



**CARRERA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA
EL ESTUDIO Y DISEÑO DE RADIO ENLACES DE
MICROONDAS DIGITALES EN EL INSTITUTO
TECNOLÓGICO INTERNACIONAL
UNIVERSITARIO - ITI”**

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título
de Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones

AUTOR:

**EDGAR PAUL RHON LLUGLLA
JORGE RAFAEL MANOBANDA ALBA**

DIRECTOR:

Ing. Gustavo Ramírez MSc.

D.M. Quito, 20 de enero del 2023

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mi esposa, ya que, ha sido un pilar fundamental en todo este proceso, a mi hija que me ha dado la fortaleza para seguir adelante y muchas fuerzas para culminar este proceso con éxito, a mi familia, mis suegros, ya que ellos han sido incondicionales y con su apoyo y cariño han hecho de esta etapa de estudio algo maravilloso.

Edgar Paul Rhon Lluglla.

A mi madre que ha sabido formarme con buenos valores y costumbres, que me han ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles. También por dejarme la mejor herencia que puede dejar un padre, que es el estudio.

A mi hermana, por saber darme su apoyo tanto económico como emocional para seguir mis estudios sin tener preocupaciones.

Jorge Manobanda.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme llegar a cumplir el sueño de estudiar, a la fundación que me apoyo para que esto sea una realidad, agradezco a mi hija, ya que, gracias a ella he seguido mi sueño y ha sido mi mayor motivación, he logrado cada uno de los objetivos que me he propuesto, mi esposa que ha sido un pilar fundamental en mi vida con su apoyo y su ayuda que ha sido incondicional en cada etapa de mi vida.

Edgar Paul Rhon Lluglla.

Agradezco a Dios por mantenerme fuerte, por darme vida y salud para disfrutar de cada persona importante que me ha acompañado hasta este momento.

Le agradezco a mi amada madre por apoyarme en cada decisión, por inculcarme valores, por escuchar cuando tenía dudas y darme su consejo para cada día ser mejor. A mis hermanas por siempre estar a mi lado por el apoyo y por ser mi fuerza para seguir adelante, gracias por todas las emociones que me dieron al estar juntas.

Agradezco a la institución y a cada uno de mis docentes, personas de gran sabiduría que aportaron con sus conocimientos permitiéndome llegar a la culminación de la carrera.

Jorge Rafael Manobanda Alba

AUTORIA

Nosotros, Edgar Paul Rhon Lluglla, y Jorge Rafael Manobanda Alba, autores del presente informe, me responsabilizo por las ideas, opiniones y resultados expuestos en esta tesis. El patrimonio intelectual de la misma pertenece al INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL UNIVERSITARIO.

Atentamente

EDGAR PAUL RHON LLUGLLA

JORGE RAFAEL MANOBANDA ALBA

Quito, 20 de enero del 2023

ING. GUSTAVO RAMÍREZ MSC.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI de Quito, por tanto, se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Ing. Gustavo Ramírez MSc.

Quito, 20 de enero del 2023

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Nosotros Edgar Paul Rhon Lluglla, y Jorge Rafael Manobanda Alba, declaramos ser autores del Trabajo de Investigación con el nombre “IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE RADIO ENLACES DE MICROONDAS DIGITALES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL UNIVERSITARIO - ITI”, como requisito para optar al grado de Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones y autorizo al Sistema de Bibliotecas del Instituto Superior Tecnológico Universitario, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios de la biblioteca podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales el Instituto tenga convenios. El Instituto Superior Tecnológico Universitario no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y el Instituto Superior Tecnológico Universitario, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 20 días del mes de enero de 2023, firmo conforme: Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: El Ing. Gustavo Ramírez MSc. y por sus propios derechos en calidad de Director del trabajo fin de carrera; y los Sres. Edgar Paul Rhon Lluglla, y Jorge Rafael Manobanda Alba por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo fin de carrera.

SEGUNDA:

UNO.- Los Sres. Edgar Paul Rhon Lluglla, y Jorge Rafael Manobanda Alba realizarn el trabajo fin de carrera titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE RADIO ENLACES DE MICROONDAS DIGITALES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL UNIVERSITARIO - ITI, para optar por el título de, Tecnólogo

Superior en Redes y Telecomunicaciones en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de Ing. Gustavo Ramírez MSc.

DOS.- Es política del Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, que los trabajos fin de carrera se aplique, se materialicen y difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. Gustavo Ramírez MSc, en calidad de director del trabajo fin de carrera y los Sres. Edgar Paul Rhon Lluglla, y Jorge Rafael Manobanda Alba, como autores del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE RADIO ENLACES DE MICROONDAS DIGITALES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL UNIVERSITARIO – ITI, y conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: aceptación: las partes declaradas que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derecho.

EDGAR PAUL RHON LLUGLLA JORGE RAFAEL MANOBANDA ALBA

GUSTAVO RAMIREZ P.

Quito, 20 de enero del 2023

TABLA DE CONTENIDO

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
2.	<i>CAPÍTULO I</i>	2
	2.1. Formulación del problema	2
	2.2. Objetivos	3
	2.2.1 Objetivo general	3
	2.2.2. Objetivos específicos	3
	2.3. Justificación del Proyecto	3
	2.4. Alcance.....	4
	2.5. Estado del Arte.....	5
3.	<i>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</i>	6
	3.1. Radioenlaces	6
	3.2. Enlaces punto a punto	6
	3.3. Enlaces Multipunto	7
	3.4. Radiofrecuencias	8
	3.4.1. Ventajas.....	8
	3.5. Frecuencias.....	8
	3.6. Bandas de Frecuencia.....	9
	3.7. Tipos de Radio Frecuencias	9
	3.8. Longitud de onda.....	10
	3.9. Frecuencias y estándares utilizados en Ecuador.	11
	3.10. Antenas.....	13
	3.10.1. Reseña histórica de las antenas	13
	3.10.2. Definición de Antenas.....	13
	3.10.3. Antenas WIFI.....	14
	3.11. Tipos de Antenas.....	15
	3.11.1. La antena monopolo (un solo polo)	15
	3.11.2. Antena Dipolo	16
	3.11.3. Antena Yagi – Uda.....	16
	3.11.4. Antena Panel	17
	3.11.5. Antena Parabólica	18

3.12.	Comparación de dos Antenas.....	19
3.13.	Antena que se va a utilizar en el proyecto.....	22
3.13.1.	Características Principales	22
3.13.2.	Características físicas y eléctricas	23
4.	CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO.....	25
4.1.	Metodología	25
4.2.	Tipos de investigación:	25
4.2.1.	Métodos de investigación.....	25
4.2.2.	Universo	26
4.3.	Resultados obtenidos.....	26
4.3.1.	Presentación gráfica de resultados	26
4.4.	Interpretación de resultados	31
4.4.1.	Síntesis del capítulo	33
5.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA.....	34
5.1.	Datos informativos	34
5.1.1.	Título de la propuesta – Descripción	34
5.2.	Beneficiarios	34
5.3.	Ubicación	34
5.4.	Esquema de la propuesta (viabilidad, impacto, recursos).....	35
5.5.	Presupuesto	35
5.6.	Desarrollo de la propuesta.....	36
5.6.1.	Materiales.....	36
5.7.	Diseño del proyecto	37
5.8.	Adecuación.....	38
5.9.	Anexos prácticos	38
5.10.	Configuración de Software	39
6.	CONCLUSIONES	54
7.	RECOMENDACIONES	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Enlace Punto a Punto	7
Figura 2 Enlace Multipunto	7
Figura 3. Ondas Electromagnéticas	11
Figura 4. Antenas de Wi-Fi	15
Figura 5. Antena Monopolo	15
Figura 6. Antena Dipolo.....	16
Figura 7. Antena Yagi – Uda	17
Figura 8. Antena Panel.....	17
Figura 9. Antena Parabólica.....	18
Figura 10. Antena Ubiquiti	23
Figura 11. Partes de la antena Ubiquiti	24
Figura 12. Tabulación pregunta 1.	27
Figura 13. Tabulación pregunta 2	27
Figura 14 Tabulación pregunta 3	28
Figura 15 Tabulación pregunta 4	29
Figura 16 Tabulación pregunta 5	29
Figura 17 Tabulación pregunta 6	30
Figura 18 Tabulación pregunta 7	30
Figura 19 Tabulación pregunta 8	31
Figura 20 Ubicación del proyecto	34
Figura 21 Diagrama de bloques del proyecto	37
Figura 22 Adecuación del espacio físico laboratorio de redes.....	38
Figura 23 Proceso de armar las antenas Ubiquiti.....	38
Figura 24 Resultado final.....	39
Figura 25 Desactivación Firewall y protección de red.....	40
Figura 26 Configuración de red de internet	40
Figura 27 Configuración de red Internet.....	41
Figura 28 Configuración de red Internet.....	41
Figura 29 Configuración de red Internet.....	42

Figura 30 Configuración de IP.....	42
Figura 31 Cambio configuración de IP´S	43
Figura 32 Cambio configuración de IP´S	43
Figura 33 Búsqueda en el navegador para la configuración de la antena	44
Figura 34 Configuración Antena.....	44
Figura 35. Configuración Antena.....	45
Figura 36. Panel de control o configuración rápida de la antena	45
Figura 37. Panel de control o configuración rápida de la antena	46
Figura 38. Panel de control o configuración rápida de la antena	46
Figura 39. Panel de control o configuración rápida de la antena	47
Figura 40. Panel de control o configuración rápida de la antena	47
Figura 41 Panel de control o configuración rápida de la antena	48
Figura 42. Panel de control o configuración rápida de la antena	48
Figura 43. Configuración antena.....	49
Figura 44 Configuración antena.....	49
Figura 45. Configuración antena.....	50
Figura 46. Configuración antena.....	51
Figura 47. Windows + R.....	51
Figura 48. CMD	52
Figura 49 Ping Torre 1- Torre 2.....	52
Figura 50. PING de antenas y computadoras.....	53
Figura 51 Datasheet	58
Figura 52. Kit de la antena a implementar	59
Figura 53 Armado de la antena	60
Figura 54. Revisión del correcto funcionamiento	61
Figura 55 Pruebas de funcionamiento.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencias.....	9
Tabla 2. Tabla de notas internacionales	12
Tabla 3: Comparación de antenas	19
Tabla 4 Esquema de Propuesta.....	35
Tabla 5 Tabla presupuestaria.....	35
Tabla 6 Materiales utilizados en el proyecto.....	36
Tabla 7 Datos torre1	50
Tabla 8 Datos torre 2	50

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Banda: Es la longitud, medida en Hz, de la extensión de frecuencias en la que se concentra la mayor potencia de la señal.

Bluetooth: Especificación industrial para definir las redes inalámbricas de área personal (WPAN) creado por Bluetooth Special Interest Group INC, y que hace posible la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia.

Data center: Se le llama ‘data center’ al centro de procesamiento de datos donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.

Ethernet: Estándar de redes de área local (LAN) y que determina las particularidades físicas y eléctricas que debe poseer una red tendida con este sistema.

Firewall: O cortafuegos, es la parte de una red o sistema que permite bloquear el acceso no autorizado, así como permitir también las comunicaciones que sí lo están.

Wi-fi: Tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información.

RESUMEN

El presente proyecto pretende contribuir con el aprendizaje de los estudiantes del ITI Tecnológico Internacional Universitario de la carrera de Redes y Telecomunicaciones, dando la iniciativa de crear un laboratorio de radioenlaces, que con la ayuda de dos antenas Ubiquiti se puede transmitir información, este proyecto tiene como principal objetivo que los estudiantes tengan un aprendizaje teórico complementado con el aprendizaje práctico, para que, puedan ejercer la vida laboral de una manera clara y concisa.

Los estudiantes tendrán una guía práctica de armado y utilización tanto de las antenas como del software libre de las antenas, esto para garantizar el correcto uso, funcionamiento y mantenimiento de los equipos.

ABSTRACT

This project aims to contribute to the learning of the students of the ITI Technologic International Universitario of the Networks and Telecommunications career, giving the initiative to create a Radio links laboratory, which with the help of two Ubiquiti antennas can transmit information, this project has the main objective is for students to have a complementary theoretical learning with the practical one so that they can exercise their working life in a clear and concise way.

The students will have a practical guide for the assembly and use of both the antennas and the free software of the antennas, this to guarantee the correct use, operation and maintenance of the equipment.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto investigativo tiene como fin implementar un laboratorio de radioenlaces en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI principalmente para los estudiantes de la carrera de Redes y Telecomunicaciones, el objetivo principal de este proyecto es que los estudiantes puedan complementar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas con la práctica.

La implementación del laboratorio dentro del instituto será una herramienta importante para la comprensión de la materia y los beneficios a largo plazo serán notables en el ámbito laboral, se puede garantizar el seguro aprendizaje y correcta implementación en la realidad.

Los estudiantes tendrán acceso al laboratorio y sus componentes como son antenas, software libre, computadoras y al manual de correcto uso y funcionamiento de las herramientas tecnológicas.

2. CAPÍTULO I

“IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE RADIO ENLACES DE MICROONDAS DIGITALES EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL UNIVERSITARIO ITI”

2.1. Formulación del problema

En la actualidad el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI, tiene carreras técnicas en donde su modalidad es teórica, es por ello, la necesidad de complementar la parte teórica de una asignatura con lo práctico. El aprendizaje en prácticas reales ayudará a que el estudiante tenga conocimientos más sólidos de la asignatura y, por ende, se desenvuelva de una mejor manera al momento de termina la carrera e iniciar con la vida profesional en empresas afines a sus estudios.

El laboratorio constará de 2 antenas de radioenlaces, que se conectaran a través de un software para crear enlaces punto a punto, en el simulador se podrá hacer pruebas a una distancia que va de 1 hasta 5 kilómetros, a través de ondas electromagnéticas.

Al implementar dicho laboratorio se pretende aportar ideas que ayuden a mejorar el binomio teoría-práctica en la educación de los profesionales y así contribuir a que el estudiante tenga un correcto desenvolvimiento en el ámbito laboral.

2.2. Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Implementar un laboratorio de radioenlace en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI, para que los estudiantes puedan complementar la parte teórica con la práctica en casos reales.

2.2.2. Objetivos específicos

- Investigar los diferentes tipos de radio enlaces, frecuencias y antenas para comunicaciones inalámbricas, información importante para la implementación del proyecto.
- Adquirir la mejor opción de antena que cumpla con las especificaciones investigadas para un radio enlace experimental.
- Una vez ejecutado el proyecto, realizar pruebas en el lapso de tiempo de 10 días para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de radio enlace y las frecuencias que se emplearán, para la corrección de errores y aplicación de medidas que garanticen el funcionamiento del sistema.

2.3. Justificación del Proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo dar a conocer las ventajas de la implementación de un estudio de radio enlace de microondas en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI, teniendo en cuenta que, en el campo de la educación, la teoría y la práctica forman las dos realidades autónomas que gestionan conocimientos a futuro.

Actualmente, Villanueva Alape, et al. (2015) menciona que, “la red inalámbrica es de gran importancia y ha traído la atención de personas porque puede comunicarse con varios dispositivos informáticos sin utilizar una red cableada, teléfonos móviles, computadoras etc.” (pág. 19).

La implementación del aprendizaje por radioenlace en las instituciones educativas ayuda a que los estudiantes no tengan únicamente métodos de aprendizaje teóricos, también es importante que puedan complementar con la práctica y tener una imagen realista y completa sobre este tema.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula se ha ido aplicando paulatinamente y hoy se ha convertido en una herramienta habitual en la docencia, según Colen Riau & Castro Gonzales (2017) “el no saber “qué” y “cómo” hacer, reclama a la formación y especialmente a las metodologías utilizadas por los docentes el momento de impartir sus asignaturas acordes al plan de estudio”.

2.4. Alcance

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo la implementación de un laboratorio para el estudio y diseño de radio enlaces de microondas digitales en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI para complementar el aprendizaje teórico obtenido en la materia de Redes y Telecomunicaciones con el uso de dos antenas que se conectan a través de frecuencias, para lograr un acercamiento al campo laboral mejorando las habilidades de los profesionales en el futuro dentro del laboratorio, los estudiantes serán capaces de probar los conocimientos teóricos durante la implementación del programas de prácticas.

