Period Size: 2 ms

Max Distance: 30 km

Security

Preshared Key: 1996AEMTECR

Wireless Clients

MAC Address	In ACL	Last IP	Uptime	Signal Strength
48:8F:5A:C1:CA:20	no	192.168.60.87	67d 05:4...	-56
48:8F:5A:C3:81:1B	no	192.168.60.86	79d 12:0...	-61
48:8F:5A:C3:89:F8	no	192.168.60.180	77d 02:3...	-70
48:8F:5A:C3:8C:BE	no	192.168.60.82	1d 19:47...	-70
48:8F:5A:C3:8D:75	no	192.168.60.84	2d 20:16...	-60
64:D1:54:AD:89:1F	no	192.168.60.145	21d 21:2...	-58

Configuration

Mode: Router Bridge

MAC Address: C4:AD:34:EC:64:3C

Bridge

Address Acquisition: Static Automatic

IP Address: 192.168.60.15

Netmask: 255.255.255.0 (/24)

Gateway: 192.168.60.1

DNS Servers: 8.8.8.8
8.8.4.4

VPN

VPN Access

VPN Address: b7da0bcb7e6b.sn.mynetname.net

System

Router Identity: AEMTEC_PARIÑA NETMETAL

Check For Updates Reset Configuration

Password...

OK
Cancel
Apply

Signal Strength: [Progress Bar]

26°C ESP 12/

Estado

Modelo de Dispositivo: NanoBeam M5 16
 Nombre de dispositivo: AP_ACHIRANA
 Modo de máscara de red: Puente
 Modo inalámbrico: Punto de acceso
 SSID: AP_ACHIRANA
 Seguridad: WPA2-AES
 Versión: v6.0.4 (XW)
 Tiempo activo: 01:16:35
 Fecha: 2017-05-05 16:26:29
 Canal/Frecuencia: 70 / 5350 MHz
 Ancho de canal: 20 MHz
 Banda de frecuencia: 5340 - 5360 MHz
 Distancia: 0.7 millas (1.1 km)
 Cadenas de TX/RX: 2X2
 Potencia de TX: 26 dBm
 Antena: Built in - 16 dBi
 WLAN0 MAC: 04:18:D6:EE:D1:91
 LAN0 MAC: 04:18:D6:EF:D1:91
 LAN0: 100Mbps-Completo

CPU: 4 %
 Memory: 35 %
 AP MAC: 04:18:D6:EE:D1:91
 Conexiones: 4
 Umbral mínimo de ruido: -101 dBm
 Transmitir CCQ: 99 %
 airMAX: Activado
 Calidad airMAX: 92 %
 Capacidad de airMAX: 59 %
 airSelect: Desactivado

Monitor

[Rendimiento](#) | [Estaciones](#) | [Interfaces](#) | [Tabla ARP](#) | [Tabla puente](#) | [Rutas](#) | [Registro](#)

Estación MAC	Nombre de dispositivo	Señal de TX, dBm Combinado	Señal RX, dBm Combinado	Ruido, dBm	Latencia, ms	Distancia, TX/RX, millas Mbps	CCQ, %	Conexión Hora	Última IP	Acción
88:D7:9A:B2:A8:C9	ENLACE CERRAJERO	-48	-49	-101	1	0.3 144.444 / 144.444	99	01:12:53	192.168.60.10	ejecutar
4:A4:3C:00:A5:C2	Jean Carlos pardo	-60	-67	-101	1	0.1 130 / 52	99	01:14:25	192.168.60.58	ejecutar
4:AC:B9:7A:1F:FD	Juan injante	-40	-44	-101	2	0.3 72.222 / 72.222	99	01:14:50	192.168.60.204	ejecutar
C:EC:DA:06:E0:A0	SILVIA JUNCHAYA	-57	-61	-101	1	0.7 72.222 / 72.222	99	01:12:53	192.168.60.236	ejecutar

© Copyright 2006-2017 Ubiquiti Networks

IV.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Navarro [1] El estudio propuso la creación de una sección especializada en la medición y diseño de instrumentos con la finalidad de instaurar un sistema de control de calidad sistemático que incluya un sistema integrado de gestión de servicios, donde se evalúe la posición de calidad. Se sugiere monitorear las rutas del área de servicio, el centro de llamadas e indicadores de calidad de los servicios facilitados para favorecer la toma de decisiones.

Collantes [2] señala que la elección correcta de los dispositivos de transmisión y otros elementos esenciales para establecer la conexión nos permite sugerir un radioenlace digital mediante la incorporación de nuevos dispositivos en situaciones de emergencia. Es relevante mencionar que, en su conclusión, realizó una comparación del rendimiento de diversos equipos adquiridos para facilitar la toma de decisiones óptimas. En nuestro contexto, el objetivo que proponemos es distinto.

