

Fundación Universitaria
SAN MATEO

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES



Fundación Universitaria
SAN MATEO

Ingeniería en Telecomunicaciones

**RED DE CONEXIÓN INALÁMBRICA ENTRE EL BLOQUE A Y EL BLOQUE C DE LA FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA SAN MATEO**

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DE OPCIÓN DE GRADO

**Jhon Sebastián Diaz Urrego
Harrison Harley Gaitán Rodríguez**

**DIRECTOR
Gustavo Adolfo Higuera Castro**

BOGOTÁ

2022

NOTA DE SALVEDAD DE RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL

“La Fundación Universitaria San Mateo NO se hace responsable de los conceptos emitidos en el presente documento, el departamento de investigaciones velará por el rigor metodológico de la investigación”.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVOS	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
RADIOENLACE	19
Ventajas de los radioenlaces	19
UBIQUITI POWER BEAM M5.....	20
Características	20
CONTENIDO DEL PAQUETE	21
REQUISITOS DE INSTALACIÓN	24
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HARDWARE.....	24
EJEMPLOS DE APLICACIÓN.....	25
ALCANCE DEL RADIOENLACE	26
OPCIONES DE FRECUENCIA	27
INFORMACIÓN DE SEGURIDAD ELÉCTRICA.....	29
CONFIGURACIÓN.....	29

Conexión de la alimentación	29
Acceder a Airos.....	30
Configuración de network Airok.....	30
SEGURIDAD EN RADIOENLACE	32
SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	33
Seguridad física	33
Seguridad de la información.....	34
ENCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	34
COSTOS Y PRESUPUESTO	36
CAPÍTULO III: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	39
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
ANTECEDENTES INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	39
ANTECEDENTES INVESTIGACIÓN NACIONAL	40
CAPITULO IV: BASES LEGALES DE LA INVESTIGACIÓN	42
LICENCIAS Y PERMISOS	42
CAPÍTULO V: DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
RADIOENLACE	44
SIMULACIÓN RADIOENLACE	46
Airlink de ubiquiti	46
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
POBLACIÓN.....	49

CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	50
RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 1	50
RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 2.....	50
RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO NO. 3.....	51
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA N° 1: REFLECTOR . TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	21
FIGURA N° 2: BOCINA DE ALIMENTACIÓN. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	22
FIGURA N° 3: CARCASA TRASERA. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	22
FIGURA N° 4: SOPORTE DE MONTAJE. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	22
FIGURA N° 5: ABRAZADERA DE PIE. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	22
FIGURA N° 6: PERNO EN U. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	23
FIGURA N° 7: TUERCAS DE BRIDA. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	23
FIGURA N° 8: GIGABIT PoE. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	23
FIGURA N° 9: CABLE ALIMENTACIÓN. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	23
FIGURA N° 10: DESCRIPCIÓN HARDWARE. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	24
FIGURA N° 11: UMBRAL PREDETERMINADO. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	25
FIGURA N° 12: MONTAJE CON REFLECTOR. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	26
FIGURA N° 13: MONTAJE SIN REFLECTOR. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	26
FIGURA N° 14: PRODUCCION DE ALIMENTACIÓN. TOMADO DE: HTTPS://DL.UBNT.COM/	29
FIGURA N° 15: INTERFAZ GRAFICA. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	30
FIGURA N° 16: MAIN. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	31
FIGURA N° 17: ESTADO DEL ENLACE. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	31
FIGURA N° 18: TOPOLOGIA. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES.....	34
FIGURA N° 19: INSTALACION DE GPG 4 WIN. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	35
FIGURA N° 20: CREACIÓN DE LLAVE PRIVADA. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES.....	35
FIGURA N° 21: ENCRIPCIÓN DE ARCHIVO. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	35

FIGURA N° 22: ARCHIVO DECIFRADO. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	36
FIGURA N° 23: RESET DEL RADIOENLACE. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	44
FIGURA N° 24: INSTALACIÓN DEL RADIOENLACE. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES ...	44
FIGURA N° 25: POTENCIA DEL RADIOENLACE. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	45
FIGURA N° 26: RADIOENLACE N°1. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	45
FIGURA N° 27: RADIOENLACE N°2. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES.....	45
FIGURA N° 28: ESTACIÓN TX. TOMADO DE: WWW.WNI.MX	47
FIGURA N° 29: CLIENTE RX. TOMADO DE: WWW.WNI.MX.....	47
FIGURA N° 30: PARAMETROS DEL RADIOENLACE. TOMADO DE: WWW.WNI.MX	47
FIGURA N° 31: COORDENADAS DEL RADIOENLACE. TOMADO DE: WWW.WNI.MX_.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: COMPARACIÓN WEP-WPA. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES.	33
TABLA N° 2: COTIZACIÓN. TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES	37
TABLA N° 3: COSTOS INTERNOS TOMADO DE: ELABORACIÓN PROPIA DE LOS AUTORES.	38

DEDICATORIA

Mamá, eres ese ser que me da la fortaleza, infinitas gracias por tu apoyo incondicional, por enseñarme el ser dedicado y nunca rendirme hasta lograr mis objetivos. Dako de mi alma, eres mi compañía e inspiración, eres ese ser incondicional que siempre me dio elegía con sus ladridos.

La vida es un ir y venir, pero la respuesta la tenía hace 6 años con sus días y noches, toda la vida... Dedicado de manera muy especial y cariñosa a esa persona que confió tanto en mí, que saco lo mejor de mí, que fue mi empujé y que en este momento solo tengo palabras de agradecimiento para ella TL. I think about you all the time.

Jhon Sebastián Diaz Urrego

Primero quiero agradecer a Dios por la oportunidad de estar estudiando y culminar la universidad, dedicarle este proyecto a mi familia, amigos y maestros que siempre me han apoyado. Dedicarlo a mi madre que ha contribuido mucho a este éxito, porque sin ella no estaría aquí. Mamá, muchas gracias por tu dedicación, trabajo duro, paciencia y lo más importante, tu apoyo incondicional. Eres un modelo a seguir para mí.

También me gustaría dedicarlo a mi familia, especialmente a mi abuela, por su apoyo y consejos. Agradezco a mi novia Katherine por el apoyo y aliento para completar este trabajo, dedicarlo a estudiantes de todas las universidades del país quienes eligen las telecomunicaciones como profesión u ocupación.

Harrison Harley Gaitán Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

La universidad es la bienvenida al mundo profesional, las oportunidades que nos brindan son las necesarias para lograr los objetivos personales y sociales. Son los profesores y directivos quienes con su dedicación y comprensión nos guían en este camino de ingenio, a ellos gracias por brindarnos ese conocimiento y así aportar ese grano de arena para seguir creciendo como sociedad.

ABREVIATURAS

ACL: Lista de control de acceso

Bits: Dígito binario

CE: Conformación Europea

dBi: Decibelios

FCC: Comisión Federal de Comunicaciones

GHz: Gigahercio

IP: Dirección del Protocolo de Internet

Kg: Kilogramo

LAN: Red de Área Local

Lb: Libra

MAC: Media Access Control

MB: Megabyte

MHz: Megahercio

MIPS: Millones de Instrucciones Por Segundo.

mm: Milímetro

RAM: Memoria de acceso aleatorio

RF: Radiofrecuencia.

WLAN: Red de Área Local Inalámbrica.

WPA2: Wireless Application Protocol segunda versión

WPA: Wireless Application Protocol

RESUMEN

Con el crecimiento exponencial y continuo de las telecomunicaciones, se tiene la necesidad de obtener una comunicación permanente e infalible; Este proyecto es la propuesta que ofrece una solución para tener comunicación de manera inalámbrica entre dos sedes de la Fundación Universidad San Mateo, puesto que, no cuenta con la infraestructura ni la viabilidad necesaria para ofrecer los servicios adecuados de conectividad a internet entre las dos sedes, ya que, ni para los estudiantes, ni para los docentes que realizan sesiones de clase en ese lugar cuentan con la conectividad necesaria.

Enfocados en la utilización de frecuencias libres en el espectro, esta comunicación se realiza mediante un radio enlace punto a punto, con el equipo Antena Ubiquiti Pbe-m5-400 Powerbeam Airmax 5 GHz 400, teniendo en cuenta sus características de potencia, propagación, modulación, brindando una transmisión de información estable y segura con base a todos los parámetros, especificaciones técnicas y profesionales, sus requisitos y la descripción general de instalación. Se realiza una investigación detallada de la normatividad y licenciamiento vigente en el país regulado por la agencia nacional del espectro.