También se realizará la implementación de las guías de prácticas paso a paso para que los estudiantes tengan noción de cómo utilizar y manejar tanto el sistema como las antenas.

2.5. Estado del Arte

Según Gonzalez Menéndez nos indica que, tras los análisis y estudios realizados, se obtienen unos valores tanto teóricos como simulados, 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 radiocomunicación con propiedades muy aceptables, donde la señal realiza una conexión entre ambas antenas con la potencia necesaria (pág. 53, s.f.).

Además, en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, (Altamirano Villares,(s.f) pág. 117) realizó una investigación de sistemas de Comunicación para la Transmisión de Información, el cual dejó como conclusión que “el diseño de radioenlace beneficiará tanto a clientes internos como externos”, es por ello que, implementar estos sistemas de comunicación brinda mucha ayuda en la actualidad.

3. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Radioenlaces

Se denomina radioenlaces a cualquier conexión entre terminales de telecomunicaciones realizada por ondas de radio, el mismo que utiliza el aire como canal de transmisión, esto quiere decir que las ondas electromagnéticas se esparcen por el aire permitiendo la comunicación entre dos o más puntos (González Menéndez,(s.f) pág. 12).

Es una conexión entre distintas terminales de telecomunicaciones empleando ondas electromagnéticas, suministran una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas (Pastor Ponce, 2015, pág. 18).

Para su ejecución se utiliza una frecuencia portadora, encargada de transmitir la información de un punto hacia el otro, existen varios tipos de radioenlaces los mismos que son detallados a continuación:

3.2. Enlaces punto a punto

Un enlace punto a punto es un enlace entre dos extremos de una onda, las ondas electromagnéticas se propagan por el aire y se utilizan comúnmente conexión de datos o compartir una conexión a internet de un extremo a otro, de lo contrario, a menudo necesitan tener una línea de visión entre los dos puntos (Galeano Villa, 2012, pág. 17).

Pastor Ponce (2015) indica que “las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de diseño de red en las que cada canal de datos es usado para comunicar solamente dos nodos” (pág.19).

Figura 1 *Enlace Punto a Punto*



Nota: Enlace de dos antenas, las misma que transmiten información de punto a punto.

3.3. Enlaces Multipunto

Las conexiones punto a multipunto están diseñadas como un sistema integrado es de instalación sencilla y no requiere caja de protección externa, la misma que representa una solución económica para proyectos inalámbricos, permitiendo la creación de áreas de cobertura de alta capacidad para conectar puntos remotos a un centro para la difusión de datos, voz y video (Pastor Ponce , 2015).

“Un modelo de punto a multipunto se usa a menudo para compartir conectividad con múltiples nodos desde un punto central” (Galeano Villa, 2012, pág. 17).

Figura 2 *Enlace Multipunto*



Nota: En esta ilustración se puede ver como una antena emite información a varias antenas para que se reciba la información.

3.4. Radiofrecuencias

El término radiofrecuencia, también conocido como espectro electromagnético, es el rango de frecuencia que opera entre 3 Hz y 300 GHz. El enlace de prueba tiene como objetivo principal llevar a cabo la transmisión de una o más ondas electromagnéticas, que se originan en el interior del transmisor y se transmiten de una antena a otra a través de un canal de comunicación (Riofrio Maila, 2019, pág. 4).

3.4.1. Ventajas:

- Mayor área de cobertura.
- No necesita comunicación “visual” entre dispositivos.
- Mayor Ancho de Banda (Varela & Dominguez, 2002, pág. 4).

3.5. Frecuencias

Es el “número de veces que se repite un proceso periódico en un intervalo de tiempo determinado” (Significados, 2013), también se puede definir como el número de ondas o vibraciones por unidad de tiempo en cualquier fenómeno periódico, la frecuencia puede ser medida en hercios cuyas siglas son Hz.

Una señal es una onda electromagnética (rango de frecuencia) que se propaga a través de un medio de transmisión. Uno de los aspectos básicos de la capa física es la transferencia de información a la forma de las señales electromagnéticas que pasan a través del medio de transmisión (Villafaña) s.f.

Como indica (Villafaña) s.f “la frecuencia se refiere al número de ciclos por segundo, es decir que es la cantidad de veces que se repite un proceso medido en cantidad de tiempo”.

3.6. Bandas de Frecuencia

La elección de la banda de frecuencia en la que se va a trabajar es una de las primeras en el diseño de un radioenlace, y también una de las más importantes y cuidadosamente estudiada debido a su carácter escaso y limitado (Rodríguez, 2019, pág. 3).

La frecuencia se expresa, en:

- En kilohertzios (kHz) hasta 3.000 kHz.
- En megahercios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3.000 MHz.
- En gigahercio (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3.000 GHz.

Para las bandas de frecuencias por encima de 3.000 GHz, es decir, para las ondas centimilimétricas, micrométricas y decimicrométricas, conviene utilizar el terahercio (THz).

3.7. Tipos de Radio Frecuencias

A continuación, se detalla los tipos de radio frecuencia, esto va a ayudar en el proyecto para poder elegir la mejor alternativa.

Tabla 1. Frecuencias

<i>Nombre</i>	<i>Abreviatura Inglesa</i>	<i>Orientación</i>	<i>Banda ITU</i>	<i>Longitud de Onda</i>
Extra frecuencia	baja ELF	1	Inferior a 3Hz	0 000 km
Super frecuencia	baja SLF	2	3-30Hz	100.000-10.000 km
Ultra frecuencia	baja ULF	3	30-300Hz	10.000- 1.000 km
			300-3000Hz	000-100km

Muy baja frecuencia	VLF	4	3-30Khz	-10km
Baja frecuencia	LF	5	30-30Mhz	m
Media frecuencia	MF	6	300-3.000 MHz	km-100m
Alta frecuencia	HF	7	3-30MHz	0-10m
Muy alta frecuencia	VHF	8	30-300MHz	m
Ultra alta frecuencia	UHF	9	300-3.000 MHz	1m-100mm
Super alta frecuencia	SHF	10	3-30GHz	100-10mm
Extra alta frecuencia	EHF	11	30-300GHz	10-1mm
			<i>Superior a los 300 GHz</i>	<i><1mm</i>

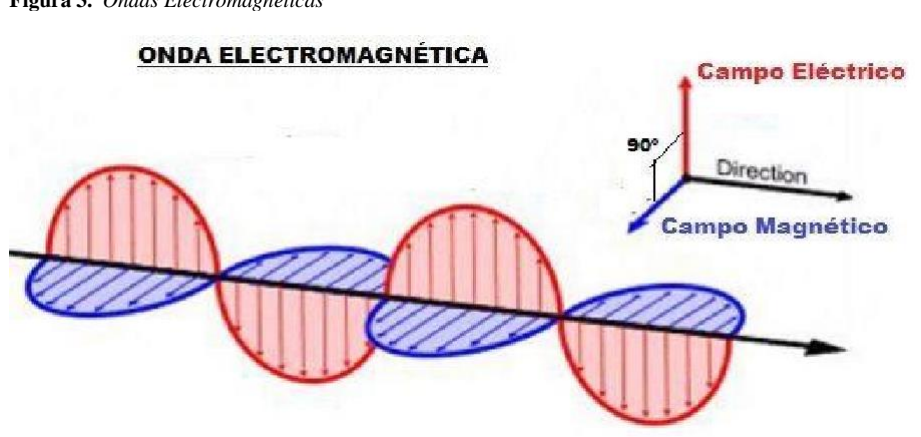
Nota: En la siguiente tabla se logra evidenciar, los tipos de frecuencias que existen, que a continuación se detallara de manera más explícita la tabla para su entendimiento. https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/primer/2016/AO_Reolid_anticipo_15-12-15.pdf

3.8. Longitud de onda

La longitud de onda λ es la distancia entre picos o entre valles de una onda que se representa con el siguiente símbolo, $[\lambda]$ según Hernandez (2018) indica que la longitud de onda “es el desplazamiento de partículas en el espacio durante un determinado tiempo” (pág. 10), es decir, la distancia que existe entre dos o más puntos.

A partir de los cuales la onda tiende a repetirse, dado que la longitud de onda es una medida espacial debe ser medida en unidades de longitud estas pueden ser, metros, kilómetros, milímetros, nanómetros etc. La longitud de onda y frecuencia se relaciona fácilmente con la velocidad de la onda (Microscòpio, s.f.).

Figura 3. Ondas Electromagnéticas



Nota: Se presenta una ilustración donde se puede constatar el campo eléctrico y el campo magnético.

3.9. Frecuencias y estándares utilizados en Ecuador.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones en uso de sus atribuciones establecidas en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones y su Reglamento General, actualiza el Plan Nacional de Frecuencias (PNF) tomando en cuenta las Resoluciones aprobadas desde el año 2012 por el Ex-CONATEL y ARCOTEL en materia de gestión del espectro radioeléctrico, las modificaciones de atribución de bandas de frecuencias radioeléctricas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) aprobadas en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones del año 2015 (CMR-2015) y a situación actual del sector de telecomunicaciones en el Ecuador (Telecomunicaciones, 2021, pág. 5).

- **Frecuencia asignada.** - Centro de la banda de frecuencias asignadas a una estación.
- **Frecuencia característica.** - Frecuencia que puede identificarse y medirse fácilmente en una emisión determinada. Una frecuencia portadora puede designarse, por ejemplo, como una frecuencia característica.

- **Frecuencia de referencia.** - Frecuencia que ocupa una posición fija y bien determinada con relación a la frecuencia asignada. La desviación de esta frecuencia con relación a la frecuencia asignada es, en magnitud y signo, la misma que la de la frecuencia característica con relación al centro de la banda de frecuencias ocupada por la emisión (Telecomunicaciones, 2021, pág. 14).

Las notas internacionales enumeradas a continuación están tomadas literalmente de las reglas de Radiocomunicaciones de la UIT; en este sentido, los artículos, anexos y figuras se refieren a mencionado en la normativa anterior (Telecomunicaciones, 2021).

Tabla 2. Tabla de notas internacionales

Norma	Característica
5.53	"Las administraciones que autoricen el empleo de frecuencias inferiores a 8,3 kHz deberán asegurarse de que no se produce interferencia perjudicial a los servicios a los que se han atribuido las bandas de frecuencias superiores a 8,3 kHz. (CMR-12)" (Radioelectrico, 2017, pág. 146)
5.54	"Se insta a las administraciones que efectúen investigaciones científicas empleando frecuencias inferiores a 8,3 kHz a que lo comuniquen a las otras administraciones interesadas, a fin de que pueda proporcionarse a esas investigaciones toda la protección posible contra la interferencia perjudicial. (CMR12)" (Radioelectrico, 2017, pág. 146)
5.55	A La utilización de la banda de frecuencias 8,3-11,3 kHz por estaciones del servicio de ayudas a la meteorología será únicamente pasiva" (Radioelectrico, 2017, pág. 146)

5.56	Las estaciones de los servicios a los que se han atribuido las bandas 14-19,95 kHz y 20,05-70 kHz, y además en la Región 1 las bandas 72-84 kHz y 86-90 kHz, podrán transmitir frecuencias patrón y señales horarias” (Radioelectrico, 2017, pág. 147)
5.57	La utilización de las bandas 14-19,95 kHz, 20,05-70 kHz y 70-90 kHz (72-84 kHz y 86-90 kHz en la Región 1) por el servicio móvil marítimo está limitada a las estaciones costeras radiotelegráficas (A1A y F1B solamente)” (Radioelectrico, 2017, pág. 147)

Nota: En la tabla se logra evidenciar, las reglas de Radiocomunicaciones de la UIT.

3.10. Antenas

3.10.1. Reseña histórica de las antenas

Los originales sistemas de comunicación eléctricos fueron la telegrafía, implantada en 1844, seguida por la telefonía, en el año 1878. En estos sistemas, las señales se enviaban a través de líneas de transmisión los mismos que conectaban el emisor con el receptor (Ferrando & Valero)

La teoría de las antenas surge a partir de los progresos matemáticos de James C. Maxwell, en 1854, aprobados por los experimentos de Heinrich R. Hertz, en 1887, y los primeros sistemas de radiocomunicaciones de Guglielmo Marconi en 1897 (Ferrando & Valero).

3.10.2. Definición de Antenas

Las antenas son los componentes de los sistemas de telecomunicación concretamente diseñadas para emitir o recibir ondas electromagnéticas, también se pueden definir como los dispositivos que adecuan las ondas guiadas, que se

comunican por conductores o guías, a las ondas que se radian en el espacio libre (Ferrando & Valero).

Los sistemas de comunicaciones utilizan antenas para ejecutar enlaces punto a punto, propagar señales de televisión o radio, o bien transferir o recibir señales en equipos portátiles (Ferrando & Valero).

A continuación, se detalla las características de una de las antenas más utilizadas a nivel mundial.

3.10.3. Antenas WIFI

WIFI es una red computarizada para emitir datos que trabajan con ondas de radio en lugar de utilizar sistemas de cableado, lo cual facilita su conectividad, la compañía encargada de certificar y probar que los equipos cumplan con el estándar 802.11 (Lopez Logacho, 2015, pág. 11).

Antena Wi-Fi utilizada para recibir señales de la estación de Internet (enrutador) para establecer una conexión; sin ningún tipo de adición a la señal y reenvío vía inalámbrica para su uso; Dependiendo de tu dirección habrá más o menos zonas de cobertura (J, 2020, pág. 45).

El objetivo es tomar señal de la emisora de internet que también se lo conoce como router y así establecer una conexión de forma inalámbrica, es decir, sin ningún cable que conecte los dispositivos.

Figura 4. Antenas de Wi-Fi



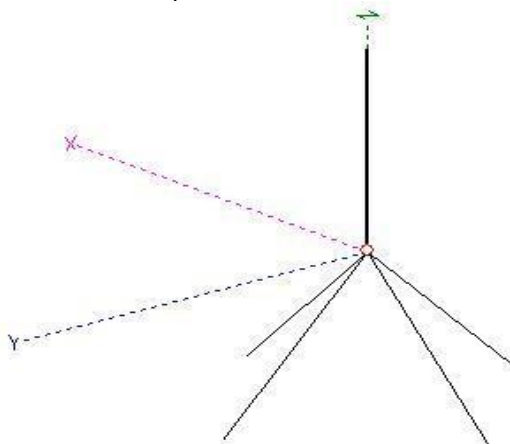
Nota: Esta ilustración presenta una antena de Wi-Fi emitiendo su señal o las ondas electromagnéticas.

3.11. Tipos de Antenas

3.11.1. La antena monopolo (un solo polo)

Una antena monopolo es la mitad de una antena dipolo, casi siempre montada en algún tipo de suelo es por ello que se puede asegurar que una antena monopolo, que es una antena que consta de un solo brazo lineal que irradia verticalmente sobre el suelo. Un monopolo no es una antena completa y debe complementarse con una conexión a tierra para que funcione correctamente (ELECTROMAGNÉTICOS, 2017).

Figura 5. Antena Monopolo



Nota: Se presenta el modelo de antena Monopolo

3.11.2. Antena Dipolo

Los dipolos se suelen encontrar en prácticamente todos los servicios que existen actualmente, principalmente en los sistemas de antenas de las emisoras de radio VHF, pero también en los servicios de telefonía móvil de las emisoras de televisión y servicios de despacho, servicios de seguridad como policía y emergencias, bomberos y ambulancias, entre los diversos elementos que la componen y en general se convierte en una antena de banda estrecha que necesita ser optimizada para las variables.

Figura 6. Antena Dipolo



Nota: A continuación, se presenta el modelo de antena Dipolo

3.11.3. Antena Yagi – Uda

Esta antena consta de varios elementos paralelos y coplanares, salidas, elementos reflector y directores, que se utilizan ampliamente en la recepción de señales de televisión. Elementos de guiado orientados al campo eléctrico, elementos activos radiantes de campo, reflectores de campo (Berdiñas & Testoni, 2016, pág. 1).

Muy utilizado, por ejemplo, para recibir señales de televisión en el formato UHF, porque es altamente direccional, el número los elementos pasivos (parásitos)

que se fusionan esa ganancia es suficiente para recibir el nivel suficiente señal para amplificar sin problema (Huidobro, 2013, pág. 8).

