



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA

**“Diseño e Implementación para un laboratorio de comunicaciones
inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16 ac”**

AUTOR:

VILLO RODRÍGUEZ JULIANA LISSETTE

PROFESOR TUTOR:

ING. LUIS MIGUEL AMAYA FARIÑO

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, constancia y sabiduría cuando lo he necesitado, pero sobre todo por su amor sobrenatural e infinito, el cual me ha ayudado a superar y vencer cada obstáculo a lo largo de mi vida.

A mis padres, por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi formación y los promotores de mis sueños, más aún por enseñarme que los sueños se hacen realidad con esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos, porque sin duda alguna forman parte de mi crecimiento como persona, brindándome su ayuda en momentos necesarios.

A los docentes de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, en especial a mi tutor de proyecto de titulación, por sus palabras, orientación y ayuda que me brindó para la ejecución de este trabajo de titulación, por su apoyo y amistad brindada durante este proceso de aprendizaje.

No puedo culminar este agradecimiento sin antes mencionar a la persona que me ha brindado su ayuda incondicionalmente, a mi enamorado, por brindarme su afecto, su motivación y entendimiento en momentos no tan buenos, y de la misma forma a mis amigas, por su gran amistad y las anécdotas vividas

Sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

Encomienda al Señor tu camino; confía en él, y él actuará.

Salmos 37:5

Juliana Lissette Villao Rodríguez.

DEDICATORIA

Me enseñaron a nunca darme por vencida aún cuando todo se complicaba, a entregar hasta el último esfuerzo para poder llegar a ver el triunfo de mis sueños, a que después del sacrificio por más duro que este sea llega la victoria, a ustedes mis padres, **Rubén Villao** y **Sara Rodríguez**, les dedico este fruto de su paciencia, por confiar en mí y en mis expectativas, por el amor y fortaleza que tuvieron conmigo. Dios los bendiga eternamente. Los amo.

Juliana Lissette Villao Rodríguez.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación denominado: **“Diseño e Implementación para un laboratorio de comunicaciones inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16 ac”**, elaborado por la estudiante **Villao Rodríguez Juliana Lissette**, de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante para que inicia los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 6 de Febrero del 2019

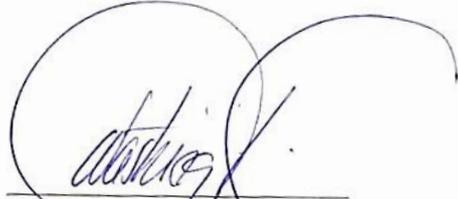


Ing. Luis Miguel Amaya Fariño
CI. 0924686546

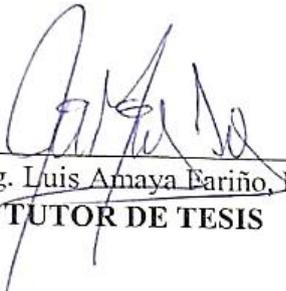
TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Freddy Villao Santos, MSc.
DECANO DE FACULTAD



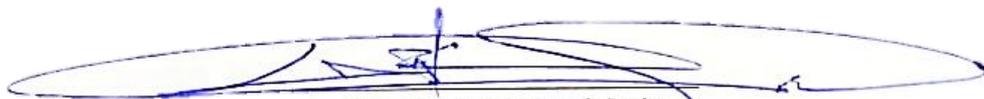
Ing. Washington Torres Güin, Mgt.
DIRECTOR DE CARRERA



Ing. Luis Amaya Fariño, MSc.
TUTOR DE TESIS



Ing. Milton Bravo Barros.
TUTOR DE AREA



Abg. Víctor Coronel Ortiz.
SECRETARIO GENERAL

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene como objetivo diseñar e implementar un laboratorio de comunicaciones inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16 ac en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, ubicado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, la cual se ha justificado mediante la falta de equipos tecnológicos relacionados a esta rama mediante el entorno laboral.

En el CAPÍTULO I se detalla la estructura general de la propuesta, observando el desarrollo de las telecomunicaciones en el país, y en este caso enfocándose en las comunicaciones inalámbricas dentro de campo estudiantil, para su debida justificación.

En el CAPÍTULO II se puntualizan dos bloques: material teórico y proceso de la propuesta, el primer bloque especifica el contenido del proyecto, los conceptos básicos, características de los equipos a usar y la información relacionada al tema planteado. Se detalla el estudio sobre avances tecnológicos como telecomunicaciones, protocolos de comunicación, tipos de redes, normas de cable estructurado, temas relacionado a la propuesta.

En el segundo bloque se especifica con detalles los componentes que genera la propuesta, tanto físicos como lógicos, que se usan en el desarrollo del proyecto tecnológico. Para realizar el diseño de la propuesta se utiliza programas como: Sketchup para el diseño de la infraestructura donde será montado el proyecto, UNMS (Sistema de Gestión de red para equipos Ubiquiti) para verificar las opciones avanzadas de configuración del radio enlace y AirOS (Sistema operativo basado en tecnología airMAX para equipos Ubiquiti) para la configuración de antenas.

ABSTRACT

The purpose of this technological proposal is to design and implement a wireless communications laboratory using the IEEE 802.16 ac standard in the Electronics and Telecommunications department of the Systems and Telecommunications faculty, located at the Peninsula de Santa Elena State University, which has been justified by the lack of technological equipment related to this branch through the work environment.

In CHAPTER I the general structure of the proposal is detailed, observing the development of telecommunications in the country, and in this case focusing on wireless communications within the student field, for due justification.

In CHAPTER II two blocks are specified: theoretical material and process of the proposal, the first block specifies the content of the project, the basic concepts, characteristics of the equipment to be used and the information related to the proposed topic. The study on technological advances such as telecommunications, communication protocols, types of networks, structured cable standards, topics related to the proposal is detailed.

The second block specifies in detail the components that the proposal generates, both physical and logical, that are used in the development of the technological project. To design the proposal, we use programs such as: Sketchup for the design of the infrastructure where the project will be mounted, UNMS (Network Management System for Ubiquiti equipment) to verify the advanced configuration options of the radio link and AirOS (System operative based on airMAX technology for Ubiquiti equipment) for the configuration of antennas.

DECLARACIÓN

El contenido del presente trabajo de titulación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Juliana Lissette Villao Rodríguez

CI. 2450033796

AUTOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
TRIBUNAL DE GRADO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
DECLARACIÓN	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
GENERALIDADES DE LA PROPUESTA	2
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 RESULTADOS ESPERADOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 METODOLOGÍA	6
2.1 MARCO CONTEXTUAL	9
2.2 MARCO CONCEPTUAL	10
2.2.1 SISTEMA INALÁMBRICO	10
2.2.2 COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	11
2.2.3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	13
2.2.3.1 PROTOCOLO ETHERNET	13
2.2.3.2 PROTOCOLOS DE RED	13
2.2.3.3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	14
2.2.4 ESTÁNDAR IEEE 802.16	17
2.2.4.1 PRINCIPALES ENMIENDAS	17
2.2.4.2 USO DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	19
2.2.4.3 EVOLUCIÓN DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	20
2.2.4.4 CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	21

2.2.4.5	ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	22
2.2.4.6	CLASIFICACIÓN DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	23
2.2.4.7	COMPARATIVO DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	25
2.2.4.8	VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	27
2.2.4.9	ARQUITECTURA DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	29
2.2.4.10	ENTIDADES DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	29
2.2.4.11	MODOS DE OPERACIÓN / TOPOLOGÍAS	31
2.2.5	NORMA ANSI/TIA/EIA 568 (A-B)	34
2.3	MARCO TEORICO	45
2.4	DESARROLLO	47
2.4.1	COMPONENTES DE LA PROPUESTA	47
2.4.1.1	COMPONENTES FÍSICOS	47
2.4.1.1	COMPONENTES LÓGICOS	59
2.5	DISEÑO DE LA PROPUESTA	65
2.5.1	COMPONENTES DE EJECUCIÓN DE LOS ENLACES	65
2.5.2	DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN	68
2.6	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	72
2.6.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA	72
2.6.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	73
2.7	PRUEBAS	75
2.7.1	ENLACE INALÁMBRICO PUNTO A PUNTO	75
2.7.2	ENLACE INALÁMBRICO PUNTO A MULTIPUNTO	80
2.8	RESULTADOS	82
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFÍA	85
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

N ^a	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 1:	ARQUITECTURA DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16.	10
FIGURA 2:	HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	11
FIGURA 3:	EVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	12
FIGURA 4:	PROTOCOLOS DE RED.	14
FIGURA 5:	CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	14
FIGURA 6:	EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.	17
FIGURA 7:	EVOLUCIÓN DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16	20
FIGURA 8:	ESPECTRO UTILIZADO EN LA TECNOLOGÍA WIMAX.	21
FIGURA 9:	CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE WIMAX.	22
FIGURA 10:	ESQUEMA DE UNA RED WIMAX.	23
FIGURA 11:	RANGO DE TECNOLOGÍA.	27
FIGURA 12:	RANGO DE TECNOLOGÍA.	28
FIGURA 13:	ARQUITECTURA DE UNA RED CON LA NORMA IEEE 802.16.	31
FIGURA 14:	TOPOLOGÍAS QUE MANEJA LA NORMA IEEE 802.16.	31
FIGURA 15:	TOPOLOGÍAS EN MODO DE OPERACIÓN PTP.	32
FIGURA 16:	TOPOLOGÍAS EN MODO DE OPERACIÓN PTMP.	33
FIGURA 17:	COLORES – NORMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.	35
FIGURA 18:	CABLEADO ETHERNET - CAT 6.	37
FIGURA 19:	PINES EN LA NORMA DE CABLE ESTRUCTURADO.	38
FIGURA 20:	ANTENA LITEBEAM M5.	48
FIGURA 21:	APPLICATIONS OF THE LITEBEAM.	49
FIGURA 22:	LITEBEAM MONTADA EN EL EXTERIOR CON REFLECTOR.	50
FIGURA 23:	LITEBEAM MONTADA EN EL EXTERIOR SIN REFLECTOR.	50
FIGURA 24:	CONFIGURATION OF THE LITEBEAM M5.	51
FIGURA 25:	PARTS OF THE LITEBEAM M5.	52
FIGURA 26:	ANTENA NANOSTATION M2.	53
FIGURA 27:	FUNCIONAMIENTO DE ANTENA NANOSTATION M2.	53
FIGURA 28:	EXAMPLES OF CLIENT LINKS-NANOSTATION M2.	54
FIGURA 29:	AIRMAX - TDMA TECHNOLOGY OF NANOSTATION M2.	55
FIGURA 30:	CONNECTION OF NANOSTATION M2.	56
FIGURA 31:	ANTENA NANOSTATION LOCO M2.	56
FIGURA 32:	FUNCIONAMIENTO DE ANTENA NANOSTATION LOCO M2.	57

FIGURA 33: AIRMAX-TDMA TECHNOLOGY OF NANOSTATION LOCO M2.	57
FIGURA 34: CONNECTION OF NANOSTATION LOCO M2.	58
FIGURA 35: POE (POWER OVER ETHERNET).	59
FIGURA 36: PLATAFORMA OF SKETCHUP.	60
FIGURA 37: PLATAFORMA DEL SOFTWARE DE AIROS.	61
FIGURA 38: PLATAFORMA DEL SISTEMA UNMS.	62
FIGURA 39: MONITOREO DE LA RED EN EL SISTEMA UNMS.	63
FIGURA 40: GESTIÓN DE DISPOSITIVOS EN EL SISTEMA UNMS.	63
FIGURA 41: CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO EN EL SISTEMA UNMS.	64
FIGURA 43: TOPOLOGÍA DE LA RED TIPO BUS PARA LA ANTENA UBIQUITI LITEBEAM M5 (ENLACE PUNTO A PUNTO).	69
FIGURA 44: TOPOLOGÍA DE LA RED TIPO BUS PARA LA ANTENA UBIQUITI NANOSTATION M2 (ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO).	69
FIGURA 45: LIMITACIÓN DEL CABLE DE LOS DISPOSITIVOS UBIQUITI.	70
FIGURA 46: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES PARA LA PROPUESTA.	70
FIGURA 47: UBICACIÓN DE EQUIPOS (ENLACE PTP)	71
FIGURA 48: UBICACIÓN DE EQUIPOS (ENLACE PTMP)	71
FIGURA 49: PRUEBA DE ALINEACIÓN DE LA ANTENA.	75
FIGURA 50: PRUEBA DE ENCUESTA DEL SITIO.	76
FIGURA 51: PRUEBA DE DETECCIÓN.	76
FIGURA 52: PRUEBA DE PING.	77
FIGURA 53: PRUEBA DE TRACERROUTE DE LA RED.	77
FIGURA 54: PRUEBA DE VELOCIDAD DE LA RED.	78
FIGURA 55: PRUEBA DE AIRVIEW.	78
FIGURA 56: ANÁLISIS DE LA SEÑAL DE LA ANTENA UBIQUITI.	79
FIGURA 57: PRUEBA DE DETECCIÓN.	80
FIGURA 58: PRUEBA DE PING.	80
FIGURA 59: PRUEBA DE AIRVIEW.	81
FIGURA 60: FIGURA 57: ANÁLISIS DE LA SEÑAL DE ANTENA UBIQUITI.	81

ÍNDICE DE TABLAS

N^a	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
TABLA 1:	HISTORIA DEL ESTÁNDAR IEEE 802.16.	19
TABLA 2:	BANDAS Y FRECUENCIAS DISPONIBLES EN WIMAX.	22
TABLA 3:	BANDAS Y FRECUENCIAS DISPONIBLES EN WIMAX.	25
TABLA 4:	CABLE ESTRUCTURADO.	37
TABLA 5:	RADIOS DE CURVA MÍNIMO.	39
TABLA 6:	COMPARATIONS OF MODELS THE UBIQUITI.	52
TABLA 7:	CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA LITEBEAM M5.	65
TABLA 8:	CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA NANOSTATION M2.	66
TABLA 9:	CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA NANOSTATION LOCO M2.	67
TABLA 10:	GASTOS EN EQUIPOS.	73
TABLA 11:	GASTOS DE MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	74
TABLA 12:	GASTOS DE MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	74
TABLA 13:	GASTOS DE MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	74
TABLA 14:	GASTOS FINAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN

ANEXO 1:	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE UNMS
ANEXO 2:	RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO
ANEXO 3:	CONFIGURACIÓN DE ENLACES EN UNMS
ANEXO 4:	RADIO ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las comunicaciones inalámbricas abarcan un amplio y extenso crecimiento que se aplica en todo ámbito de la vida cotidiana, siendo hoy el segmento más usado, y eficaz debido a su capacidad. Uno de los estándares principales que se encuentra dentro de esta rama es el IEEE 802.16 (estándar encargado de recibir y transmitir datos por ondas de radio que se encuentra en un rango de frecuencias de 2.5 - 5.8 GHz, el cual consta de facilidades para el ser humano por ser factible al aplicarlo.

Partiendo de esto, dentro de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en la facultad de electrónica y telecomunicaciones, se cuenta con un espacio físico para la implementación de este proyecto, sin embargo, se presentan ciertos tipos de inconvenientes como la falta de equipos para efectuar prácticas reales dentro de la carrera en la rama de las telecomunicaciones, lo cual trae consigo incomodidad de los estudiantes al no evidenciar lo aprendido con equipos relacionados a los ambientes laborales actuales. Es por esto que, se tiene como finalidad dar solución a una serie de aspectos relevantes al área mediante equipos capaces de realizar este tipo de comunicaciones, de esta manera poder cubrir la falta de sitios adecuados para efectuar prácticas estudiantiles, debido a que genera debilidades en la formación integral de los profesionales de la carrera; por lo tanto, se propone el diseño e implementación de un laboratorio que cumpla las condiciones para la formación de recursos en la temática de comunicaciones inalámbricas con aplicaciones en las Telecomunicaciones.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA PROPUESTA

1.1 ANTECEDENTES

La temática de esta propuesta está centrada en las comunicaciones inalámbricas cuyo término apareció en el año 1980, cuando se optó por realizar la primera transmisión con ondas electromagnéticas, mediante un oscilador (emisor) y un resonador (receptor). En el año 1990 se consiguió establecer conexión y con aquello se produjeron grandes avances en este campo; hoy en día, tienen una gran importancia a nivel internacional, puesto que han facilitado la manera de comunicarse y de ofrecer información, la misma que conforme a la evolución de sus beneficios descubre nuevas aplicaciones en el medio [1].

Actualmente, en Ecuador, el acceso o uso de las comunicaciones inalámbricas abarca una tecnología que es predominante entre los jóvenes del país. Según el Ministerio de Telecomunicaciones, la instrucción tecnológica es fundamental para el avance de nuestro país. Sin duda, un país educado es un país que lidera en formación especializada en tecnología de calidad. Por lo tanto, al tener equipamiento y conectividad en un ambiente de aprendizaje estudiantil; fomentamos el acceso a la información y el progreso de los métodos de instrucción educativa del Ecuador [2]. Dentro de este uso se engloban escuelas, universidades, instituciones educativas, empresas, etc.

Partiendo de esta información, dentro la Universidad Estatal Península de Santa Elena, existe un laboratorio especializado en el área de las telecomunicaciones, el cual cuenta con una infraestructura para la ejecución de este proyecto, sin embargo se presentan ciertos tipos de inconvenientes, como la falta de equipos para efectuar prácticas reales en la carrera de electrónica y telecomunicaciones, lo cual trae consigo incomodidad de los estudiantes al no justificar lo estudiado con mecanismos coherentes a los ambientes profesionales. Otro problema, es que no hay una planificación vigente de la ubicación en cuanto a la distribución de los equipos, por ende, no hay práctica diseñada dentro de las materias relacionadas para

los laboratorios como tal. Dentro del proceso de ejecución del proyecto tecnológico existen 4 etapas: ubicación de equipos, alineación, configuración y establecer comunicación inalámbrica.

Nuestra propuesta está centrada en la etapa de comunicación inalámbrica, etapa de suma importancia considerando que la carrera no posee instalaciones especializadas en esta rama y por consecuencia no se evidencia con practicas la teoría emprendida por los docentes de catedra, lo cual realza la importancia de la tecnología adaptable en el campo estudiantil, donde no solo percibirán el beneficio de mejorar la calidad en el entorno de trabajo para los estudiantes dentro de las horas de aprendizaje, sino también mejorar la infraestructura dentro de la facultad de sistemas y telecomunicaciones, de esta manera podrán innovar la propuesta con un mejor estándar de calidad creando nuevos temas de investigación en base a los recursos aplicados en dicho proyecto.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La idea principal de este proyecto tecnológico es poder diseñar e implementar un laboratorio con estaciones de trabajo, permitiendo que se optimice el uso de las comunicaciones inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16 ac.

Para conocer y recaudar información sobre la falta de equipos, se realizó una investigación sobre los laboratorios que existen en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puesto que mediante encuestas realizadas hacia los estudiantes que cursan los últimos semestres (6to, 7mo, 8vo, 9no, 10mo y egresados) se constató que un 80% de los estudiantes manifiestan malestar al no evidenciar lo aprendido con equipos reales, relacionados en el campo técnico y lo más importante; las debilidades en la formación sistemática de los profesionales que genera la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.

La presente propuesta consiste en dar soluciones a una serie de aspectos relevantes a la temática, que servirán para facilitar el uso y el aprendizaje a estudiantes de la carrera en el área de las comunicaciones inalámbricas mediante equipos capaces de realizar talleres como radio enlaces y redes inalámbricas, y así contribuir con la solución de la carencia de prácticas en el ámbito de las telecomunicaciones.

Como primer punto en este proyecto, se realizará un radio enlace inalámbrico punto a punto, mediante la aplicación de un tipo de red determinada, la cual implica que cada canal de datos será transmitido únicamente de emisor a receptor. Dentro de la implementación de esta red se plantean dispositivos con la configuración modo Punto de acceso (Access Point) y modo Estación (Station) de acuerdo con el diseño de red.

Posterior a esto, como segundo punto se realizará un radio enlace inalámbrico punto a multipunto que garantiza alta disponibilidad, estas pueden trabajar bajo estándares que proporcionan un rendimiento confiable, la cual implica que cada canal de datos será transmitido a diversos nodos. Los dispositivos seleccionados para realizar este enlace inalámbrico deben tener las características necesarias para aumentar la seguridad en el proceso de transmisión de información.

Nuestro propósito es implementar coberturas de redes Punto a Punto (Point to Point) en un ancho de banda de frecuencia de 5,8 GHz y Punto a Multipunto (Point to Multipoint) en un ancho de banda de frecuencia de 2.4 GHz, con un alcance necesario para el proceso de enseñanza en los estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Por lo tanto, se propone el diseño e implementación de un laboratorio que cumpla las condiciones necesarias para el aprendizaje en el ámbito de las telecomunicaciones, el cual servirá para mejorar, tanto el análisis de estudio sobre las comunicaciones inalámbricas como la infraestructura del laboratorio.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar el laboratorio de comunicaciones inalámbricas, mediante el estándar 802.16 AC, con la finalidad de contribuir en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de las telecomunicaciones.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseñar el modelo de la infraestructura en Sketchup para conocimiento del lugar donde será montado el proyecto.
- Seleccionar los equipos e investigar el modo de operación en el que trabajan.
- Diseñar la red utilizando la norma ANSI/EIA/TIA-568 b (Norma de cableado estructurado)
- Implementar la red con enlaces punto a punto y punto a multipunto necesarios para su correcto funcionamiento.

1.3 RESULTADOS ESPERADOS

Una vez concluido el desarrollo de la propuesta con la implementación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas empleando adecuadamente las tecnologías, se espera lograr los siguientes resultados:

- Instalación de elementos electrónicos adecuados para la implementación de la propuesta tecnológica en la facultad de Electrónica y Telecomunicaciones.
- Implementación de la propuesta a través de comandos que faciliten el control configurable para el estudiante.
- Implementación y correcto funcionamiento del radio enlace, logrando al menos un 95% de eficiencia en la transmisión de datos.
- Crear nuevos temas de investigación dentro de la Facultad, que generen mayor aprendizaje en la rama de las telecomunicaciones.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Sabemos que el uso de comunicaciones inalámbricas es sinónimo de avance tecnológico que se mide en la credibilidad de la población al tener mayor confianza en poder aprender de mejor manera la teoría estudiada. Se lo pretende realizar dentro de un área determinada, la cual no perjudica al medio ambiente, por lo tanto, no se necesita un estudio de impacto ambiental. Es beneficioso crear un lugar de trabajo cómodo para los estudiantes de la facultad proporcionando un enfoque útil al medio estudiantil.

Es fundamental considerar, que en la Universidad Estatal Península de Santa Elena la falta de equipos en el área de telecomunicaciones de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones es evidente, por lo tanto, los laboratorios requieren de implementación de equipos especializados en comunicaciones inalámbricas para el uso de los estudiantes, mediante este proyecto se ayudará a mejorar el aprendizaje o estudio relacionado con este tipo de procesos.

Los beneficios que brindará este proyecto será el poder mejorar la calidad en el ámbito de trabajo de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, crear nuevos temas de Investigación en base a los recursos aplicados en dicho proyecto y de esta manera contribuir a que la población (estudiantes) adquiera una mejor calidad de conocimiento en las materias relacionadas, como consecuencia de vinculación de que la teoría emprendida ya no solo irá acompañada de simulaciones, sino de prácticas con equipos que abastecen lo necesario para aumentar la facilidad de instrucción en el ámbito educativo, adecuando un espacio físico que permita dar atención a la demanda de los estudiantes que cursan sus últimos semestres.

Las soluciones existentes en el mercado son estáticas, es decir, no pueden configurarse de acuerdo a los requerimientos que queremos, por lo tanto, la presente propuesta tecnológica tendrá la capacidad de ser configurable, permitiendo a los usuarios realizar tantas configuraciones; como mantenimiento de equipos que se requiera.