Palabras claves: Conectividad; radioenlace; información; seguridad; telecomunicaciones.

ABSTRACT

With the exponential and continuous growth of telecommunications there is a need to obtain a permanent and infallible communication, this project is the proposal that offers a solution to have wireless communication between two sites of the San Mateo University Foundation, since it does not have the infrastructure or feasibility necessary to provide the necessary services of internet connectivity between the two sites, since neither for students nor for teachers who conduct class sessions in that place have the necessary connectivity.

Focused on the use of free frequencies in the spectrum, this communication is done through a point-to-point radio link, with the Ubiquiti Pbe-m5-400 Powerbeam Airmax 5 GHz 400 mm Ubiquiti Antenna equipment, taking into account its characteristics of power, propagation, modulation, providing a stable and secure transmission of information based on all parameters, technical and professional specifications, requirements and general description of installation. A detailed investigation of the regulations and licensing in force in the country regulated by the national spectrum agency is carried out.

Key words: Connectivity; radio link; information; security; telecommunications.

INTRODUCCIÓN

El internet ha permitido un avance significativo en los procesos educativos de distintos países alrededor del mundo, por ende, mejores niveles de desarrollos políticos, económicos y sociales. Frente a este panorama surge una tendencia generalizada hacia la conectividad a internet a partir de sistemas de radioenlaces, con la tecnología Wifi con capacidad para transportar banda ancha desde la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio y la integración de dispositivos físicos, para la emisión y recepción de la señal como antenas, computadores, tabletas, smartphones o cualquier dispositivo tecnológico con conexión a wifi.

En este sentido, el proyecto tuvo como objeto estructurar una red por radioenlaces para proveer servicio de conectividad a internet de dos sedes ubicadas a una distancia promedio de 100 mts, con el cual se busca avanzar en el proceso de transformación educativa en armonía con los cambios tecnológicos actuales a beneficio de los estudiantes y la comunidad en general que hace uso de tecnologías inalámbricas para conexión a internet.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Presentación del problema de investigación

En la actualidad, las comunicaciones de redes de datos conectadas mediante medios guiados como la fibra óptica o como el cable de cobre y los medios no guiados como las redes inalámbricas son esenciales para la comunicación a larga o corta distancia, por tal motivo, se hace necesario el analizar, plantear y estructurar la solución de redes. Para ello, se observan las características de los dispositivos inalámbricos, que cumplan con las características de los espacios para los que se requiere el servicio de red, así mismo los tipos de aplicaciones y herramientas de cómputo que se requieren.

Por tanto, se identifica, que la Fundación Universitaria San Mateo en una de sus sedes (sede A) cuenta con conectividad estable a internet mediante un enlace trocal de fibra óptica, pero en la siguiente sede (Sede C) no hay cobertura de red, sumado a esto no se cuenta con viabilidad de ductos subterráneos ni cableado aéreo para proveer el servicio por cable por temas de normatividad técnica. Por lo tanto, surge el interrogante acerca de ¿Qué estrategias de comunicación inalámbricas se pueden diseñar y analizar para favorecer la comunicación de red en la sede C de la Fundación Universitaria San Mateo para garantizar los procesos formativos de la comunidad educativa?

Por lo que se requiere analizar e investigar la normatividad necesaria para una conexión por medios inalámbricos (Radioenlace) en un tipo de red punto a punto, con el equipo Antena Ubiquiti Pbe-m5-400 Powerbeam Airmax 5 GHz 400, con el fin de favorecer la comunicación de la corporación educativa y así fortalecer los procesos pedagógicos de los estudiantes en cada área desde un positivo y útil uso de las tecnologías de la información y comunicación.

Justificación

La necesidad de la comunicación permanente entre dos sedes de la Fundación Universidad San Mateo es evidente, ya que no cuentan con servicios esenciales de las telecomunicaciones para el desarrollo formativo, ni la interacción con las Tics, no obstante, nunca se ha implementado un proyecto de telecomunicación entre estas dos sedes para favorecer a la institución educativa en la conectividad; Por lo tanto se ha llevado a esta propuesta de analizar, diseñar e investigar un radioenlace punto a punto con el equipo Antena Ubiquiti Pbe-m5-400 Powerbeam Airmax 5 GHz 400. El cual permita el desarrollo tecnológico y didáctico de la comunidad educativa.

Para este proyecto se analiza previamente la ubicación del radioenlace inicial, la distancia de conectividad de una sede a la otra, por su parte los enlaces inalámbricos son una alternativa económica, ideal para este proyecto, además los radios trabajan en frecuencias no licenciadas y poco utilizadas, lo que hace que la comunicación extrema a extremo sea confiable y de alta disponibilidad.

El constante usos de la conexión a internet mediante un acceso seguro y estable a todos los recursos de la red de la universidad San Mateo, es uno de los objetivos esenciales para las instituciones educativas en la actualidad, puesto que estimula la formación académica efectiva, la investigación y el constante aprendizaje en cada campo o área de estudio.

Objetivos

Objetivo general

- Analizar un sistema de transmisión y recepción estable y seguro mediante un radioenlace, para la comunicación entre dos sedes de la Universidad San Mateo.

Objetivos específicos

- Especificar los parámetros técnicos de funcionalidad e instalación de un radioenlace.
- Describir los sistemas de encriptación y seguridad de la información.
- Evaluar los costos de ejecución, incluyendo cotización y presupuesto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Radioenlace

La comunicación por radio enlace es un sistema de conexión entre dos o más terminales, llamados antenas, que utilizan ondas electromagnéticas para transmitir datos, dichos datos brindan servicios de telefonía celular, Internet, y conexiones de manera inalámbrica. Una antena se encargará de enviar los datos y la otra de recibirlos, facilitando la conexión incluso en los lugares más complicados por la ubicación geográfica. La comunicación por radio enlace también es útil si se tiene empresas y se requiere transmitir información de forma rápida y sencilla. Los Radioenlaces se componen de 2 elementos:

Dispositivos terminales: son los encargados de transmitir y recibir datos. Es muy importante que estén a una altura superior y despejada para así asegurar la mejor calidad de señal.

Repetidores Intermedios: recibir y transmitir datos a los dispositivos terminales para no perder calidad de información. Cuanto mayor sea la distancia, más terminales deben colocarse.

Ventajas de los radioenlaces

El enlace de radio tiene muchas ventajas sobre proporcionar cobertura en lugares que son más difíciles de usar con relación a otras tecnologías tradicionales, tales como:

Transmisión de grandes cantidades de datos: Con un gran conjunto de antenas, los radioenlaces son capaces de enviar grandes cantidades de datos sin perder calidad ni fluidez alguna.

Costes Bajos: En la tecnología de radioenlaces, la instalación de cables de (Fibra,

coaxiales, cobre, etc.) no son a gran escala lo cual minimiza considerable su precio de instalación, ajustando el presupuesto a los diferentes proyectos de los clientes.

Instalación rápida: En algunas instalaciones de otras tecnologías como cables de fibra óptica, es necesario hacer obras y tener permiso administrativo para realizarlas, pero gracias a los radios enlaces esto no es necesario, ya que simplemente con un sitio elevado es suficiente para realizar la instalación de una antena en un lugar alto sin obstáculos y disfrutar de internet de alta velocidad y los diferentes servicios que brindan los radioenlaces punto a punto.

Ubiquiti power beam M5

Características

Basándose en el Nano Bridge de primera generación de Ubiquiti Networks, la empresa pionera en el diseño flexible de los productos Airmax, Ubiquiti Networks lanza la generación de CPE, Powerbeam. Está se encuentra equipada con una antena de ganancia de 25dBi y una potencia de transmisión de 26dBm, opera en el rango de frecuencia de 5170-5875MHz, procesador Atheros MIPS 74KC, 64MB de RAM y 8MB de memoria. También tiene un puerto Gigabit Ethernet 10/100/1000. [1]

Mejora de Inmunidad al Ruido: Powerbeam dirige la energía de RF de manera más uniforme en todo el ancho. Esta característica es especialmente importante en el área donde se detectan otras señales de RF de la misma o similar frecuencia. [2]

-Dimensiones del equipo: 420 x 420 x 275 mm (16,54 x 16,54 x 10,83").

-Peso: (montaje incluido) 1,753 kg (4,789 lb).

-Ganancia: 25 dBi.

-Anchos de canal: ajustable de 5 hasta 40 MHz.