Figura 7. Antena Yagi – Uda



Nota: Se presenta el modelo de antena Yagi- Uda

3.11.4. Antena Panel

Las antenas de panel están formadas por un conjunto de radiadores planos (puntos) y un círculo de distribución de señal entre ellos. Su diseño ha sido adaptado a la estructura que disipa la fuerza en forma de radiación. Se hacen cabezas y círculos uso de fotolitografía sobre un sustrato aislante de cobre de dos caras superficies (Huidobro, 2013, pág. 10).

Al ser una tecnología plana, facilita la integración con el resto del sistema, a favor de reducir el tamaño y el peso total. Tienen la desventaja de ser de estrecho ancho de banda, pero ahora hay muchas maneras de resolver este problema generado (Huidobro, 2013, pág. 10).

Figura 8. Antena Panel



Nota: Se presenta el modelo de la antena de Panel.

3.11.5. Antena Parabólica

Las antenas reflectantes parabólicas proporcionan una ganancia y una directividad extremadamente altas y son muy populares para las estaciones de radio de microondas y los enlaces de comunicaciones por satélite. Una antena parabólica consta de dos partes principales: un reflector parabólico y un elemento activo conocido como mecanismo de alimentación. Básicamente, el mecanismo de alimentación contiene la antena principal (normalmente una bipolar o mesa bipolar), que envía ondas electromagnéticas al inversor. Un reflector es un dispositivo pasivo que refleja la energía radiada por el actuador en una emisión enfocada altamente dirigida donde las ondas individuales están en fase entre sí (un frente de onda en fase) (Berdiñas & Testoni, 2016).



Figura 9. *Antena Parabólica*



Nota: A continuación, se presenta el modelo de la antena Parabólica

3.12. Comparación de dos Antenas

Tabla 3: Comparación de antenas

Ubiquiti litebeam M5 LBE-M5-23	Ubiquiti LBE-5AC-GEN2
 <p>UBIQUITI NETWORKS CPE airMAX[®] 150Mbps ¡GRATIS! SET DE CABLES UTP CAT5E 2MTS 10MTS LiteBeam[®] M5</p>	 <p>UBIQUITI NETWORKS airOS[®] CPE airMAX[®] LINKS LOCKED SIGNAL CENTER 150Mbps LiteBeam[®] AC GEN2</p>
<p>El Access Point LITEBEAM M5 LBE-M5-23 de Ubiquiti Networks es el CPE de exteriores de más bajo costo ofrece eficiente ancho de banda gracias a la tecnología 1×1 SISO integrada airMAX (Protocolo TDMA) ofrece conexiones estables a larga distancia, es la solución ideal para conectividad de enlaces inalámbrico Punto a Multipunto (PtMP) o Punto a Punto (PtP). Su software AirOS integrado es un firmware intuitivo, fácil de usar, versátil y altamente desarrollado</p>	<p>El Access Point LiteBeam AC LBE-5AC-GEN2 de Ubiquiti Networks es el DIRECCIONAL de exteriores de más bajo costo ofrece eficiente ancho de banda gracias a la tecnología 2×2 MIMO integrada airMAX (Protocolo TDMA) ofrece conexiones estables a larga distancia, es la solución ideal para conectividad de enlaces inalámbrico Punto a Multipunto (PtMP) o Punto a Punto (PtP). Su software AirOS integrado es un firmware intuitivo, fácil de usar, versátil y altamente desarrollado</p>

Especificaciones:	Especificaciones:
<ul style="list-style-type: none"> – Enlace sus oficinas y negocios inalámbricamente sin necesidad de cables ni contrato de enlaces. 	<ul style="list-style-type: none"> – Dispone de 1 puerto LAN RJ-45 Gigabit 10/100/1000 Mbps
<ul style="list-style-type: none"> – Comparta su Internet, reduzca costos (cabinas, oficinas, condominios, universidades). 	<ul style="list-style-type: none"> – Soporta Power Over Ethernet Pasivo 24V, 0.5A incluido – Dispone de antena sectorial integrada 23 dBi
<ul style="list-style-type: none"> – Interconecte sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas 	<ul style="list-style-type: none"> – Compatible con estándar WiFi IEEE 802.11a/n/ac
<ul style="list-style-type: none"> – Proveer servicios de Internet inalámbrico (ISP inalámbrico) 	<ul style="list-style-type: none"> – Tecnología Wi-Fi airMAX TDMA de 5GHz MIMO
<ul style="list-style-type: none"> – Aumenta la Calidad de tu Recepción 	<ul style="list-style-type: none"> – Velocidad inalámbrica N de más +450
<ul style="list-style-type: none"> – Implemente Telefonía por IP (VOIP). 	<ul style="list-style-type: none"> Mbps
<ul style="list-style-type: none"> – Vigilancia y monitoreo remoto con cámaras IP. 	<ul style="list-style-type: none"> – Potencia max. de TX 25dBm (320mW)
<ul style="list-style-type: none"> – Litebeam M5 dispone de 2 puertos LAN RJ-45 Fast Ethernet 10/100 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> – Clave de seguridad WEP, WPA-PSK, WPA/WPA2 Enterprise TKIP/AES
<ul style="list-style-type: none"> – Soporta Power Over Ethernet Pasivo 24V, 0.5A incluido 	<ul style="list-style-type: none"> – Modo de trabajo AP, Router, Cliente, Repetidor
	<ul style="list-style-type: none"> – Cobertura más de +15km

-
- Compatible con estándar WiFi IEEE 802.11a/n
 - Tecnología Wi-Fi airMAX TDMA de 5GHz SISO
 - Velocidad inalámbrica N de más +150 Mbps
 - Potencia max. de TX 25dBm (320mW)
 - Clave de seguridad WEP, WPA-PSK, WPA/WPA2 Enterprise TKIP/AES
 - Soporta Antenas Airmax Omni, Sectoriales y Direccionales
 - Modo de trabajo Transmisor o Cliente
 - Cobertura más de +25km
 - Ajuste automático de Velocidad
 - Ajuste de ancho de canal, potencia y distancia
 - Filtrado por MAC ACL
 - Ganancia: 23dBi
- Ajuste automático de Velocidad
 - Ajuste de ancho de canal, potencia y distancia
 - Filtrado por MAC ACL
 - Ganancia: 23dBi
 - Administración web
-

– Administración web

Elección de la antena

Se va utilizar la antena Ubiquiti LBE-5AC-GEN2 puesto que el precio es más accesible, además de que posee gran similitud con la otra antena y tienen la misma potencia.

Nota: se presenta un cuadro comparativo entre dos antenas de la misma marca, para elegir la mejor opción acorde a la necesidad del proyecto.

3.13. Antena que se va a utilizar en el proyecto

Después de haber realizado los estudios necesarios de los tipos de antenas y frecuencias que manejan, se ha optado por una antena que combina tecnologías de hardware y software, para ofrecer un rendimiento alto y ancho de banda en un solo dispositivo, además al ser una antena liviana es fácil de transportar y presenta una banda ancha inalámbrica al aire libre.

Esta antena tiene una solución con un diseño que integra radio y antena para conseguir un correcto rendimiento óptimo, este modelo fue diseñado para ser una solución accesible tanto en costo como en rendimiento.

3.13.1. Características Principales

- Procesador MIPS 74Kc.
- Memoria 64 MB DDR2.
- Interfaz de red (1) 10/100/1000 Ethernet Port.
- Resistencia al viento 200 km/h (125 mph).
- Kit de montaje en mástil (Incluido).
- Máximo consumo eléctrico 7W.
- Fuente de alimentación 24V, 0.3A Gigabit PoE (Incluido).

- Sistema de alimentación Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return).
- Shock and Vibration ETSI300-019-1.4.
- ETSI Especificación EN 302 326 DN2.
- Protection IEM \pm 24 KV Contact / Air.
- 5 GHz- 450+Mbps (Ubiquiti).

3.13.2. Características físicas y eléctricas:

- **Alimentación:** 24 VDC, 0.3 A.
- **Dimensiones:** 358 x 271.95 x 272.5 mm.
- **Peso:** 800 g.
- **Temperatura de operación:** -40 a 70 °C.
- Comprar Bridge LiteBeam 5AC Gen2 de 23dBi (Ubiquiti).

A continuación, se presenta el modelo de la antena que se va a implementar en el proyecto.

Figura 10. Antena Ubiquiti



Nota: Se presenta el modelo de la antena que se va a utilizar en el proyecto.

En la figura se presenta el dispositivo mediante el cual se va a realizar la conexión, en el cual se instalará un programa especializado para emitir las ondas electromagnéticas que va de una antena hacia la otra (punto a punto).

Figura 11. Partes de la antena Ubiquiti



Nota: Se presenta las partes de la antena que se utilizara para el proyecto.

4. CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO

4.1. Metodología

El procesamiento de la información se realizó por medio de recolección de datos mediante encuestas con preguntas cerradas realizadas a los estudiantes, para la descripción de los datos se utilizó la estadística descriptiva, por medio de agrupación y herramientas que brindaron los resultados presentados en la investigación.

4.2. Tipos de investigación:

En el presente proyecto se aplicó la investigación bibliográfica – documental, debido a que se utilizaron fuentes externas, documentos, para apoyar el punto de vista o argumento del trabajo académico tomando en cuenta que los datos sobre el tipo de antenas se realizaron por medio de la conceptualización, la evaluación de documentos en línea y los datasheet de la misma.

4.2.1. Métodos de investigación

El método de investigación cuantitativa, que según Hernández (2014) dice que es un método de recolección de datos en un contexto de estudios principalmente científicos. En el caso de la investigación se aplicó este método con la técnica de encuestas a estudiantes de la carrera de Redes y Telecomunicaciones de la institución, para con ello determinar la importancia del proyecto.

Para el desarrollo investigativo se utilizó la técnica de encuesta, tomando en cuenta que con ello se puede llegar a una muestra de los estudiantes del Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI. Sus respuestas ayudarán para

determinar la importancia del proyecto realizado, por el tipo de técnica se utilizaron preguntas cerradas.

4.2.2. Universo

Para esta investigación se establece como universo a 15 estudiantes del Tecnológico Internacional Universitario, de la carrera de Redes y Telecomunicación., esto ayudará a determinar de una manera más precisa si el proyecto está bien encaminado y si los estudiantes creen que mejorarán su rendimiento académico gracias a la implementación de dicho laboratorio.

4.3. Resultados obtenidos

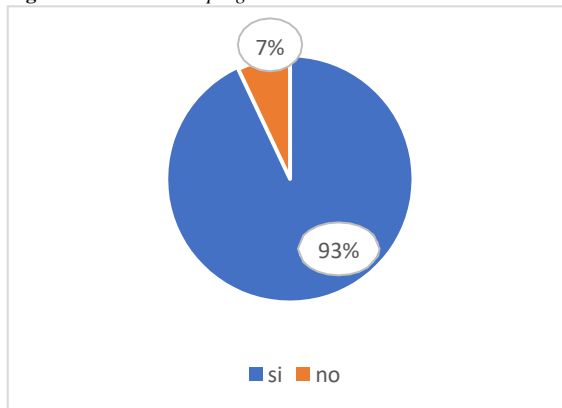
A continuación, se presenta los resultados que se obtuvo gracias a las encuestas realizadas a los estudiantes de Instituto, de igual manera se puede observar figuras con tablas tabuladas para tener más precisión en la investigación.

De los resultados obtenidos de la aplicación de encuestas se destaca que los encuestados se encuentran de acuerdo con la Implementación de un laboratorio de radioenlace en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI, para que los estudiantes puedan complementar la parte teórica con la práctica, con el fin de aplicar sus conocimientos en casos reales y mejorar sus competencias laborales en el ámbito profesional.

4.3.1. Presentación gráfica de resultados.

Pregunta 1: ¿Es importante desarrollar prácticas en laboratorios de telecomunicaciones?

Figura 12. Tabulación pregunta 1.

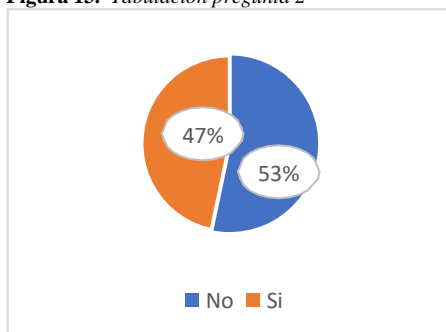


Nota: En la gráfica se puede evidenciar los resultados de la primera pregunta realizada en la encuesta.

Análisis: En la primera pregunta podemos determinar que el 93% de estudiantes encuestados creen que es importante desarrollar prácticas en laboratorio, mientras que el 7% opinan que no tiene importancia, lo que da como conclusión que gran parte de los estudiantes opinan que si es importante.

Pregunta 2: ¿Usted Conoce si El Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI cuentan con equipos para prácticas de radioenlaces?

Figura 13. Tabulación pregunta 2



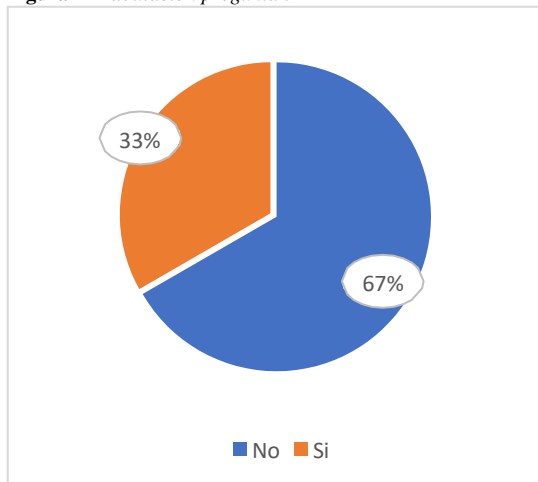
Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la segunda pregunta realizada en la encuesta.

Análisis. De los resultados obtenidos podemos evidenciar que el 53% de encuestados indico que no conoce si el Instituto cuenta con equipos para prácticas de radioenlaces, mientras que un 47% indico que el Instituto Tecnológico

Internacional Universitario ITI, si cuenta con equipos para prácticas de radioenlaces en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones.

Pregunta 3: ¿Usted tiene experiencia en el manejo de herramientas (software) para simular radioenlaces?

Figura 14 Tabulación pregunta 3

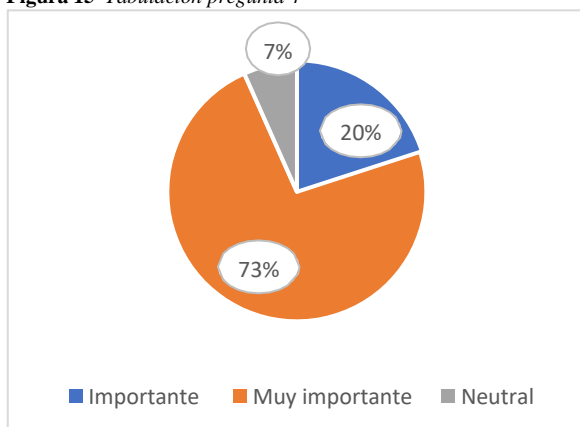


Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la segunda pregunta realizada en la encuesta

Análisis. De los resultados obtenidos, se puede observar que el 67% de los encuestados tienen experiencia en la utilización de software para simular radioenlaces, es decir que va a facilitar su aprendizaje, mientras que el 33% de estudiantes indican que no han tenido experiencia manejado estos sistemas.

Pregunta 4: ¿Usted le gustaría contar con antenas de la marca Ubiquiti en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones?

Figura 15 Tabulación pregunta 4

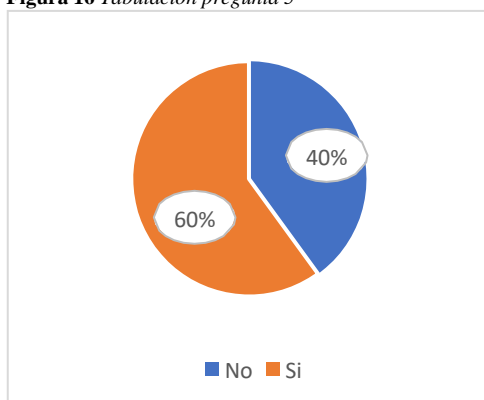


Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la cuarta pregunta realizada en la encuesta

Análisis. De los resultados obtenidos, un 73% indico que es muy importante contar con antenas de la marca Ubiquiti en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones, mientras que un 20% indico que no es importante contar con dichas antenas, y la diferencia del 7% indico ser neutral en el uso de antenas de cualquier marca.