Sevillano [3], la necesidad de implementar el sistema, el 79.17% de los encuestados afirmó que sí era necesario hacerlo para mejorar el servicio de Internet, respaldando y sustentando el estudio.

Ore [4] muestra cómo instalar un sistema de monitorización mediante SNMP (Protocolo Simple de Gestión de Red), que permitirá una monitorización eficaz, una respuesta rápida ante incidencias y sobre todo la predicción y prevención de situaciones críticas, con el objetivo de avalar la continuidad operativa de TI. recursos sin afectar los procesos de negocio.

Al analizar los productos del ensayo de hipótesis, se puede concluir que tanto la hipótesis general como las específicas han sido aceptadas, dado que la aplicación del diseño reveló una mejora significativa en el acceso a Internet. Se establece que existe evidencia suficiente para proceder con el diseño e instalación del sistema de conexión de radio Air Linke, el cual optimizará las comunicaciones en situaciones de emergencia en el COER Ancash, con una significación del 5%. Asimismo, se aceptan las Hipótesis Específicas.

Es pertinente mejorar la gestión actual de las comunicaciones.

La propuesta del sistema de radioenlace Air Linke tiene un impacto positivo en las comunicaciones.

Se observaron cambios después de las pruebas de campo utilizando el enlace de radio Air Linke que afectaron las comunicaciones.

V.- CONCLUSIONES

Se mejora la conectividad de los servicios de Internet a los clientes mediante el diseño e implantación de un sistema de enlace inalámbrico en el centro Poblado.

La evaluación de viabilidad de implementar un sistema de monitoreo de enlaces inalámbricos que facilite un mejor acceso a Internet a los clientes del Centro Poblado.

La combinación de recursos de hardware y elementos de red en el sistema de monitoreo de radio enlace contribuye a mejorar el acceso a Internet de los clientes del Centro Poblado.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más pruebas de la aplicación Air Linke utilizando un enlace inalámbrico, con el objetivo de evaluar la eficacia de la solución propuesta y contribuir a la promoción de opciones alternativas de conectividad.

Se propone ajustar los requisitos para los operadores, de manera que se exija la obtención de una licencia de operador de radio (los radioaficionados tienen la posibilidad de utilizar las bandas del espectro asignadas por el MTC).

Es necesario realizar pruebas de campo en diferentes lugares de la región para crear una red más amplia que facilite la interacción con otras organizaciones de respuesta inmediata que también cuentan con equipo y operador de radio.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] E. Navarro. Propuesta de despliegue del sistema de control y seguimiento de la calidad de los servicios de SENASA y STO. La tesis de la DGO. La Universidad APEC. Santo Domingo. República de la República Dominicana. 2017.
- [2] E. Collantes. Diseño y configuración de un radioenlaces digitales para servicios de emergencia. Tesis. Universitat Politècnica de València. 23016
- [3]. M. Sevillano. Implementación de un sistema de monitoreo radioeléctrico de enlaces de internet para la Empresa HS Investments. Universidad Católica del Per. Cal; 2019.
- [4] C. Ore. Implementación de un sistema de monitoreo basado en protocolos para garantizar la continuidad del servicio en un centro de datos. SNMP. Tesis. Universidad Tecnológica del Perú. 2019.
- [5] E. Herrera. Introducción a las telecomunicaciones modernas. Limusa, ISBN: 9789681855062. México, 2018. Disponible
- [6] Iván Salvetti, D. (2011). Redes Wireless. Buenos Aires: Users.
- [7] JL Martínez. ¿Cómo se define un enlace de radio? Disponible:
<https://jlmartinez-es.medium.com/qu%C3%A9-es-un-radioenlace-159ab9a66775>
- [8] Naranjo Manzano, S. Despliegue de la red Radiolink para brindar servicios de conectividad a Internet a instituciones educativas urbanas de la ciudad de Buga [Práctica Profesional, Universidad del Cauca]]. Archivos institucionales.2019
- [9] W. Tomasi. Sistema de Comunicaciones Electrónicas. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 2003
- [10] S. Buettrich & A. Escudero, Infraestructura básica de redes Inalambricas. TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007
- [11] CISCO. (2006). Cables Ethernet 100BaseTX y 10BaseT: pautas y especificaciones. Obtenido de
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/routers/10000-seriesrouters/46792-ethbase.html>
- [12] J. Arias. Metodología de la Investigación - Guía para el Proyecto de Tesis Perú.:Universidad Cesar vallejos. 2023.
- [13] A. Gonzales y C. Gallardo. “Diseño y metodología de la investigación”. Perú. Consejo Nacional de Ciencia Tecnología Innovación Tecnológica. 2021.
- [14] R.R. Ríos, “Metodología para la Investigación y la Redacción”, Primera Edición, Intercontinental Academic Services S.L, Universidad Teatinos Campus Boulevard Louis Pasteur, Málaga, España, 2019.