-Doble Polaridad Simultánea: vertical y horizontal.

-Seguridad: WEP, WPA, WPA2 y MAC ACL.

-Señalización propietaria: Airmax (TDMA).

- Interfaz de red:** (1) puerto Ethernet 10/100/1000.
- Material:** exterior de plástico estabilizado UV.
- Consumo máximo de energía:** 8W.
- Potencia de transmisión máxima:** 26 dBm.
- Fuente alimentación:** Adaptador Gigabit Poe de 24V, 0,5A.
- Resistencia al viento:** 200 km/h.
- Prueba de niebla salina:** IEC 68-2-11 (ASTM B117).
- Prueba de vibración:** IEC 68-2-6.
- Test de choque térmico:** IEC 68-2-14.
- Prueba UV:** IEC 68-2-5 a 40° C (104° F).
- Prueba de lluvia con viento:** ETS 300 019-1-4.
- Temperatura adecuada de funcionamiento:** de -40 a 70° C.
- Humedad de funcionamiento:** 5% a 95% sin condensación.
- Certificaciones:** CE, FCC, IC.
- Frecuencia operativa (MHz):** en todo el mundo 5150-5875. [\[3\]](#)

Contenido del paquete

Reflector:



Figura 1.

Bocina de alimentación:



Figura 2.

Carcasa trasera:



Figura 3.

Soporte de montaje:



Figura 4.

Abrazadera de pie:



Figura 5.

Perno en U:



Figura 6.

Tuercas de brida:



Figura 7.

Gigabit Poe:



Figura 8.

Cable de alimentación:



Figura 9.

Requisitos de instalación

- + Llave fija de 13 mm.
- + El cableado apantallado de categoría 5 (o superior) debe usarse para las conexiones Ethernet y se debe conectarse a la toma de tierra de CA del Poe.

Descripción general del Hardware

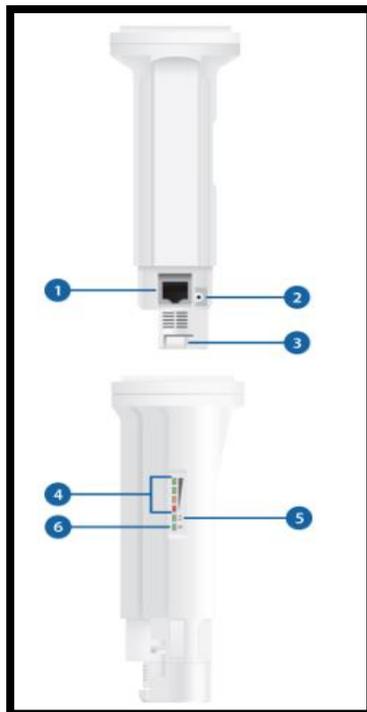


Figura 10.

1.Ethernet: Es el puerto Gigabit Ethernet, el cual es utilizado para realizar la conexión de datos a transmitir o recibir, debe conectarse a la red LAN y al servidor DHCP.

2.Botón reset (restablecer): Para reiniciar los valores predeterminados de fábrica, mantenga pulsado el botón Reset (reinicio) durante más de 10 segundos continuos mientras el dispositivo está encendido. Otra manera de restablecer el dispositivo es mediante el botón de restablecimiento del adaptador Gigabit Poe situado en la parte inferior.

3.Botón release (liberación): Después de montar el dispositivo, se debe asegurar que el botón Release se encuentra completamente acoplado en el lugar del botón situado en la carcasa trasera. De este modo, se asegurará de que la bocina de alimentación esté bien instalada y fija. Si necesita quitar la bocina de alimentación, presione el botón de liberación y retire la bocina.

4.Indicadores Led de señal: En airOS, se puede variar el valor de umbral de la intensidad de la señal inalámbrica. Para ello, se debe dirigir a la pestaña Advanced (Avanzado) ubicado en el Signal LED Thresholds (Umbrales de señal LED). Los valores predeterminados se muestran a continuación:

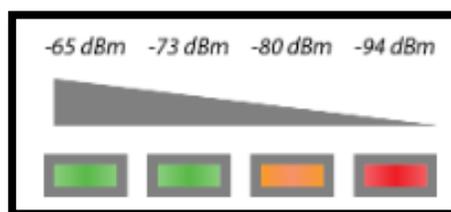


Figura 11.

5.Led de ethernet: El indicador LED se iluminará en verde fijo cuando el dispositivo esté conectado a una red Ethernet y parpadea si hay actividad.

6.Led de alimentación: El indicador LED se iluminará en verde cuando el dispositivo esté conectado a una fuente de alimentación. [4]

Ejemplos de aplicación

El Powerbeam instalado en la parte exterior con el reflector instalado (Figura1) proporciona cobertura direccional exterior y la ganancia depende de las dimensiones del reflector.

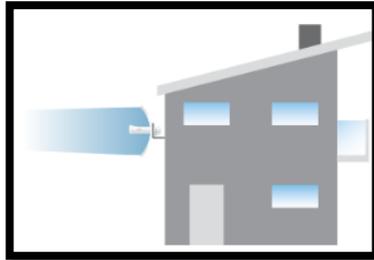


Figura 12.

El Powerbeam instalado en la parte externa, pero sin el reflector (*Figura 1*) proporciona cobertura solamente de la parte externa a la interna a través de la bocina de alimentación de 3 dBi.

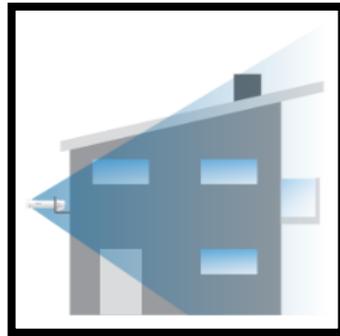


Figura 13.

Alcance del radioenlace

Los alcances aquí mencionados se basan en:

- + Línea de Vista libre de obstáculos.
- + Sistema de alimentación estable.
- + La Zona de Fresnel libre (90% mínimo).
- + Alturas apropiadas según el recorrido del enlace.
- + El canal con la mínima interferencia posible.

Dado el caso que uno o varios de los puntos señalados anteriormente no se cumplan, el alcance del radioenlace será menor.

En una red inalámbrica mediante radio enlaces exteriores, existen dos métodos de propagación principales: punto a punto y punto a multipunto.

Punto a punto (PtP): Forma un puente de internet entre dos puntos situados en dos lugares diferentes, usualmente ubicados a varios km.

Enlaces punto a multipunto (PtMP): Conecta una estación base o punto de acceso con dos múltiples dispositivos CPE (estaciones) en diferentes ubicaciones, todas estas se conectan al punto de acceso. [5]

Opciones de frecuencia

Las frecuencias que se utilizan para los radioenlaces tienen distintas características dependiendo la utilización. Frecuencias más bajas tienen excelentes características de propagación que las frecuencias más altas, y pueden ocuparse mejor en ambientes donde la línea de visión se encuentra con obstáculos (árboles, edificios, etc.). Sin embargo, estas bandas también llegan a tener altos niveles de ruido e interferencia, por tal manera es fundamental la elección de la frecuencia correcta y situaciones específicas.

900MHz (M900)

Ventajas y desventajas:

- + Mayor resistencia a obstáculos comparado con las frecuencias más altas.
- Mayores niveles de ruido.
- Solamente banda de 26MHz.

2,4 GHz (M2)

Ventajas y Desventajas:

- + No requiere licencia.
- Cuenta con tres canales los cuales no se solapan.

– Es una banda muy utilizada; hay una gran cantidad de usuarios provocando mucha interferencia de teléfonos inalámbricos, Wireless Routers, etc.

3 GHz (M3-M365)

Ventajas y Desventajas:

+ Ancho de banda de 300 MHz en países donde la banda 3.4-3.7 GHz se encuentran disponibles.

+ Cuenta con muy poco ruido y pocas señales parasitas.

– Solo puede ser usada en países donde 3.65GHz puede ser utilizado.

– Para su instalación se requiere licencia.

5 GHz (M5/AF5/AF5X)

Ventajas y Desventajas:

+ No requiere licencia en ninguna parte del mundo.

+ Mayores límites de EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) en español: Potencia Isotrópica Radiada Equivalente, la cual permite mayor ganancia en largas distancias entre las antenas y enlaces.

+ Gran cantidad del espectro disponible, fácil de comunicar dispositivos cercanos.

– Baja propagación si se compara con frecuencias bajas en presencia de obstáculos como (árboles, paredes, etc.).