Pregunta 5: ¿Usted conoce la antena lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces?

Figura 16 Tabulación pregunta 5

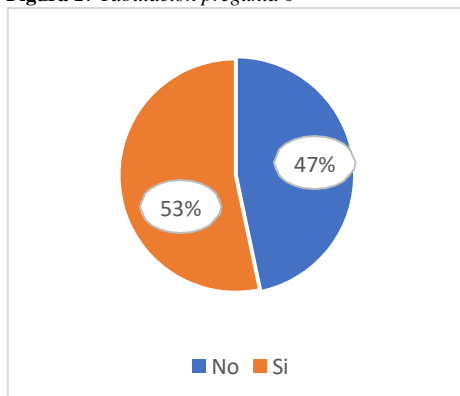


Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la quinta pregunta realizada en la encuesta

Análisis. De los resultados obtenidos, el 60% de los estudiantes indico que si conocen la antena lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces, mientras que un 40% indico que no conocen dicha antena.

Pregunta 6: ¿Usted conoce otros modelos de antenas aparte de la lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces?

Figura 17 Tabulación pregunta 6

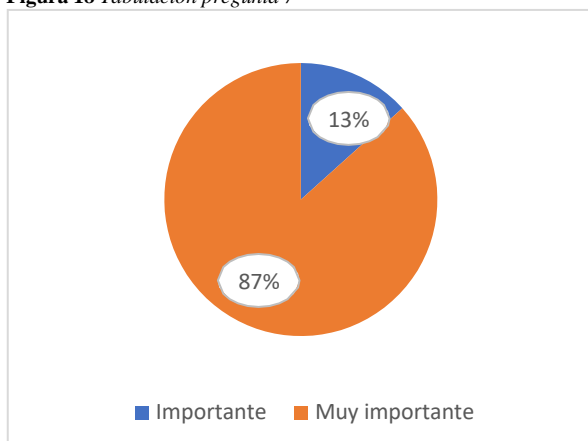


Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la sexta pregunta realizada en la encuesta

Análisis. De los resultados obtenidos, un 53% indicó que si conoce otros modelos de antenas aparte de la lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces, mientras que un 47% indicó que no tiene conocimiento de otros tipos de antenas.

Pregunta 7: ¿Usted cree que es importante contar con una guía para facilitar el manejo y utilización de las distintas antenas?

Figura 18 Tabulación pregunta 7

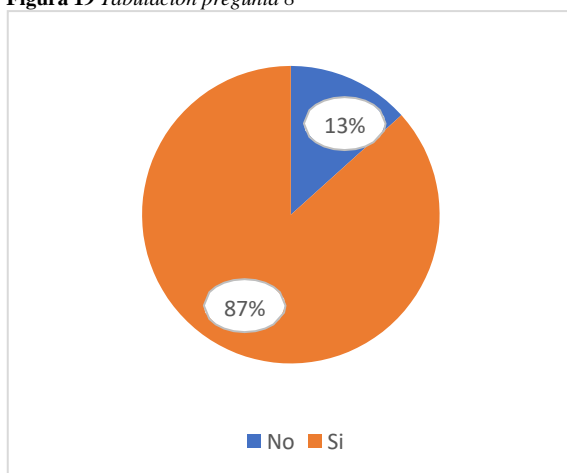


Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la séptima pregunta realizada en la encuesta

Análisis: De los resultados obtenidos, se puede evidenciar que el 87% de las personas encuestadas van a necesitar una guía de trabajo o funcionamiento, mientras que el 13% indicó que no.

Pregunta 8: ¿Usted considera que la calidad de las antenas IBE-5AC-GEN2 son aptas para realizar radioenlaces (punto a punto)?

Figura 19 Tabulación pregunta 8



Nota: En el gráfico anterior se puede evidenciar los resultados de la octava pregunta realizada en la encuesta

Análisis. De los resultados obtenidos, un 87% indicó que, si es importante contar con una guía para facilitar el manejo y la utilización de las distintas antenas, mientras que un 13% indicó que no es necesario una guía.

4.4. Interpretación de resultados

De la interpretación de los resultados obtenidos de los estudiantes de la carrera de tecnología, según las respuestas obtenidas en la encuesta realizada, es importante desarrollar un laboratorio de Telecomunicaciones para el estudio y diseño de radioenlaces de microondas digitales.

Así como también se destaca la Pregunta 1. Donde se determinan con un 93% de respuestas positivas a la importancia de desarrollar prácticas en los laboratorios de Redes y telecomunicaciones.

La pregunta 2 identifica si El Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI cuentan con equipos para prácticas de radioenlaces, resultando que la mitad de los estudiantes no conoce que el instituto cuente con estos equipos.

La pregunta 3, cuestiona la experiencia en el manejo de herramientas (software) para simular radioenlaces, resultando que más de la mitad de los estudiantes no tiene experiencia en el manejo de estas herramientas.

La pregunta 4, analiza que una gran mayoría entiende la importancia de aceptación de la marca Ubiquiti para el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones.

La pregunta 5, se analiza el nivel de conocimiento sobre el tipo de antena lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces, siendo reconocido por la mayoría de los estudiantes como marca.

Pregunta 6, se consulta si los estudiantes conocen otros modelos de antenas aparte de la lbe-5ac-gen2 para hacer radioenlaces, indicando la mitad de los encuestados que sí.

Pregunta 7, Se cuestiona la importancia de contar con una guía para facilitar el manejo y utilización de las distintas antenas, contando con una aceptación del casi total.

La pregunta 8, se destaca la calidad de las antenas IBE-5AC-GEN2 para realizar radioenlaces (punto a punto), obteniendo importancia en casi la totalidad de los encuestados.

4.4.1. Síntesis del capítulo

Como síntesis del capítulo se destaca la experiencia positiva de la utilización de la técnica de aplicar encuestas a los estudiantes, destacando la necesidad y la aceptación en la implementación de un laboratorio de radioenlace en el Tecnológico Internacional Universitario. Tomando en cuenta que, en la actualidad solo pueden realizar prácticas mediante simuladores, que no es lo mismo que realizar con dispositivos reales, por lo que la implementación de este laboratorio ayudará afianzar los conocimiento teórico-prácticos de la asignatura.

5. CAPÍTULO IV: PROPUESTA

5.1. Datos informativos

5.1.1. Título de la propuesta – Descripción

Implementación de un laboratorio para el estudio y diseño de radio enlaces de microondas digitales en el Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI

5.2. Beneficiarios

El presente proyecto tiene como beneficiarios a los estudiantes de la carrera de Redes y Telecomunicaciones del Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI, ya que ellos son los que van a utilizar las antenas y el software y así complementaran sus conocimientos teóricos con la práctica.

5.3. Ubicación

El proyecto a implementarse se ubicará en el laboratorio de Redes y Telecomunicaciones, que se encuentra en el 4to piso del campus Ramírez Dávalos del Instituto Tecnológico Internacional Universitario ITI. En la siguiente figura se puede ver la ubicación del establecimiento en una forma real.

Figura 20 Ubicación del proyecto



Nota: En la figura presentada se puede observar la ubicación donde se implementará el proyecto.

5.4. Esquema de la propuesta (viabilidad, impacto, recursos)

Tabla 4 Esquema de Propuesta

Esquema de Propuesta		
Viabilidad	Impacto	Recursos
<p>La implementación de un estudio de Radio Enlaces en el Instituto tiene una probabilidad de éxito alta, ya que al realizar las respectivas tabulaciones se puede observar su factibilidad y aceptación que va a tener entre los estudiantes.</p>	<p>Gracias a la implementación de este proyecto el impacto en los estudiantes será positivo, ya que pueden complementar los conocimientos teóricos con los prácticos y así tener una visión más abierta de los temas que se tratan en clases.</p> <p>Además, ayudará a que conozcan las antenas y frecuencias que manejan y su utilización, dependiendo de las prácticas que se vayan a realizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Internet • Antenas • Cable UTP • Conectores rj45 • Ponchadora

Nota: En la tabla presentada se puede observar las variables de viabilidad, impacto y recursos, los mismos que se determinó una vez tabulado y verificando el problema actual que tienen los estudiantes del instituto.

5.5. Presupuesto

Tabla 5 Tabla presupuestaria

PRESUPUESTO PROYECTO	
1 Servicio de internet	\$25.00
2 Antena Ubiquiti	\$200,00
5 Metros de cable UTP	\$5.00
6 Conectores rj45	\$2.50
\$232,50	

Nota: En la tabla presentada se puede evidenciar el presupuesto económico que se empleó para llevar a cabo el proyecto.

5.6. Desarrollo de la propuesta

5.6.1. Materiales

En el presente proyecto se implementó varios materiales los mismos que se detallan a continuación:

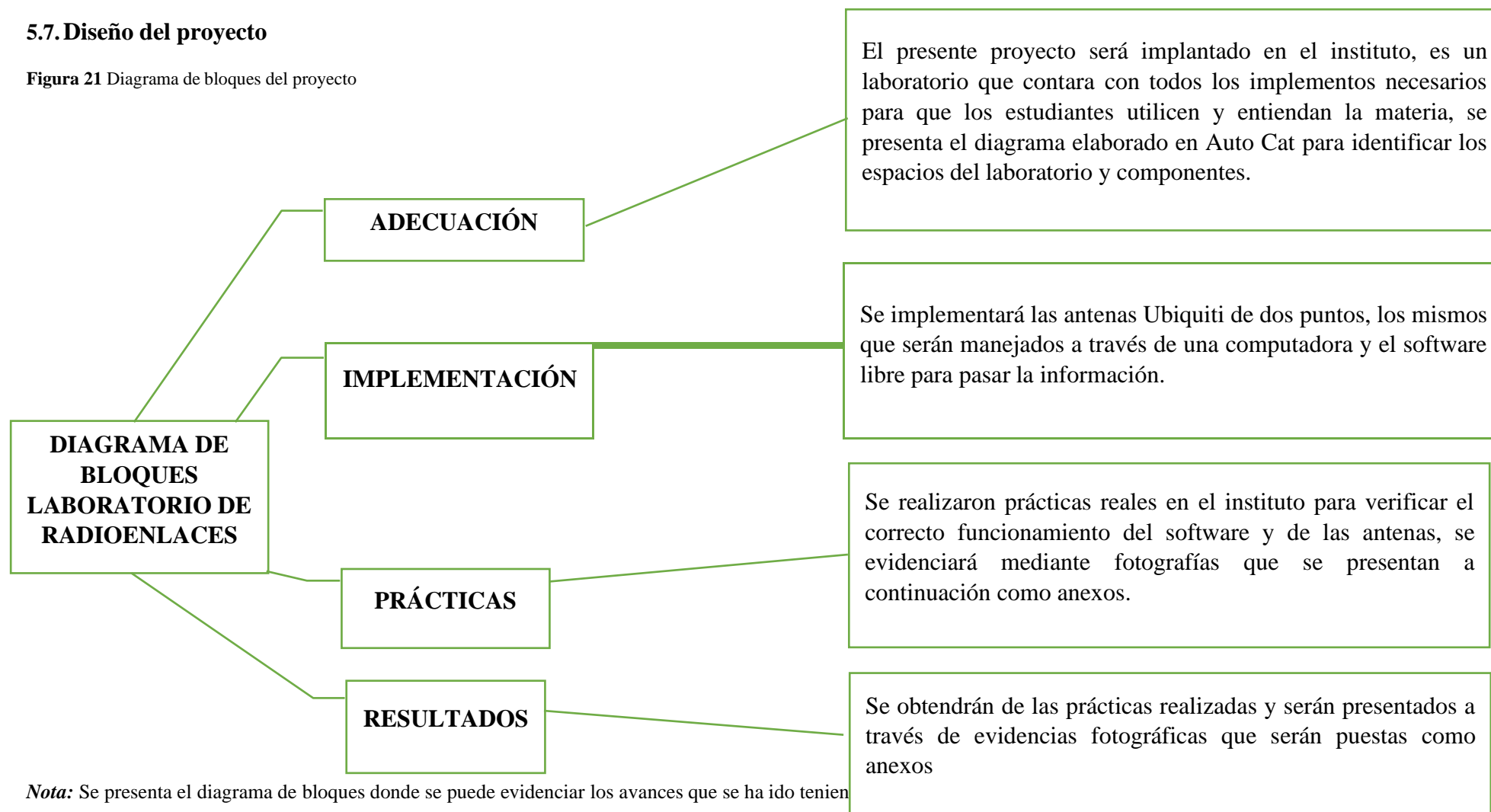
Tabla 6 Materiales utilizados en el proyecto

Nombre	Descripción	Utilización
Computadora	Utilización para dar funcionamiento a las antenas.	Manejo de antenas y software
Wi-Fi	Conexión de internet	Permite conectar las antenas con la computadora para que emita la información.
Antenas	Antena Ubiquiti LBE-5AC-GEN2	Recepción y envío de información de una antena hacia otra.
Software	Software libre que viene incluido con la antena.	Da acceso a que las antenas funcionen correctamente y la información sea correcta.

Nota: En la tabla presentada se puede evidenciar los materiales y el funcionamiento que se le dará dentro del proyecto.

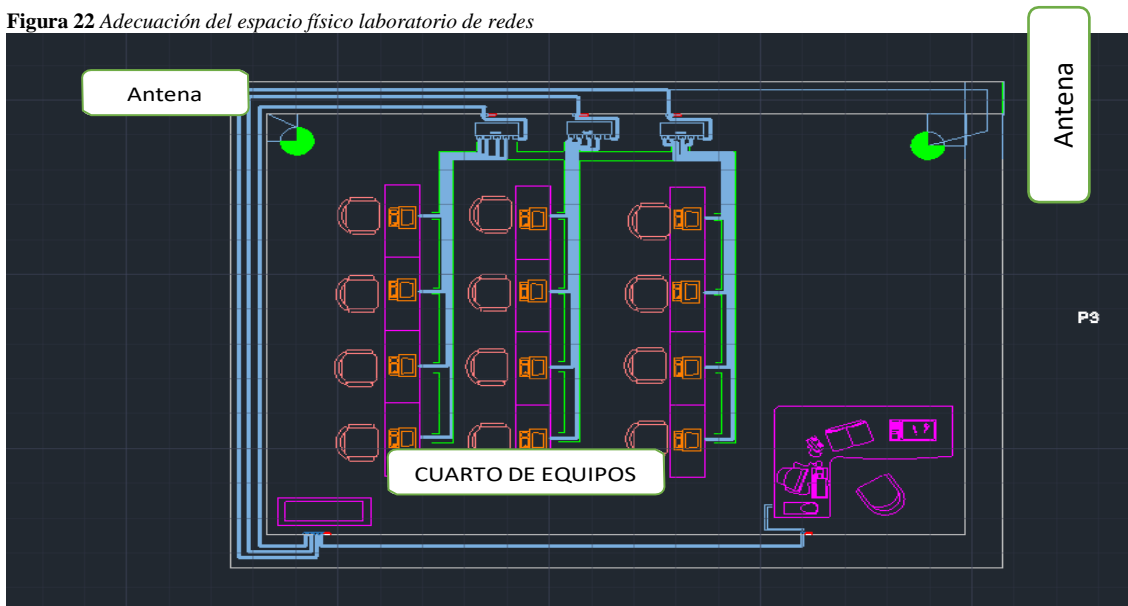
5.7. Diseño del proyecto

Figura 21 Diagrama de bloques del proyecto



5.8. Adecuación

Figura 22 Adecuación del espacio físico laboratorio de redes



Nota: Se presenta el diagrama realizado en AutoCAD

5.9. Anexos prácticos.

Figura 23 Proceso de armar las antenas Ubiquiti



Nota: Se presenta el proceso empleado para armar las antenas y posteriormente configurar con el software.