1.5 METODOLOGÍA

Modalidad de la Investigación:

La siguiente propuesta estará sustentada en las siguientes metodologías:

Tipo de investigación

En el transcurso del desarrollo del proyecto se emplearán los siguientes tipos de investigación:

- **INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA**

Se revisarán fuentes bibliográficas confiables de los siguientes temas: enlace punto a punto y punto a multipunto, tecnología WiMAX, funcionamiento de equipos tecnológicos, forma de operar de los equipos y frecuencia de trabajo, posteriormente se realizará la integración de los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el tema propuesto.

- **INVESTIGACIÓN APLICADA**

Se aplicará la técnica, pruebas y error de la propuesta tecnológica para comprobar y corregir el modo de operación, tanto para el control de los equipos de campo como el modo de configuración, modo de aplicación, los cuales permitirán al estudiante la confiabilidad del manejo.

A continuación, se detallan las fases donde se aplicarán los métodos de investigación:

FASE 1: Estudio sobre el estándar IEEE 802.16, norma de cableado estructurado (ANSI/TIA/EIA 568 b) y comunicaciones inalámbricas.

En esta fase se recopilarán datos necesarios previo a un análisis o investigación, de esta manera se podrán reconocer las necesidades que posee la carrera, y obtener una solución. Posterior a esto, se espera poder conocer totalmente los requerimientos en protocolos de comunicación inalámbricas para cumplir los objetivos proyectados y así satisfacer las necesidades de los estudiantes mediante una investigación diagnóstica y exploratoria.

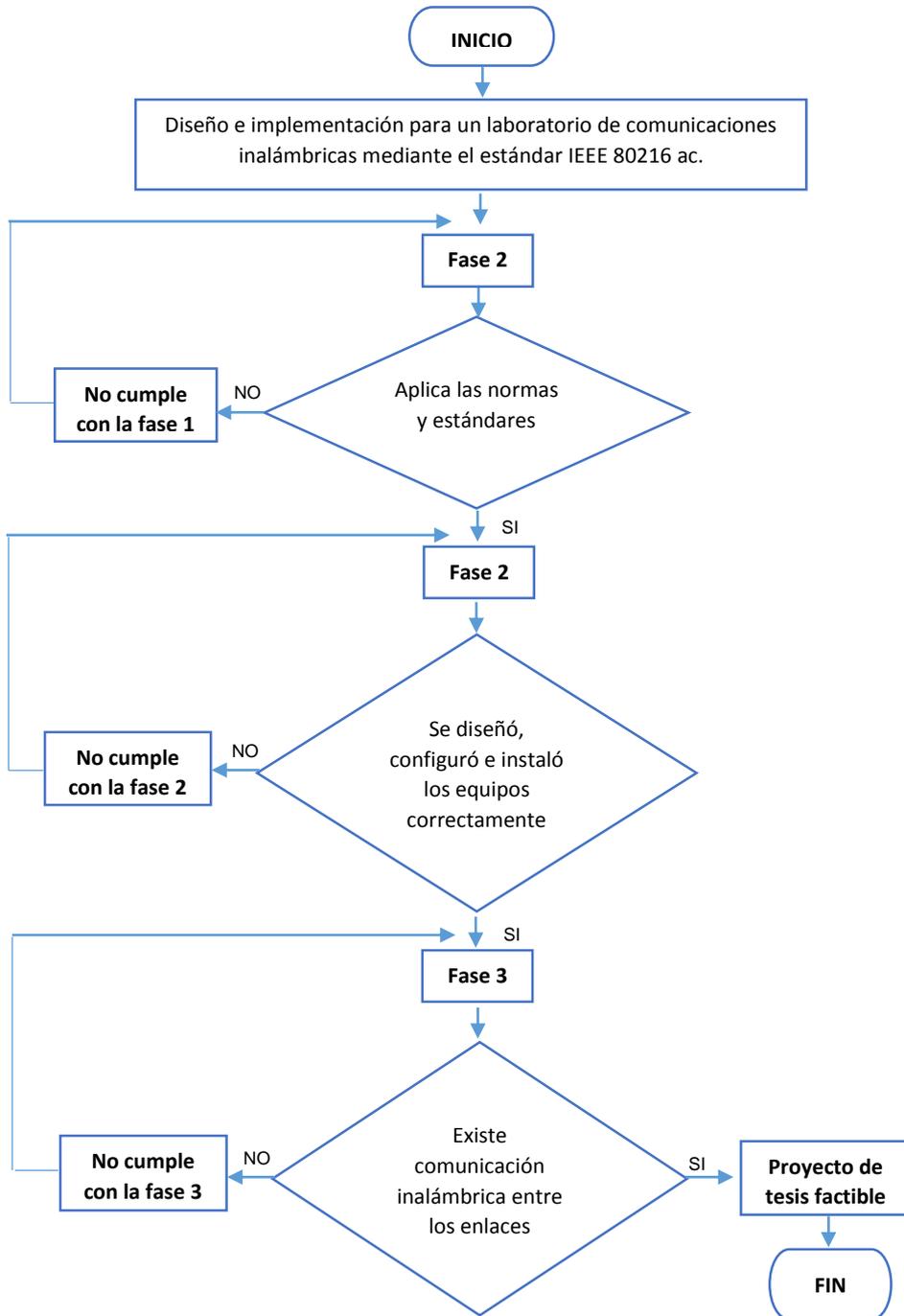
FASE 2: Diseño, configuración e instalación del proyecto

La propuesta tecnológica que se implementará mediante conocimientos obtenidos durante el tiempo de formación académica consta de dispositivos tecnológicos de marca Ubiquiti de tecnología airMAX y componentes de investigación estudiados en la fase 2 para la implementación del diseño de la red para la transmisión de datos por medio del radio enlace. En esta fase se aplica la información investigada.

FASE 3: Simulación y verificación.

Con la simulación se ratifica si existe comunicación inalámbrica entre los equipos, se registran los resultados y datos de las mismas para posteriormente ser evaluados

y ofrecer información precisa sobre el funcionamiento del radio enlace realizado con los equipos tecnologías mediante el empleo de investigación aplicada.



CAPÍTULO II

2.1 MARCO CONTEXTUAL

El uso de las comunicaciones inalámbricas a nivel nacional se ha expandido debido a que genera nuevas formas de dar solución a problemas en todo ámbito de la vida cotidiana.

El ámbito estudiantil no es la excepción pues es donde más factible resulta su empleo por abarcar cualquier prototipo de aprendizaje.

Por lo tanto, el área donde se desarrollará el método de simulación y demostración del funcionamiento, será en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), ubicada en el cantón La Libertad perteneciente a la Provincia de Santa Elena, esta propuesta se llevará a efecto a través de una estación de trabajo donde el usuario tendrá acceso a la información de operatividad de los radio enlaces punto a punto y punto a multipunto, los mismos que constarán de elementos electrónicos necesarios; ubicados en 4 estaciones adicionales con la debida configuración para el proceso de la propuesta.

El desarrollo de este proyecto abarca la implementación del estándar IEEE 802.16 ac mediante un radio enlace inalámbrico punto a punto que trabaje en un rango de frecuencias de 5.8 GHz y un radio enlace inalámbrico punto a multipunto que trabaje en un rango de frecuencias de 2.4 GHz, el mismo que permitirá facilitar o mejorar la comunicación entre dispositivos emisores y receptores.

El propósito es permitir a los estudiantes realizar, a más de un estudio teórico, un estudio práctico y físico, algo con qué puedan evidenciar que el conocimiento impartido por los docentes sea factible al momento de aplicarlo con equipos expertos en esta rama.

Mediante programas como UNMS (Sistema de gestión de red Ubiquiti-traducido al español) y AirOs (software online que proveen del servicio de Ubiquiti), los estudiantes podrán ver las diferentes características configurables que se presentan en cada uno de los dispositivos.

Cabe destacar que, como todo equipo tecnológico, debe tener el correcto cuidado debido a que cualquier tipo de incidente puede ocasionar ciertos daños que provocaría que su operatividad y funcionamiento no se torne de manera aceptable,

por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un mantenimiento preventivo y las debidas actualizaciones periódicamente.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 SISTEMA INALÁMBRICO

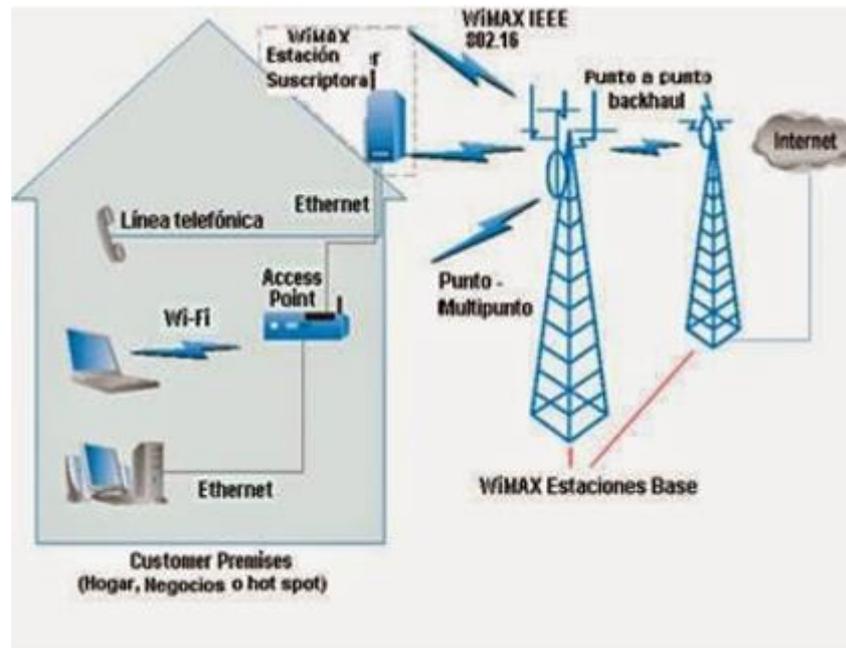


Figura 1: Arquitectura del estándar IEEE 802.16.

Tomado del libro de Sistemas de comunicación Inalámbrica [4].

Existen un sinnúmero de sistemas de comunicación que ejecutan su proceso de forma inalámbrica, pero nos centraremos en el objetivo de nuestra propuesta que enfoca a las comunicaciones inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16.

Hay que resaltar que; la junta de estándares del IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) con sede en los EE. UU, estableció un grupo de trabajo para abordar los estándares de acceso inalámbrico de banda ancha bajo la pancarta 802.16. Su objetivo era preparar sistemas inalámbricos que se utilizarían para el despliegue de redes de área metropolitana de banda ancha en todo el mundo.

Antes de tratar sobre el estándar que se implementará, conozcamos un poco de la historia y protocolos que se fundamentan en las comunicaciones inalámbricas.

2.2.2 COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

La historia de las comunicaciones inalámbricas empezó desde hace muchos años atrás cuando mediante mensajes de humo se logró establecer comunicación o transmisión de mensajes en pequeñas distancias.

Desde allí conforme pasa el tiempo se lograron desarrollar diferentes e innovadoras tecnologías conforme a las necesidades del ser humano con la finalidad de establecer comunicación.

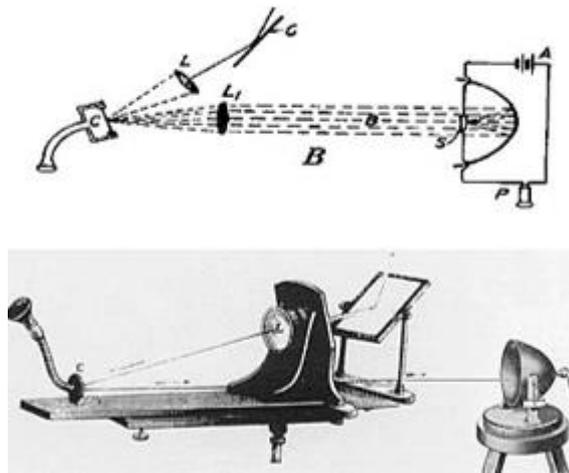


Figura 2: Historia de las comunicaciones inalámbricas.
Tomado de libro de Historia de telecomunicaciones - 2013

A continuación, se destacan algunos acontecimientos derivados a esta rama [5]:

- En 1896 Marconi logró enviar y recibir señal de radio, siendo esta la primera vez que se transmitió señal.
- En el año 1925 se realizó el envío de datos o transmisión de la primera señal mediante televisión.
- A comienzos del año 1947 se realizaron pruebas de telefonía móvil las mismas que culminaron a finales de 1982.
- En 1979 IBM, mediante WLAN - infrarrojo logra crear una red.
- Las empresas IBM, Intel, Toshiba, Ericsson y Nokia forman un consorcio para crear la tecnología Bluetooth a finales de los años 90.
- En el año 2001 en España se brinda servicio GPRS.

- A partir del año 2005 se logra la evolución de las redes UMTS, mediante tecnología HSPA, las mismas que se usarían para el aumento de capacidad en la transmisión.
- En el 2006 se obtuvo el primer esquema 802.11n, en el cual se especificaban velocidades próximas a 600Mbps.
- En el año 2011 se establece el prototipo estándar del servicio de bluetooth 4.0 con velocidades de 300mbps.
- En el año 2012 se realizan las primeras pruebas de redes de cuarta generación denominadas también 4G.



Figura 3: Evolución de las comunicaciones inalámbricas.

Tomado del sitio web Ciencia y Tecnología [6].

En la actualidad forman parte de un conjunto con alto porcentaje de crecimiento en Tecnológicas de información sobre todo por la eficacia que existe entre componentes de esta rama, más aún por el ámbito de la economía que surge desde tecnologías móviles, redes de acceso de internet, sistemas de conexión o las redes inalámbricas.

El impacto que obtuvieron las comunicaciones inalámbricas en los últimos años resultó de gran asombro, ya que han evolucionado extremadamente.

La ventaja principal de las comunicaciones inalámbricas es la movilidad de las ondas en que se transmite; en este punto se logra permitir que las redes inalámbricas logren difundirse y evolucionar en un tiempo diminuto.

Esta rama ha dado alcance de poder compartir ideas innovadoras, puesto que ha sido parte integral del desarrollo humano conforme pase el tiempo. Sin duda en la última década los avances tecnológicos se han ido presentando de manera significativa, pero aún es necesario implementar nuevas tecnologías que nos ayuden a mejorar los servicios de las redes inalámbricas, velocidad de transmisión, retardo, consumo, costo y principalmente la cobertura.

2.2.3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

2.2.3.1 PROTOCOLO ETHERNET

- TCP/IP

El protocolo de control de transmisión / protocolo de internet (TCP/IP), son un grupo de protocolos que logran la posibilidad de que exista comunicación entre ordenadores de diferentes redes de áreas locales más conocidas como (LAN) y de esta manera brindar sus servicios.

Analizando por separados el estudio de este protocolo, se menciona que:

- **Protocolo de control de transmisión (TCP)**

Permite la conexión e intercambio de datos entre dos ordenadores o miembros de una red. Este protocolo certifica que los paquetes o tramas se entreguen de forma ordenada y que dichos datos no se pierdan durante la sesión.

- **Protocolo de internet (IP)**

Son direcciones, serie de 4 octetos o bytes con un formato de punto decimal.

Por ejemplo:

192.168.0.1

Nota:

Los protocolos de aplicación como HTTP y FTP se basan y utilizan TCP/IP.

2.2.3.2 PROTOCOLOS DE RED

Un protocolo de red otorga el conjunto de normas que rigen el intercambio de información mediante una red de computadoras:

Los protocolos de red deben ser confirmados e instalados por el remitente y el receptor para garantizar la comunicación entre la red y los datos y se aplican al software y hardware que se comunican en una red [7].

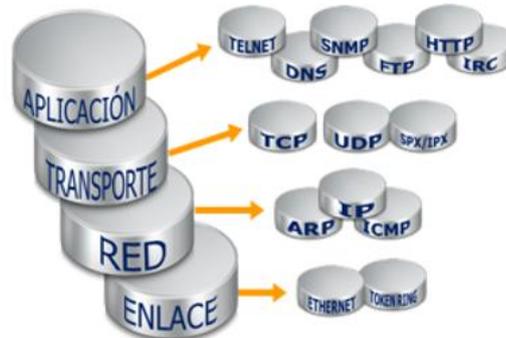


Figura 4: Protocolos de red.

Tomado del sitio web Sistemas, redes y seguridad [8].

Hay varios tipos generales de protocolos de red, que incluyen:

- **Protocolos de comunicación de red:** protocolos básicos de comunicación de datos, como TCP / IP y HTTP.
- **Protocolos de seguridad de red:** implementar la seguridad en las comunicaciones de red e incluyen HTTPS, SSL y SFTP.
- **Protocolos de gestión de red:** proporcionan gestión y mantenimiento de la red e incluyen SNMP e ICMP.

2.2.3.3 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA



Figura 5: Clasificación de las comunicaciones inalámbricas.

Tomado del artículo ScienceDirect [9].

Cabe mencionar que hoy en día existen ciertos tipos de comunicaciones inalámbricas, aunque en lo cotidiano de la vida no notemos el contraste, en cada una de ellas encontramos una determinada importancia.

- **Red de área personal inalámbrica o WPAN. -**

En esta clasificación incluyen comunicaciones inalámbricas de un alcance corto, el mismo que abarca un área determinada a decenas de metros.

Son generalmente usados para establecer conexión en dispositivos periféricos, entre ellos encontramos impresoras, asistentes digitales de uso personal conectado a una PC sin cableado o telefonía móvil.

Existen diferentes tipos de tecnología WPAN:

Bluetooth (Ericsson – 1994): Velocidad máxima de 1Mbps, acepta u alcance máximo de aproximadamente 30 m de distancia.

Trabajan con el estándar IEEE 802.15.1, el cual tiene la ventaja de gastar energía a nivel bajo que satisface las necesidades al momento de emplearlo en periféricos de tamaño diminuto [10].

HomeRF (HomeRF Working Group): Este tipo de servicios desde los años 90 brinda una rapidez acrecentada de 10 Mbps con una distancia determinada de 50 a 100 m sin usar un amplificador. Operan con fabricantes HP, Intel, Siemens, Motorola y Microsoft, los más conocidos en la creación de la tecnología.

Cabe recalcar que a pesar de estar resguardado por el fabricante Intel, el estándar HomeRF se dio de baja en el mes de enero del año 2003.

Luego de esto los fabricantes empezaron a utilizar la tecnología Wifi que incluía un microprocesador y un adaptador que consta de un solo componente [10].

- **RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA o WLAN. -**

Se caracterizan por cubrir un área perteneciente a la red local de una infraestructura empresarial, con un alcance de 100 m. Accede a que los dispositivos que se encuentran dentro del área de cobertura puedan establecer conexión entre sí. Existen diferentes tipos de tecnologías:

Wifi (o IEEE 802.11): Esta tecnología ofrece una máxima velocidad (54 Mbps). La misma que trabaja a una distancia de cientos de metros. Wifi permite crear redes de WLAN de velocidad elevada por si el dispositivo vaya a realizar conexiones, no se encuentre lejano del AP.

Esa tecnología admite dispositivos portátiles, computadoras de escritorio, asistentes analógicos de uso personal o cualquiera que conste de alta rapidez con características de conexión de aproximadamente 11 Mbps dentro de un radio con sinnúmeros de ambientes internos que alcancen 20 a 50 m, o dentro de un radio de innumerable distancia en cuanto al entorno [11].

Hiper LAN2 : Es un estándar europeo desarrollado por ETSI (European Telecommunications Standards Institute) que permite a los usuarios conseguir una velocidad de capacidad máxima (54 Mbps) dentro del área aproximada a 100 m, aparte permite transmitir dentro de bandas de frecuencias de 5150 y 5300 MHz [12].

La tecnología Zigbee (IEEE 802.15.4): Usado para conectar punto de conexión de manera móvil a un coste y un consumo de arranque diminuto. Particularmente es adecuada para integrarse directamente en aparatos electrónicos de tamaño reducido. Opera en 16 canales, con frecuencia de 2,4 GHz, y puede obtener una velocidad de transferencia de hasta 250 Kbps con un máximo alcance de aproximadamente 100 metros [13].

- **RED DE ÁREA METROPOLITANA INALÁMBRICA o WMAN. -**

Se caracterizan por ejercer la función de ofrecer una velocidad ciertamente efectiva (1- 10 Mbps), con un determinado alcance de 4-12 Km, el cual es muy favorable para empresas de telecomunicaciones. Hasta ahora la mejor red inalámbrica de área metropolitana es <http://www.redeswimax.info/>, puesto que permite alcanzar una velocidad en el rango de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros [14].

2.2.4 ESTÁNDAR IEEE 802.16

El estándar IEEE 802.16 o WiMAX es un protocolo de red de área metropolitana que trabaja a una velocidad ciertamente alta, la cual reemplaza a las últimas millas que son usadas en las redes mediante fibra óptica, ADSL y en algunas ocasiones con cable modem para los usuarios remotamente antiguos [15].

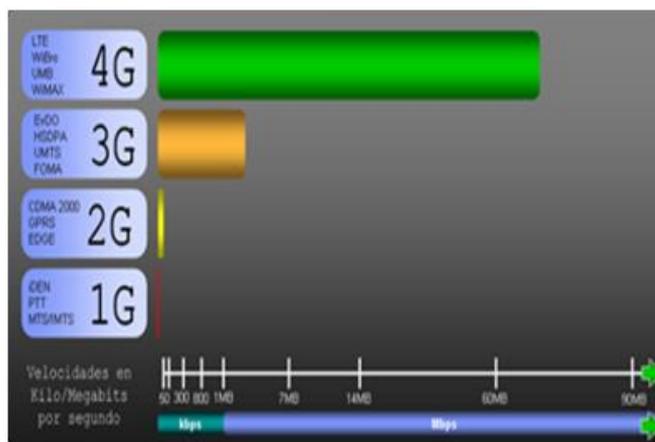


Figura 6: Evolución de las tecnologías inalámbricas.
Tomado de la revista Fundación Telefónica [16].

2.2.4.1 Principales enmiendas

Cabe mencionar que todavía hay muchos documentos que se están utilizando para definir y evolucionar el estándar 802.16. A continuación se presenta un resumen de las principales enmiendas que presenta este estándar:

ESTANDAR / ENMIENDA	COMENTARIOS
802.16	Este es el estándar básico 802.16 que se lanzó en 2001. Proporcionaba enlaces básicos de datos altos en frecuencias entre 11 y 60 GHz.
802.16a	Esta enmienda abordó ciertos problemas de espectro y permitió que el estándar se usara en frecuencias inferiores al mínimo de 11 GHz del estándar original.
802.16b	Aumentó el espectro que se especificó para incluir frecuencias entre 5 y 6 GHz, al tiempo que proporciona aspectos de calidad de servicio.

802.16c	Esta enmienda a 802.16 proporcionó un perfil del sistema para operar entre 10 y 66 GHz y proporcionó más detalles para las operaciones dentro de este rango. El objetivo era permitir mayores niveles de interoperabilidad.
802.16d (802.16-2004)	Esta enmienda también se conoció como 802.16-2004, ya que se publicó en 2004. Fue una revisión importante de la norma 802.16 y, una vez publicada, todos los documentos anteriores fueron retirados. También se proporcionan perfiles para las pruebas de conformidad, y el estándar se alineó con el estándar ETSI HiperMAN para permitir la implementación global. El estándar solo abordaba la operación fija.
802.16e (802.16-2005)	Esta norma, también conocida como 802.16-2005 en vista de su fecha de lanzamiento, está prevista para uso nómada y móvil. Con velocidades de datos más bajas de 15 Mbps contra 70 Mbps de 802.16d, permitió un uso nómada y móvil completo, incluido el traspaso.
802.16f	Base de información de gestión
802.16g	Gestión de procedimientos y servicios de plano
802.16h	Mecanismos de convivencia mejorados para operación exenta de licencia.
802.16j	Especificaciones de relés multi-salto

802.16m	Interfaz aérea avanzada. Esta enmienda mira hacia el futuro y se anticipa que proporcionará velocidades de datos de 100 Mbps para aplicaciones móviles y 1 Gbps para aplicaciones fijas. Permitirá la cobertura de celulares, macro y microcélulas, actualmente no hay restricciones en el ancho de banda de RF, aunque se espera que sea de 20 MHz o más.
----------------	--

Tabla 1: Historia del estándar IEEE 802.16.