10 GHz (M10)

Ventajas y Desventajas:

+ Mayor inmunidad al ruido, cual la banda de 5,8 GHz está saturada es de gran utilidad para balancear la red.

+ Su zona de Fresnel es mínima.

– No se encuentra disponible en todos los lugares.

– Requiere licencia para su instalación.

– Es fundamental una línea de vista libre de obstáculos. [6]

Información de seguridad eléctrica

Es importante que los requisitos de corriente, frecuencia y voltaje que indiquen en la etiqueta del fabricante se cumplan. La conexión a una fuente de alimentación diferente a la especificada puede provocar un mal funcionamiento, daños en el equipo o un incendio si no se respetan los límites. Este aparato no contiene piezas que puedan ser reparadas por el operador. Solo un técnico de servicio calificado debe realizar el servicio.

Este equipo se suministra con un cable de alimentación desmontable con un conductor de tierra de protección integrado para la conexión a tierra de protección. No reemplace el cable de alimentación con un cable de alimentación que no sea el aprobado incluido. Nunca use un adaptador para conectarse a un tomacorriente de dos cables, ya que esto romperá la continuidad del cable a tierra. El equipo requiere el uso de un cable a tierra para la certificación de seguridad. La modificación o el uso indebido pueden crear un peligro eléctrico que podría provocar lesiones graves o la muerte.

Configuración

Conexión de la alimentación

El equipo conmutador cuenta con una guía de inicio rápido en la cual se indican se indican los parámetros técnicos de alimentación y puertos necesarios para su correcta conexión.

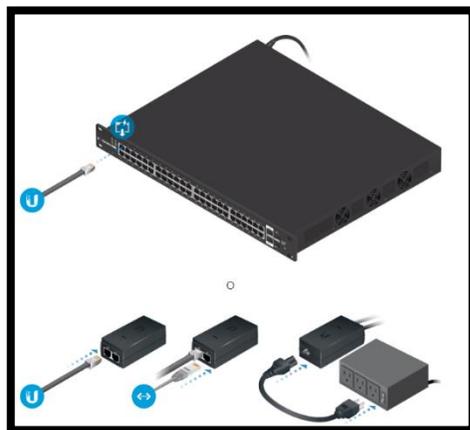


Figura 14.

Acceder a Airos

- + Confirme la conexión en la interfaz que provee airOS.
- + Pruebe que el host donde se realizara la configuración, este conectado vía Ethernet al dispositivo.
- + Configure el adaptador de Ethernet, el host debe tener una dirección IP estática en la subred 192.168.1.x.
- + En el explorador web buscar la dirección `https://192.168.1.20`.
- + El usuario y contraseña predeterminado es `ubnt`. Seleccione su idioma y país de instalación, a continuación, se debe aceptar las condiciones de uso para utilizar el producto y para terminar haga clic en Login (Inicio de sesión).
- + Se abrirá la interfaz de configuración de airOS que le permitirá personalizar sus ajustes según sea necesario. [7]

Configuración de network Airok

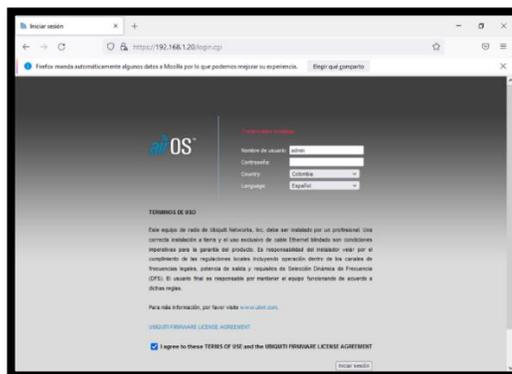


Figura 15.

Al momento de configurar la red se debe seleccionar el modo puente (Bridge), en este modo el punto de conexión remite todos los paquetes de administración y de datos de la red desde una interfaz a la otra sin ningún enrutamiento específico. Para usos simples esto suministra una solución de red eficaz y totalmente transparente. Las interfaces WLAN (inalámbrica) y LAN (Ethernet) hacen parte del mismo segmento de red.

Las interfaces WLAN y LAN forman la interfaz virtual que actúa como puente entre los puertos. [8]

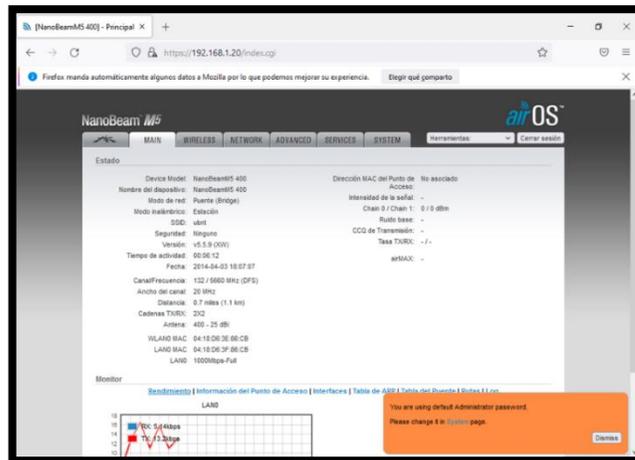


Figura 16.

En la opción de modo inalámbrico (Wireless Mode) elija la condición punto de acceso (Access Point), debido que a este punto el acceso se realiza el enlace de las antenas por intermedio del identificador de red o SSID, esta debe estar de manera estación (Station) para poder realizar la conexión. Seguido en código de país (Country Code) se debe elegir el país donde se realiza la instalación de la antena ya que trae pre configurado las configuraciones con las reglamentaciones de potencia y frecuencia establecida de cada país, pero al observar detenidamente la resolución 689 de 2004 hay datos que no son consistentes con los que aparecen en el Firmware AirOS v5.2 y por esto con mucho cuidado de la norma se elige la configuración de Argentina que se acomoda mejor a la normatividad Colombiana con relación a los saltos de frecuencia que se seleccionan en la opción frecuencia (Frequency, MHz), esto aumentará el número de canales disponibles y también la posibilidad de escoger un canal con menos ruido. [9]

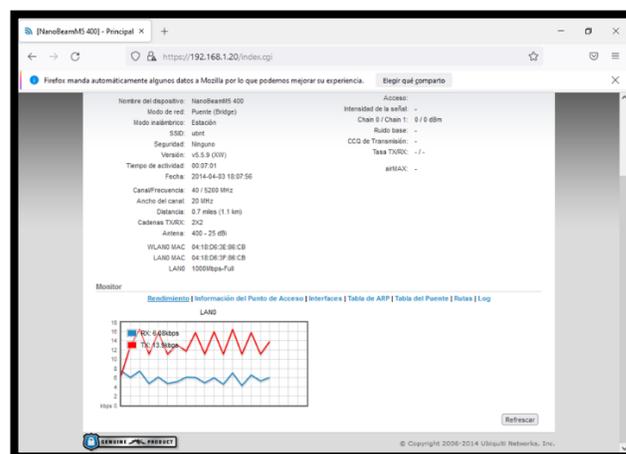


Figura 17.

En esta ventana se encuentra la información necesaria para observar el estado del enlace, los datos más importantes que se deben tener en cuenta son los siguientes:

Transmit CCQ: Esta medida es la eficiencia de la conexión del cliente inalámbrico. Tiene en cuenta las caídas de transmisión, la latencia y el rendimiento, estima con precisión la tasa de paquetes transmitidos en relación con los paquetes que se van a retransmitir y tiene en cuenta la tasa actual en relación con la tasa más alta especificada. El grado se basa en un porcentaje, donde el 100% corresponde a una relación perfecta. Se debe asegurar que este porcentaje esté siempre al 100%, porque si comienza a fluctuar constantemente, incluso del 95% al 100%, la conexión será inestable y puede fallar.

Ruido base (Noise Floor): Muestra el nivel de ruido actual en dBm. El piso de ruido se calcula evaluando la calidad de la señal (relación señal-ruido) hasta que el nivel de señal promedio esté por encima del piso de ruido. Para la estabilidad de la comunicación, el valor de ruido base debe ser inferior a -90 y cercano a -100, aunque este valor puede ser inconsistente, ya que a veces puede haber mucho ruido, pero no interfiere con la señal, o hay poco ruido, pero interfieren mucho con la señal.

Seguridad en radioenlace

Privacidad equivalente al cableado (WEP)

Fue desarrollado en septiembre de 1999, tenía como objetivo ofrecer seguridad a las redes cableadas, sin embargo, tiene múltiples problemas de seguridad que lo convierten en un protocolo fácil de romper.