A continuación, se detallan los pasos que se siguió para dicho proceso:

1. Verificar el contenido del paquete.
2. Armar los paneles, los mismos que se unen mediante tornillos y ajustándolos con un desarmador.
3. Unir la bocina de alimentación en el centro de los paneles.
4. Implementar a la antena el Receptor de alimentación.
5. En la parte posterior se une la tira de metal, Montaje de acimut y Montaje de elevación para sostener la antena.
6. Con ayuda del cable de alimentación y Gigabit PoE* (24 V, 0,3A) con soporte de montaje se procede a la configuración con el software.

Figura 24 Resultado final



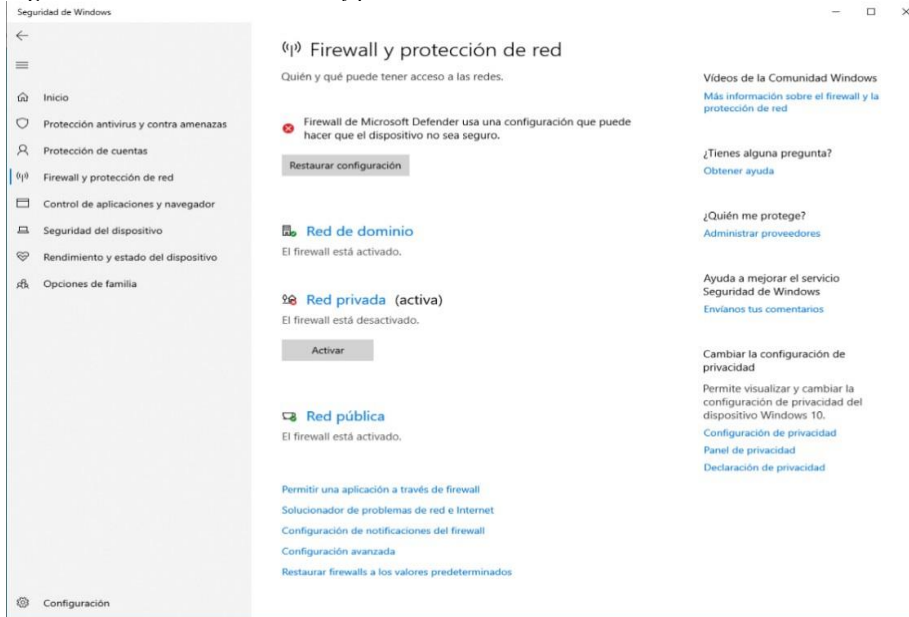
Nota: Se presenta el resultado final, es decir el armado total de las 2 antenas, se puede evidenciar que ya están listas para ser configuradas.

5.10. Configuración de Software

A continuación, se presenta el paso a paso de la configuración en el software que se realizó:

1. Desactivar firewall y protecciones de red por ejemplo antivirus, para que se pueda tener una mejor comunicación entre computadoras y antenas.

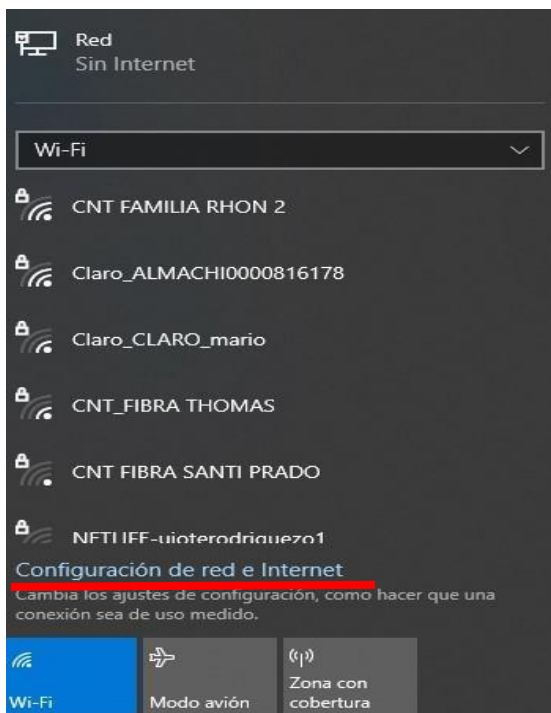
Figura 25 Desactivación Firewall y protección de red



Nota: Se presenta la desactivación de Firewall y antivirus

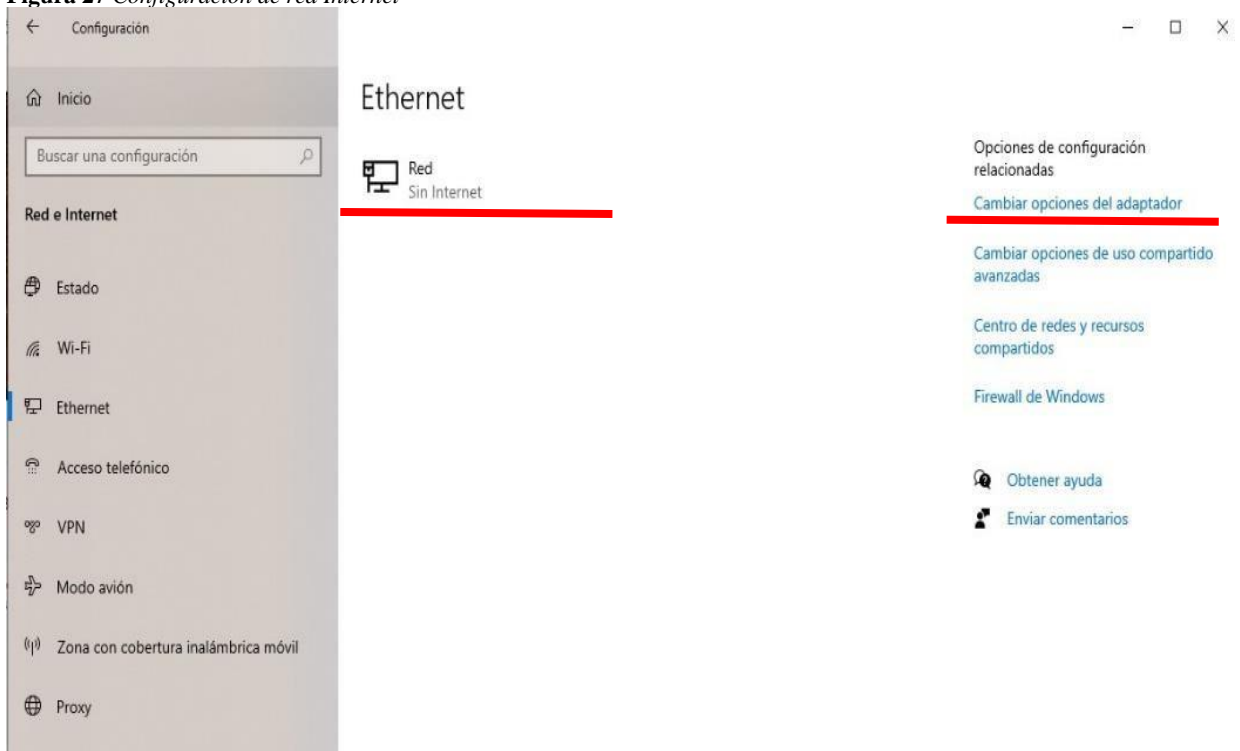
2. Configuraciones de internet para cambiar las opciones del adaptador.

Figura 26 Configuración de red de internet



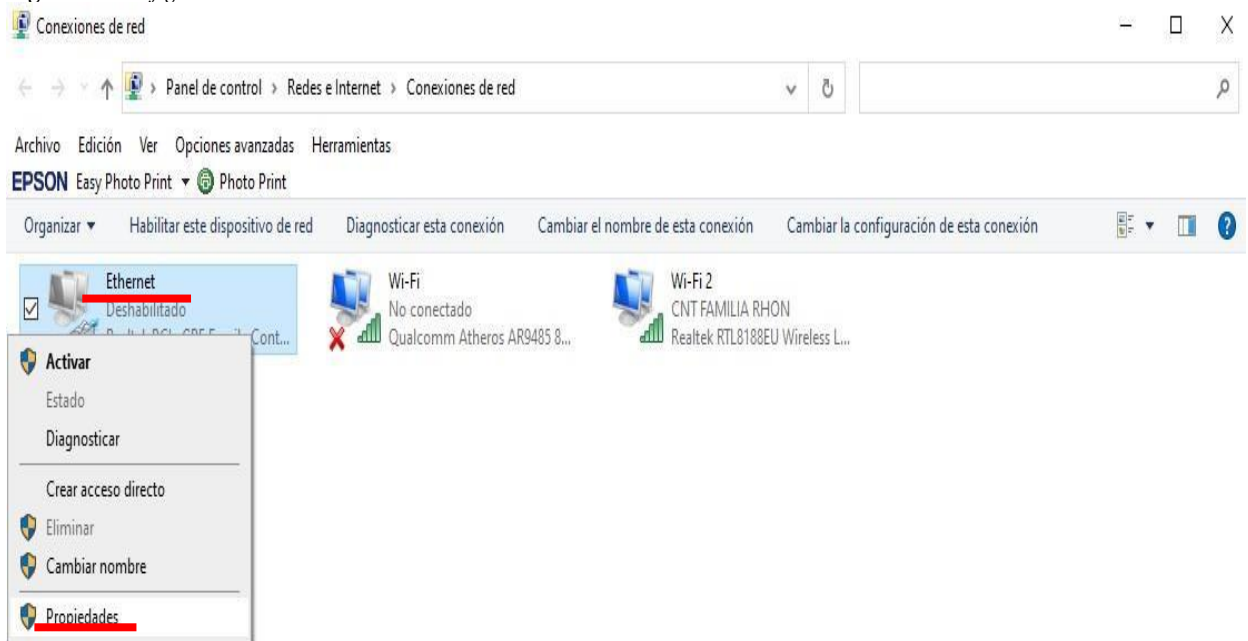
Nota: Se presenta la pantalla de configuraciones de red.

Figura 27 Configuración de red Internet



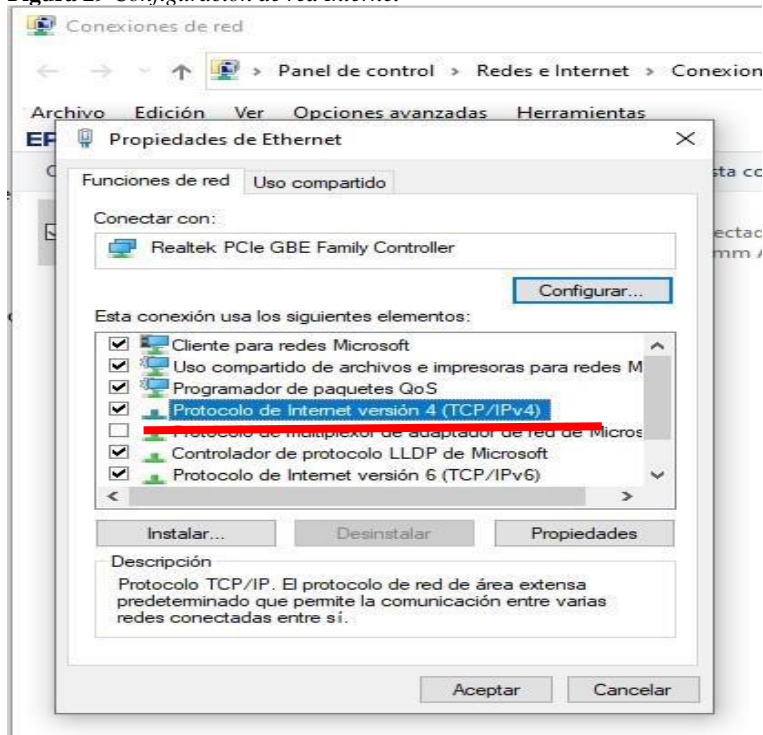
Nota: Se presenta la pantalla de configuraciones de red- cambiar opciones de adaptador.

Figura 28 Configuración de red Internet



Nota: Se presenta la pantalla de configuraciones de red >Ethernet > Propiedades

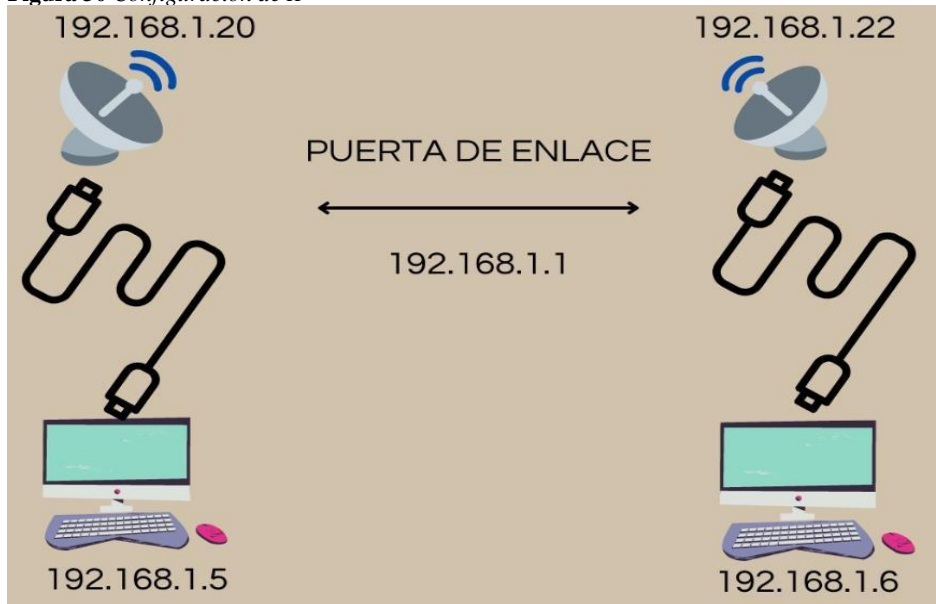
Figura 29 Configuración de red Internet



Nota: Se presenta la pantalla de configuraciones de red.> Protocolo de Internet versión 4 (TCP / Pv4)

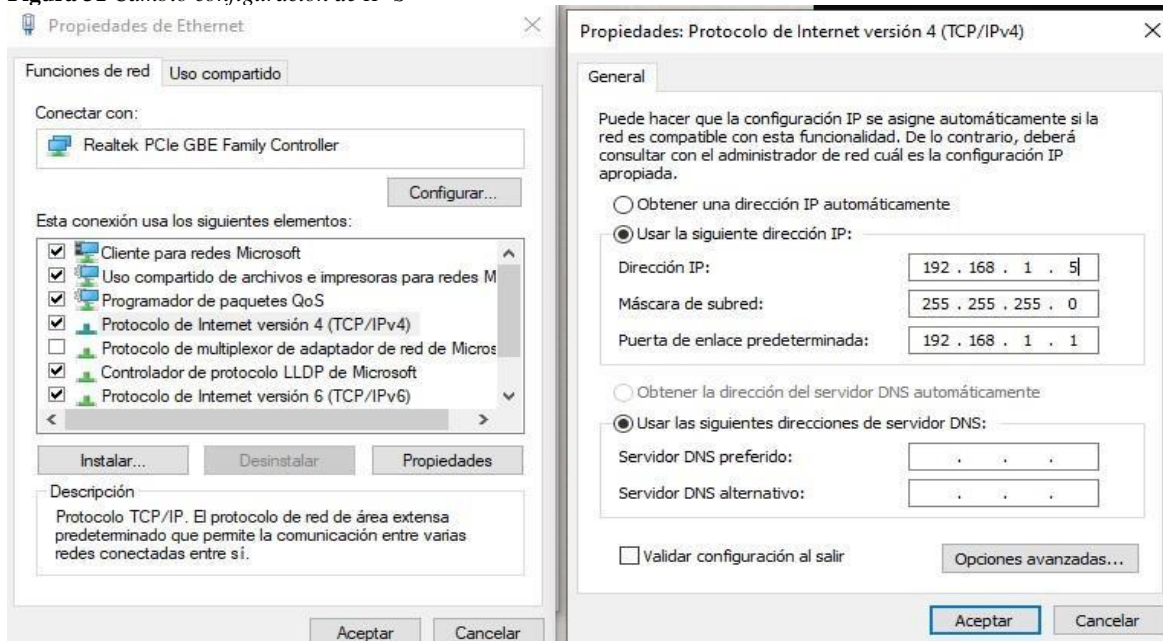
3. Se cambia las IP's de las dos computadoras, para que puedan transmitir información con ayuda de las antenas.