Tomado de proyecto de tesis sobre un estudio de tesis [17].

Resumen de los estándares IEEE 802.16.

En vista del hecho de que es necesario que estándares como 802.16 avancen continuamente, se emitirán nuevas enmiendas y documentos a medida que se produzcan nuevos desarrollos. Solo teniendo en cuenta la forma en que se está moviendo la tecnología y los nuevos requisitos para 802.16, puede seguir el ritmo de las necesidades de los usuarios. Un buen ejemplo de un estándar que ha evolucionado es Ethernet. Esta norma ha permanecido en uso durante muchos años, y lo hará durante muchos años.

Esto se ha logrado simplemente actualizando el estándar para mantener el ritmo de las necesidades de los usuarios. De esta manera, ha sido el principal estándar de redes durante más de 40 años. Esto también podría ser cierto para el estándar IEEE 802.16.

Establecen su funcionamiento en bandas de frecuencias tituladas y no tituladas, lo mismo que les permite poder desarrollar varias soluciones de comunicación a los usuarios y fabricantes.

2.2.4.2 Uso del estándar IEEE 802.16

El ancho de banda y rango con que trabaja la tecnología WiMAX es de acuerdo a las siguientes aplicaciones:

- Proporcionan alta gama de conectividad mediante ancho de banda móvil hacia ciudades, países o lugares donde exista variedad de dispositivos.
- Facilitan opciones inalámbricas al cableado de última milla de acceso a un ancho de banda de manera digital.
- Proveen datos, comunicación por voz o servicios de triple play.
- Generan una fuente de comunicación a internet como elemento de plan de continuidad.

Actualmente, existe una demanda amplia para que el usuario se conecte a Internet desde cualquier sitio, con una cobertura muy exitosa, que sea íntegra, de calidad y rapidez. Para resolver este tipo de necesidades, aparece la tecnología WiMAX.

2.2.4.3 Evolución del estándar IEEE 802.16

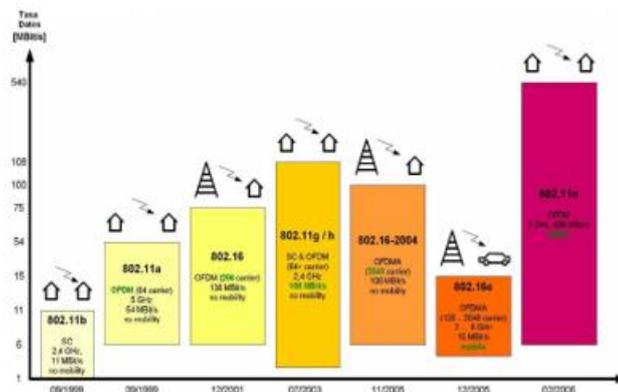


Figura 7: Evolución del estándar IEEE 802.16 a lo largo del tiempo.
Tomado del sitio web Ecu RED

Cabe mencionar que las normas siempre están en continuo avance y crecimiento, por lo que mencionaremos el trabajo actual [18]:

Normas activas:

- 802.16f.- Gestión de la base de datos de la investigación.

Normas bajo desarrollo:

- 802.16g.- Gestión de ordenamientos y bienes.

Normas en la antesala:

- 802.16h.- Mecanismos renovados para la operatividad en frecuencias dispensas de licencia.

- 802.16i.- Gestión de la base de datos de la información inalámbrica.

2.2.4.4 Características del estándar IEEE 802.16

La norma 802.16 o WiMAX se ha desarrollado actualmente para poder realizar conexiones punto a punto y punto a multipunto, que son las más comunes en radioenlaces, y como se ha mencionado se ha expandido esta norma para poder brindar movilidad al primer estándar existente. Otra característica importante de WiMAX es que, como cualquier tecnología inalámbrica, permite ser usado al aire como medio de transmisión, de este modo se evitan gastos de cableado estructurado en los sistemas actuales, mediante este método es posible poder establecer conexión en lugares alejados que no cuentan con la subestructura necesaria para su comunicación [19]. Un aspecto que debemos tomar en cuenta es que cuando se trabaja con WiMAX, el espectro de frecuencias se encuentra ocupado por la tecnología inalámbrica como se muestra en la figura:

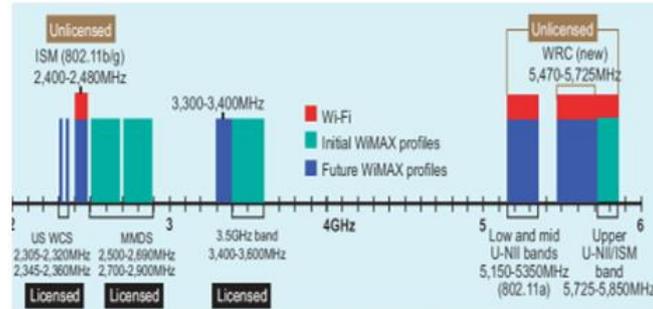


Figura 8: Espectro utilizado en la tecnología WiMAX.
Tomado del libro de Proyectos de tecnología – 2011.

Como observamos en la figura, WiMAX nos permite trabajar a diferentes frecuencias, sin olvidarnos que para ciertas frecuencias se necesita el uso de licencia, mientras que para otras no ha falta del mismo recurso. A continuación, detallaremos en que frecuencias se requiere licencia para poder llevar a cabo el funcionamiento de esta tecnología.

BANDAS	FRECUENCIAS	LICENCIA
2.5 GHz	2.5 – 2.69 GHz	Si
3.4 GHz	3.3 – 3.8 GHz	Si, en algunos países
5 GHz	5.25 – 5.85 GHz	No

Tabla 2: Bandas y frecuencias disponibles en WiMAX.

Elaborado por el autor Juliana Villao R-2019

2.2.4.5 Especificaciones del estándar IEEE 802.16



Figura 9: Características y especificaciones de la tecnología WiMAX.
Tomado de Comunicaciones Industriales – 2017.

sobrelleva numerosas especificaciones físicas (PHY).

- **Alta productividad a distancias grandes (hasta 50 Km.)**

Tasa superior de bits/segundo/HZ en largas distancias.

- **Sistema escalable**

Fácil añadidura de canales: extiende los volúmenes de las células.

Anchos de banda dúctiles que facilitan usar espectros con licencia y exentos licenciados.

- **Cobertura**

Soporte de mallas establecidas en estándares y antenas eficaces e inteligentes.

Servicios de nivel diferenciados: E1/T1 usados para mercados o negocios, excelente esfuerzo para uso familiar.

- **Importe y conflicto de información.**

Por otro lado, el apogeo que está teniendo el estándar IEEE 802.16 - WiMAX, ha logrado que se esté analizando la posibilidad de armonizarlo con última norma mencionada, que usa de igual forma una modulación OFDM.

2.2.4.6 Clasificación del estándar IEEE 802.16



Figura 10: Esquema de una red WiMAX.

Tomado del libro Banda ancha inalámbrica WiMAX - 2014

WiMAX FIJO:

WiMAX fijo ofrece soluciones rentables de punto a punto y punto a multipunto.

Lo que hace que WiMAX sea tan emocionante es la amplia gama de aplicaciones que hace posible, entre otras cosas, el acceso a Internet de banda ancha, el sustituto de T1 / E1 para las empresas, el protocolo de voz sobre Internet (VoIP) como sustituto de la compañía telefónica, el Protocolo de Internet Televisión (IPTV) como la televisión por cable, sustituto, backhaul para puntos de acceso Wi-Fi y torres de telefonía celular, servicio de telefonía móvil, TV móvil de datos, servicios de respuesta de emergencia móvil, backhaul inalámbrico como sustituto del cable de fibra óptica.

WiMAX proporciona un servicio fijo, portátil o móvil sin línea de vista desde una estación base a una estación de abonado, también conocido como equipo en las instalaciones del cliente (CPE).

Algunos objetivos para WiMAX incluyen un radio de cobertura de servicio de 6 millas desde una estación base de WiMAX para el servicio de punto a multipunto, sin línea de vista (consulte las páginas siguientes para ver ilustraciones y definiciones).

Este servicio debe ofrecer aproximadamente 40 megabits por segundo (Mbps) para aplicaciones de acceso fijo y portátil. El sitio celular de WiMAX debería ofrecer suficiente ancho de banda para soportar cientos de negocios con velocidades T1 y miles de clientes residenciales con el equivalente de servicios DSL desde una estación base.

WiMAX MÓVIL:

Los primeros productos móviles de WiMAX están programados para ser lanzados a fines de este año o muy temprano en el 2007, por lo que si no han investigado esta interesante tecnología ya es hora de comenzar [20].

Diseñado desde el principio para conectarse a la red IP, el WiMAX móvil ofrece baja latencia y alta calidad de servicio (QoS). No tendrá dificultades para acceder a datos multimedia IP o implementar tecnologías como VoIP. Este es el argumento básico que impulsa la campaña WiMAX móvil para la aceptación del mercado. En el mundo cada vez más amplio de las tecnologías inalámbricas, WiMAX móvil está dirigido a un mercado muy lucrativo: la entrega de datos digitales de gran ancho de banda de datos desde la red IP.

En otras palabras, la muy comentada entrega de servicios móviles.

Celular, Wi-Fi e incluso Bluetooth a través de su relación con (UWB) Ultra wide band también tienen diseños en el mercado de servicios multimedia. Si bien todavía hay dudas sobre si hay espacio para otra tecnología inalámbrica, WiMAX tiene una buena historia que contar. Mobile WiMAX puede integrarse en cualquier número de dispositivos personales como PDAs, computadoras inalámbricas, consolas de juegos, iPods, reproductores de MP3 y teléfonos celulares. Como tal, su potencial para competir con la tecnología celular es obvio, particularmente para aplicaciones de un ancho de banda centrado en datos.

WiMAX y celular

Pero el WiMAX móvil también puede coexistir con la tecnología celular. WiMAX no está optimizado para transportar tráfico de voz por conmutación de circuitos. Desde la perspectiva de WiMAX, la voz es una aplicación mucho más apropiada para la tecnología celular. El problema con ese escenario desde la perspectiva

celular es que el crecimiento esperado en los ingresos móviles está en el segmento de datos. Entre 2004 y 2008, se pronostica un CAGR del 20% para los datos móviles, mientras que los ingresos por tráfico de voz móvil se espera que caigan en un pequeño porcentaje durante el mismo período [21]. Los ingresos por voz seguirán siendo casi el doble de datos en 2008, pero la tendencia es clara.

La característica tecnológica más significativa que tiene sobre 2G y 3G es su aceptación de la multiplexación de OFDMA. OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) funciona bien en entornos de múltiples rutas y es rentable con los operadores de red porque tiene un mayor rendimiento y les da más flexibilidad en la gestión de los recursos del espectro.

El rendimiento de WiMAX móvil generalmente se compara con tecnologías 3G como EVDO (Evolution Data Optimized) y HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), y HSUPA. Dependiendo de la configuración del sistema, el WiMAX móvil tiene una clara ventaja de rendimiento. En términos de rendimiento neto por canal, el WiMAX móvil ofrece entre un 50% y 3 veces más ancho de banda, el mayor diferencial viene en un sistema WiMAX con una implementación MIMO (Multiple In Multiple Out) de dos antenas [22].

2.2.4.7 Comparativo del estándar IEEE 802.16 vs otras tecnologías

La norma IEEE 802.16 obtiene velocidades de transmisión de 100 Mbits sobre segundo con frecuencias y ancho de banda de 28 MHz.

COMPARATIVA FRENTE A OTRAS TECNOLOGÍAS				
País	WiMAX (802.16)	Wi-Fi (802.20)	Mobile-FI (802.20)	UMTS
Velocidad	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
Cobertura	40-70 km	300 m	20 km	10 km
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad y alcance	Velocidad y precio	Velocidad y movilidad	Rango y movilidad
Desventajas	Interferencias	Bajo alcance	Precio alto	Lento y caro

Tabla 3: Bandas y frecuencias disponibles en WiMAX.

Tomado del libro Banda ancha inalámbrica [19]

Wi-Fi es una tecnología inalámbrica popular debido a su estándar abierto, buena velocidad y capacidad para manejar la interferencia, pero su mayor desventaja es su área de cobertura. Por lo general, sirve para apuntar a cien metros en interiores y trescientos metros en exteriores. Por otro lado, la tecnología celular como 3G y 4G puede cubrir un área más grande, pero esta tecnología necesita cambiar la infraestructura existente lo que aumenta el costo de usos. Además, su cuota de licencia también es enorme, pero WiMAX resuelve la mayoría de los problemas de estas dos tecnologías.

Tiene una gran área de cobertura que en teoría es de aproximadamente 3.1 milla y puede ofrecer un ancho de banda muy alto con un costo asequible. También proporciona flexibilidad para el operador donde satisfacer la demanda de los usuarios, el operador no necesita cambiar la infraestructura porque WiMAX puede interoperar entre varios tipos de redes. Más adelante ofrece una gran calidad de servicio para varios tipos de aplicaciones, como retrasos en tiempo real servicios de VOIP, transmisión de video en tiempo real y aplicaciones no en tiempo real. Además, WiMAX se puede integrar con la red de telefonía móvil y 3G que ofrece la oportunidad de acceso de banda ancha a cualquier lugar en cualquier momento. En este capítulo compararemos las tecnologías, especialmente WiMAX, Celular y Wi-Fi.

WiMAX versus tecnología celular 3g

Las capacidades de rendimiento de WiMAX dependen del ancho de banda del canal seleccionable entre 1.25 MHz a 20 MHz, que es muy efectivo para el despliegue flexible de WiMAX red. Por otro lado, el sistema 3G utiliza un ancho de banda de canal fijo. WiMAX utiliza OFDM como una técnica de modulación que es adecuada para una tasa de picos muy alta, pero los sistemas 3G utilizan CDMA donde lograr una tasa de datos muy alta es más difícil. WiMAX ofrece una mayor eficiencia espectral que el sistema 3G. Su capa física basada en OFDM es más manejable en Implementación MIMO, comparada con el sistema 3G fundamentado en CDMA, esta lograr mayor ganancia. También mejora la capacidad aprovechando el multiusuario. El sistema WiMAX tiene la capacidad de soportar más enlaces

simétricos que son útiles para ajustar dinámicamente el enlace descendente a la relación de enlace ascendente. También es útil para la aplicación fija.

WiMAX es una mejor tecnología para aplicaciones multimedia que la 3G. Su capa MAC es diseñado para sobrellevar varios tipos de tráfico. Su fuerte mecanismo de calidad de servicio es útil para datos en tiempo real y no en tiempo real, datos basados en el mejor esfuerzo y prioridad. Una ventaja importante de WiMAX es su arquitectura IP liviana. Aunque WiMAX agregó funcionalidades de movilidad, pero aún no se ha demostrado cuánta movilidad puede soportar. Por otro lado, las tecnologías 3G tienen funciones inherentes para el soporte y movilidad.

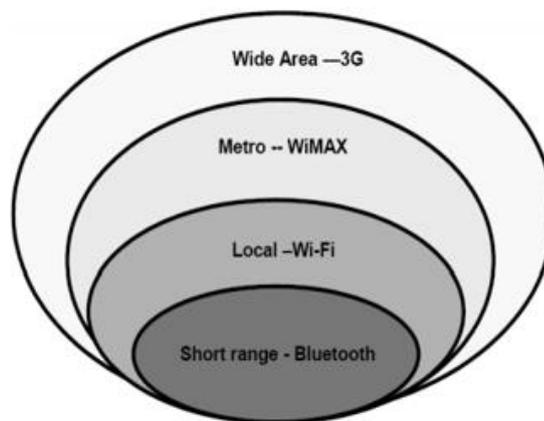


Figura 11: Rango de tecnología.
Tomado del artículo de Seminarios tecnológicos - 2011

WIMAX VS. WI-FI

WiMAX y Wi-Fi son ambas tecnologías inalámbricas de banda ancha, pero la señal de Wi-Fi tiene un rango limitado. Entonces, si un usuario se muda de un lugar a otro, debe encontrar el punto de acceso y configurar una nueva conexión.

Por otro lado, WiMAX cubre áreas de tamaño metropolitano por lo que no hay necesidad de punto de acceso.

2.2.4.8 Ventajas y limitaciones del estándar IEEE 802.16

Las comunicaciones inalámbricas brindan diferentes ventajas en comparación de las redes convencionales o tradicionales, entre ellas tenemos:

VENTAJAS:

- ✓ **Accesibilidad y flexibilidad.** - Es posible tener comunicación en lugares de difícil acceso, donde no exista cableado; incluso no exista línea de vista total.
- ✓ **Costo.** - El ahorro de un enlace inalámbrico se da por el hecho de que no se debe pagar por la instalación de cable en distancias largas.
- ✓ **Movilidad.** - No es necesario permanecer en un solo lugar para tener acceso a la información; permite poder movernos libremente de una ubicación a otra incluso sin perder el acceso a las redes.

LIMITACIONES:

- ✓ **Consumo.** - En aparatos inalámbricos o dispositivos móviles el gasto de batería acrecienta debido a la utilidad de la interface.
- ✓ **Capacidad.** - El espectro electromagnético ofrece servicios y recursos limitados.
- ✓ **Calidad.** - Es apto a obstrucciones y atenuación.
- ✓ **Seguridad.** - La información puede ser obstaculizada por cualquier sujeto ya que transita en el espectro electromagnético.

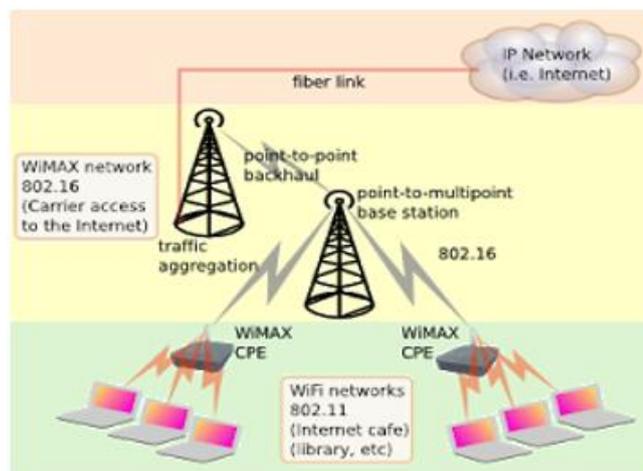


Figura 12: Rango de tecnología.
Tomado de Seminarios tecnológicos – 2011

2.2.4.9 Arquitectura del estándar IEEE 802.16

La arquitectura de red WiMAX define el sistema después de la interfaz aérea para permitir que se logre una red completa de extremo a extremo.

Para poder utilizar elementos de equipos de red de diferentes proveedores, es necesario definir la arquitectura de red WiMAX que es común a todas las redes WiMAX. De esta manera, se pueden obtener economías de escala junto con redes robustas que pueden funcionar de manera confiable en todas las condiciones [23].

2.2.4.10 Entidades del estándar IEEE 802.16

Las principales entidades de arquitectura de red del estándar IEEE 802.16

La arquitectura del estándar IEEE 802.16 desarrollada por el soporte de formularios del estándar IEEE 802.16 es una arquitectura de red unificada para soportar operaciones fijas, nómadas y móviles. La arquitectura de la red WiMAX se basa en un modelo todo-IP. [24]

La arquitectura de la red del estándar IEEE 802.16 comprende tres elementos o áreas principales [25]:

Estaciones remotas o móviles: son los equipos de usuario que pueden ser móviles o fijos y pueden estar ubicados en las instalaciones del usuario.

Access Service Network, ASN: es el área de la red WiMAX que forma la red de acceso de radio en el borde y comprende una o más estaciones base y una o más puertas de enlace ASN.

Red de servicio de conectividad, CSN: esta parte de la red WiMAX proporciona la conectividad IP y todas las funciones de la red IP. Es lo que se puede llamar la red central en el lenguaje celular.

La red WiMAX en general comprende varias entidades diferentes que conforman las diferentes áreas principales descritas anteriormente. Estos incluyen las siguientes entidades:

Estación del suscriptor, SS / Estación móvil, MS: La estación del suscriptor, SS a menudo se puede denominar Equipo de las instalaciones del cliente, CPE.

Éstas adoptan diversas formas y pueden denominarse "CPE de interior" o "CPE de exterior": la terminología se explica por sí misma.

El CPE al aire libre tiene la ventaja de que proporciona un mejor rendimiento como resultado de la mejor posición de la antena, mientras que el CPE puede ser instalado por el usuario. También se pueden utilizar estaciones móviles. Estos son a menudo en forma de una mochila para una computadora portátil, etc.

Estación base, BS: La estación base forma un elemento esencial de la red WiMAX. Es responsable de proporcionar la interfaz aérea para el suscriptor y las estaciones móviles. Proporciona funcionalidad adicional en términos de funciones de administración de micro-movilidad, como activación de transferencia y tunelización, administración de recursos de radio, normativa de calidad de servicio, clasificación de tráfico, protocolo de control de host dinámico, gestión de claves, gestión de sesiones y acceso a grupos de multidifusión [26].

ASN Gateway, ASN-GW: el Gateway ASN dentro de la arquitectura de la red WiMAX generalmente actúa como un punto de agregación de tráfico de capa 2 dentro del ASN general. El ASN-GW también puede proporcionar funciones adicionales que incluyen: localización y paginación intra-ASN, manejo de recursos de radio y control de admisión, almacenamiento en caché de perfiles de suscriptores y claves de cifrado. El ASN-GW también puede incluir la funcionalidad del cliente AAA (ver más abajo), el establecimiento y la administración del túnel de movilidad con estaciones base, QoS y cumplimiento de políticas, la funcionalidad del agente extranjero para IP móvil y el enrutamiento al CSN seleccionado.

Agente local, HA: El Agente local dentro de la red WiMAX está ubicado dentro del CSN. Con Mobile-IP formando un elemento prioritario dentro de la tecnología del estándar IEEE 802.16, este agente trabaja en conjunto con un "agente extranjero", como la puerta de enlace ASN, para proporcionar una solución IP móvil de extremo a extremo eficiente. El Home Agent sirve como punto de anclaje para los suscriptores, brindando roaming seguro con capacidades QoS.

Servidor de autenticación, autorización y contabilidad, AAA: Al igual que con cualquier sistema de comunicaciones o inalámbrico que requiera servicios de suscripción, se utiliza un servidor de autenticación, autorización y contabilidad. Esto está incluido dentro del CSN.

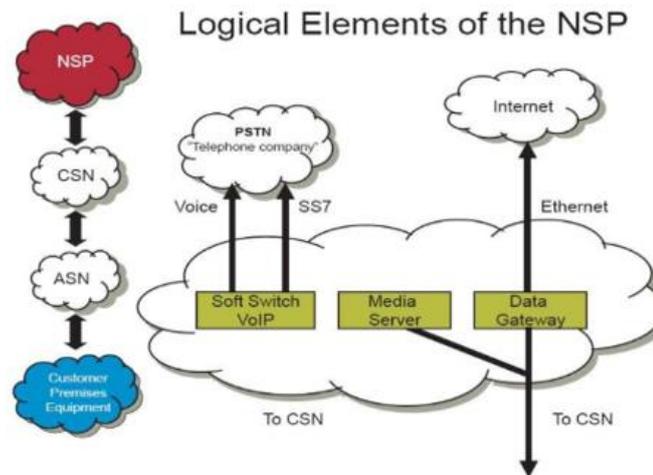


Figura 13: Arquitectura de una red con la norma IEEE 802.16.
Tomado del libro Proyectos tecnológicos - ESPOCH (2014)

2.2.4.11 Modos de operación / Topologías

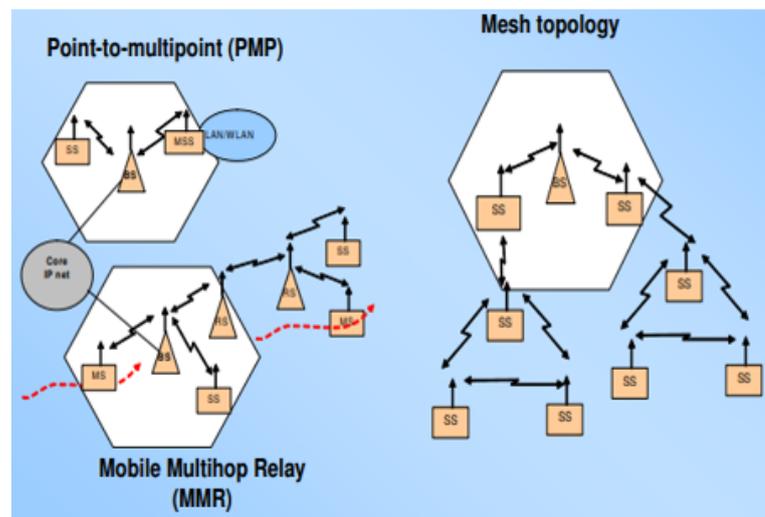


Figura 14: Topologías que maneja la norma IEEE 802.16.
Tomado del artículo CTRQ-2008

RED PUNTO A PUNTO

Una conexión punto a punto es un enlace de comunicación directo permanente entre 2 partes. A diferencia de un acceso telefónico, no es necesario establecerla a través de un acceso telefónico o desconectarse después de la comunicación.