Acceso protegido (WPA)

Se utiliza como una extensión temporal de la seguridad WEP, un año antes de que WEP cerrara oficialmente. La mayoría de las aplicaciones WPA utilizan una clave previamente compartida (PSK) y una clave temporal o el protocolo de seguridad

TKIP. WPA, como WEP, ha demostrado ser bastante vulnerable después de las pruebas.

Protector Access versión 2 (WPA2)

Fue introducido en 2004 con la mejora sobre WPA utilizando el cifrado avanzado (AES). La principal vulnerabilidad a un sistema WPA2 son los ataques a una red WIFI dado que, una vez dentro de la red el atacante podrá acceder o atacar a otros dispositivos

Nota: Dentro de la configuración del radioenlace, se realiza con el protocolo de seguridad WPA2 para brindar una mayor seguridad a la información transmitida por el equipo, en vista de que es uno de los protocolos más seguros en la actualidad.

FUNCION	WEP	WPA
Encriptación	Débil	Soluciona debilidades
Claves	40 bits	128 bits
Claves	Estáticas	Dinámicas
Claves	Distribución manal	Automática
Autenticación	Débil	Fuerte

Tabla 1.

Seguridad de la información

Seguridad física

Se propone una topología tipo árbol para la solución de comunicación, la cual estaría compuesta de la siguiente manera: un Firewall en la sede principal y un switch en cada una de las sedes para la conectividad de los hosts.

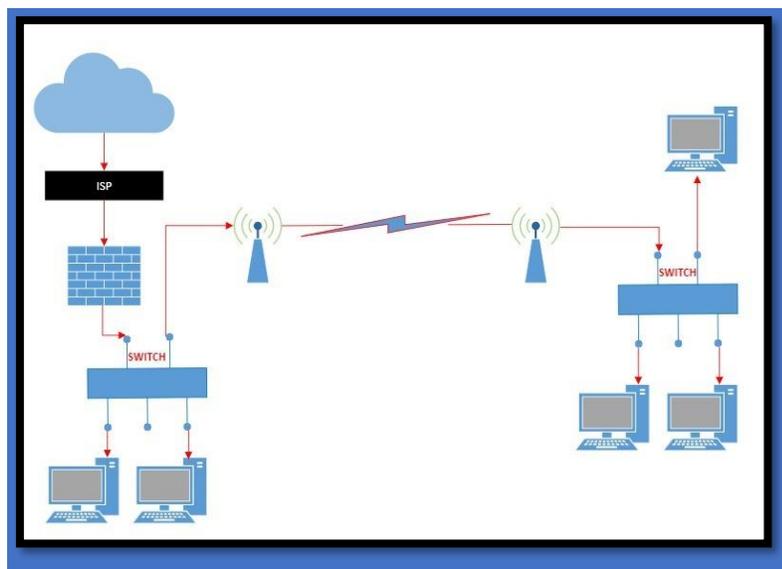


Figura 18.

Como equipo principal de seguridad se utiliza un firewall del fabricante Fortinet, en la actualidad es uno de los mejores en el mercado y cuenta la capacidad de brindar la seguridad necesaria para que la información se mantenga en un entorno seguro y libre de ataques de posibles hackers.

Seguridad de la información

Con el fin de brindar una mayor seguridad a la información, ya que esta estará siendo transmitida por un canal, se realizará la encriptación de esta utilizando una herramienta de encriptación conocida como KLEOPATRA. Mediante la creación de una llave pública y una llave privada de manera fundamental deben contar el usuario final y el que envía la información garantizando así que en el peor de los casos si llegase a dar una filtración en el canal de comunicación la información

Encriptación de la información

Para dar una mayor seguridad a la información que circula por el canal del radioenlace, dado que no está exento de que pueda llegar a presentarse un ataque o capten la señal del radioenlace, se utilizara un software de encriptación conocido como GPG 4 win,

Kleopatra; el cual mediante la creación de una llave pública y una llave privada se puede garantizar que solo el usuario final reciba la información de manera segura y confiable.



Figura 19.

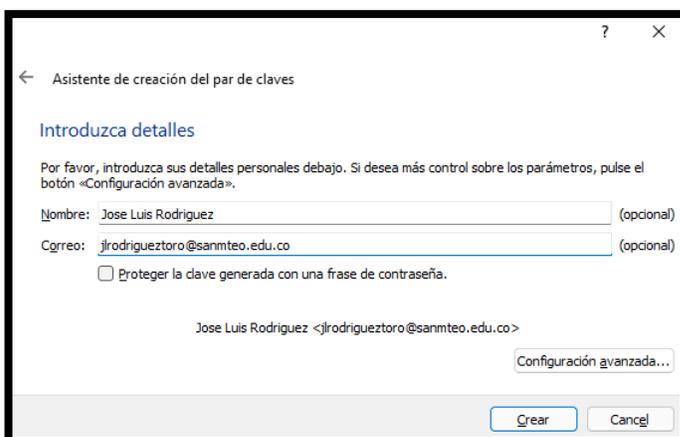


Figura 20.

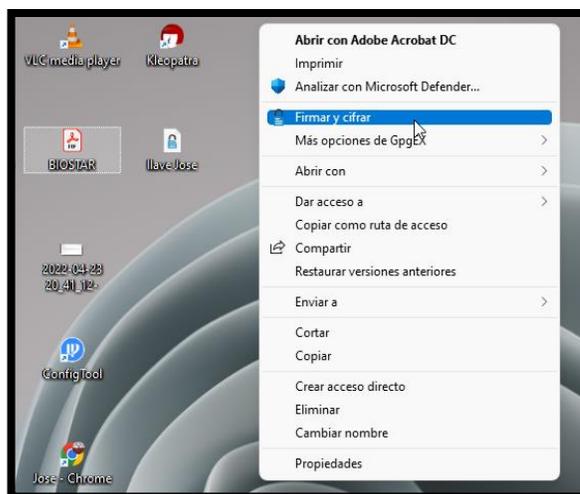


Figura 21.

Como protocolo de seguridad se implementará que toda la información que viaja a través del canal del radioenlace, viaje de manera encriptada para que esta en caso de ser filtrada no pueda ser leída ni descifrada de ninguna manera.

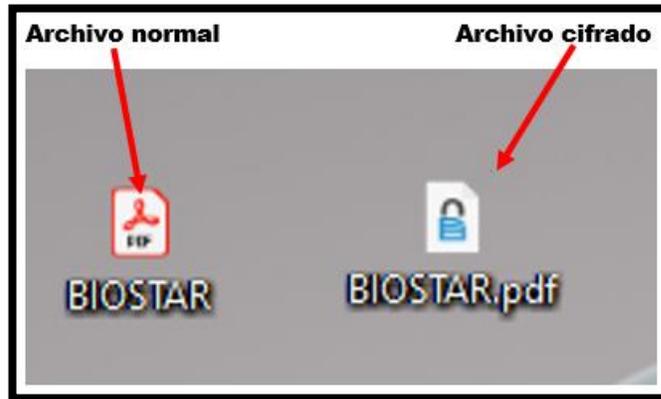


Figura 22.

Costos y presupuesto

Mano de obra: Ya sea física o mental, es un esfuerzo humano que se aplica al proceso de producción y requiere pago o compensación. se clasifican según su tipo de aporte:

Mano de obra directa: Es la que se aplica a trabajadores que transforma materias primas directamente para convertirlos en bienes y servicios. Hay que tener en cuenta que ni siquiera una empresa mecanizada puede transformar la producción sin mano de obra directa.

Trabajo indirecto: Son los trabajadores que apoyan o realizan tareas de gestión en actividades de producción, pero que no se involucran directamente en el proceso de producción de servicios. Su misión puede ser la gestión administrativa, directiva y comercial.

El costo total de fabricación es esencialmente un análisis de gastos que calcula cuánto contribuye cada departamento de una empresa a producir el producto final.

Materia prima: Por materias primas se entienden todos aquellos elementos que se extraen directamente de la naturaleza, en estado puro o relativamente puro, que luego pueden convertirse, mediante procesos industriales, en bienes de consumo final, energía o productos semiacabados.

Cotización: El término cotización u oferta se refiere a un documento informativo que el departamento de compras de una empresa u organización utiliza para iniciar negociaciones. Este documento no crea ningún registro contable, sino que solo pretende establecer un precio justo por los bienes o servicios que se pueden comprar o proporcionar. El precio determina el verdadero valor de un producto o servicio.