Figura 30 Configuración de IP



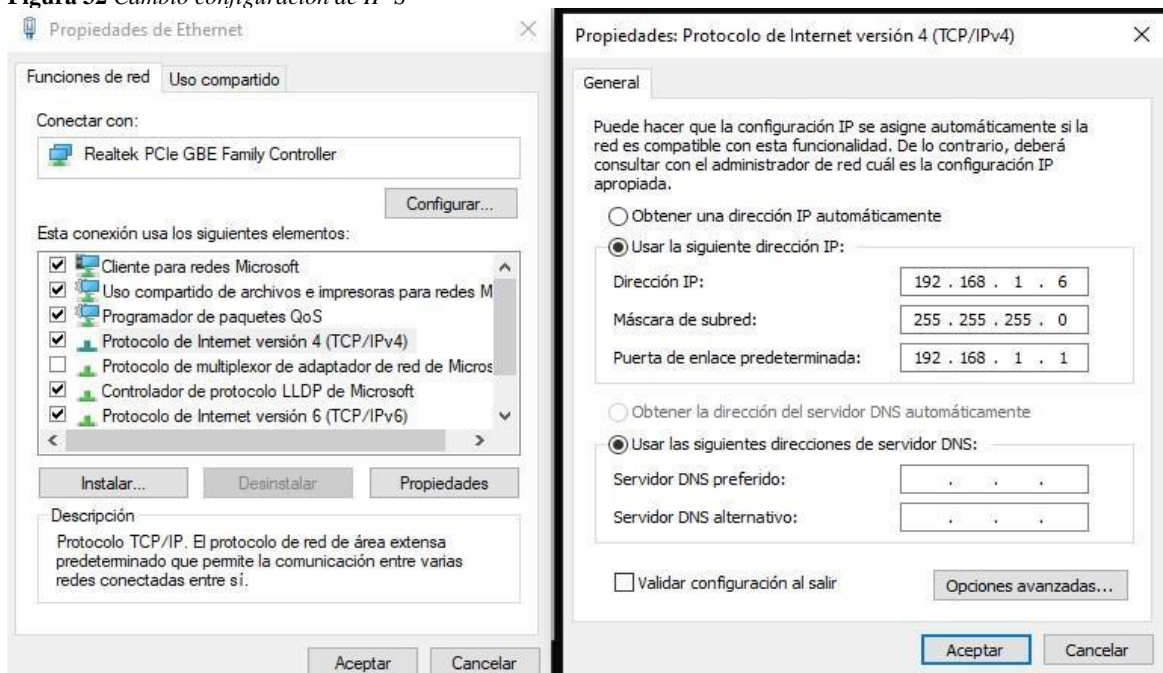
Nota: Se presenta la configuración de antenas, computadoras y puerta de enlace para que tengan comunicación entre sí.

Figura 31 Cambio configuración de IP'S



Nota: Se presenta la configuración de IP's para cada computadora **computador 1**.

Figura 32 Cambio configuración de IP'S

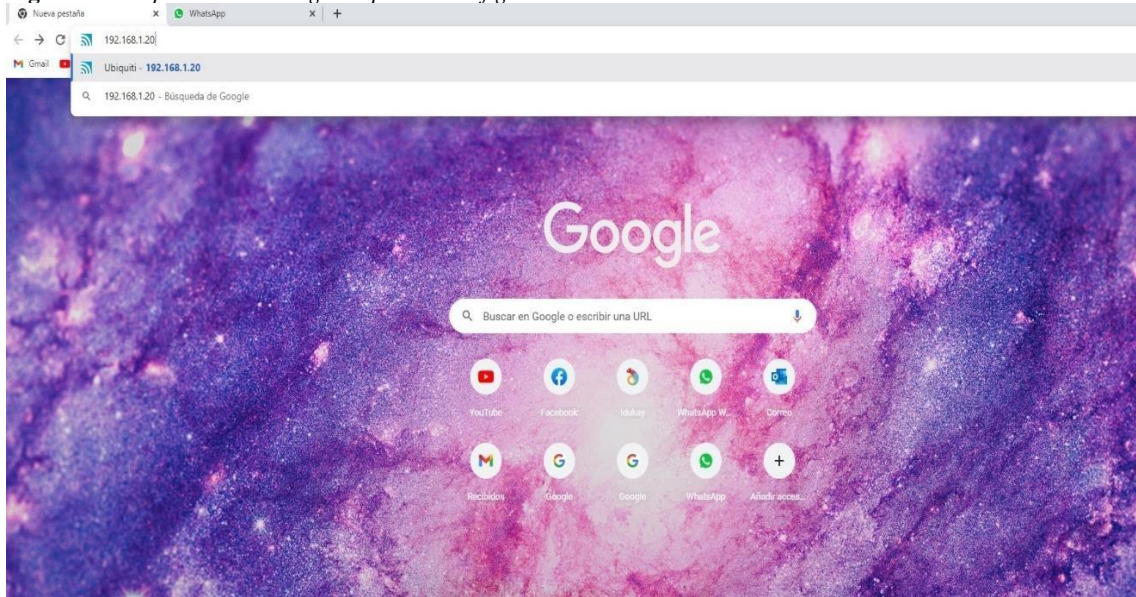


Nota: Se presenta la configuración IP's para cada computadora **computador 2**

4. Buscar en el navegador, con la siguiente IP:

- Computador 1: 192.168.1.22
- Computador 2: 192.168.1.22

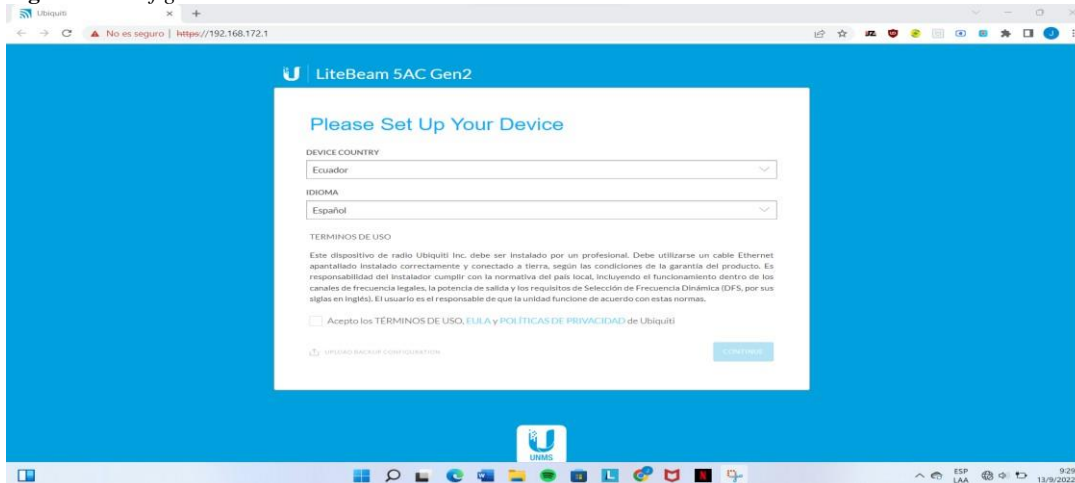
Figura 33 Búsqueda en el navegador para la configuración de la antena



Nota: Se presenta la búsqueda en el navegador la configurar las antenas

5. Para comenzar a configurar; cabe recalcar que hay otra opción de configuración, pero esta incluye la conexión Wifi y atender dicho procedimiento se procede a realizar los siguientes datos en programa que se incorpora Ubiquiti.

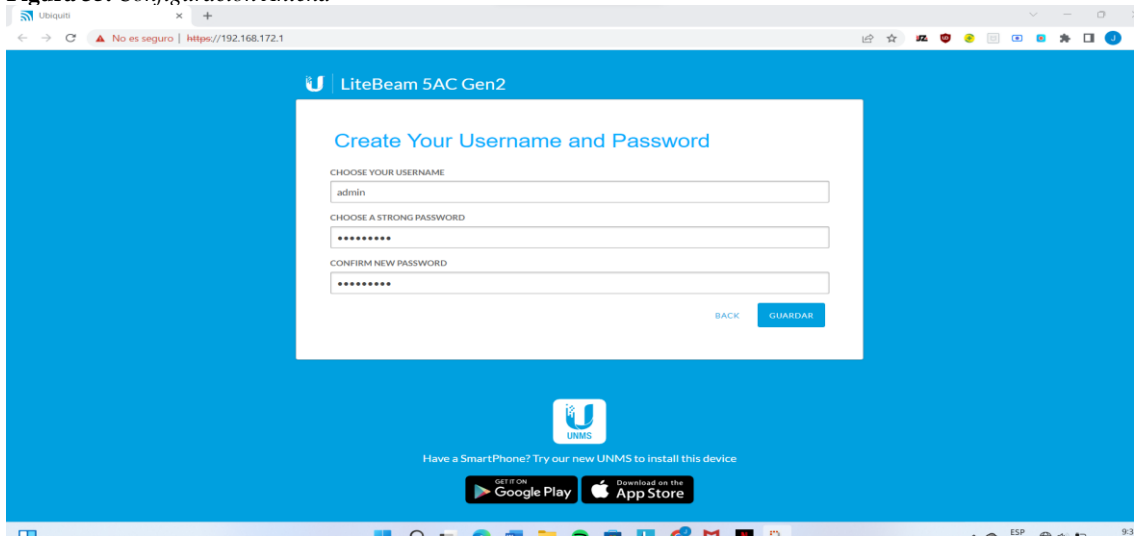
Figura 34 Configuración Antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas comenzando por el país y el idioma.

6. Aparece una opción en el interfaz de la antena Ubiquiti el mismo que pedirá un usuario y contraseña para realizar los cambios, por lo tanto, la configuración es la siguiente: Usuario es **administrador** y la contraseña **Admin2022** sirve para ingresa a la antena.

Figura 35. Configuración Antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas

7. Una vez realizado todos los pasos nos permitirá ingresar al programa de Ubiquiti

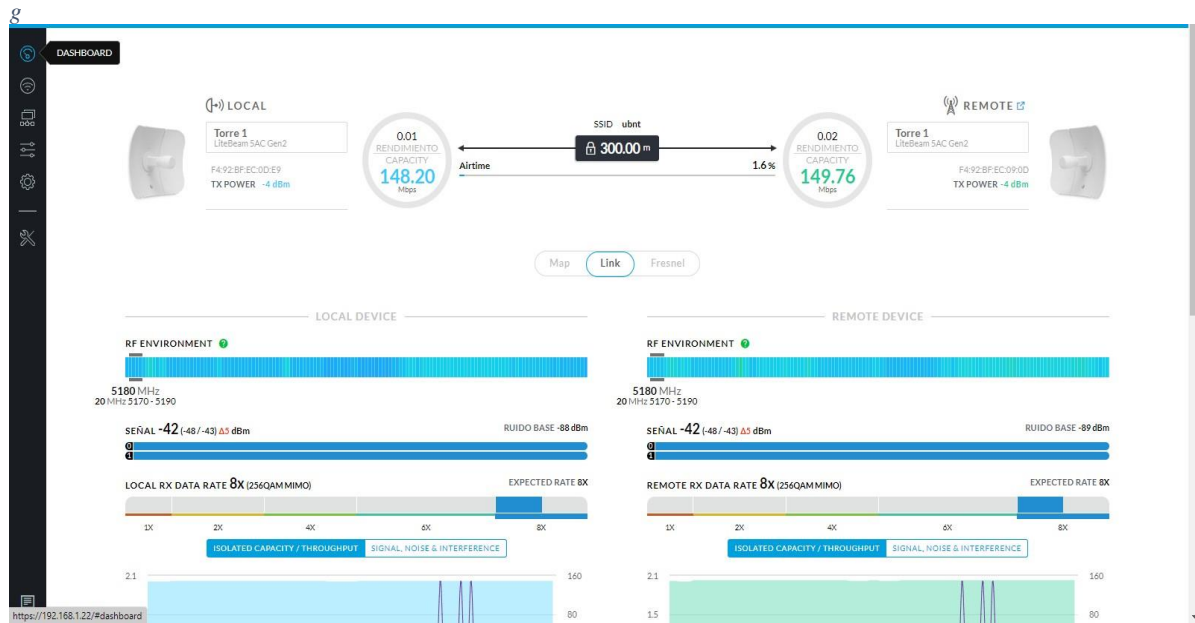
AiOSB para hacer los cambios de la antena ingresando al menú de la interface

Figura 36. Panel de control o configuración rápida de la antena



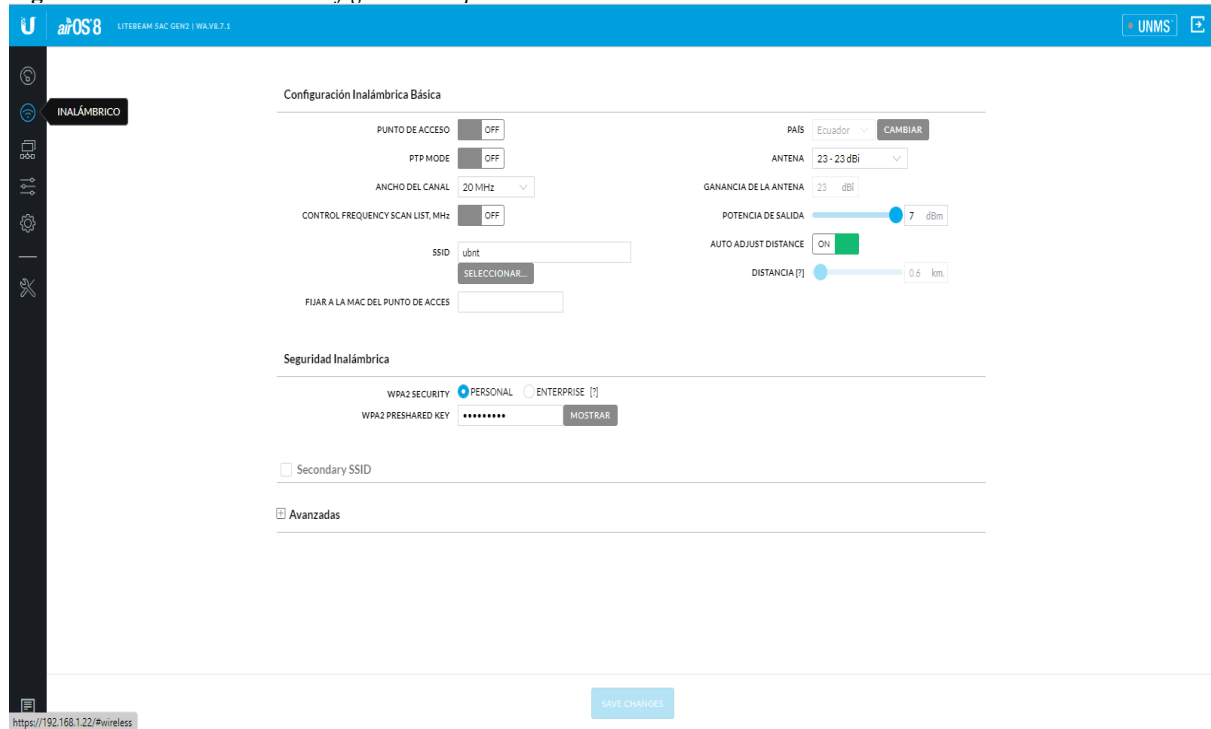
Nota: Se presenta la barra de herramientas

Figura 37. Panel de control o configuración rápida de la antena



Nota: Se presenta la barra de herramientas – Dashboard o interfaz de la antena

Figura 38. Panel de control o configuración rápida de la antena



Nota: Se presenta la barra de herramientas – Dashboard o interfaz de la antena

Figura 39. Panel de control o configuración rápida de la antena

The screenshot shows the 'RED' configuration page in the airOS 8 web interface. The page is titled 'Panel de control o configuración rápida de la antena' and includes a navigation sidebar on the left with a 'RED' button highlighted. The main content area is divided into three sections:

- Rol de la red:** 'MODO DE RED' is set to 'Puentes (Bridge)'.
- Modo de Configuración:** 'MODO DE CONFIGURACIÓN' is set to 'Simple'.
- Configuración de Administración de red:**
 - 'DIRECCIÓN IP DE ADMINISTRACIÓN' is set to 'ESTÁTICA' (selected over DHCP).
 - Fields for 'DIRECCIÓN IP' (192.168.1.22), 'MÁSCARA DE RED' (255.255.255.0), 'IP DE LA PUERTA DE ACCESO' (192.168.1.1), 'IP DEL DNS PRINCIPAL' (8.8.8.8), and 'IP DNS SECUNDARI' are present.
 - 'MTU' is set to 1500.
 - On the right, several services are toggled: 'STP' (OFF), 'VLAN DE ADMINISTRACIÓN' (OFF), 'IP ALIASING AUTOMÁTIC' (ON), 'DHCP OPTION 82' (OFF), 'IPV6' (ON), and 'IPV6 ADDRESS' (LOCAL selected over ESTÁTICA and SLAAC).
 - A checkbox for 'Límites de velocidad' is present but unchecked.