Hoy en día, las conexiones punto a punto se logran en redes de telecomunicaciones modernas a través de jerarquías multiplex superordinadas o redes de fibra óptica. Los dispositivos más usados en este tipo de enlaces, pueden soportar el modo de punto de acceso y de modo de estación, de acuerdo al diseño de red que se propone realizar. La configuración más sencilla de un enlace PtP es cuando se usan dos equipos locales de cliente debido a que tienen antenas direccionales capaces de realizar esta función, esta tecnología se compone de los elementos necesarios para dar soluciones factibles, y de larga operatividad. Una conexión de extremo a extremo se refiere a una conexión entre dos sistemas a través de una red conmutada. Por ejemplo, Internet se compone de una malla de enrutadores. Los paquetes siguen una ruta de salto a salto de un enrutador a otro para llegar a sus destinos. Cada salto consiste en un enlace físico punto a punto entre los enrutadores. Por lo tanto, una ruta enrutada consiste en múltiples enlaces punto a punto. En el entorno de ATM y retransmisión de tramas, la ruta de extremo a extremo se denomina un circuito virtual que cruza un conjunto predefinido de enlaces punto a punto. [27]



Figura 15: Topologías en modo de operación PTP.

Tomado del autor Robert V. - Rusia (2000)

Estos enlaces podrían tener los siguientes usos:

- Telefonía IP, comunicación de red, video, internet para una empresa, negocio o facilidad ubicada en áreas antiguas o remotas donde el adquirir los servicios de Internet no se torna posible.
- Interconexión de las redes de 2 ubicaciones o extensión de la red de una ubicación a otra, logrando el intercambio de información, servicios de red, impresión en red, internet compartido, aplicaciones, etc.
- Interconexión de las redes de dos sitios para realizar el enlace de servicios de voz a través del recurso VOIP, accediendo a la comunicación de extensiones, líneas de teléfono compartidas y de la misma forma enlazando a líneas virtuales.
- Interconexión de las redes de dos sitios para comunicar servicios de video vigilancia y monitoreo de espacios a una determinada distancia.

RED PUNTO A MULTIPUNTO

Cuando hablamos de la comunicación de una red punto a multipunto nos referimos a que existe un punto principal, el cual establece conexión con varios puntos remotos.



Figura 16: Topologías en modo de operación PTMP.
Tomado del autor Robert V. - Rusia (2000)

Dentro de las redes punto a multipunto encontramos los siguientes tipos de conexiones:

- **Estrella:** Diferentes terminales remotas son conectadas a un host.
- **Bus:** Muchas estaciones remotas conectadas a un medio de comunicación común.
- **Anillo:** Un mismo cable conectado a todas las terminales. Si una falla presenta inconvenientes con todas.
- **Malla:** Este tipo de conexión es usado en centrales telefónicas. Todas las terminales son interconectadas entre sí.

2.2.5 NORMA ANSI/TIA/EIA 568 (A-B)

Antes de mencionar la norma, recalquemos porque es importante y le implementación en este proyecto.

La importancia de las normas.

Las normas son la plataforma de todas las redes de telecomunicaciones. Establecen directrices y recomendaciones de mejores prácticas para cada aspecto de las telecomunicaciones, sistemas de cableado desde el diseño y la instalación de la red hasta el rendimiento del cable y verificación. Las normas fomentan discernimientos técnicos y certifican la uniformidad y compatibilidad en y entre redes, incluso redes de múltiples proveedores.

En el cableado de comunicaciones, los estándares definen tipos de cableado, distancias, conexiones, arquitecturas de cableado, parámetros de rendimiento, requisitos de prueba y más. Y debido a que proporcionan las mejores prácticas recomendadas, los estándares pueden reducir tiempo de inactividad y gastos de instalación. Simplifican movimientos, adiciones y cambios. Maximizan la disponibilidad del sistema y prolongan la vida útil de un cableado sistema. Los estándares le permiten construir sistemas de cableado estructurado que pueden fácilmente acomodar las tecnologías, equipos y usuarios existentes, así como los futuros. [28]

En la actualidad, en el desarrollo de estándares de cableado estructurado existen 2 organizaciones principales involucradas. La Asociación de la industria de las telecomunicaciones (TIA) generalmente se especifica en América del Norte.

Los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización se usan más comúnmente fuera de América del Norte. [29]

Una breve historia de los estándares de cableado.

Antes de 1985, no existían estándares de cableado estructurado. Las compañías telefónicas utilizan su propio cableado. Las empresas generalmente usaban el sistema propietario de un proveedor. Finalmente, la (CCIA) Asociación de la Industria de las Comunicaciones de Computación se acercó a la Industries Alliance, anteriormente Asociación, (EIA) sobre el desarrollo de estándares de cableado. Las discusiones se centraron en el desarrollo de estándares de cableado de voz, datos, comerciales y residenciales. (El TIA se formó en abril de 1988 después de una fusión de la Asociación de Proveedores de Telecomunicaciones de los Estados Unidos y el grupo de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones de la EIA). [30]

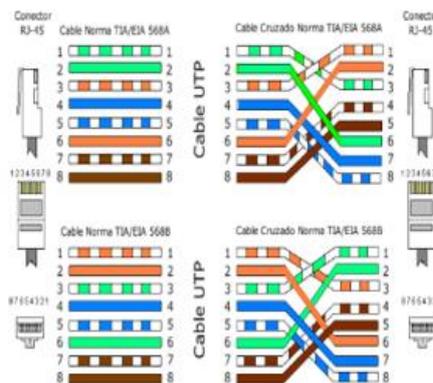


Figura 17: Colores – norma de cableado estructurado.
Tomado del artículo de Practica de redes (2010)

En 1991, el TIA publicó su Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, ANSI / TIA-568. Fue la primera norma para definir un sistema genérico de telecomunicaciones que admita un entorno multiproducto y de múltiples proveedores.

Permitió que los sistemas de cableado se planearan e instalaran sin planes definidos para el equipo de telecomunicaciones que se instaló más adelante.

Norma a implementar en el proyecto:

Cableado

Esta característica es la parte del sistema de cableado que se extiende desde la salida del área de trabajo, a través del cableado en la pared / techo / piso y luego al panel de conexiones en la sala de telecomunicaciones. El sistema también incluye los cables de conexión en la salida del área de trabajo y los cables de conexión en la sala de telecomunicaciones. Un buen diseño debe estar dirigido a minimizar las reubicaciones y el mantenimiento del sistema horizontal, ya que puede resultar más costoso

- **Topología**

El cableado se instalará en una topología en árbol, con cada salida del área de trabajo conectada a través del cable horizontal a la conexión cruzada horizontal en la sala de telecomunicaciones. Cada piso debe tener su propio armario de telecomunicaciones, dimensionado según ANSI / TIA / EIA 568. Cualquier dispositivo requerido, como baluns (dispositivo convertidor de líneas de transmisión) y dispositivos de ajuste de impedancia, no deben instalarse en el sistema horizontal, sino que debe mantenerse externo a la toma de telecomunicaciones.

Esto facilitará los cambios de red. Solo se permitirá un punto de transición o un punto de consolidación entre la conexión cruzada horizontal y la salida de telecomunicaciones, y no se permitirán tomas y empalmes puenteados en la horizontal de cobre.

- **Cable Ethernet cat 6**

Longitud del cable

La distancia máxima entre la salida de telecomunicaciones y la conexión cruzada horizontal no será superior a 90 metros.

La longitud máxima de todos los cables de conexión y puentes en el armario de telecomunicaciones no será superior a 5 metros, y la longitud total de todos los cables de conexión tanto en el armario de telecomunicaciones como en el área de trabajo no será superior a **3 metros**.

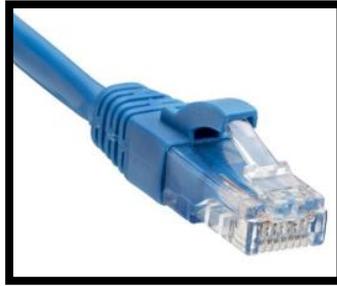


Figura 18: Cableado Ethernet - Cat 6.
Tomado del libro de Redes inalámbricas (2010)

Cables reconocidos

Los cables más reconocidos, y los que siempre son usados son:

- Par trenzado sin blindaje de 100 ohmios (UTP) o par trenzado apantallado (ScTP).
- Cables ópticos multimodo, ya sea 62.5 / 125 o 50/125

El par trenzado blindado de 150 ohm (STP-A)

Es un tipo de cable reconocido, pero no se recomienda para nuevas instalaciones de cableado. Todos los puentes, cables de conexión, cables de equipos deben cumplir con todas las normas aplicables según lo especificado en ANSI / TIA / EIA 568-B. Cuando se utilizan cables híbridos y agrupados, cada tipo de cable cumplirá con los requisitos para ese tipo de cable, y el cable combinado o híbrido cumplirá con las especificaciones de los cables agrupados. Los dos requisitos anteriores se encuentran en ANSI / TIA / EIA 568-B.

Distancia máxima de backbone		
Tipo de medio	Conexión cruzada Horizontal	Conexión cruzada Intermedio
Cobre (Voz)	800 m (2,624 ft)	500 m (1640 ft)
Multimodo	2000 m (6560 ft)	1700 m (5575 ft)
Monomodo	3000 m (9840 ft)	2700 m (8855 ft)

Tabla 4: Cable estructurado.

Tomado del libro de Operación Superior de los equipos de conmutación – 2017

Longitudes de paneles de parches y puentes

El puente de conexión cruzada y los cables de conexión no deberían superar los 20 metros correspondientemente mientras que los equipos de salto no deben superar los 30 metros.

- **Área de trabajo**

Los componentes del área de trabajo son aquellos que se extienden desde la salida del área de trabajo hasta el (los) dispositivo (s) de telecomunicaciones.

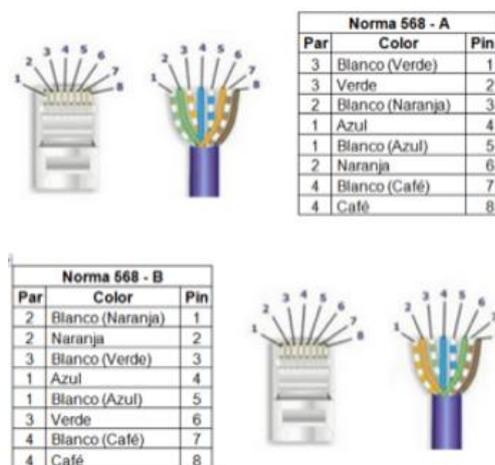


Figura 19: Asignaciones de pines en la norma de cable estructurado.
Tomado del libro de Jesse Russell, Ronald Cohn - 2012

Conexión cruzada e interconexión

Todas las conexiones entre el cableado horizontal y los cables de la red troncal deben ser conexiones cruzadas. Todos los cables y hardware de conexión deben cumplir con los requisitos de ANSI / TIA / EIA 568-B. Una interconexión conectará el hardware de conexión del cable horizontal (panel de conexión) al equipo de telecomunicaciones (por ejemplo, un concentrador). Una conexión cruzada tendrá el hardware de conexión del sistema horizontal (por ejemplo, el panel de conexión) conectado al hardware de conexión (panel de conexión), que a su vez está conectado al equipo común.

Instalaciones de entrada (EF)

Las instalaciones de entrada sirven como punto de entrada para el cable de la planta exterior de diversas fuentes, como los cables de red privada y otros proveedores de acceso. También alberga dispositivos de protección de red y puede actuar como punto de demarcación para el proveedor de acceso regulado que debe cumplir con los requisitos ANSI / TIA / EIA-568.

Funciones

Demarcación de la red

El EF puede ser la demarcación (punto de terminación) para los proveedores de acceso regulados y los proveedores de red privada. Las regulaciones locales determinarán dónde estará el punto de demarcación.

Protección eléctrica

Los cables y antenas de interconexión pueden requerir dispositivos para protegerse de las sobrecargas de energía. El diseñador / instalador debe consultar al proveedor de acceso local para determinar las prácticas y los requisitos locales.

La conexión a tierra y la unión deben completarse según ANSI / TIA / EIA 568.

Requisitos de instalación de cableado

Colocación del cable

El cable debe colocarse de tal manera que minimice la tensión causada por la suspensión del cable y el cable demasiado apretado. Si se usan bridas (elementos de sujeción generalmente usados para unir cables), deben estar ajustadas sin apretar para evitar que se deforme la cubierta del cable.

Radio de curva mínimo

TIPO DE CABLE	CRUVA DE RADIO
4 Par UTP	4 x diámetro del cable
Backbone	10 x diámetro del cable
Patch Cord	Bajo revisión

Tabla 5: Radios de curva mínimo.
Tomado del libro de Tecnologías de información - 2001

Categorías Reconocidas

Las categorías 1, 2, 4 y 5 no se reconocen como parte de la norma y, por lo tanto, los parámetros de transmisión no están listados. Las únicas categorías reconocidas son 3,5e y 6. La categoría 6 se ratificó a mediados de 2002 [31].

Terminación del hardware de conexión

Los cables deben terminarse con conectores de la misma categoría. La conexión del cable y los componentes de la misma categoría no es suficiente para garantizar el rendimiento.

Otros factores, tales como la proximidad a los cables de alimentación, las prácticas de terminación y la gestión de cables, son algunos de los factores que pueden afectar el rendimiento. En un sistema con componentes de múltiples categorías, el sistema debe ser calificado como el del componente de menor rendimiento.

Solo desmonte la cubierta que sea necesaria para terminar correctamente el cable en el conector. Con los sistemas de Categoría 6 y superiores, los pares individuales no se deben desenroscar más de ½". Los sistemas de Categoría 3 se deben mantener para dentro de 3 "de las terminaciones.

Patch Cord

Los cables de conexión deben ser de la misma categoría que el enlace y no deben terminarse en el campo. Los cables de puente no se deben hacer retirando una cubierta de un cable previamente encamisado.

ANÁLISIS MATEMÁTICO

Pérdida de retorno de cable

Para todas las frecuencias de 1 MHz a 250 MHz, la pérdida de retorno del cableado de categoría 6, deberá cumplir con los valores determinados para una longitud de 100 m (328 pies).

Enlace permanente y pérdida de retorno del canal

Para todas las frecuencias de 1 MHz a 250 MHz, la pérdida permanente de retorno de enlace y canal de categoría 6 deberá cumplirán los valores determinados utilizando las ecuaciones especificadas en los estándares originales.

Demora de propagación y sesgo de retardo

El retraso de propagación es el tiempo que tarda una señal en viajar desde un extremo de un par conductor en cables, cables o hardware de conexión al extremo opuesto de ese par. El sesgo de retardo de propagación es una medida de la diferencia de retardo de señalización desde el par más rápido hasta el más lento.

El retardo de propagación y el sesgo de retardo de propagación se expresan en nanosegundos (ns).

Retraso en la propagación del cable

Para todas las frecuencias de 1 MHz a 250 MHz, el retardo de propagación del cable de categoría 6 cumplirán los valores determinados utilizando las ecuaciones especificadas en los estándares originales.

Sesgo de retardo en la propagación del cable

Para todas las frecuencias de 1 MHz a 250 MHz, propagación de cable de categoría 6 el sesgo de retardo no debe exceder 45 ns / 100 m. Las pruebas se realizarán con un mínimo de 100 m de cable.

Demora de propagación y sesgo de demora para cable de categoría 6

FRECUENCIA (MHz)	MAXIMO RETRASO (ns/100 mtr)	MAXIMA VELOCIDAD DE PROPAGACION (%)	SESGO DE RETARDO MAXIMO (ns/100 Mtr)
1	570	58.5	45
10	545	61.1	45
100	538	62.0	45
250	536	62.1	45

Tabla 8: Propagación del cable CAT 6.

Elaborado por el autor Juan Carlos M- 2010

A continuación, se detallarán una lista de ecuaciones, las cuales aún no están especificadas en qué tipo de enlaces inalámbricos deben ser usadas, por esta razón el usuario al momento de realizar un radio enlace inalámbrico se basa al fundamento práctico mediante plataformas online y no al cálculo matemático, sin embargo, estudiaremos algunas de ellas:

Ecuaciones especificadas en los estándares originales

Estimación de propagación de Radio Enlaces

Los requisitos necesarios para calcular los datos de estimación de un Radio Enlace se dividen en 3 partes principales:

1. Calculo de transmisor con potencia de transmisión.

2. Calculo de pérdidas generadas por propagación.
3. Calculo de sensibilidad de la recepción.

El cálculo de un Radio Enlace está basado en la sumatoria de todas las características (en dB) mediante las 3 partes fundamentales dirigidas a la transmisión. Los resultados positivos son ganancia y los negativos son pérdidas. En la ecuación 1, se observa el balance de potencias.

$$\text{Potencia de Rx} = \text{Potencia de Tx} - \text{Perdidas} + \text{Ganancia} \geq \text{Sensibilidad Rx}$$

Ecuación 1: Formula potencia de RX

Donde:

$$\text{Perdidas} = \text{Perdidas en cable} + \text{Perdidas por el recorrido en el aire}$$

Ecuación 2: Formula de Pérdidas

$$\text{Ganancias} = \text{Ganancias del transmisor} + \text{Ganancia del receptor}$$

Ecuación 3: Formula de Ganancias

Calculo del transmisor

- **Perdida por enlace**

La perdida por enlace es el primer motivo entre la potencia que se transmite y la potencia que se recibe, el cual muestra un desempeño y funcionamiento en ambientes con ancho de banda de 5,8 GHz. La fórmula que se aplica es:

$$P(db) = Afs + Abm - Gb - Gr$$

Ecuación 4: Formula de pérdida por enlace

Dónde:

Afs: Atenuación por espacio libre

Abm: Perdida básica promedio por enlace

Gb: Factor por ganancia de altura de la base

Gr: Factor por ganancia de altura del terminal del receptor

Los cuales se definen como:

$$Afs = 92.4 + 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f)$$

Ecuación 5: Formula de Atenuación por espacio libre

$$Abm = 20.41 + 9.83\log_{10}(d) + 7.894\log_{10}(f) + 9.56(\log_{10}(f))^2$$

Ecuación 6: Formula de Pérdida básica promedio por enlace

$$Gb = \log_{10}(hb/200) + (13.958 + 5.8(\log_{10}(d))^2)$$

Ecuación 7: Formula de Factor por ganancia de altura de la base

$$Gr = (42.57 + 13.7\log_{10}(f))(\log_{10}(hr) - 0.585)$$

Ecuación 7: Formula de factor por ganancia de altura del terminal del receptor

Donde:

d: Distancia entre la base y el receptor en Km, sería igual a 2 Km

f: frecuencia en GHz

hd: Altura de la base

ht: Altura del receptor

- **Potencia de transmisión (Tx).**

El resultado de la potencia de transmisión es aquella potencia de salida de la tarjeta de radio, está limitado por las regulaciones impuestas en cada país o región. La potencia de transmisión se encuentra en las especificaciones técnicas de los productos de cada fabricante.

- **Pérdida del cable.**

Las pérdidas de la señal de radio sucederán en los cables que se conectan en el transmisor y en el receptor en las antenas correspondientes. Las pérdidas van a depender de qué tipo de cable sea y si la frecuencia de operación se mide normalmente en dB/m. Normalmente el cable siempre causa pérdidas, y las típicas pérdidas de cables se encuentran variando entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En conclusión, en este proyecto las pérdidas en cables dependen significativamente de la frecuencia en la que operan.

- **Pérdida en conectores.**

Al menos siempre se dará un cuarto de decibelio de pérdida en el cableado por cada conector que contenga. Si usan cables de aspecto largo, las pérdidas de los conectores se incluyen normalmente en la parte de la ecuación de “pérdidas del cable”. Para más seguridad se recomienda siempre tener como regla fundamental un promedio de 0.3 dB de pérdida por conector.

Calculo del receptor

- **Ganancia de la antena en el receptor**

Las ganancias típicas de las antenas siempre están variando entre 2 – 5 dBi, hasta 25 – 30 dBi. En esta implementación de este proyecto, la ganancia de las antenas puede verse afectada debido diferentes cogniciones, en este caso principalmente que sean relacionadas a instalaciones erróneas, sea por pérdidas por ángulo o pérdidas por la polarización. Esto significa que únicamente podrán obtener una ganancia completa de las antenas si esta está instalada óptimamente.

- **Sensibilidad del receptor**

La sensibilidad del receptor se torna un parámetro o característica que es de mucho interés e importancia, debido a que indica el valor mínimo de potencia que se necesitará para que lograr la posibilidad de decodificar bits resultantes de la señal de radio, y de esta forma puede mantener una cierta tasa de transferencia. En este caso para nuestra implementación cuanto menor sea la sensibilidad, mejor es el receptor de radio.

Cálculo de pérdidas en el medio de propagación

Dentro del cálculo de pérdidas de propagación se menciona que estas están relacionadas a toda clase de atenuación de la señal que ocurre en el proceso desde que ésta abandona la antena de transmisión hasta que logra la antena del receptor.

- **Pérdida en el espacio libre**

La pérdida en el espacio libre es la que se encarga de medir la pérdida de potencia en el espacio libre sin que se considere cualquier tipo de obstáculos. La señal de radio se torna débil en el espacio libre a causa de la expansión en una superficie esférica [32]. La FSL es proporcional al cuadrado de la distancia y también al

cuadrado de la frecuencia de radio. En decibelios, esto resulta en la siguiente ecuación:

$$FSL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 92,45$$

Ecuación 8: Formula de pérdida en el espacio libre

d = distancia en Km

f = frecuencia en GHz

Consideraciones y normas sobre cableado estructurado

En UNITEL- Sistemas de Telecomunicaciones se cree fundamental que el cumplir con estas normas y consideraciones acerca del cableado Estructurado es factible, porque de esta manera nos facilitará el correcto desempeño, funcionamiento y provecho de la instalación, de la misma forma disminuye riesgos que no son necesarios y contenidamente dañinos para el trabajo del sistema propuesto. [29]

2.3 MARCO TEORICO

A continuación, se detallarán artículos relacionados al tema estudiado que han servido como ayuda y guía para la realización de la propuesta tecnológica de titulación:

- El trabajo realizado por Amaguaya L., Chamba F y Cobo J., publicado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en el año 2009, redacta un análisis y diseño de una red mediante el estándar IEEE 802.16, que consta de tres problemas fundamentales: no existe una red local que permita intercambiar la información transmitida, costos elevados para la implementación, equipamiento y mantenimiento de las redes de Internet, y tener un rango limitado para el servicio de internet[33]. En este proceso se determina el requerimiento o proceso de comunicación entre las localidades de los proveedores privados que no disponen del inmueble necesario para ofrecer sus servicios, realizar un estudio que permita establecer los juicios de factibilidad para la utilización del estándar WiMAX, y proveer la mejor relación en cuanto a cobertura. [33]

Llegando a la conclusión de que el tiempo de implementación, operatividad y mantenimiento de redes ha generado un vacío de cobertura de servicios de telecomunicaciones de banda ancha. Los intentos que se iniciaron con tecnología

inalámbrica para cubrir esta demanda afligida que se ha plateado con soluciones propietarias, generalmente de costos elevados, no han autorizado una dispersión de infraestructura, sino que particularmente va dirigida hacia los clientes de alto tráfico. La visión del estándar IEEE 802.16 hace voto a abrir oportunidades viables en cuestión a facilitar el modo de operación de dispositivos de diferente fábrica que reduzcan de riesgos de inversión a los operadores de telecomunicaciones proveedores de servicios [33].