Se utiliza para determinar cuál será el costo de un producto o servicio. La palabra "presupuesto" también se usa comúnmente en la industria de servicios. Una empresa puede solicitar el precio de 3 kg de cemento a su proveedor para saber cuánto costará el producto. [10]

El precio de un producto o servicio es necesario porque los precios suelen ser muy volátiles. Esto significa que son muy variables en el tiempo. Por esta razón, la empresa requiere que el proveedor indique cuánto costará el producto o servicio y se utiliza este documento informativo para tal fin. La Tabla 2 presenta estimaciones de costos para la implementación de radiocomunicaciones, mostrando mano de obra directa e indirecta, materiales y costos totales de implementación.

Ítem	Descripción	V.Unitario	Can.	V.Total
1	Radio enlace nano bridge	700.000	1	700.000
2	Firewall Fortinet	35000000	1	35000000
3	Cableado FTP	500.000	1	500.000
4	Canaleta metálica	600.000	1	600.000
5	Tubería EMT 1/4	400.000	1	400.000
6	Configuración e instalación	3.500.000	1	3.500.000
7	Punto eléctrico regulado	300.000	2	600.000

Total 41.300.000 Tabla 2.

A continuación, se adjunta la tabla número tres, donde se detalla el presupuesto con los costos internos de materia prima y mano de obra para la ejecución de la comunicación segura entre radioenlaces.

Ítem	Descripción	V.Unitario	Can.	V.Total
Costo materia prima				
1	Radio enlace nano bridge	500.000	1	500.000
2	Firewall Fortinet	30.000.000	1	30.000.000
3	Cableado FTP	350.000	1	350.000
4	Canaleta metálica	400.000	1	400.000
5	Tubería EMT 1/4	250.000	1	250.000
7	Cable cobre trenzado	250.000	2	500.000
TOTAL				32.000.000
Costo mano de obra				
6	Técnico instalador con curso de alturas	500.000	1	500.000
7	Ingeniero para configuración de firewall	1.000.000	1	1.000.000
TOTAL				1.500.000
TOTAL: COSTOS Y MANO DE OBRA				33.500.000
UTILIDAD ESPERADA				7.800.000

Tabla 3.

En base a los costos internos y cotización se evidencia que el costo presupuestado para materia prima se encuentra en un valor de \$ 32.000.000 y por costo de mano de obra un valor de \$ 1.500.000 obteniendo un total presupuestado de \$33.500.000 y una utilidad esperada de 7.800.000.

CAPÍTULO III: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes de la investigación

Los antecedentes que se tienen sobre COMUNICACIÓN SEGURA ENTRE RADIOENLACES, en su mayoría indagan acerca del análisis, diseño e implementación. Se tuvo en cuenta la revisión de 2 investigaciones internacionales, 2 nacionales y 1 local, desarrolladas entre los años 2014 a 2019, para establecer el estado del referente conceptual y estudiar el panorama en el cual se ha venido desarrollando, que dan cuenta de investigaciones que se realizaron entorno al diseño e instalación de una red de radioenlaces basada en la conectividad de la comunicación en dos sedes aportando al desarrollo y la necesidad de conexión a internet, garantizando la seguridad y confidencialidad de los datos de la información.

Antecedentes investigaciones internacionales

A nivel internacional la investigación de Obando Castillo, Katherine (2016), titulado ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA CONEXIÓN DE DATOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS, ENTRE EL CAMPUS SANTA CRUZ-TACHINA, que corresponde a la implementación y estructuración de alternativas de conectividad factible para el mejoramiento de los servicios y aplicaciones de comunicación de datos entre dos campus, la cual permite otorgar a los clientes todas las facilidades para hacer uso del servicio de conexión de internet de forma segura, manejando un control de datos y manteniendo un registro de control de los servicios.

La anterior monografía de investigación permite analizar y comprender el favorecimiento que tiene la instalación de una red de radioenlaces basada en la conectividad de la y control para garantizar la seguridad de la información a partir de un sistema de disponibilidad.

Se hace la segunda revisión, correspondiente a la investigación titulada " DISEÑO DE UNA RED WAN PARA INTERCONECTAR LAS EMPRESAS DE LA FUNDACIÓN FAMILIA SALINAS UTILIZANDO EQUIPOS MIKROTIK " (López y Robalino, 2018) se evidencia que los autores diseñan e implementan una solución tecnológica, la cual solventa falencias de la intercomunicación e interconexión del internet entre varias empresas.

Los autores, proponen iniciar la caracterización de la red y el diagnóstico de enlaces y luego el diseño de la red WAN usando equipos MIKROTIK, logrando la interconexión de las empresas a la fundación central.

El aporte de la revisión para la investigación reside en observar los protocolos que se pueden implementar en la instalación de radioenlaces, poniendo en práctica el sistema operativo AIRO, el cual permite la creación de estas plantas de red.

Antecedentes investigación nacional

En esta investigación nacional teórica-práctica denominada "ESTUDIO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE INTERNET, MEDIANTE RADIO ENLACE CON (TECNOLOGÍA AC), PARA EL CORREGIMIENTO DE REGUEROS EN EL MUNICIPIO DE PITALITO HUILA., 2019) en el que se propone el análisis de un estudio para establecer una empresa prestadora de servicios de internet, mediante radio enlace con, para satisfacer necesidades de conectividad a las veredas. Para esto, los investigadores muestran de manera detallada y organizada los estudios requeridos para diagnosticar el estado actual de la red del corregimiento de Pitalito. Lo anterior, lleva a la reflexión de que, si se desea trabajar sobre una red de interconexión, se debe revisar a detalle los equipos o los elementos que nos puedan servir para darles uso.

La siguiente monografía de investigación denominada (ANÁLISIS, DISEÑO, SIMULACIÓN Y PRESUPUESTO DE UN RADIOENLACE ENTRE DOSQUEBRADAS Y LAS ESCUELAS EL RINCÓN, LA COLONIA Y LAS DELICIAS) permite analizar el estudio que realizó el autor de un

radioenlace, la utilización de dos herramientas de simulación, que arrojan resultados para definir los mejores puntos para la instalación de los mástiles, antenas y puntos de trabajo, la cual aportaría al desarrollo y a la necesidad de conexión a internet que tienen las escuelas de las veredas.

Finalmente, se toma la compilación de la tercera investigación nacional denominada "ESTUDIO DE VIABILIDAD E IMPLEMENTACIÓN DE RADIOENLACES POR MEDIOS DE ACCESS POINT COMO ALTERNATIVA A LOS CANALES ANÁLOGOS DE COMUNICACIÓN EXISTENTES ENTRE ALGUNAS ESTACIONES Y LOS ESTUDIOS DE RCN RADIO." (Tunja, 2015) en la cual se evidencia el desarrollo de análisis o estudio técnico para determinar la viabilidad de la implementación física de tres radioenlaces utilizando Access Point, entre los estudios de producción de las emisoras y los transmisores. Lo anterior, contribuye en el aprendizaje correspondiente para estructurar, diseñar e implementar de red de comunicación que aplique la interconexión desde radioenlaces. [11]

CAPITULO IV: BASES LEGALES DE LA INVESTIGACIÓN

Licencias y permisos

La Ley 1341 establece un marco general para la formulación de la política pública que se requiere en el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones, su regulación general, las normas de competencia, la protección de los usuarios, la cobertura, la calidad del servicio y la promoción de inversiones en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso efectivo de las redes y el espectro de radiofrecuencia, de igual manera, las competencias del Estado en materia de planificación, dirección, buen manejo y uso eficiente de los recursos, regulación, control y supervisión de la mismo y facilitar el acceso libre y no discriminatorio de los residentes en el territorio del país a la sociedad de la información.

Decreto 4949 en 2009, es el propósito de ajustar el nivel general para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones y registro de TI; De acuerdo con las disposiciones de los artículos 10 y 15 de la Ley 1341 en 2009.

La resolución 689 en 2004 se atribuyó a bandas de radiofrecuencia para uso gratuito en el territorio nacional, a través de sistemas de acceso y áreas locales inalámbricas, utilizando tecnologías de espectro expandidas y modulación digital, banda ancha y baja capacidad, en condiciones establecidas por la resolución anterior. La cláusula 5 de la norma define los siguientes rangos de frecuencia para la operación de estos sistemas inalámbricos de banda ancha de baja potencia: [12]

Rango de banda desde 902 MHz hasta 928 MHz.