A 'SAVE CHANGES' button is located at the bottom right of the configuration area. The browser address bar shows 'https://192.168.1.22/#network'.

Nota: Se presenta la barra de herramientas – Red- Se presenta las IP´s de las antenas

Figura 40. Panel de control o configuración rápida de la antena

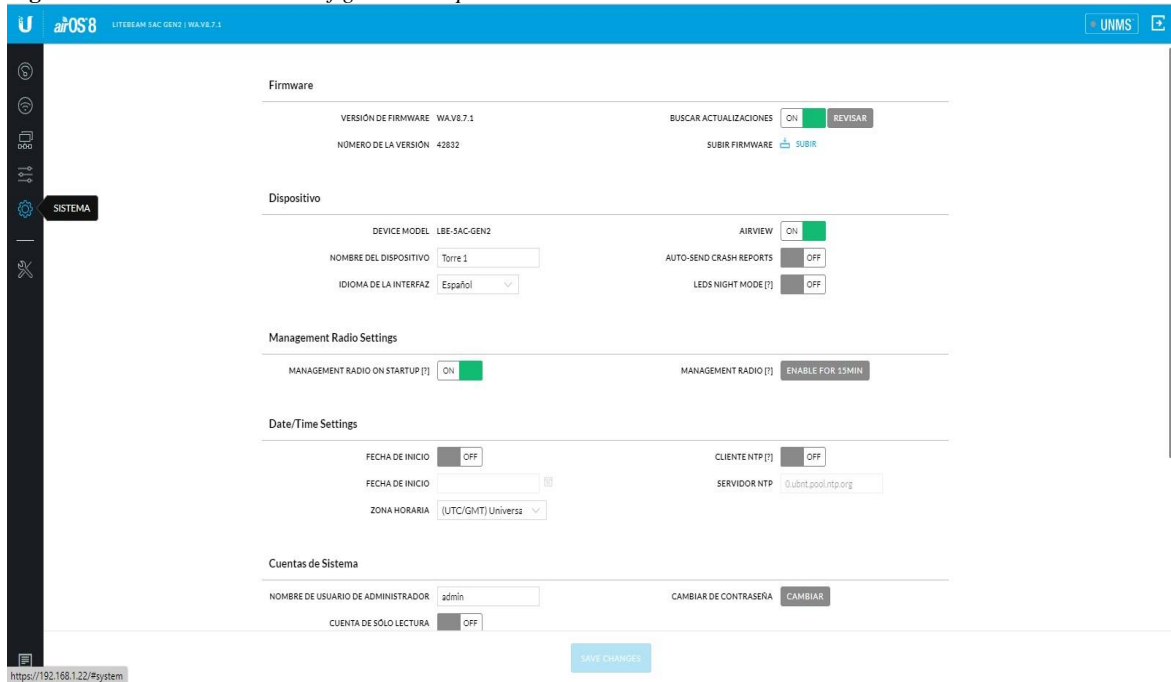
The screenshot shows the 'SERVICIOS' configuration page in the airOS 8 web interface. The page is titled 'Panel de control o configuración rápida de la antena' and includes a navigation sidebar on the left with a 'SERVICIOS' button highlighted. The main content area is divided into several sections:

- Ping Watchdog:** Unchecked checkbox.
- Agente SNMP:** Unchecked checkbox.
- Servidor Web:**
 - 'SECURE CONNECTION (HTTPS)' is ON.
 - 'PUERTO SERVIDOR SEGURO' is 443.
 - 'PUERTO DEL SERVIDOR' is 80.
- Servidor SSH:** Checked checkbox.
 - 'PUERTO DEL SERVIDOR' is 22.
 - 'CONTRASEÑA DE AUTENTICACIÓN' is ON.
 - 'CLAVES DE AUTENTICACIÓN' has an 'EDITAR...' button.
- Servidor Telnet:** Unchecked checkbox.
- Registro de Sistema:** Checked checkbox.
 - 'REGISTRO REMOTO' is OFF.
 - 'DIRECCIÓN IP DEL REGISTRO REMOTO' is empty.
 - 'PUERTO DEL REGISTRO REMOTO' is 514.
- Buscador de dispositivos:**
 - 'DESCUBRIR' is ON.
 - 'CDP' is OFF.

A 'SAVE CHANGES' button is located at the bottom right of the configuration area. The browser address bar shows 'https://192.168.1.22/#services'.

Nota: Se presenta la barra de herramientas – Servicios

Figura 41 Panel de control o configuración rápida de la antena



Nota: Se presenta la barra de herramientas – Sistema

Figura 42. Panel de control o configuración rápida de la antena

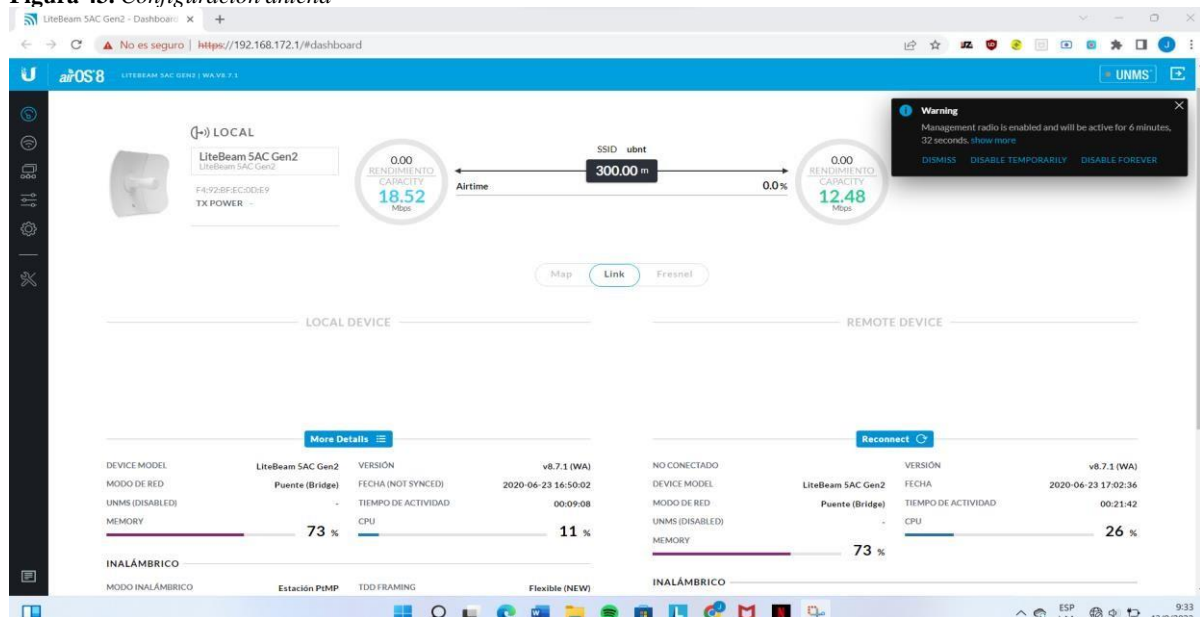


Nota: Se presenta la barra de herramientas – Mas opciones

5.11. Conexión de antenas

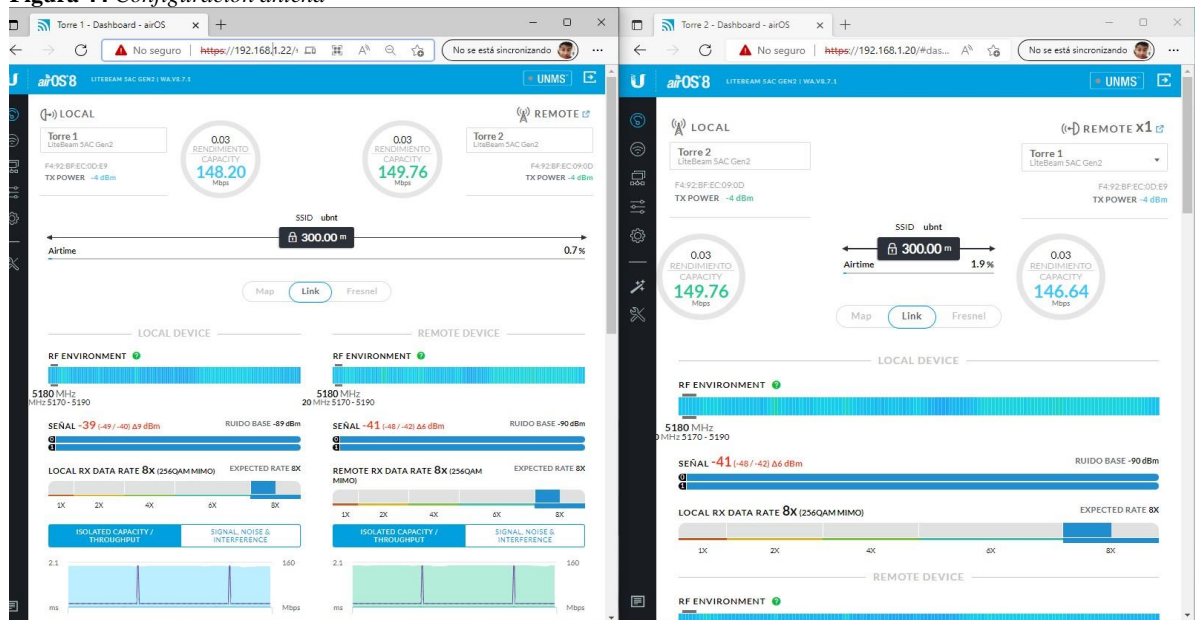
1. Una vez ingresando al programa y examinando todos los componentes del mismo se procede a conectar las dos antenas ingresando a > administración de antenas.

Figura 43. Configuración antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas

Figura 44 Configuración antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas, conectándose una con otra de manera inmediata ya que su reconocimiento es al instante. Se configura la torre 1 con la torre 2

5.12. Práctica simple de conexión de antenas

A continuación, ingresamos al entorno de cada una de las antenas se procede a entrar a la herramienta de red para dar paso a la configuración de las antenas y se procede a cambiar los siguientes datos:

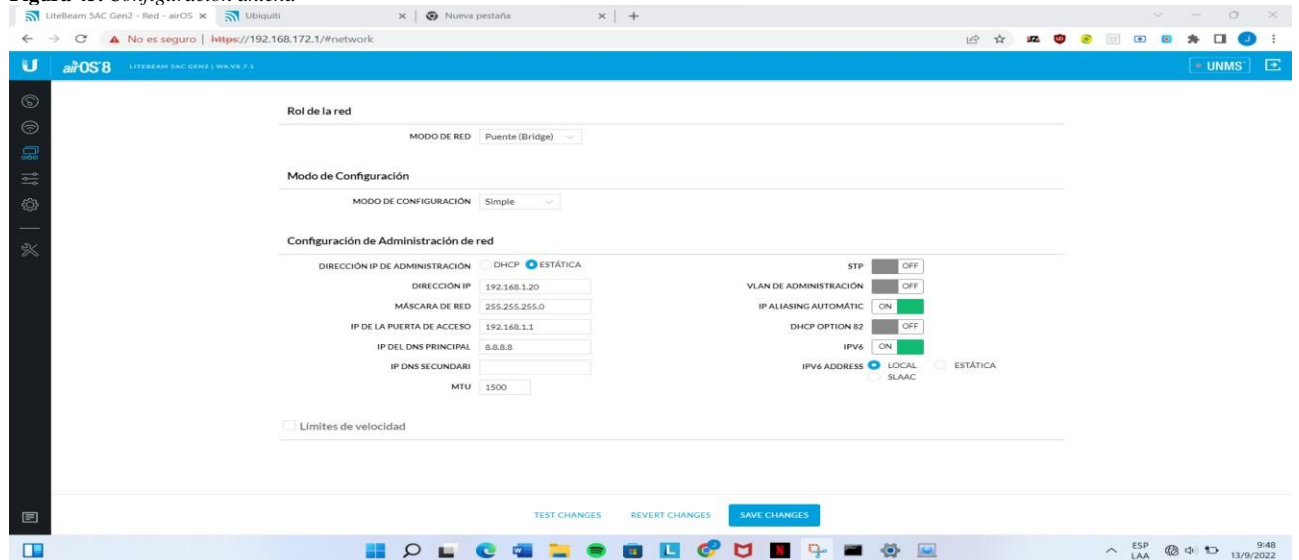
Torre 1

Tabla 7 Datos torre1

Dirección IP	192.168.1.20
Máscara de Red	255.255.255.0
Puerta de acceso	192.168.1.1

Nota: Se presenta los datos de la torre 1 para la configuración de las antenas

Figura 45. Configuración antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas

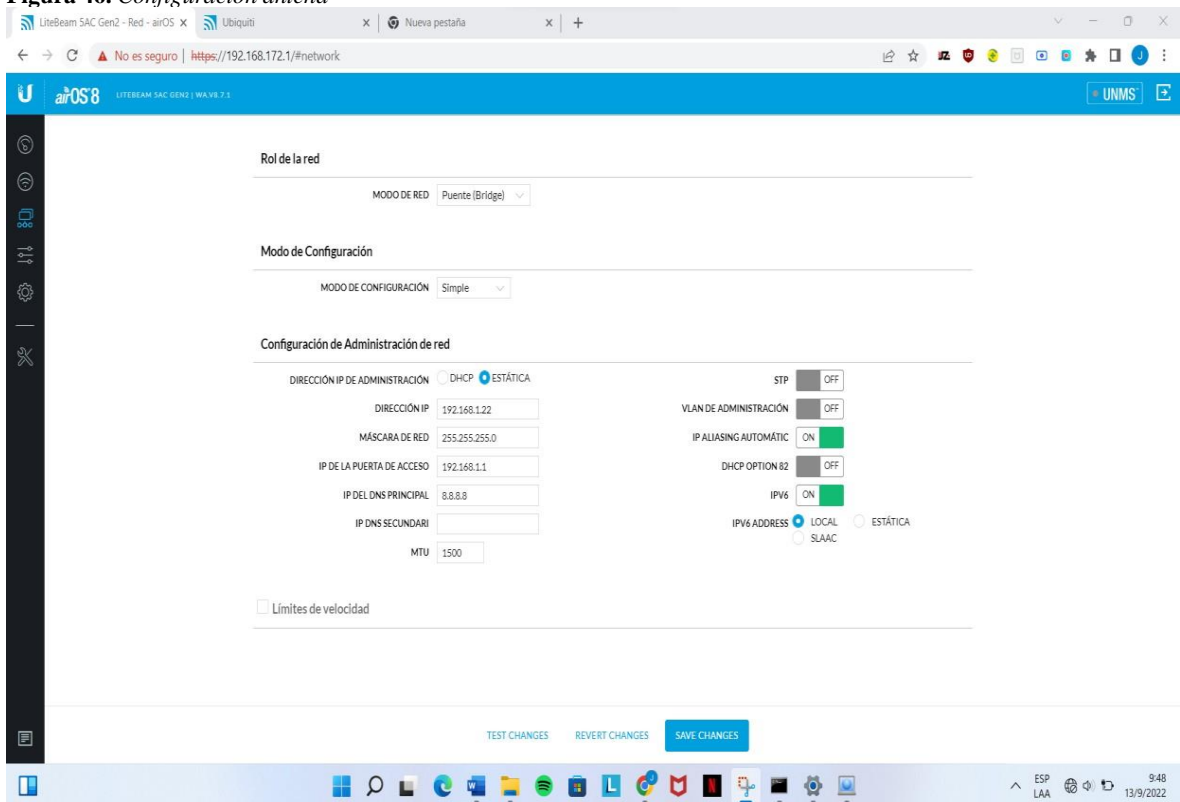
A continuación, se presenta la información de la torre 2