- Barba K y Llumiquinja D, en su redacción para la Universidad Politécnica Salesiana publicado en el año 2013 titulado “Estudio de la tecnología WiMAX como dilema para perfeccionar la velocidad de acceso a internet a los docentes al ambiente virtual de aprendizaje cooperativo de la Universidad Politécnica Salesiana” da a conocer que el desarrollo de esa investigación sirvió para poder realizar comparaciones con otras tecnologías inalámbricas, donde el estándar IEEE 802.16 sobresalió en base al sin números de oportunidades, beneficios y facilidades que puede brindar. Para esto se analizó la estructura, variantes y funcionamiento que presenta la tecnología WiMAX como lo son la variante de acceso fijo abarcada en el estándar de variante de movilidad completa [34]. En este proyecto, los autores mencionan que se llevó a cabo debido a su problemática como: la necesidad de docentes de poder navegar por el medio de internet para realizar actividades académicas relacionadas con la institución superior, ya que existe un gran malestar en el personal con relación al servicio ofertado debido a causas como perdida y problemas de conectividad en horas pico, problemas de cobertura, entre otros [34].

La solución implementada en este proyecto fue desarrollar un plan basado en un enlace inalámbrico punto a punto con tecnología WiMAX, configurando como punto de acceso a una antena ubicada en la oficina principal de la Universidad Salesiana de Guayaquil y como estación a una antena ubicada en el laboratorio de telecomunicaciones de la misma institución, haciendo factible que el enlace pueda tener una vista directa entre las antenas [34].

Se llegó a la conclusión, que el sinnúmero de beneficios que este proyecto otorga al usuario es mejor la infraestructura, realizar un análisis de cobertura de las redes detectadas, entre otros aspectos importantes de la tecnología implementada (IEEE 802.16) [34].

2.4 DESARROLLO

2.4.1 COMPONENTES DE LA PROPUESTA

2.4.1.1 COMPONENTES FÍSICOS

Para la ejecución del presente proyecto tecnológico es recomendable tener conocimiento sobre las características técnicas y capacidades de los equipos que intervienen en la implementación.

- Proceso de comunicación de enlaces inalámbricos

Proceso sobre el cual estará centrado el proyecto tecnológico, está confirmado de los siguientes elementos:

- **Cable Ethernet (categoría 6)**

Para la implementación del proyecto se necesitará cable Ethernet categoría 6 para realizar la conexión de las antenas hacia su alimentación (Poe) por lo que se deberá realizar el correcto ponchado, este tipo de cable de par trenzado se utiliza específicamente en redes de computadoras basadas en Gigabit (Gb) Ethernet. En 2002, fue definido y especificado conjuntamente por la Asociación de Industrias Electrónicas y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (EIA / TIA). El cable Cat 6 es totalmente compatible con adaptaciones anteriores, como las normas de cableado de Categoría 5 / 5e y Categoría 3.

Un cable Cat 6 se usa principalmente para redes de computadoras que alcanzan Gb, 1000 Mbps o una Gbps de velocidad de transferencia de datos (DTR) o superior. Las características son las siguientes: [35]

- Consta de cuatro pares de cables de cobre, todos los cuales se utilizan para la transferencia de datos
- Proporciona un ancho de banda de 250 MHz, velocidad de hasta 10 Gbps y se puede estirar hasta 100 metros de longitud
- Brinda mayor protección contra la interferencia y la atenuación que sus versiones anteriores de cable de par trenzado.

- **Conector RJ 45**

Para el proceso del ponchado se necesitará de un elemento fundamental el cual es el conector RJ45, este tipo de conector usualmente es manejado para redes Ethernet.

Tiene similitud a un conector telefónico, pero es un poco más ancho. Dado que los cables Ethernet tienen un conector RJ45 en cada terminal, los cables Ethernet a veces también se llaman cables RJ45. "RJ" en RJ45 significa "conector registrado", ya que es una interfaz de red estandarizada. El "45" simplemente se refiere al número del estándar de interfaz. Cada conector RJ45 tiene ocho pines, lo que significa que un cable RJ45 contiene ocho cables separados.

Los cables RJ45 se pueden cablear de dos maneras diferentes. Una versión se llama T-568A y la otra es T-568B.

Códigos de color

Identificación del conductor (Cableado T568A)	Código de color	Abreviación
Par 1	Blanco - azul Azul	B-A A
Par 2	Blanco - naranja naranja	B-N A
Par 3	Blanco - verde Verde	B-V A
Par 4	Blanco - marrón marrón	B-M A

Tabla 6: Código de color.

Tomado del libro de Joaquín Andreu Gómez. – 2011

Uno de los objetivos principales en la cual se centrará la propuesta, está conformada por equipos tecnológicos que harán el papel de emisor y receptor de la señal, dependiendo de enlace debemos desarrollar. En este caso para realizar el enlace inalámbrico PUNTO A PUNTO, se hará uso de dos antenas Ubiquiti LiteBeam M5 que desempeñaran el papel de emisor y de receptor de señal respectivamente (la configuración del enlace inalámbrico punto a punto se encuentra en el ANEXO 2

- **Antena Ubiquiti LiteBeam M5**



Figura 20: Antena LiteBeam M5.
Tomado de la página de Ubiquiti

Se eligió la antena denominada “LiteBeam”, debido a que es la actual evolución de un elemento de banda ancha inalámbrico, sutil y macizo, para exteriores de Ubiquiti Networks. Cada uno de los modelos de estos productos fue elaborado con el propósito de dar una solución de costo / beneficio posible para puentes de banda ancha inalámbricos de distancia extensa. Su operatividad trabaja en el rango mundial de frecuencias de 5 GHz, las mismas que no constan de licencia con velocidades de alta utilidad. La característica más importante de la antena LiteBeam es que habilita tecnologías exclusivas de hardware y software para brindar su composición capaz de innovar beneficio y a su vez rango con un valor provechoso. La terminología InnerFeed (modelos LBE-M5-23 y LBE-5AC-23) integra el sistema de radio dentro de la alimentación de la antena, y el protocolo TDMA del software AirMAX progresa en cuanto al rendimiento y la escalabilidad de la red.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

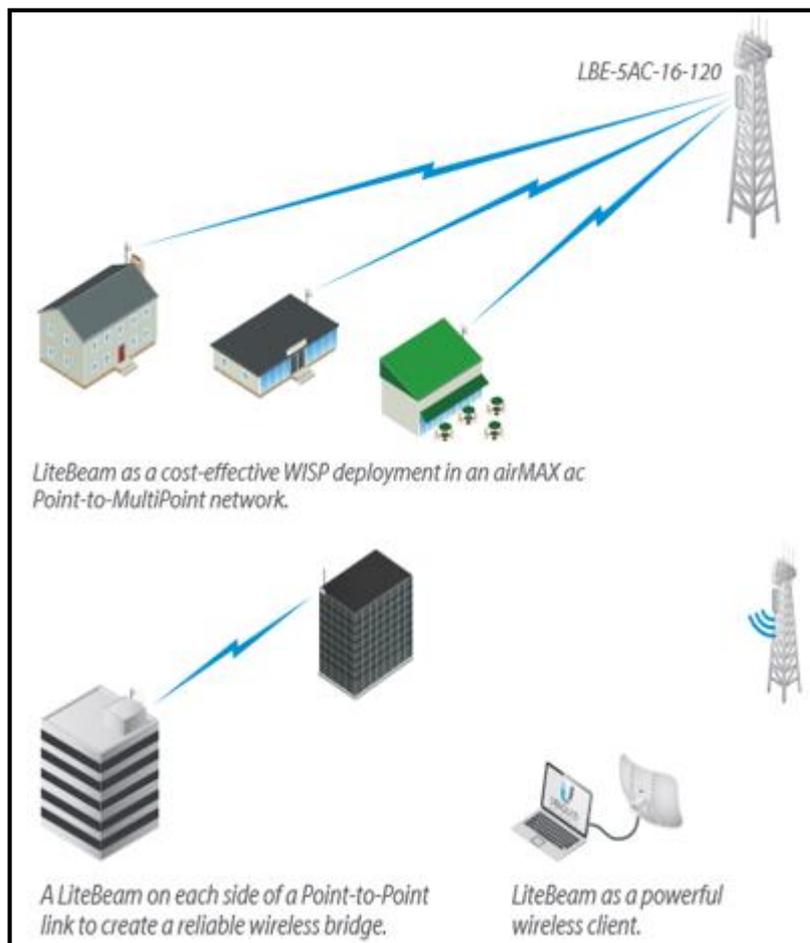


Figura 21: Applications of the LiteBeam.
Tomado de la página de Networking Ubiquiti

La antena LiteBeam colocada en el exterior de algún edificio con el reflector instalado garantiza cobertura direccional en el exterior, el mismo que depende del reflector de ganancia que contenga.

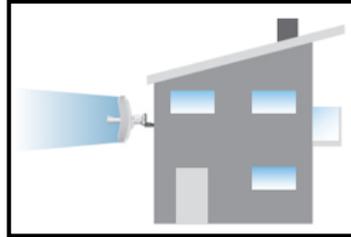


Figura 22: LiteBeam montada en el exterior con reflector.
Tomado de la página de Ubiquiti

La antena LiteBeam colocada en el exterior de un edificio sin el reflector instalado garantiza cobertura de exterior a interior, con la diferencia que es solo utilizando la alimentación de antena de 3 dBi.

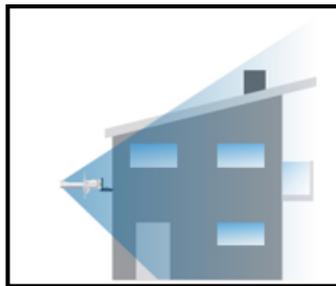


Figura 23: LiteBeam montada en el exterior sin reflector.
Tomado de la página de Ubiquiti

Tecnología InnerFeed

InnerFeed, es una avanzada tecnología de Ubiquiti, que tiene la opción de integrar la radio en la bocina de una antena, es por esto que no necesita de cable alguno, dicha opción ayuda a mejorar su rendimiento debido a que descarta las pérdidas de cable. Al proveer un alto funcionamiento y un resistente diseño se torna extremadamente versátil y beneficioso al implementarse.

Tecnología integrada airMAX

A comparación del protocolo estándar de Wi-Fi, el distintivo protocolo de acceso múltiple por división de tiempo de Ubiquiti Networks, garantiza a cada cliente poder enviar y recibir datos.

A diferencia de otros sistemas de este tipo, está antena ofrece un rendimiento avanzado en diminuta latencia, utilidad y escalabilidad [36].

- **Calidad de servicio inteligente:** Brinda importancia y prioridad a la transmisión de voz y video de manera continua.
- **Escalabilidad:** Máxima escalabilidad y capacidad.
- **Larga distancia:** Alta velocidad con capacidad para realizar enlaces de más de 30 km de distancia.

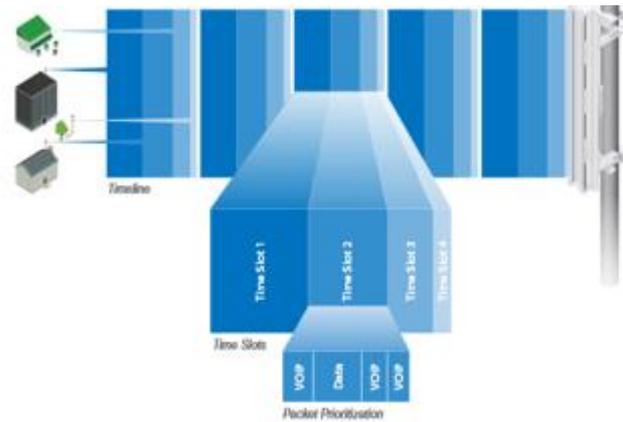


Figura 24: Configuración de la LiteBeam M5.
Tomado de la página de Ubiquiti

Elasticidad de ajuste total

El dispositivo LiteBeam contiene un soporte de rótula ideal, el cual proporciona elasticidad de ajuste a lo largo de 3 ejes que sirven para elecciones de montaje variables. El sistema de montaje acompañado del nivel de burbuja asociado nos permite alinear de una manera fácil y rápida.

Ensambladura rápida, de bloqueo y presión

El reciente diseño maquinal del montaje del el LBE-5AC-2 y LBE-M5-23, nos permite ver las cosas de una forma más sencilla. No se necesitan de equipos, sino más bien encajar los paneles de antena, la fuente de alimentación, la armadura posterior y el soporte de rótula para lograr una ensambladura segura y sólida.

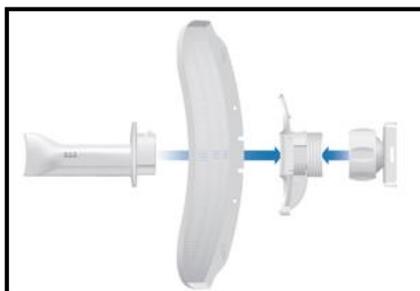


Figura 25: Parts of the LiteBeam M5.
Tomado de la página Ubiquiti

Contiene el encaje de la alimentación, los paneles con el consta la antenna, la carcasa o armadura posterior y el soporte de rótula que le sirve para tener un ensamblaje sólido y firme.

COMPARACION DE MODELOS

	LBE-M5-23	LBE-5AC-23	LBE-5AC-16-120
Banda de frecuencia	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Ganancia de la antena	23 dBi	23 dBi	16 dBi
Tipo de antena	1x1 SISO	2x2 MIMO	2x2 MIMO
Polarización	Vertical	Vertical + Horizontal	Vertical + Horizontal
airMAX ac		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gigabit Ethernet		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Funcionalidad punto a punto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Funcionalidad punto a multipunto			<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 6: Comparations of models the Ubiquiti.
Elaborado por el autor Villao J - 2019

Por otro lado, para realizar el enlace inalámbrico PUNTO A MULTIPUNTO, se hará uso de cinco antenas Ubiquiti:

- Una antena Ubiquiti NanoStation M2 que desempeñara el papel de PUNTO DE ACCESO (emisor de la señal).
- Cuatro NanoStation Loco M2, que desempeñaran el papel de ESTACIONES (receptores de señal).

(La configuración del enlace inalámbrico punto a multipunto se encuentra en el ANEXO 4)

- **Antena Ubiquiti NanoStation M**



Figura 26: Antena NanoStation M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

La antena NanoStation M instituyó la lista para el primer CPE de banda ancha, el cual iba a ser utilizado para exteriores de mínimo costo y un eficiente diseño a nivel mundial. Las actuales antenas NanoStation M mantienen la misma definición a futuro con los recientes elementos, pero de forma rediseñada, moderna y distinguida, la misma que está acompañada de la tecnología AirMAX, que contiene un protocolo MIMO TDM integrada.



Figura 27: Funcionamiento de Antena NanoStation M2.

Tomado de la página de Ubiquiti

El diminuto costo, el extenso rendimiento y el bajo factor de forma de NanoStation le permite que estas se vuelvan extremadamente variables y precisas en distintas aplicaciones:

- **Radios MIMO 2X2** de extrema potencia lineales, el cual es factible para mejorar el rendimiento del receptor.
- **Radio frecuencia** +/- 15kV y defensa contra descarga electrostática de Ethernet.
- **Velocidad de avance** con más de 150 Mbps de utilidad real y beneficio de TCP / IP.
- **Gran alcance** con más de 15 km de distancia: el dispositivo fue creado específicamente para aplicaciones de puente de PtP al aire libre y estaciones base de PtMP con la tecnología de airMAX.

EJEMPLOS DE USO

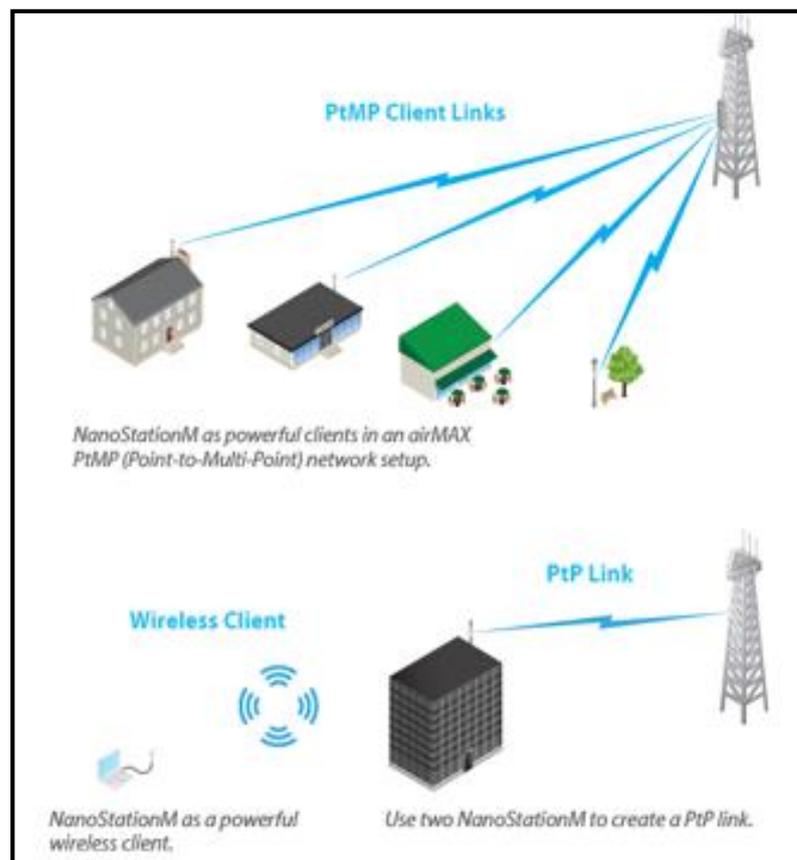


Figura 28: Examples of client links-NanoStation M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Tecnología airMAX.

Esta tecnología ejerce la función de transmisión de señales digitales, a través de un controlador en modo punto de acceso perspicaz y avanzado. De la misma forma proporciona varias capacidades útiles en operatividad y funcionamiento a diferencia de los demás sistemas externos de su clase [37].

- **Calidad de servicio inteligente:** Brinda importancia y prioridad a la transmisión de voz y video de manera continua.
- **Escalabilidad:** Máxima escalabilidad y capacidad.
- **Larga distancia:** Alta velocidad con capacidad para realizar enlaces de clase portadora.

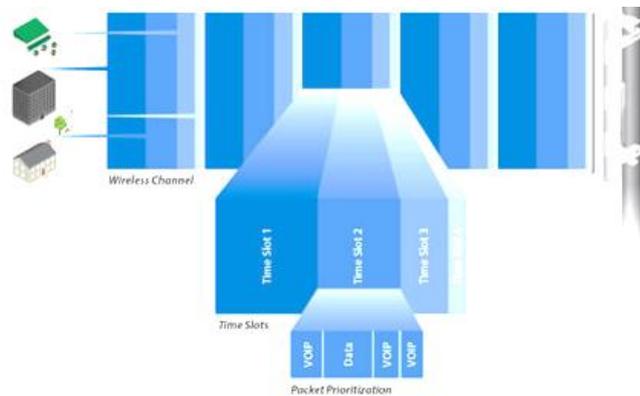


Figura 29: airMAX - TDMA Technology of NanoStation M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Conectividad Ethernet Dual

La NanoStation M garantiza 1 puerto Ethernet subsidiario que tiene una salida de POE autorizada por el software para lograr una perfecta integración de video a través de IP.

POE inteligente

El circuito de reinicio de hardware remoto de la antena NanoStation M accede a que el dispositivo logre reiniciarse de manera remota a partir de la ubicación de la fuente de alimentación. Estas antenas también pueden ser alimentadas a través del PoE de Ubiquiti Networks llamado TOUGHSwitch.

Por otra parte, cualquier NanoStation M cumple cómodamente con 48 Voltios, debido a que utiliza el adaptador Ubiquiti Instant 802.3af.

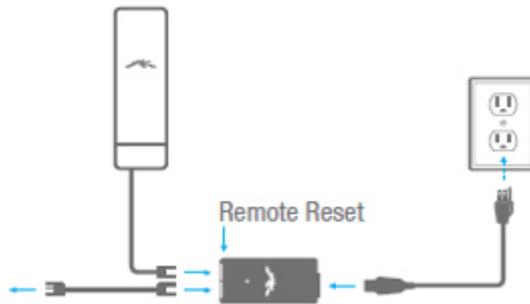


Figura 30: Connection of NanoStation M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

El reinicio remoto es una opción agregada. La NanoStation M viene estándar con 24 Voltios sin reinicio remoto alguno.

- **Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2**



Figura 31: Antena NanoStation Loco M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Las antenas NanoStation Loco M de la misma forma llevan el mismo concepto de las antenas NanoStation M, con los nuevos factores de forma modernizada y elegante, junta de la tecnología airMAX integrada (Protocolo MIMO TDMA).

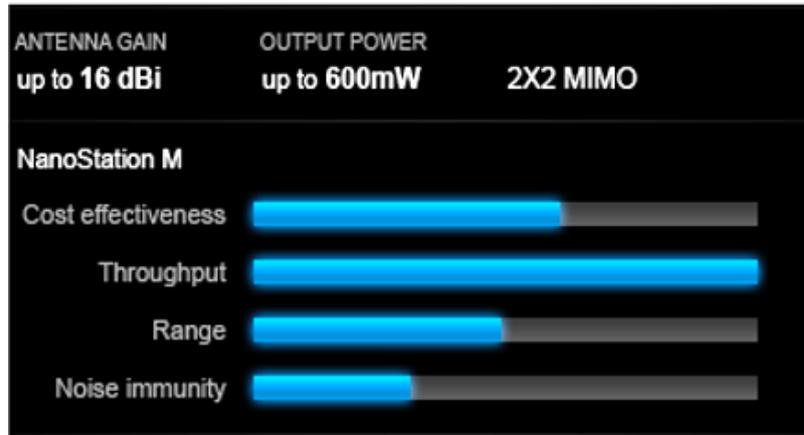


Figura 32: Funcionamiento de una antena NanoStation Loco M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Con las antenas NanoStation Loco, se pueden desarrollar los mismos ejemplos de uso que la antena NanoStation M. De la misma forma cuenta con su tecnología airMAX integrada:

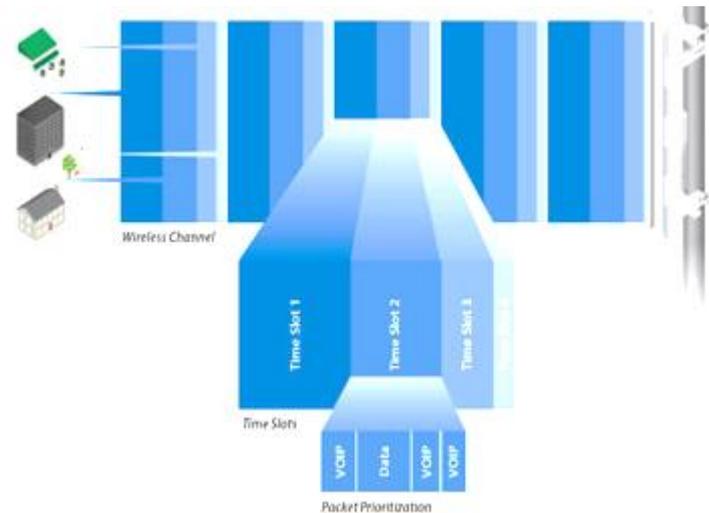


Figura 33: airMAX-TDMA Technology of NanoStation Loco M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Poe Inteligente:

El circuito de reinicio de hardware remoto de la antena NanoStation M accede a que el dispositivo logre reiniciarse de manera remota a partir de la ubicación de la fuente de alimentación.