Rango de banda desde 2.400 MHz hasta 2.483,5 MHz.

Rango de banda desde 5.150 MHz hasta 5.250 MHz.

Rango de banda desde 5.250 MHz hasta 5.350 MHz.

Rango de banda desde 5.470 MHz hasta 5.725 MHz.

Rango de banda desde 5.725 MHz hasta 5.850 MHz.

La Resolución 797 de 2001 imputo las bandas de frecuencias radioeléctricas de uso libre para el público en general, estas frecuencias pueden ser aplicadas en: telemetría, tele comando, tele alarmas, telecontrol vehicular, terminales de operación momentánea, microfonía inalámbrica y transceptores de voz y datos. Etas utilizaciones deben tener bajos niveles de potencia o de intensidad de campo y deben contar con las características técnicas particulares descritas en dicha resolución. [13]

CAPÍTULO V: DISEÑO METODOLÓGICO

Radioenlace

Se realiza la instalación de la infraestructura y configuración desde la interfaz airOS del radio enlace Ubiquiti Pbe-m5-400 Powerbeam Airmax en los laboratorios de la universidad San Mateo.

Los resultados son positivos ya que se llegó a establecer la comunicación de manera estable y segura. A continuación, se registran las fotografías de la configuración e instalación del radioenlace.

1)



Figura 23.

2)



Figura 24.

3)



Figura 25.

4)

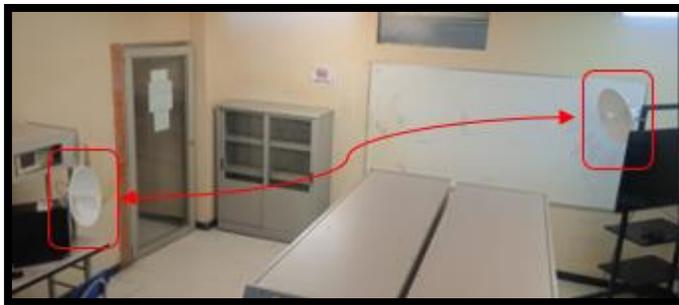


Figura 26.

5)

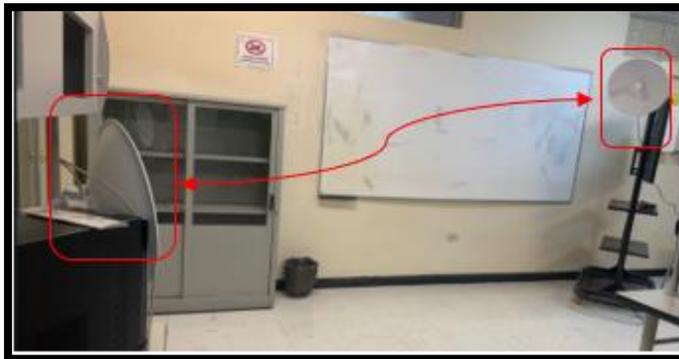


Figura 27.

Simulación radioenlace

Airlink de ubiquiti

Características:

- ✓ Soporte de Google maps.
- ✓ Utilización de su ubicación actual en el mapa en caso de que así lo autorice.
- ✓ Soporte de cartografías de Google.
- ✓ Tamaño dinámico de la pantalla.
- ✓ Compatible con todos los navegadores.

Proceso:

1. Ingresa <https://airlink.ubnt.com/>
2. Establece la ubicación de la Estación (TX).
3. Establece la ubicación del Cliente (RX).
4. Elija la Frecuencia.
5. Elija la tecnología Ubiquiti que piensa usar (Airmax, airMAX ac, AirFiber y AirFiber x).
6. Introduzca la información de instalación de la Estación y Cliente.
7. Seleccione la ganancia de la antena, en base a la cual la aplicación sugerirá los equipos Ubiquiti disponibles para la simulación del enlace.
8. Podrá observar el resultado y los cambios que realices de forma instantánea, verificando la fiabilidad del enlace de acuerdo con las acotaciones que te ofrece la aplicación.
9. Finalmente, en base al cálculo de las expectativas de tu enlace, podrás seleccionar la clase de características y atributos que son deseables en el despliegue de tu red.



Figura 28.

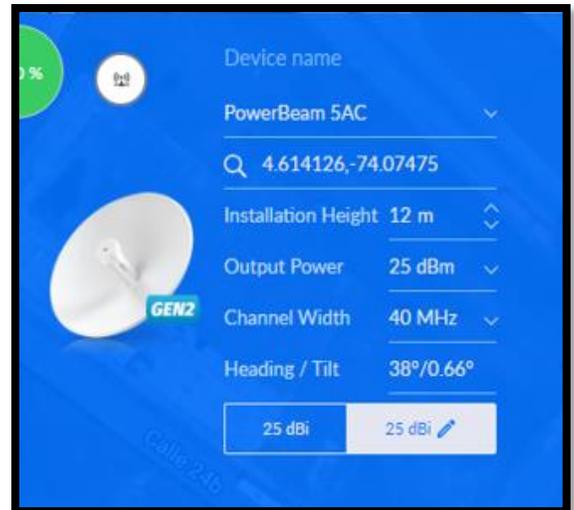


Figura 29.

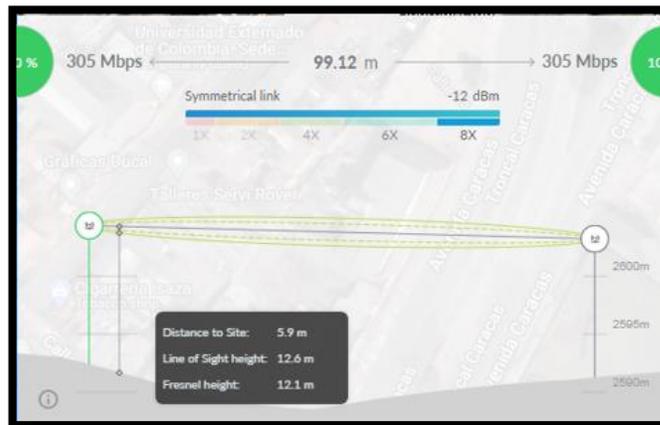


Figura 30.

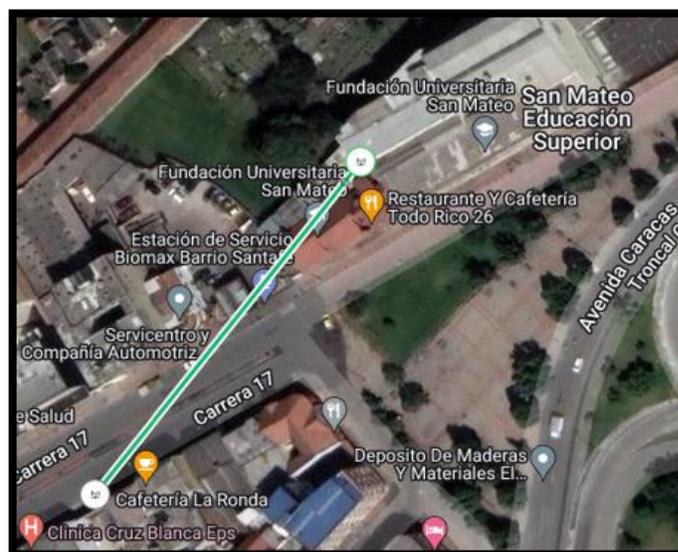


Figura 31.

Tipo de investigación

El propósito de la investigación aplicada, es entregar una solución al problema específico de conexión a internet en lugares de difícil acceso o sin viabilidad de manera alámbrica, esta conexión es posible realizarse mediante un radioenlace punto a punto, dado que impacta de gran manera a la sociedad que requiere del uso continuo de internet, sea estudiante, funcionario o visitante, todos se verán beneficiados. Gracias a los conocimientos y experiencias científicas y de ingeniería se aporta al desarrollo tecnológico de la institución y en general a la sociedad.

Esta investigación es de carácter documental, donde se recopila la información de documentos científicos, libros, videos y de diferentes fuentes de información. La recopilación de esta información, permite obtener los requerimientos necesarios para la correcta ejecución a futuro. Se revisa la infraestructura actual, características técnicas necesarias, procedimientos correctos de instalación, procesos legales actuales en el país. Adicional se combina con trabajo de campo donde se relaciona la investigación documental, con experimentos de laboratorio, reconocimientos del lugar donde se encuentra el problema y el análisis técnico necesario para cumplir con la solución.