Tabla 8 Datos torre 2

Dirección IP	192.168.1.22
Máscara de Red	255.255.255.0
Puerta de acceso	192.168.1.1

Nota: Se presenta los datos de la torre 1 para la configuración de las antenas

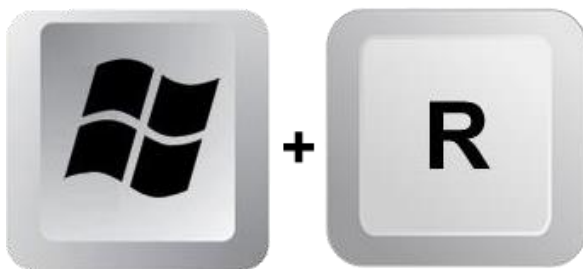
Figura 46. Configuración antena



Nota: Se presenta el software para la configuración de las antenas

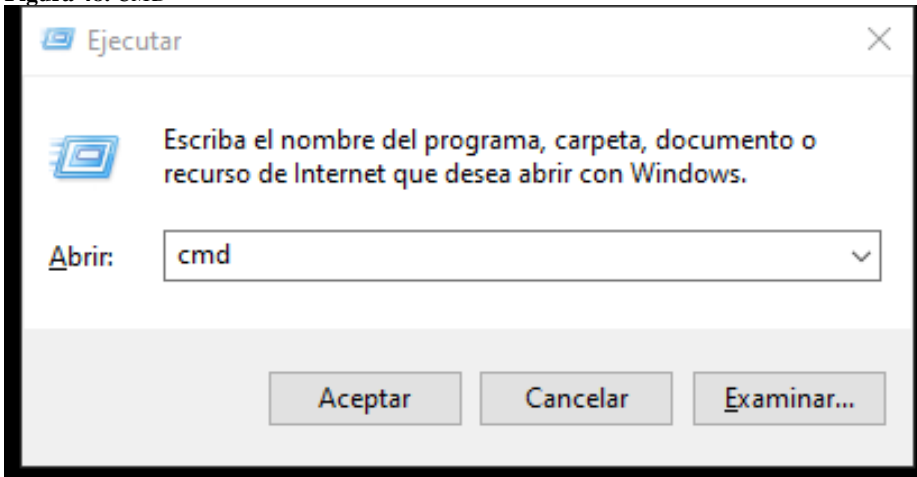
Una vez realizada la configuración de IP's, máscaras y puertas de acceso, se da paso a realizar el PIN entre las computadoras y antenas, presionando la tecla Windows + R.

Figura 47. Windows + R



Nota: Se presenta el acceso al CMD

Figura 48. CMD



Nota: Se presenta el acceso a acceder al PIN entre computadoras y antenas.

Se puede evidenciar el siguiente PING de 192.168.1.5 que llega hasta el PING 192.168.1.6 donde se puede observar que si hay respuesta de una antena hacia otra.

Figura 49 Ping Torre 1- Torre 2

C:\Windows\system32\CMD.exe

```
C:\Users\User>ping 192.168.1.5

Haciendo ping a 192.168.1.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=76ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=83ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=215ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 31ms, Máximo = 215ms, Media = 101ms

C:\Users\User>ping 192.168.1.6

Haciendo ping a 192.168.1.6 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.6:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Nota: Se presenta el acceso a acceder al PIN entre computadoras y antenas.

Figura 50. PING de antenas y computadoras

```

C:\Windows\system32\CMD.exe

C:\Users\User>ping 192.168.1.5

Haciendo ping a 192.168.1.5 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=76ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=83ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.5: bytes=32 tiempo=215ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.5:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 31ms, Máximo = 215ms, Media = 101ms

C:\Users\User>ping 192.168.1.6

Haciendo ping a 192.168.1.6 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.6: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.6:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\User>ping 192.168.1.20

Haciendo ping a 192.168.1.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=11ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 5ms, Máximo = 11ms, Media = 6ms

C:\Users\User>ping 192.168.1.22

Haciendo ping a 192.168.1.22 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.22: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.22:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

Nota: Se presenta el acceso a acceder al PIN entre computadoras y antenas.

6. CONCLUSIONES

- Después de haber investigado los diferentes sistemas de radioenlaces, se determinó las características que deben tener las antenas para implementar radioenlaces en laboratorio.
- La antena que se utilizó en el proyecto es la antena Ubiquiti LBE-5AC-GEN2, siendo de frecuencia 5 GHz- 450+Mbpsr, la antena permite realizar varias configuraciones que permite desarrollar prácticas de laboratorio.
- Para garantizar el correcto funcionamiento del radio enlace se ha realizado diferentes ensayos, como la simulación en el software Radio Mobile y pruebas en campo.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los estudiantes seguir las instrucciones de la guía de laboratorio y utilizar las versiones de software empleadas para asegurar el funcionamiento del radioenlace.
- Actualizar el firmware de las antenas según las versiones que entregue el fabricante.
- Al momento de levantar un radioenlace, tomar precauciones como los obstáculos, la lluvia y neblina.

8. BIBLIOGRAFÍA

ACADEMY, U. (s.f.). *Ubiquiti Broadband Wireless Admin* .

Altamirano Villares, C. G. (s.f.). *Sistema De Comunicación Para La Transmisión De Información Entre La Matriz Y La Sucursal De La Distribuidora De Material De Construcción “Frevi” En La Ciudad De Ambato*. Ambato. Recuperado el 01 de 2013, de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3123/1/Tesis_t791ec.pdf

Berdiñas, C., & Testoni, R. (2016). *Antenas*.

Colen Riau, M. T., & Castro Gonzales, L. (2017). *El Desarrollo De La Relación Teoría Y Práctica En El Grado De Maestro En Educacion Primaria*. Barcelona. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/567/56750681004.pdf>

ELECTROMAGNÉTICOS, T. D. (05 de 11 de 2017). *Antena Monopolo*. Obtenido de <http://oeec970214.blogspot.com/2017/11/antena-monopolo.html>

Fernandez, P., & Diaz , P. (2002). *Investigacion Cuantitativa y Cualitativa*. Coruña, España. Obtenido de http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_2/4/2.Pita_Fernandez_y_Pertegas_Diaz.pdf

Ferrando, M., & Valero, A. (s.f.). *Introducción. Parámetros de Antenas*. Valencia.

Galeano Villa, J. L. (2012). *Análisis, Diseño, Simulación Y Presupuestación De Un Radio Enlace Punto A Punto Entre Los Municipios De Belén De Umbría Y Quinchía En El Departamento De Risaralda*. Pereira Risaralda. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/1360/3/DDPAIST17.pdf>

Gonzalez Menendez, G. (s.f.). *Diseño De Un Sistema De Radioenlace Para Comunicaciones En El Ambito Industrial*. Catalunya. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81906/6/ggonzalezmeneT FG0618memoria.pdf>

Hernandez Sampieri, R., Fernanadez, C., & Baptista, C. (2016). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.

Huidobro, J. M. (2013). *Antenas de telecomunicaciones*.

J, C. (07 de 01 de 2020). *247 TECNO*. Obtenido de *Cómo funciona una antena wifi*: <https://247tecno.com/como-funciona-una-antena-wifi/>

- Lopez Logacho, J. E. (2015). *Análisis Y Diseño De Una Red De Acceso Usando El Estándar 802.11g/N Basado En Wi/Fi De Larga Distancia Con Mikrotik Para El Sector Luis López Ubicado En La Provincia De Tungurahua, Cantón Quero*. Quito.
- Microscòpio, M. (s.f.). *Mundo Microscòpio*. Obtenido de Longitud de onda: <https://www.mundomicroscopio.com/longitud-de-onda/#:~:text=La%20longitud%20de%20onda%20y,onda%20por%20unidad%20de%20tiempo.>
- Pastor Ponce , H. R. (2015). *Análisis de una red punto a multipunto con espectro ensanchado de 5ghz para proveer servicio de Internet al recinto Marcelino Maridueña*. Guayaquil.
- Radioelectrico, D. T. (2017). *PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS*. Quito.
- Riofrio Maila, J. D. (2019). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN AMBIENTE DE PRUEBAS DE RADIOENLACE PARA LA UDLA*. Quito. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11521/1/UDLA-EC-TIRT-2019-12.pdf>
- Rodriguez, J. M. (2019). *Estudio de la viabilidad de radioenlaces*. Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/101001/TFG-2703-RODRIGUEZ%20BERMUDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Significados. (2013). *Significados*. Obtenido de Significado de Frecuencia: <https://www.significados.com/frecuencia/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20Frecuencia%3A&text=Es%20tambi%C3%A9n%20el%20n%C3%BAmero%20de,tiempo%20en%20cualquier%20fen%C3%B3meno%20peri%C3%B3dico.>

Telecomunicaciones, A. d. (2021). *Plan Nacional de Frecuencias Ecuador 2021*. Quito.

Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/Resolucion-04-02-ARCOTEL-2021-anexo.pdf>

Ubiquiti. (s.f.). *Guía de inicio rápido de LBE-5AC-Gen2*. Obtenido de

https://dl.ubnt.com/qsg/LBE-5AC-Gen2/LBE-5AC-Gen2_ES.html

Varela, C., & Dominguez, L. (2002). *Redes Inalámbricas*. Obtenido de

<https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1HBGWJFCG-20WFRGT-JD/redesInalambricas1.pdf>

Villafaña , D. F. (s.f.). *Fundamento de Telecomunicaciones*. Merida.

VILLAFAÑA GAMBOA, M. F. (s.f.). *FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES*.

Merida. Obtenido de

[https://www.itmerida.mx/panel/posgrado/archivos/mi/Fundamentos%20de%20Telecomunicaciones%20Unidad%201%20\(1\).pdf](https://www.itmerida.mx/panel/posgrado/archivos/mi/Fundamentos%20de%20Telecomunicaciones%20Unidad%201%20(1).pdf)

Villanueva Alape, D. E., Rincón Garzón, E. G., Ochoa Cardona, J. S., & Perilla Hernández,

O. A. (2015). *PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN Laboratorio De Antenas*


En La Unipanamericana Aplicable Al Desarrollo De Soluciones Indoor Outdoor

De Radioenlaces Para Las Pymes. Bogotá. Obtenido de

<https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/bitstream/handle/compensar/3415/Propuesta%20del%20Laboratorio%20de%20antenas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. ANEXOS

Figura 51 Datasheet



NO	CARACTERÍSTICAS
1	-PROCESADOR MIPS 74KC
2	-MEMORIA 64 MB DDR2
3	-INTERFAZ DE RED (1) 10/100/1000 ETHERNET PORT
4	-RESISTENCIA AL VIENTO 200 KM/H (125 MPH)
5	-KIT DE MONTAJE EN MASTIL (INCLUIDO)
6	-MÁXIMO CONSUMO ELECTRICO 7W
7	-FUENTE DE ALIMENTACION 24V, 0.3A GIGABIT POE (INCLUIDO)
8	-SISTEMA DE ALIMENTACION PASSIVE POE (PAIRS 4, 5+; 7, 8 RETURN)
9	-SHOCK AND VIBRATION ETSI300-019-1.4
10	-ETSI SPECIFICATION EN 302 326 DN2
11	-PROTECCION IEM ± 24 KV CONTACT / AIR
12	-5 GHZ- 450+MBPS (UBIQUITI)

ANTENA UBIQUITI

Nota: Se presenta el Datasheet de la antena.

Figura 52. Kit de la antena a implementar



Nota: Se presenta las evidencias del armado y correcto funcionamiento de las antenas y el software

Figura 53 Armado de la antena



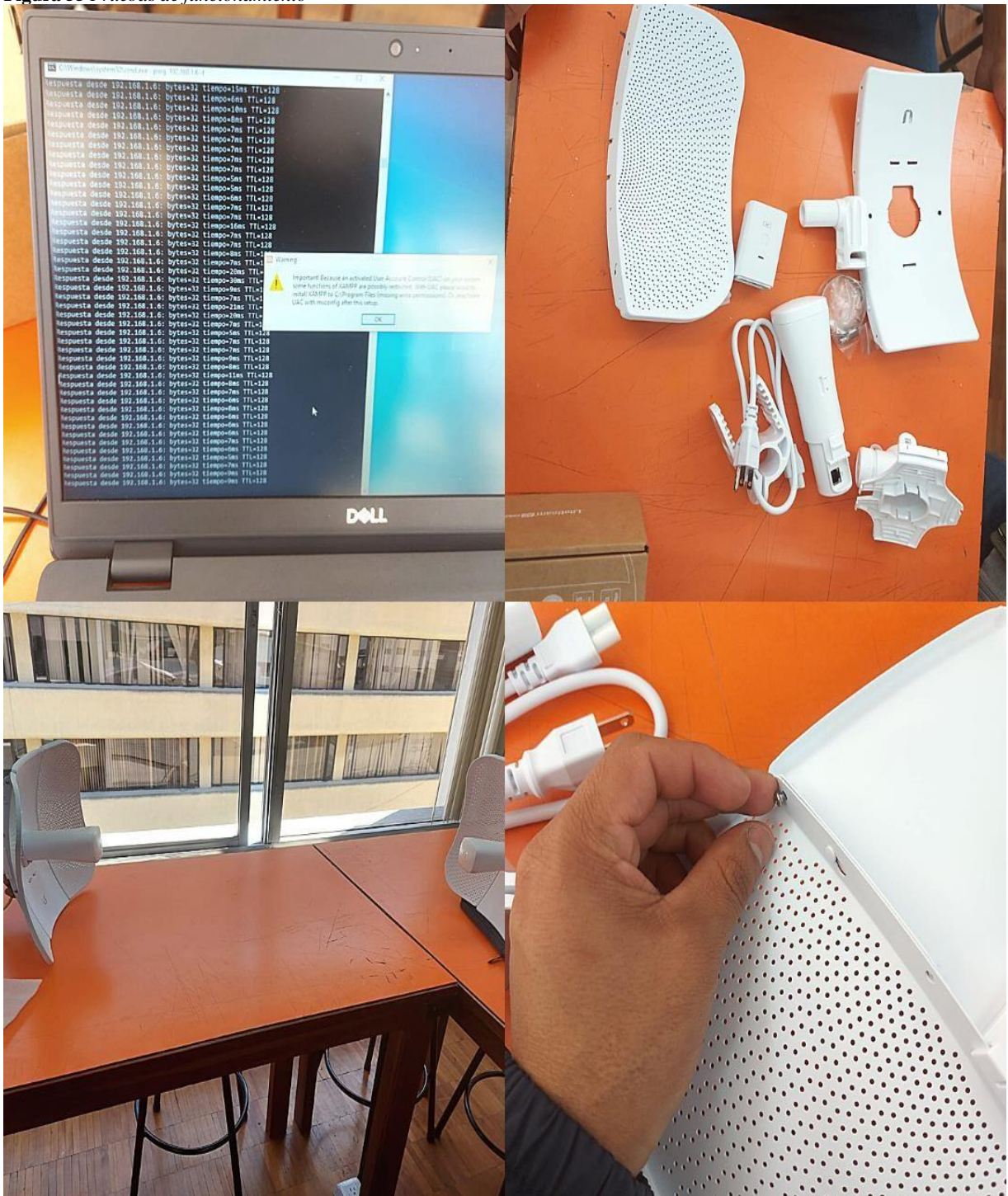
Nota: Se presenta las evidencias del armado y correcto funcionamiento de las antenas y el software

Figura 54. Revisión del correcto funcionamiento



Nota: Se presenta las evidencias del armado y correcto funcionamiento de las antenas y el software

Figura 55 Pruebas de funcionamiento



Nota: Se presenta las evidencias del armado y correcto funcionamiento de las antenas y el software