Estas antenas también pueden ser alimentadas a través del PoE de Ubiquiti Networks llamado TOUGHSwitch. Por otra parte, cualquier NanoStation M cumple

cómodamente con 48 Voltios, debido a que utiliza el adaptador Ubiquiti Instant 802.3af.

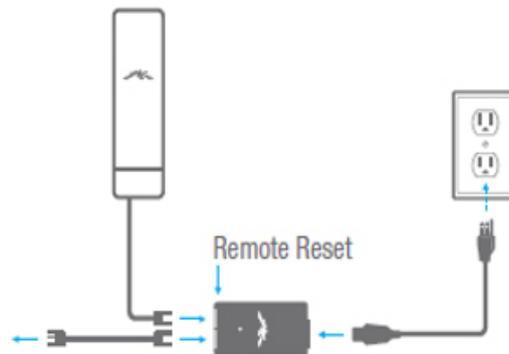


Figura 34: Connection of NanoStation Loco M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

El reinicio remoto es una opción agregada. La NanoStation M viene estándar con 24 Voltios sin reinicio remoto alguno.

La configuración de estas antenas (sea de modo de punto de acceso o modo estación se encuentra en el ANEXO 4)

- **Proceso de alimentación de los equipos Ubiquiti**

- **POE**

(Power over Ethernet) trata de una tecnología para redes de área local, lo cual accede que la energía eléctrica útil para el trabajo de cada elemento sea enviada mediante cables de datos reemplazando los cables de alimentación. Al ejecutar esto, se disminuye la cantidad de cables que se deben conectar para instalar la red.

Para que la alimentación ejecute su labor, la corriente eléctrica deberá ingresar en el cable de datos en el extremo de la fuente de alimentación y surgir en el extremo del elemento, de esta forma la corriente se mantiene separada de la señal de datos para que no haya interferencia el uno con el otro. [38]

La corriente ingresa mediante el cable a través de un elemento denominado inyector. Si el dispositivo en el otro lado del cable es concurrente con PoE, ejecutara su funcionamiento de manera correcta sin modificaciones. Por otro lado, si el dispositivo no es concurrente con PoE, deberá instalarse un componente llamado

selector (o toma) para excluir la corriente del cable. Esta corriente de "desconexión" se remite al conector de alimentación.



Figura 35: POE (Power Over Ethernet).
Tomado del libro de Redes inalámbricas – 2004

El equipo construido según el estándar 2003 inicialmente proporcionó suficiente potencia para la mayoría de los AP, pero no pudo proporcionar suficiente potencia para otros tipos de tecnología montada, como las cámaras de video vigilancia.

A lo largo de los años, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) y varios proveedores han intentado abordar el problema de la energía, pero siempre ha habido problemas con la interoperabilidad. El IEEE resolverá el problema lanzando un nuevo estándar que suministra energía a través de los cuatro pares de cables en un cable Cat6.

IEEE 802.3bt, también conocido como Next Generation PoE, puede suministrar suficiente energía para admitir iluminación LED, quioscos, terminales y una variedad de otros dispositivos, incluidos lectores de tarjetas de seguridad.

También define una forma de suministrar dos niveles de potencia diferentes simultáneamente. Ahora que una vez más se ha implementado un estándar de la industria, se espera que el uso de PoE continúe creciendo y desempeñando un papel importante en la Internet de las cosas (IoT).

2.4.1.1 COMPONENTES LÓGICOS

Para el desarrollo del presente proyecto tecnológico se ha trabajado mediante el uso de los diferentes tipos de software, los cuales se describen a continuación:

- **SketChup:**

Sketchup es una herramienta logra englobar de manera eficaz volúmenes y formas en cuestión de arquitectura de un espacio. En este caso para la implementación del proyecto fue usada para poder crear una simulación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas, el mismo que especificará la ubicación de cada uno de los equipos. Además, las estructuras elaboradas pueden ser geo-referenciados y colocados sobre las imágenes de Google Earth. También, los modelos pueden ser enviados a la red a través del programa y guardarse concisamente en la base de información. Su principal característica es poder realizar diseños en 3D de forma sencilla. El programa incluye entre sus recursos un tutorial en vídeo para aprender paso a paso cómo se puede diseñar y modelar el propio ambiente. Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante, además de que el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes listas para descargar.



Figura 36: Plataforma of SketChup.
Tomado de la página de Google SketChup

Cualquier usuario que use este software, ya sea desde un niño hasta un adulto, puede de manera muy sencilla buscar la manera de usar esta herramienta para cualquier tipo de diseño. La herramienta también consta dentro de sus recursos un tutorial en vídeo para que usuario vaya aprendiendo paso a paso cómo se puede ir modelando y diseñando el propio ambiente.

Sketchup accede a elaborar y modelar imágenes tipo 3D de vehículos, inmuebles, personas, y cualquier otro objeto o instrumento que imagine el diseñador.

Posterior a esto, para que su uso torne de manera fácil, incluye una galería de texturas, objetos o figuras para que el usuario pueda descargar.

- **Firmware AirOS. -**

AirOS es el innovador sistema operativo que maneja Ubiquiti de la mano de la tecnología airMAX y productos de ac. El mismo que depende de la versión en la que se encuentre actualizado el equipo. Este software tiene muchas opciones avanzadas de configuración, por lo que entre sus ventajas se presenten las siguientes:

Potentes cargos inalámbricos

- Punto a Multipunto, airMAX Mixto Modo – Modo Access Point
- Protocole Support - AirMAX ac
- Punto a punto de amplio alcance (PtP) - Modo de enlace
- Ancho de canal variable

Enlace Punto a Punto: 10/20/30/40/50/60/80 (MHz)

Enlace Punto a Multipunto: 10/20/30/40 (MHz)

- Selección automática de canales
- Registro y control de la potencia de transferencia: Automático / Manual
- Elección de distancia automática

- (ACK Timing)

- La seguridad WPA2 es más enérgica



Figura 37: Plataforma del software de AirOs.
Tomada de la configuración de una antena Ubiquiti NS M5

Mejoras de usabilidad

- Herramienta para seleccionar variedad de canales airMagic
- Interfaz de usuario moderna
- Cambios eficientes dentro de la configuración
- Validación inmediata de entrada
- Optimización de uso para dispositivos móviles
- Instrumentos de utilidad o herramientas incluyendo diagnósticos para radio frecuencia
- Analizador de espectro o también llamado AirView

- **Sistema de gestión de red de Ubiquiti UNMS. -**

El sistema de gestión de red para equipos Ubiquiti o también llamado UNMS, es el primer sistema para ISP, el cual permite realizar monitorización, actualización y administración de manera intensiva todos los elementos UBNT (a excepción de los equipos de UniFi, ya que ellos tienen su propio controlador). Este sistema se encuentra en beta y actualmente se está procesando para que permita integrar todos los dispositivos sin irregularidad alguna.

Las ventajas principales que presenta esta herramienta son las siguientes:

Descubrimiento eficaz de equipos:

- Se recomienda usar UNMS (mobile o discovery) para registrar los elementos. Cabe mencionar que la UNMS puede alcanzarlos incluso detrás de NAT.
- La seguridad destacada por su avance tiene uso de la autenticación de dos factores.

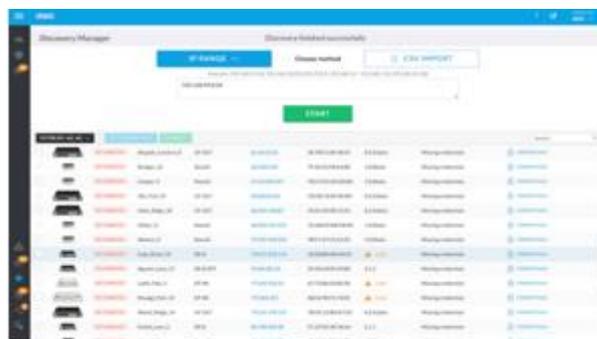


Figura 38: Plataforma del sistema UNMS.
Tomado de la configuración de equipos Ubiquiti

Monitoreo de red

- Notifican las interrupciones que se configuran a través de la integración del correo electrónico.
- Muestra el mapa de red con clientes, sitios, y alertas de uso personal.
- Los gráficos de funcionamiento en cuanto a su eficiencia, señal y ancho de banda son mostrados en tiempo real, los cuales tienen un año de conservación de datos.

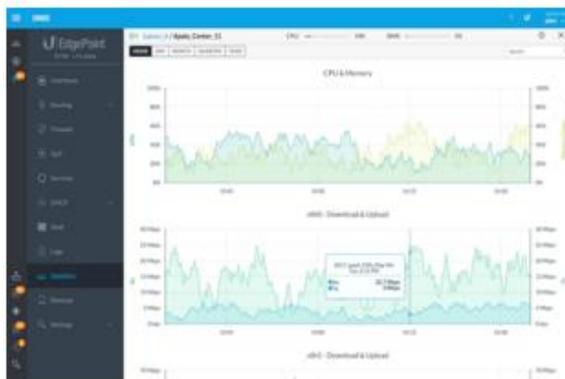


Figura 39: Monitoreo de la red en el sistema UNMS.
Tomado de la configuración de equipos Ubiquiti

Gestión de dispositivos

- La presentación básica que describe le permite poder realizar un filtro de una lista en la que estén todos los dispositivos.
- El uso de todas las acciones con frecuencia, como por ejemplo la actualización del firmware o el reiniciar el dispositivo, están servibles.
- Mediante con sitios y clientes se pueden organizar dispositivos.

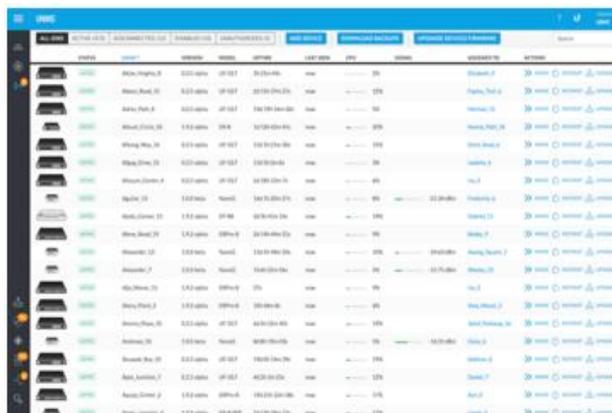
The image shows a screenshot of the UNMS device management interface. It displays a table with columns for 'Name', 'IP', 'MAC', 'Status', and 'Actions'. The table lists various Ubiquiti devices such as 'Mikrotik RB2011-Ui-2S', 'Mikrotik RB2011-Ui-2S', 'Mikrotik RB2011-Ui-2S', etc. Each row includes a small device icon, a status indicator (green or red), and a set of action icons (refresh, update, restart, etc.). The interface has a dark sidebar on the left and a top navigation bar with the UNMS logo and user information.

Figura 40: Gestión de dispositivos en el sistema UNMS.
Tomado de la configuración de equipos Ubiquiti

- Configura las rutas, direcciones, políticas de firewall y alguna otra función avanzada que pertenezca al enrutamiento.
- Usa la encuesta del sitio y verifica a los usuarios con dispositivos inalámbricos.
- Administra los dispositivos GPON mediante el editor de perfiles ONU.

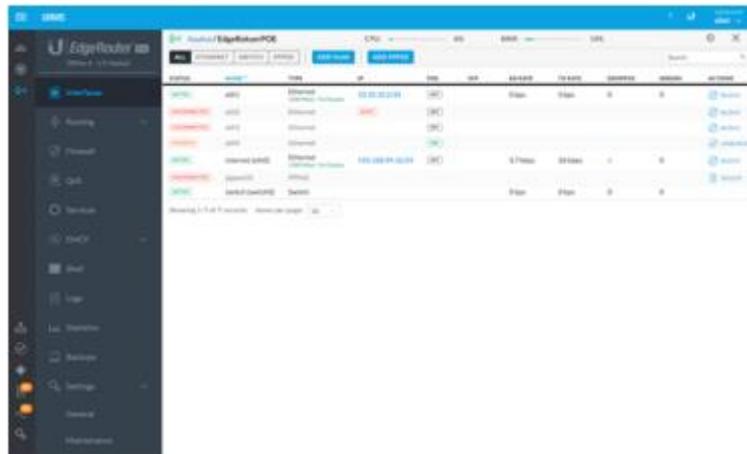


Figura 41: Configuración del dispositivo en el sistema UNMS.
Tomado de la configuración de equipos Ubiquiti

Panel de dispositivos

- Información inmediata sobre el estado de los dispositivos con la descripción más importante.
- Estadísticas del dispositivo en cuanto al rendimiento.

Así como tiene ventajas, también tiene desventajas que pueden afectar el funcionamiento del software, para lo cual se enumeran los siguientes requerimientos:

1. Solo se puede instalar en el sistema operativo Ubuntu. Para lo cual se necesitará instalar Ubuntu 16.041 LTS (Xenial Xerus) que es la última actualización.
2. Debe tener 2 GB de RAM DDR3 (Mínimo)
3. Con 16 GB de almacenamiento (Mínimo)
4. El CPU deberá ser de 64 bits (x64)

Cabe mencionar que, en caso de tener sistema operativo contrario al mencionado, puede funcionar mediante un Virtual Box (Solo funciona como pruebas con requerimientos mínimos). La instalación del software y del sistema que se requiere para la ejecución del mismo se encuentra en el ANEXO 1

2.5 DISEÑO DE LA PROPUESTA

2.5.1 COMPONENTES DE EJECUCIÓN DE LOS ENLACES

Para el desarrollo de esta propuesta se necesita implementar los elementos ya mencionados en la sección 2.4.1.1. De inmediato se detalla las funciones que cumplen y la correspondiente configuración de cada uno de ellos, para de esta forma poder llevar a cabo un correcto funcionamiento de cada uno de los enlaces.

2.5.1.1 Antena Ubiquiti LiteBeam m5

Este dispositivo tendrá configuración en modo punto de acceso, el mismo que será el encargado de emitir señal constantemente hacia otra antena que estará configurada en modo estación, la cual recibirá la señal enviada por parte del emisor. Ambas serán iguales en cuanto a la estructura, pero con diferente configuración.

Cabe recalcar que estos dispositivos funcionan con un prototipo específico de datos, para lo cual necesitan ser configurados con los parámetros mostrados en la siguiente tabla:

Características:

MODELO	LITEBEAM M5
Procesador de la antena	MIKS 74K
Memoria	64 MB
Puerto Ethernet	Puerto 10/100 Ethernet
Frecuencia	5150 - 5875 MHz
Ganancia	23 dBi
Potencia de Transmisión	23 dBm
Energía – alimentación	Adaptador PoE a 24V, 0.2 A
Max. Consumo de Potencia	4 W
Temperatura	-40° a 70° C
Dimensiones del dispositivo	362 x 267 x 184 mm
Sistema Operativo	airOS

Tabla 7: Características de la antena LiteBeam M5.
Tomado de la página de Ubiquiti

Esta antena proporciona 23 dBi de ganancia para lograr una conectividad a una extensa distancia, de este modo pone en uso un patrón de antena direccional para lograr la mejora de la inmunidad al ruido.

Se eligió este tipo de dispositivo por su diseño industrial de vanguardia, el cual se ensambla completamente en cuestión de segundos sin que sea necesario el uso de herramientas, por lo tanto, actúa con la libertad de alineación de sus tres ejes, esto hace que se torne sencillo de poder ser implementada en la ubicación del diseño que se planteó. Otro factor que dio ímpetu a que se eligiera este elemento es su ligero peso, su tamaño compacto el cual hace que se torne liviano e ideal para un correcto funcionamiento y que ofrece un precio rentable.

2.5.1.2 Antena Ubiquiti NanoStation M2

Este dispositivo tendrá configuración en modo punto de acceso, el mismo que será el encargado de emitir señal constantemente hacia 4 antenas receptoras que estarán configuradas en modo estación, las cual recibirán la señal enviada por parte del emisor.

Cabe recalcar que estos dispositivos funcionan con un prototipo específico de datos, para lo cual necesitan ser configurados con los parámetros mostrados en la siguiente tabla:

Características:

MODELO	NANOSTATION M2
Procesador de la antena	Atheros MIPS 24KC - 400MHz
Memoria	32MB SDRAM, 8MB Flash
Puerto Ethernet	Puerto 10/100 Ethernet
Frecuencia	2412MHz-2462 MHz
Ganancia	11 dBi
Potencia de Transmisión	Alta potencia 2x2 MIMO Estación TDMA
Energía – alimentación	Adaptador con PoE incluido de 24V, 0.5A
Max. Consumo de Potencia	8 W
Temperatura	-30° a 80° C
Dimensiones del dispositivo	29.4 cm x 8 cm x 13 cm
Sistema Operativo	airOS

Tabla 8: Características de la antena NanoStation M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Esta antena proporciona una tasa real en exteriores de aproximadamente 150+ Mbps y de la misma forma un rango de hasta 15+ km.

Se eligió este tipo de dispositivo por su diseño original industrial de vanguardia, ya que definió el camino y dio luz para el primer CPE de banda ancha en exteriores, lo cual lo lleva al futuro con un nuevo y elegante diseño. Este tipo de dispositivo consta de un diseño de antena de próxima generación, esto quiere decir que el reciente arreglo de antena provee una ganancia de 16 dBi y polarización dual, el cual al pasar de tiempo ha sido mejorada con el fin de proveer un mejor rendimiento entre polarizaciones. De la misma forma cuenta con un puerto Ethernet adicional al que tiene con salida PoE que está habilitado por el software, el mismo que permitirá una rápida y muy fácil integración con cámaras de video PoE.

2.5.1.3 Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2

Este dispositivo tendrá configuración en modo estación, es decir harán 4 estaciones el mismo que será el encargado de recibir señal constantemente de una antena emisora que estará configurada en modo punto de acceso, por lo tanto, estos dispositivos recibirán la señal enviada por parte del emisor.

Cabe recalcar que estos dispositivos funcionan con un prototipo específico de datos, para lo cual necesitan ser configurados con los parámetros mostrados en la siguiente tabla:

MODELO	NANOSTATION LOCO M2
Procesador de la antena	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memoria	32MB SD RAM, 8MB Flash
Puerto Ethernet	Puerto 10/100 Ethernet
Frecuencia	2400 - 2486MHz
Ganancia	8 dBi
Potencia de Transmisión	23 dBm
Energía – alimentación	Adaptador con PoE incluido de 24V, 0.5A
Max. Consumo de Potencia	8 W
Temperatura	-30° a 80° C
Dimensiones del dispositivo	163 x 31 x 80 mm
Sistema Operativo	airOS

Tabla 9: Características de la antena NanoStation Loco M2.
Tomado de la página de Ubiquiti

Se eligió este tipo de dispositivo por su diseño original industrial de vanguardia, ya que definió el camino y dio luz para el primer CPE de banda ancha en exteriores, lo cual lo lleva al futuro con un nuevo y elegante diseño. Otro factor muy importante es la ganancia que provee (8 dBi) y su polarización dual, a cuál ha ido mejorando con el pasar del tiempo para poder proveer un mejor aislamiento entre polarizaciones. Esta antena puede fácilmente aceptar alimentación mediante el estándar 802.3 af, utilizando el adaptador 803.3 af de Ubiquiti muy aparte que ofrece un precio rentable.

Las antenas a usar (NanoStation M) puede implementarse para diferentes casos, como por ejemplo puentes o enlaces Punto a Punto (PtP), para un sistema de video vigilancia mediante conectividad inalámbrica, o usándolo como CPE de la tecnología airMAX. Otro punto que vale aclarar es que estos dispositivos funcionan a través de la versátil tecnología de firmware airOS de Ubiquiti, el cual permite realizar redes de múltiples puntos para exteriores de valioso rendimiento. El software airOS garantiza características de vital importancia como la configuración de puente o enrutamiento, la configuración inalámbrica, y de servicios de administración del sistema.

2.5.2 DISEÑO DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para el diseño de la red se requiere cumplir con la normativa mencionada en el documento:

- Implementación de la norma de cableado estructurado
- Implementación del estándar IEEE 802.16

Para la implementación de la norma de cableado estructurado se debe considerar los siguientes ítems:

2.5.2.1 Topología

Se realizará la ejecución de dos radioenlaces inalámbricos: punto a punto y punto a multipunto, para lo cual debido a su conexión se emplea la topología tipo bus:

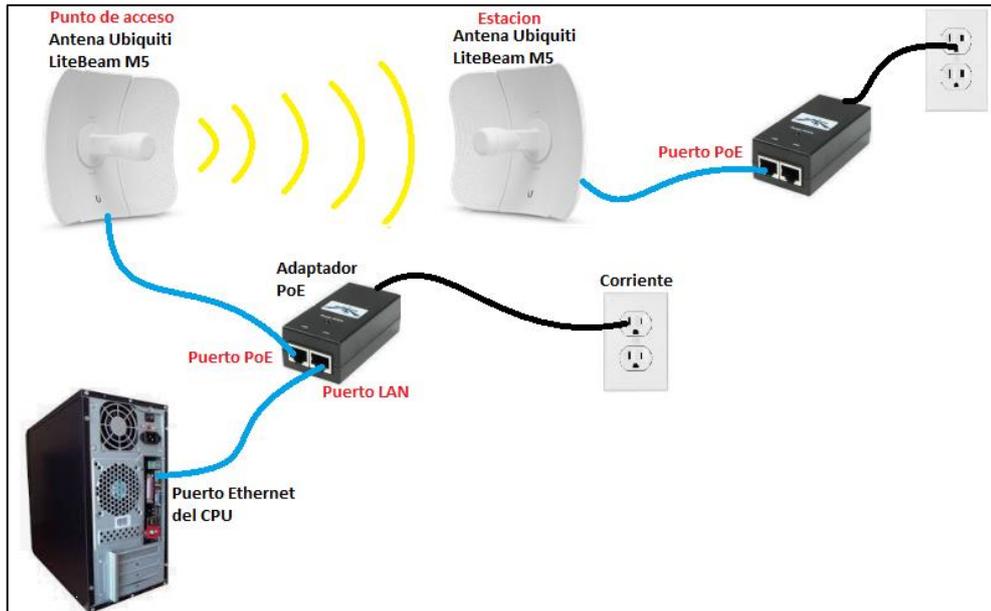


Figura 42: Topología de la red tipo bus para la antena Ubiquiti LiteBeam M5 (Enlace Punto a Punto). Elaborado por el autor Villao J-2019

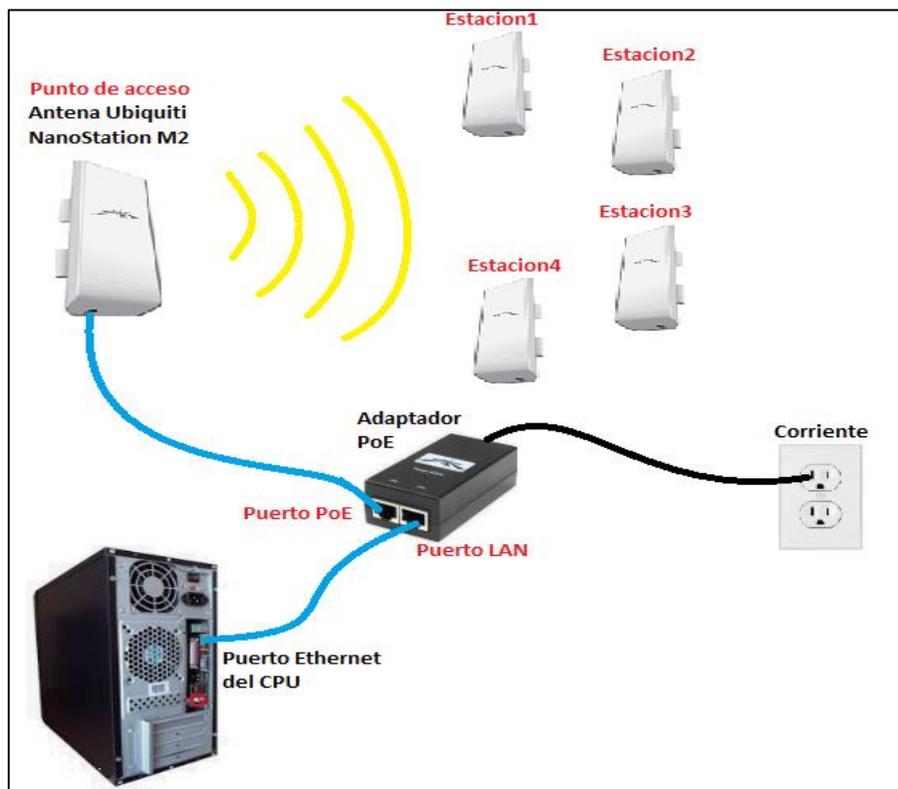


Figura 43: Topología de la red tipo bus para la antena Ubiquiti NanoStation M2 (Enlace Punto a Multipunto) Elaborado por el autor Villao J-2019

2.5.2.2 Distancia de cable

Para poder realizar la limitación de distancia de un cable se aclaran los siguientes puntos:

- El cableado que va desde la fuente de alimentación de la antena hasta el CPU debe medir mínimo **3 metros**, basándonos en la normativa de cableado estructurado.
- El cableado que va desde la fuente de alimentación de la antena hasta las antenas Ubiquiti sea que este configurado como punto de acceso o estación, tendrá una distancia personalizada, ya que va a depender del lugar donde será ubicada la antena.
- El cableado NO debe exceder los **90 metros**.