Habiendo realizado la investigación de las diferentes fuentes, se obtiene un panorama más claro y con bases para poder analizar la posible implementación y lograr los objetivos deseados. De esta manera brindar la solución a problemas de comunicación que se presentan no solo en la universidad San Mateo, sino también a la sociedad en general.

Población

El gran auge que tienen las telecomunicaciones en la actualidad, el desarrollo tecnológico hace cada vez más importante e indispensable estar conectados a internet; Se hace necesaria la conexión de dispositivos inalámbricos en la sede C de la Universidad San Mateo, la cual cuenta con 4 pisos, donde un promedio de 300 estudiantes pueden recibir clase distribuidos en los 15 salones con los que cuenta esta sede, cada salón con capacidad de 15 a 20 estudiantes.

Es importante atender a la comunidad que tiene acceso a las instalaciones, ya que esta representa una parte significativa entre estudiantes, docentes y colaboradores de la universidad, esto afecta en su mayoría a docentes quienes utilizan las plataformas para llamados a listas y utilizar material digital para presentaciones y aplicaciones en el desarrollo de las clases, incluso a los que prestan servicio de seguridad para estar en constante comunicación y conexión para informar el accionar de sus actividades o si se presenta alguna novedad.

Cabe aclarar que las telecomunicaciones y en este caso las redes inalámbricas, no solo favorecen a la comunidad educativa, también aportan a un constante y rápida evolución tecnológica que nos permitirá agilizar y automatizar procesos.

CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Resultados del objetivo específico no. 1

Fundamentando la investigación en encontrar la solución viable que cumpla con las características técnicas y profesionales para realizar una trasmisión estable y segura por medio de un radioenlace. Se realizo el levantamiento de información, la cual fue analizada y estudiada para saber que equipos cumplieran con las condiciones y necesidades que se requieren, llegando a una conclusión favorable.

El equipo inalámbrico ubiquiti power beam M5 tiene una ganancia de 25dBi y una potencia de transmisión de 26dBm, opera en el rango de frecuencia de 5170MHz - 5875MHz, un puerto Gigabit Ethernet. Estas características son las necesarias para realizar de manera óptima la comunicación, cabe resaltar que este equipo se encuentra en las instalaciones de la Universidad San Mateo, donde se realizaron pruebas, recolección de datos y registro del funcionamiento del radioenlace.

Resultados del objetivo específico no. 2

Como medidas preventivas a posibles ataques y para brindar seguridad de la información se debe tener presentes tanto el hardware y el software presentes en la red. Como hardware principal se tiene un firewall del fabricante Fortinet, brinda la seguridad necesaria para que la información se mantenga en un entorno seguro y libre de ataques.

Dentro de la configuración del radioenlace, se realiza con el protocolo de seguridad WPA2 para brindar una mayor seguridad de acceso a la red, este protocolo es uno de los más fuertes en seguridad, pero una vez se encuentre conectado a la red, tendrá acceso a toda

la información y es por esto que se opta por una segunda medida de seguridad que encripta la información.

Para poder tener un mayor grado de seguridad se utiliza un software de encriptación conocido como GPG 4 win, Kleopatra. Este software será usado por docentes y directivos, quienes brindaran una mayor seguridad a la información que circula por el canal del radioenlace. Este software permite mediante la creación de una llave pública y una llave privada se puede garantizar que solo el usuario origen y el usuario destino reciba la información de manera segura, ya que si la información llega a ser interceptada no podrá ser vista, ni descifrada.

Resultados del objetivo específico no. 3

Para una posible ejecución futura, se debe tener presente en presupuesto tanto de materia prima, como de mano de obra directa e indirecta certificada. De esta manera tener los valores promedio en los cuales se encuentran los equipos necesarios en el mercado actual. Estos datos también son de gran importancia en la investigación, gracias a ellos se puede estudiar la posibilidad de implementar el radioenlace.

Estos valores también son de ayuda para realizar una comparación presupuestal con otros equipos de diferentes proveedores y de esta manera saber el proceso de cobro de los trabajos profesionales que se requieran a futuro.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Tras los análisis y estudios realizados, se obtienen valores tanto teóricos como con ayuda de software muy positivos de cara a los resultados a conseguir. La adecuada elección de los materiales y sus características, hacen posible el diseño del sistema de radioenlace con propiedades muy aceptables y seguras, donde se realiza una conexión entre ambas antenas con las características necesaria.
- ✓ Se puede realizar una comunicación de manera segura con poco presupuesto lo cual es una gran ventaja para poder mantener la integridad de la información.
- ✓ La información es el activo más valioso de cualquier empresa y por ello se debe resguardar y darle un manejo seguro y confiable ante cualquier tipo de ataque que pudiese presentarse.
- ✓ En todo proyecto es necesario hacer un presupuesto de acuerdo con los diseños de la solución para determinar la factibilidad de un proyecto.

RECOMENDACIONES:

En la actualidad se encuentran en el mercado una amplia gama de radioenlaces para cada una de las necesidades. El equipo elegido fue tomado en cuenta ya que en la Universidad cuentan con este modelo y de esta manera poder acceder a él de manera más fácil y práctica, esto con el fin de realizar pruebas de laboratorio con resultados reales.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

[1] Pbe-m5-400. (s/f). Grupobrandednet.com. Recuperado el 18 de diciembre de 2022, de <https://www.grupobrandednet.com/producto/pbe-m5-400/>

[2] Eirl, D. C. (s/f). NanoBeam M5 AirMax con antena tipo plato de 25 dBi, 802.11a/n NBE-M5-400. Ds3comunicaciones.com. Recuperado el 18 de diciembre de 2022, de <https://www.ds3comunicaciones.com/ubiquiti/NBE-M5-400.html>

[3] Desription, S. (s/f). Outdoor Wireless Grid Bridge. For up to 25Km point to point distance. Securimport.com. Recuperado el 22 de enero de 2023, de https://www.securimport.com/en_US/product/print/report/13272

[4] Ubiquiti. (s/f). Www.ui.com. Recuperado el 10 de diciembre de 2022, de <https://www.ui.com/wi-fi>

[5] Ubiquiti airMAX – ¿Qué producto debo usar? (s/f). Syscom.mx. Recuperado el 20 de noviembre de 2022, de <https://soporte.syscom.mx/es/articles/1519629-ubiquiti-airmax-que-producto-debo-usar>

[6] Ubiquiti – Opciones de frecuencias. (s/f). Syscom.mx. Recuperado el 23 de diciembre de 2022, de <https://conocimiento.syscom.mx/article/ubiquiti-opciones-de-frecuencias/>

[7] Guía de inicio rápido de LAP-120. (s/f). Dl.ui.com. Recuperado el 23 de diciembre de 2022, de https://dl.ui.com/qsg/MX/LAP-120/LAP-120_MX.html

[8] Largo, J. J. (s/f). Ubiquiti air maxpsm5. Slideshare.net. Recuperado el 18 de noviembre de 2022, de <https://www.slideshare.net/jonja10/ubiquiti-air-maxpsm5>

[9] Sánchez, B. (2016). DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA). https://www.academia.edu/29624352/DISE%C3%91O_SIMULACI%C3%93N_E_IMPLEMENTACI%C3%93N_DE_UN_RADIO_ENLACE_ENTRE_LOS_MUNICIPIOS_DE_ALCAL%C3%81_Y

[10] Andrés Sevilla Arias, C. F. A. (2015, diciembre 31). Cotización en las empresas. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/cotizacion-en-las-empresas.html>

[11] Quisoboni, Z., & Fernando, A. (2019). Estudio para la creación de una empresa de servicios de internet, mediante radio enlace con tecnología ac, para el corregimiento de regueros en el municipio de Pitalito huila. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25253>

[12] Decreto 4948 de 2009, por el cual se reglamenta la habilitación general para la provisión de redes y servicios de telecomunicaciones y el registro de TIC. (s/f). vLex. Recuperado el 27 de diciembre de 2022, de <https://vlex.com.co/vid/decreto-353766434>

[13] Molina, A. (s/f). Uso libre del espectro radioeléctrico. Slideshare.net. Recuperado el 27 de diciembre de 2022, de <https://www.slideshare.net/zetaky/uso-libre-del-espectro-radioeletrico>

[14] (S/f). Zendesk.com. Recuperado el 27 de enero de 2023, de <https://tanyx.zendesk.com/hc/es/articles/360024588351-Versi%C3%B3n-de-airLink-para-c%C3%A1lculo-de-enlaces>