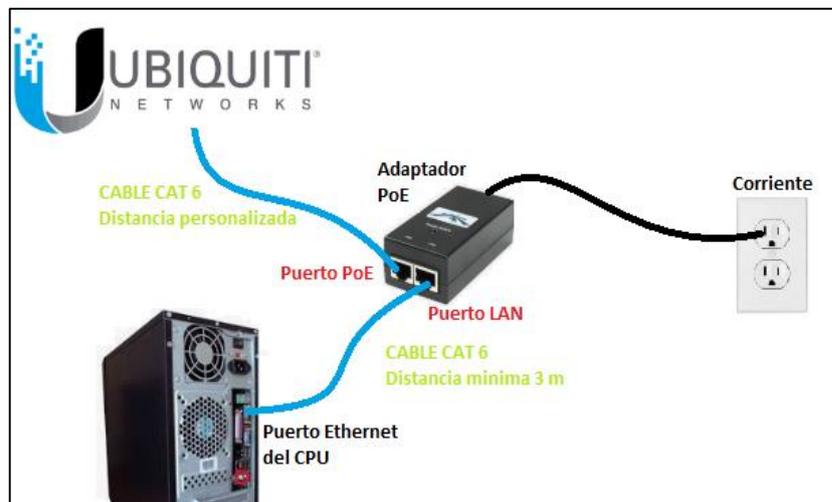


Figura 44: Limitación del cable de los dispositivos Ubiquiti.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

2.5.2.3 Esquema de la ubicación de equipos

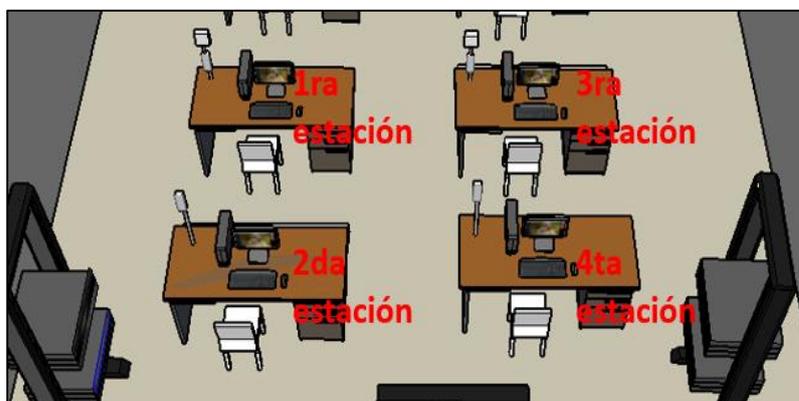


Figura 45: Ubicación de las estaciones para la propuesta tecnológica.
Elaborado por el autor Villao J – 2019

La infraestructura que presenta el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena es apta y factible para la implementación de la propuesta tecnológica.

- **Ubicación de los equipos Ubiquiti para el enlace punto a punto**



Figura 46: Ubicación de equipos (enlace PtP) - Lab. de Telecomunicaciones.
Elaborado por el autor Villao J – 2019

El enlace inalámbrico punto a punto será implementado en la estación 1 y 2 de la siguiente manera:

- **Estación 1:** LiteBeam M5, Modo punto de acceso (emisor de la señal en el rango de frecuencias de 5GHz)
- **Estación 2:** LiteBeam M5, Modo estación (receptor de la señal en el rango de frecuencias de 5HGz)

La configuración del radio enlace inalámbrico punto a punto se detalla en el ANEXO 2.

- **Ubicación de los equipos Ubiquiti para el enlace punto a punto**



Figura 47: Ubicación de enlace PtMP en el Lab. de telecomunicaciones.
Elaborado por el autor Villao J – 2019

El enlace inalámbrico punto a multipunto será implementado en la estación 1, 2, 3 y 4 de la siguiente manera:

- **Estación 1:** Antena Ubiquiti NanoStation M2, Modo punto de acceso (emisor de la señal en el rango de frecuencias de 2.4HGz)
- **Estación 3:** Antena Ubiquiti NanoLoco M2, Modo estación (receptor1 de la señal en el rango de frecuencias de 2.4HGz)
- **Estación 2:** Antena Ubiquiti NanoLoco M2, Modo estación (receptor2 de la señal en el rango de frecuencias de 2.4HGz)
- **Estación 4:** Antena Ubiquiti NanoLoco M2, Modo estación (receptor3 de la señal en el rango de frecuencias de 2.4HGz)

Cabe aclarar que se usó una antena Ubiquiti NanoLoco M2 configurada como receptor4, la misma que será ubicada en un escritorio extra que no tendrá disponibilidad de PC, por lo cual, en mi consideración, no cuenta como estación 5.

La configuración del radio enlace inalámbrico punto a multipunto se detalla en el ANEXO 3.

2.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

2.6.1 Factibilidad técnica

En la actualidad la Universidad Estatal Península de Santa Elena no cuenta con algún sistema de estudio especializado en comunicaciones inalámbricas por falta de equipos tecnológicos que ejerzan ese cargo, motivo por el cual, se propone como solución a este problema el diseño y la implementación para un laboratorio de comunicaciones inalámbricas mediante el estándar IEEE 802.16.

Para la implementación de este proyecto, se realizó un estudio y análisis de tecnologías que existen actualmente en el mercado y se estableció un conjunto de dispositivos como protocolos de comunicación, requisitos básicos y aspectos principales que puedan ejecutar el funcionamiento de los radios enlaces.

El diseño de esta propuesta plantea la elaboración de dos tipos de radio enlaces inalámbricos (punto a punto y punto a multipunto) para lograr la implementación

de un laboratorio especializado en la rama, lo cual implica la instalación de equipos como antenas Ubiquiti (LiteBeam M5, NanoStation M2, NanoStation Loco M2) por su correspondiente función. Para la selección de equipos tecnológicos se tomó en cuenta sus respectivas características que ya fueron detalladas en la sección de componentes físicos de la propuesta de este documento.

Todos los dispositivos Ubiquiti instalados serán configurados e implantación de acuerdo a los requerimientos del estándar IEEE 802.16 y la norma de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA 568 a-b

Cabe mencionar que la Universidad Estatal Península de Santa Elena ya cuenta con una infraestructura física para llevar a cabo el proyecto, la cual es el área del laboratorio de telecomunicaciones, donde se implementarán las estaciones de trabajo, misma que cuenta con el espacio necesario, las instalaciones eléctricas convenientes y apropiadas para el correcto funcionamiento de los dispositivos tecnológicos como las antenas de comunicación inalámbrica ya mencionadas y una computadora de escritorio.

2.6.2 Factibilidad económica

Para el desarrollo de esta propuesta se realizó un estudio de factibilidad económica, detalladas de la siguiente manera:

- COSTO DE EQUIPOS

Ítem	Cant.	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	1	Antena Ubiquiti LiteBeam M5	\$ 137,00	\$ 137,00
2	1	Antena Ubiquiti NanoStation M2	\$ 170,13	\$ 170,13
3	1	Antena Ubiquiti NanoStation Loco M2	\$ 75,10	\$ 75,10
4	1	Computadora de escritorio	\$ 455,00	\$ 455,00
5	-	Gastos en envío	\$ 60,00	\$ 60,00
TOTAL, A PAGAR				\$ 897,10

Tabla 10: Gastos en equipos.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Nota: Para la implantación de la propuesta se utilizaron 4 antenas NanoLoco M2, de las cuales 3 fueron adquiridas por parte de la facultad.

- COSTO DE MATERIALES

Dentro de este ítem, se encuentra a los materiales que fueron necesarios para la instalación e implementación de la propuesta tecnológica.

Ítem	Cant.	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	10	Metros de cable. #Cat6	\$ 1,00	\$ 10,00
2	1	Kit de herramientas	\$ 42,00	\$ 42,00
3	14	Rj 45 #Cat6	¢ 0,35	\$ 5,00
4	14	Protectores plásticos para RJ45	\$0,20	\$2,80
5	1	Tubos PVC (8 metros)	\$2,00	\$ 16,00
6	15	Tornillos con tuercas	¢ 0,10	\$ 1,50
TOTAL, A PAGAR				\$ 77,30

Tabla 11: Gastos de materiales para la implementación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas. Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Para el proceso de ubicación e implantación de los equipos, se usaron materiales que no necesariamente tuvieron costo alguno.

CANT.	DESCRIPCIÓN
1	Taladro
1	Destornillador
1	Brocas

Tabla 12: Gastos de materiales para la implementación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas. Elaborado por el autor Villao J. - 2019

- COSTO DE MANO DE OBRA

Para realizar el montaje de los tubos y canaletas se contrató a personal especializado.

Descripción.	P. Total
Mano de obra	\$ 40,00

Tabla 13: Gastos de materiales para la implementación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas. Elaborado por el autor Villao J. - 2019

- COSTO FINAL

La siguiente tabla nos muestra los elementos que se necesitarán para el desarrollo de la propuesta con sus respectivos costos de inversión.

TOTAL: COSTOS DE EQUIPOS	\$897,10
TOTAL: COSTOS DE MATERIALES	\$77,30
TOTAL: COSTOS DE MANO DE OBRA	\$40,00
TOTAL: COSTOS DE FINAL	\$1.014,40

Tabla 14: Gastos final para la implementación del laboratorio de comunicaciones inalámbricas. Elaborado por el autor Villao J. – 2019

2.7 PRUEBAS

Para la comprobación del funcionamiento óptimo del sistema de comunicación entre los enlaces inalámbricos, se ha procedido a realizar las siguientes pruebas:

2.7.1 ENLACE INALÁMBRICO PUNTO A PUNTO

Prueba de alinear antena: Esta opción nos permite saber si nuestra antena EMISOR tiene una buena señal de alineación respecto a la antena RECEPTOR.

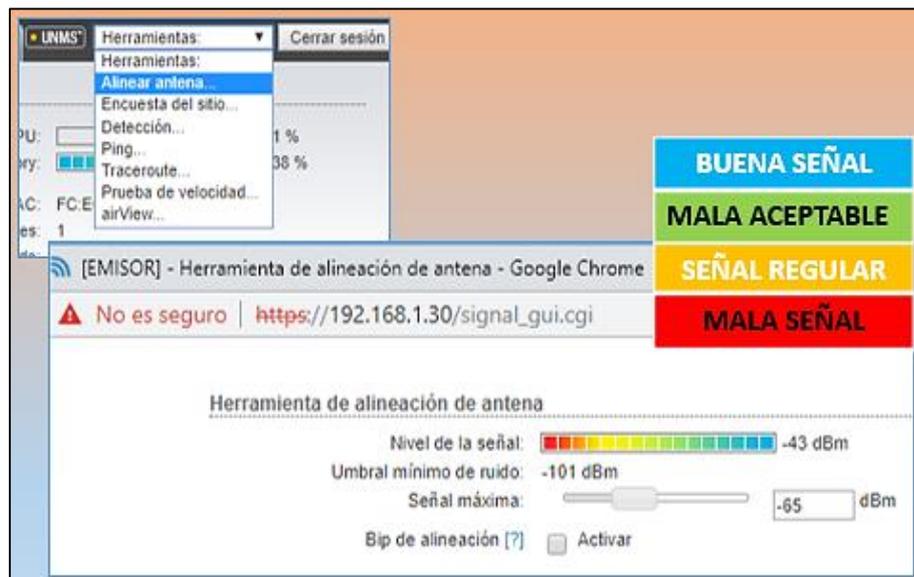


Figura 48: Prueba de alineación de la antena.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

En este caso, nuestra antena emisora tiene una distancia corta, por lo tanto se alinea a la antena receptora de manera satisfactoria dando como resultado una buena señal.

Prueba de encuesta del sitio: Esta opción nos permite realizar un análisis sobre que otras redes están emitiendo señal en el mismo rango de frecuencia de nuestra antena.

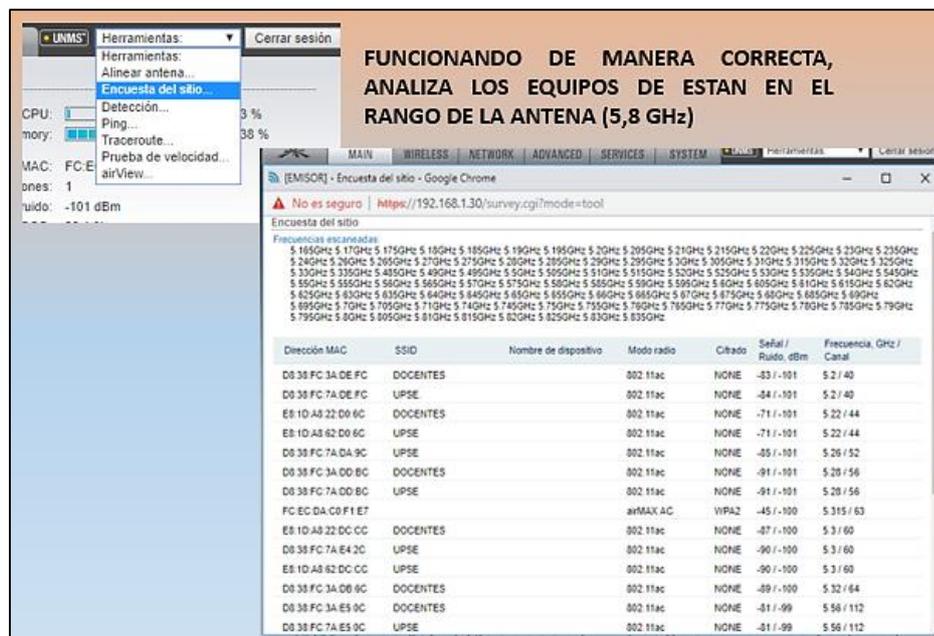


Figura 49: Prueba de encuesta del sitio. Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Prueba de detección: Esta opción nos permite detectar un análisis sobre que otros equipos están enlazados inalámbricamente a nuestra antena.



Figura 50: Prueba de detección. Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Pruebas de ping: Esta opción nos permite comprobar si existe comunicación entre las dos mediante un ping, una vez realizando esto nos muestran los siguientes datos:

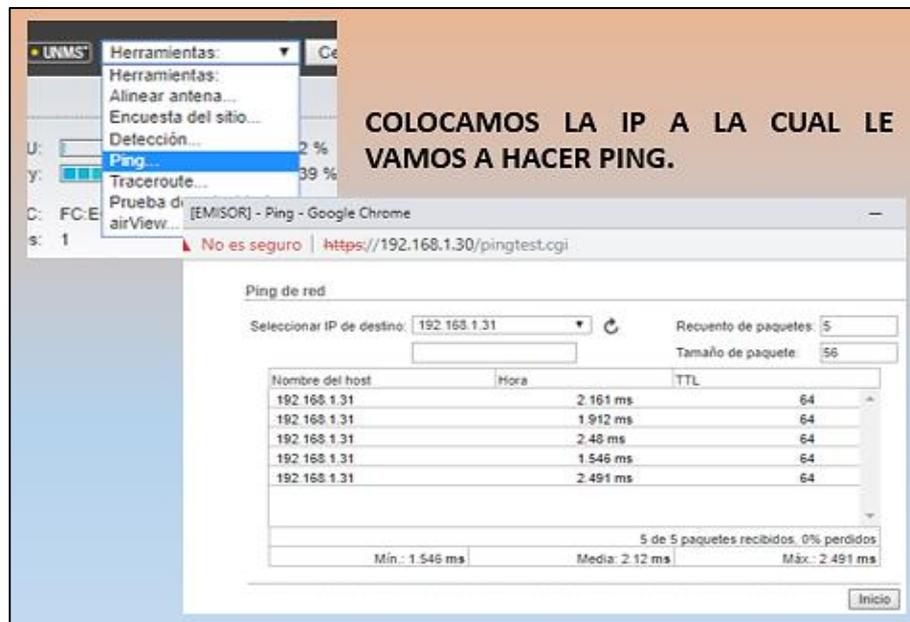


Figura 51: Prueba de ping.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Prueba de Traceroute de la red: Esta opción es una simulación de consola que nos permite seguir la pista de los diferentes paquetes que bien desde el host (punto de la red principal)

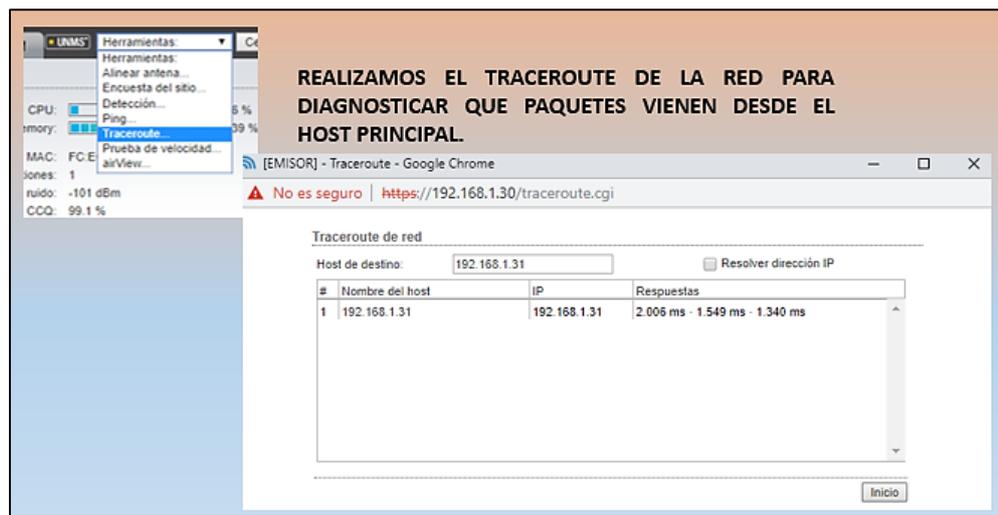


Figura 52: Prueba de Traceroute de la red.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Prueba de velocidad: Esta opción nos permite comprobar con que velocidad de red transmite datos nuestro equipo.

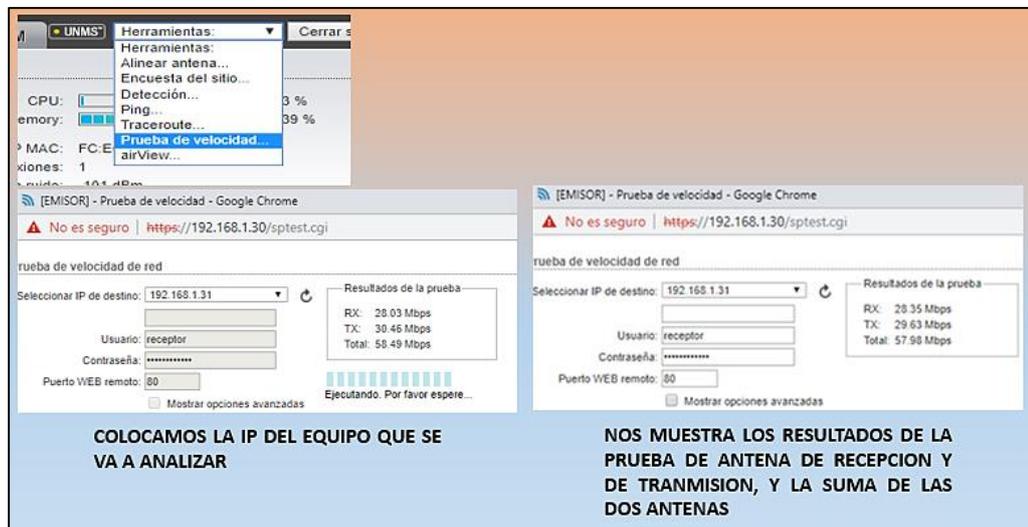


Figura 53: Prueba de velocidad de la red.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

Pruebas de AirView: Esta opción nos permite recopilar la suficiente información del espectro de radio y analiza la mejor frecuencia dependiendo el tipo de antena que tenga el dispositivo.

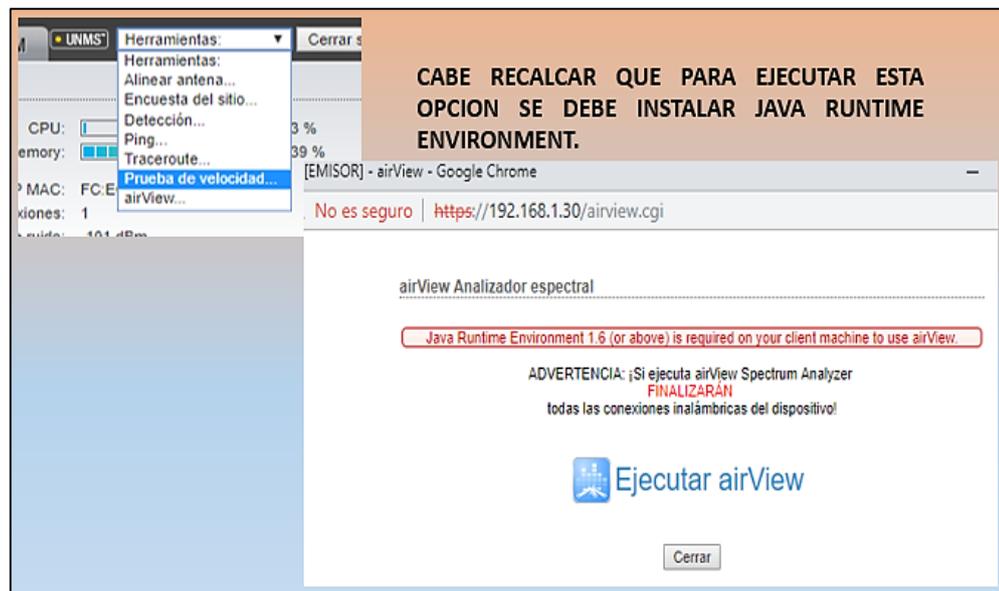


Figura 54: Prueba de AirView.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA SEÑAL

El parámetro clave en el gráfico de cascada es la potencia (dBm) en todo el espectro de frecuencias; en el gráfico de forma de onda, la clave es la relación entre el nivel de potencia y el número de aciertos.

Para una mejor comprensión, vea esta captura de pantalla de AirView:

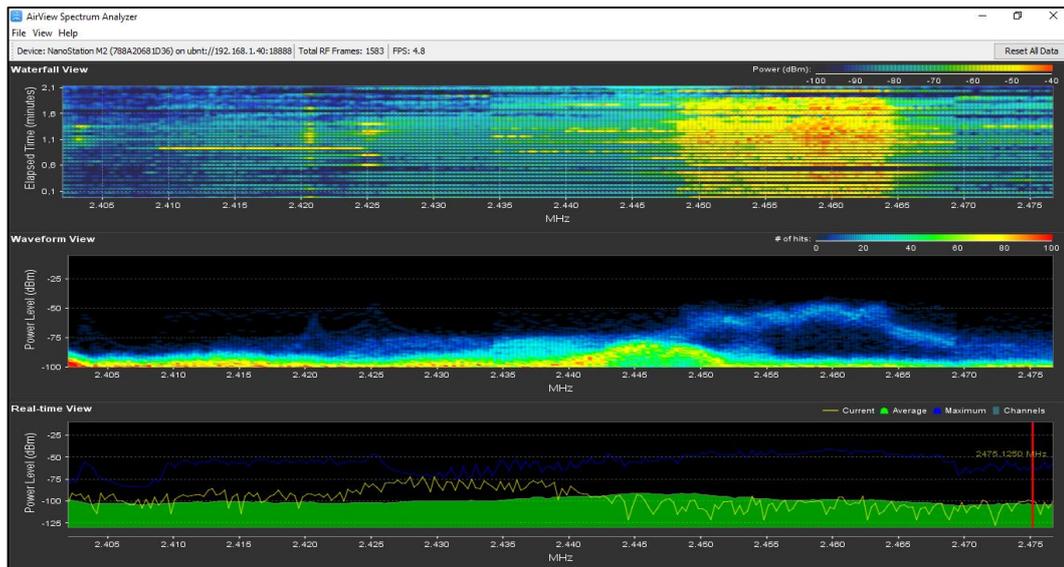


Figura 55: Análisis de la señal de la antena Ubiquiti.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

Como podemos ver en el primer gráfico (cascada) hay una zona entre 2420 a 2445 que parece estar muy poblada, con una intensidad de aproximadamente -84 y -70dBm. En realidad, esta banda no está muy llena; la información en este cuadro simplemente significa que puede usar cualquiera de estas frecuencias (respetando cualquier restricción establecida por su autoridad local).

Como se puede visualizar, el rango de frecuencia entre 2450MHz y 2465MHz tiene un pico de energía (ruido) que alcanza niveles tan altos como -53dBm. Al planificar una WLAN de 2.4GHz en esta área, debe evitar el uso del canal 6. Debe usar los números de canal 1 u 11 en el caso de un ancho de canal de 20MHz. Si tiene un espectro abarrotado con solo un área pequeña y menos ruidosa, para evitar interferencias, puede seleccionar un ancho de canal de 10MHz para su red.

2.7.2 ENLACE INALÁMBRICO PUNTO A MULTIPUNTO

Este mismo proceso se lo realiza con el radio enlace punto a multipunto, a diferencia de las siguientes pruebas:

Prueba de detección: Esta opción nos permite detectar un análisis sobre que otros equipos están enlazados inalámbricamente a nuestra antena.

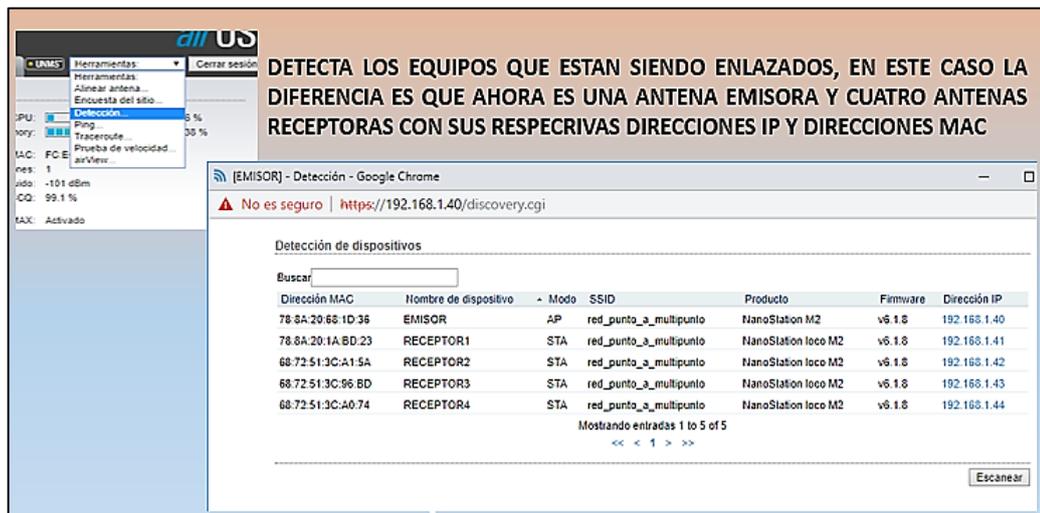


Figura 56: Prueba de detección.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Pruebas de ping: Esta opción nos permite comprobar si existe comunicación entre las dos mediante un ping, una vez realizando esto nos muestran los siguientes datos:

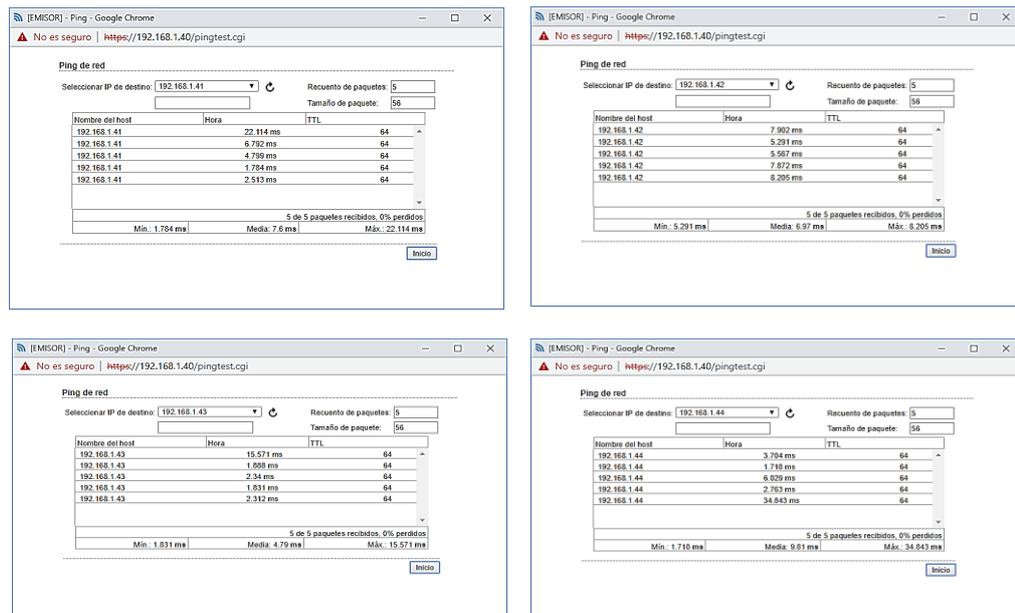


Figura 57: Prueba de ping.
Elaborado por el autor Villao J. - 2019

Pruebas de AirView: Esta opción nos permite recopilar la suficiente información del espectro de radio y analiza la mejor frecuencia dependiendo el tipo de antena que tenga el dispositivo.

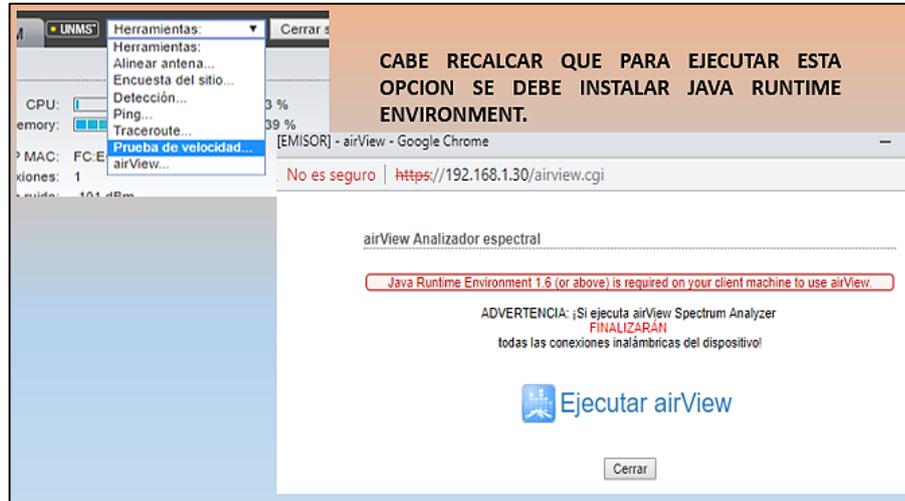


Figura 58: Prueba de AirView.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

En este caso detectamos la mejor frecuencia de las cuatro antenas receptoras:

ANALISIS DE RESULTADO DE LA SEÑAL



Figura 59: Figura 57: Análisis de la señal de la antena Ubiquiti.
Elaborado por el autor Villao J. – 2019

Vemos en la imagen que, en la vista de forma de onda, pueden existir dos zonas significativas con niveles de energía más altos, cerca de 5 GHz y entre 5725 MHz y 5730 MHz. A pesar de que en las frecuencias 5755-5760MHz y 5790-5795, hay un número menor de hits (datos visualizados en el tráfico de la red), estos hits son muy fuertes pero si se desea utilizar esta banda, intente seleccionar una frecuencia (que legalmente se le permita) con niveles de energía menores. Si tiene frecuencias con casi el mismo nivel de potencia, entonces otorgue preferencia a aquellas con un menor número de aciertos.

Finalmente, una vez que hayamos decidido qué frecuencia y ancho de canal se va a utilizar, cierre AirView, espere unos segundos mientras el dispositivo vuelve al modo inalámbrico estándar.

2.8 RESULTADOS

Las respectivas pruebas realizadas en esta propuesta tecnológica dieron como resultado la ejecución factible de la comunicación inalámbrica del radio enlace punto a punto y punto a multipunto, todo lo antes mencionado fue implementado en base al fundamento de las normas de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA 568 a-b y al estándar IEEE 802.16.

Como consecuencia del funcionamiento de las antenas Ubiquiti usadas en los radios enlaces, se produjo la factibilidad en el proceso de la transmisión y recepción de envió de datos, el cual garantiza la integridad, autenticación, operatividad y confiabilidad de la información que se transmitió a un 98% en las pruebas ejecutadas. Los procesos de transmitir y receptor señal a través de equipos Ubiquiti tienen considerable ventaja, puesto que su tamaño y potencia son los más idóneos para su ejecución.

Finalmente se aporta a la mejora de la infraestructura del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, implementando equipos capaces de desarrollar prácticas con temática a las comunicaciones inalámbricas, dejando como expectativa a que más estudiantes creen nuevos temas de investigación, para que de esta forma se incremente el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la facultad de electrónica y telecomunicaciones en materias relacionadas al área.

CONCLUSIONES

- La ubicación de los dispositivos cumple con el diseño que se elaboró en el software SketChup, mismo que sirvió de gran aporte para la implementación de la propuesta tecnológica.
- Con base en los requerimientos para solucionar el problema, como la falta de equipos Ubiquiti con tecnología AirMAX en el área de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se determinó que la mejor opción era el diseño y la implementación de un laboratorio con equipos especializados en comunicaciones inalámbricas que satisfagan las necesidades de los estudiantes.
- El empleo de equipos tecnológicos fomentados en normas y estándares de alta tecnología ayudará al incentivo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Los radioenlaces inalámbricos para transmisión de datos abarcan un gran desarrollo en tecnología y un extenso despliegue puesto que ha estado en constante crecimiento en las últimas décadas, a causa de la fiabilidad de los equipos, normas y estándares utilizados.

RECOMENDACIONES

- Para el diseño y ubicación correcta de la propuesta es necesario poder estudiar de manera cuidadosa cada una de las características que contienen los elementos a usar.
- Para entrar a la configuración de los dispositivos de comunicación inalámbrica es necesario revisar y testar los cables que van a ser utilizados en la conexión, puesto que una mala conexión o configuración puede hacer que nuestro equipo deje de funcionar correctamente.
- Al momento de efectuar las normas o estándares se debe analizar el estudio de las mismas, puesto que la información desconocida puede causar daños en la implementación.
- Para poder implementar los radioenlaces inalámbricos, se debe conocer la debida información en cuanto a técnicas y protocolos necesarios para la ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] TecnoEduca, 2006. [En línea]. Available: http://www.cubaeduca.cu/media/www.cubaeduca.cu/medias/cienciatodos/Libros_3/ciencia3/112/htm/sec_20.htm.
- [2] MINTEL, «Ministerio de Telecomunicaciones,» Quito, [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-digital-sinergia-entre-educacion-y-tecnologia/>.
- [3] INTERLAN, Región Metropolitana, Chile, 2016. [En línea]. Available: <http://interlan.cl/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto/>.
- [4] U. E. d. S. d. Manabi, de *Sistema de Comunicacion Inalambrica*, Manabi, 2018, pp. 15-20.
- [5] Ing. Oscar Szymanczyk, de *Historia de las telecomunicaciones mundiales*, Buenos Aires, Dunken, 2013.
- [6] UVMITE, «Ciencia y Tecnologia,» *Evolucion de las comunicaciones inalambricas*, 1996.
- [7] Rocio Navarro Lacoba, Los protocolos de red, 2014.
- [8] J. 3ZQU3RR4, «Intentando sobrevivir a la informática,» 19 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://laredinfinita.wordpress.com/2014/03/19/protocolos-de-red-tcpip/>.
- [9] R. T. D. G. Felix Sasian, «Protocolo para comunicación inalámbrica,» ELSEVIER, 2010. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/82617018.pdf>.
- [10] J. A. Gomez, Servicios en Red, Madrid: EDITEX, 2010.
- [11] Carlos Villagómez., «CCM,» 2018. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wifi-802-11-o-wifi>.
- [12] E. T. S. I. (ETSI), «TecnoAccesible,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.tecnoaccesible.net/node/3677>.
- [13] J. M. Moreno, «InformeTecZB,» 2007. [En línea]. Available: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/1/InformeTecZB.pdf>.
- [14] «NetWork,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.networkworld.es/archive/80216-llegan-los-estandares-para-bucles-locales-inalambricos-wll>.
- [15] IberSystems, «Redes WiMAX,» [En línea]. Available: <http://www.redeswimax.info/>.
- [16] Monica Melle Hernandez, «Empleo de la tecnologia,» 2017.
- [17] Felipe Ariel Torres Portero, «Estudio del estandar IEEE 802.16 y la factibilidad de implementacion,» Quito, 2015.
- [18] EcuRed, «WiMAX,» [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/WiMAX>.
- [19] . H. O. . T. A. Andrés Enríquez, Banda ancha inalambrica: WiMAX, 2014.
- [20] «WiMAX para el mundo,» NorteAmerica , p. Capitulo 4.
- [21] JB Torres, «Mgt.,» de *WiMAX Movil*, Ingenius, 2010.
- [22] J. P. Lopez, Tecnologia WiMAX movil: Diseño y Simulacion, 2009.
- [23] L. G. S. G. Huatuco L, «Diseño de una red WiMAX movil metropolitana,» Lima-Peru, 2008.
- [24] u. M. T. J. M. R. S. Jose Maria Hernando Rabanos, Comunicaciones moviles, 2015.
- [25] Jaime Benavente Carmona, «Implementacion de una red inalambrica WiMAX - WiFi,» Catalunya.

- [26] Nestor Talledo Aguilar, «Diseño de una red WiMAX para dotar el servicio de telefonía,» El Oro, 2010.
- [27] Maria Carmen España Boquera, Servicio avanzado de telecomunicaciones, Madrid: Diaz de Santos, 2013.
- [28] Julio Cesar Ordoñez, Manual de cableado estructurado, 2004.
- [29] UNITEL, «Normas de Cableado estructurado,» 2002. [En línea].
- [30] Joaquin Alejandro Lorente Perez, Cableado Estructurado, Peru, 2004.
- [31] «Categorías de cableado,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.openup.es/informacion-de-cables-cat5-cat5e-cat6-cat7-cat7a-y-cat8/>.
- [32] A. R. Pezo, «Mejoramientos e integración de sistemas informáticos de información de las EPS.,» Lima - Peru, 2010.
- [33] C. F. C. J. Amaguaya L, «Estudio y diseño de un sistema WiMAX,» Guayaquil, 2009-2010.
- [34] L. D. Barba K, «Estudio de la tecnología WiMAX como dilema para perfeccionar la velocidad de acceso a internet a los docentes al ambiente virtual de aprendizaje,» Guayaquil, 2013.
- [35] T. conectronica, «Normativa de Cableado - Cat 6,» Viernes Junio 2011. [En línea]. Available: <https://www.conectronica.com/normativa/normativa-de-cableado-cat-6>.
- [36] Fernandez J, «Conectores RJ45,» [En línea]. Available: http://electronica.ugr.es/~amroldan/modulos/temas_tecnicos/cables_rj45/index.htm.
- [37] V. Andres, «Proyecto de tesis».
- [38] D. Telecomunicaciones, «Energía sobre Ethernet (PoE),» 2010. [En línea]. Available: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Energia-sobre-Ethernet-PoE>.
- [39] . L. V. G. . A. C. Oriol Sallent Roig, Principios de comunicaciones móviles, 2003.
- [40] J. Juan Carlos Martín Castillo, Infraestructuras comunes de telecomunicaciones, 2010.
- [41] Germán Cisneros Martín, UF1964 - Conexión de componentes en equipos eléctricos y electrónicos, 2015.
- [42] IEEE, «IEEE Sección Ecuador,» enero 1963. [En línea]. Available: <http://sites.ieee.org/ecuador/>.

ANEXOS

Instalación del software UNMS

CARRERA	CICLO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica y Telecomunicaciones	2019	Laboratorio de Telecomunicaciones

LABORATORIO DE	TELECOMUNICACIONES	DURACION
NOMBRE DE LA PRACTICA	Instalación del software UNMS	6h

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none">• Instalar el software UNMS para la debida configuración de los equipos empleados en los radio enlaces.
2	FUNDAMENTO TEORICO
	<p style="text-align: center;">Sistema de gestión de red de Ubiquiti UNMS.-</p> <p>El sistema de gestión de red para equipos Ubiquiti o también llamado UNMS, es el primer sistema para ISP, el cual permite realizar monitorización, actualización y administración de manera intensiva todos los elementos UBNT (a excepción de los equipos de UniFi, ya que ellos tienen su propio controlador). Este sistema se encuentra en beta y actualmente se está procesando para que permita integrar todos los dispositivos sin irregularidad alguna.</p> <p>Las ventajas principales que presenta este sistema son las siguientes:</p> <p>Descubrimiento rápido de dispositivos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Se recomienda usar UNMS (mobile o discovery) para registrar los dispositivos. Cabe mencionar que la UNMS puede alcanzarlos incluso detrás de NAT.- Afirme que las conexiones de dispositivos estén con cifrado (HTTPS y AES).- La seguridad avanzada tiene uso de la autenticación de dos factores. <p>Monitoreo de red</p> <ul style="list-style-type: none">- Notifican las interrupciones que se configuran a través de la integración del correo electrónico.- Muestra el mapa de red con clientes, sitios, y alertas de uso personal.

- Los gráficos de funcionamiento en cuanto a su eficiencia, señal y ancho de banda son mostradas en tiempo real, los cuales tienen un año de conservación de datos.

Gestión de dispositivos

- La presentación básica que describe le permite poder realizar un filtro de una lista en la que estén todos los dispositivos.
- El uso de todas las acciones con frecuencia, como por ejemplo la actualización del firmware o el reiniciar el dispositivo, están servibles.
- Mediante con sitios y clientes se pueden organizar dispositivos.

Configuración del dispositivo

- Configura las rutas, direcciones, políticas de firewall y alguna otra función avanzada que pertenezca al enrutamiento.
- Usa la encuesta del sitio y verifica a los usuarios con dispositivos inalámbricos.
- Administra los dispositivos GPON mediante el editor de perfiles ONU.

Panel de dispositivos

- Información inmediata sobre el estado de los dispositivos con la descripción más importante.
- Estadísticas del dispositivo en cuanto al rendimiento.

Así como tiene ventajas, también tiene sus condiciones que pueden ser contra al momento de ejecutar este software, para lo cual se enumeran los siguientes requerimientos:

- ✓ Solo se puede instalar en el sistema operativo Ubuntu. Para lo cual se necesitara instalar Ubuntu 16.041 LTS (Xenial Xerus) que es la última actualización.
- ✓ Debe tener 2 GB de RAM DDR3 (Mínimo)
- ✓ Con 16 GB de almacenamiento (Mínimo)
- ✓ El CPU deberá ser de 64 bits (x64)

Cabe mencionar que en caso de tener sistema operativo contrario al mencionado, puede funcionar mediante un Virtual Box (Solo funciona como pruebas con requerimientos mínimos).

3	PROCEDIMIENTO
3.1 EQUIPO	
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none">✓ Sistema Operativo UBUNTU✓ Conexión a Internet	<ul style="list-style-type: none">✓ ISO de UBUNTU (pendrive o CD)

4 DESARROLLO DE LA PRACTICA

INSTALACION DEL SOFTWARE UNMS

Para poder instalar este software, debemos instalar el sistema que nos permite ejecutarlo, en este caso UBUNTU.

Una vez terminando la instalación del sistema, comenzamos con la instalación de UNMS, para aquello:

1. Debemos ejecutar el siguiente script en la consola del sistema instalado (UBUNTU), accediendo a el usuario creado en la instalación anterior:

SCRIPT: `sudo curl -fsSL https://unms.com/install > /tmp/unms_inst.sh && sudo bash /tmp/unms_inst.sh`

```
syscom@unms:~$ sudo curl -fsSL https://unms.com/install > /tmp/unms_inst.sh && sudo bash /tmp/unms_inst.sh
[sudo] password for syscom:
branch=master
version=0.11.3
Downloading installation package for version 0.11.3.
Setting VERSION=0.11.3
Download and install Docker
# Executing docker install script, commit: 02d7c3c
+ sh -c apt-get update -qq >/dev/null
```

2. Comenzará a correr el script que hemos introducido.

```
syscom@unms:~$ sudo curl -fsSL https://unms.com/install > /tmp/unms_inst.sh && sudo bash /tmp/unms_inst.sh
[sudo] password for syscom:
branch=master
version=0.11.3
Downloading installation package for version 0.11.3.
Setting VERSION=0.11.3
Download and install Docker
# Executing docker install script, commit: 02d7c3c
+ sh -c apt-get update -qq >/dev/null
+ sh -c apt-get install -y -qq apt-transport-https ca-certificates curl >/dev/null
+ sh -c curl -fsSL "https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg" | apt-key add -qq - >/dev/null
+ sh -c echo "[arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu xenial stable" > /etc/apt/sources.list.d/docker.list
+ [ ubuntu = debian ]
+ sh -c apt-get update -qq >/dev/null
+ sh -c apt-get install -y -qq --no-install-recommends docker-ce >/dev/null
```

```

syscom@unms: ~
Successfully built e0bdfda1386b
Successfully tagged unms_fluentd:latest
postgres uses an image, skipping
redis uses an image, skipping
unms uses an image, skipping
rabbitmq uses an image, skipping
nginx uses an image, skipping
Checking available ports
Creating docker-compose.yml
Deploying templates
Writing config file
Deleting old firmwares from /home/unms/data/firmwares/unms/*
Starting docker containers.
Creating network "unms_internal" with the default driver
Creating network "unms_public" with the default driver
Creating unms-fluentd
Creating unms-redis
Creating unms-postgres
Creating unms-rabbitmq
Creating unms
Creating unms-nginx
Removing old images
Current image: ubnt/unms:0.11.3
All UNMS images: ubnt/unms:0.11.3
Images to remove:
No old images found
Waiting for UNMS to start

```

CONTAINER ID	IMAGE	COMMAND	CREATED	STATUS	PORTS
cb461b3ef6c2	ubnt/unms-nginx:0.11.3	"/entrypoint.sh nginx..."	4 seconds ago	Up 3 seconds	0.0.0.0:80->80/tcp, 0.0.
0.0:443->443/tcp	unms-nginx				
a4a71ab425e	ubnt/unms:0.11.3	"/usr/bin/dumb-init ..."	5 seconds ago	Up 3 seconds	
e13b11970a9	unms	"docker-entrypoint.s..."	7 seconds ago	Up 5 seconds	
534df7553dd6	unms-rabbitmq				
postgres:9.6.1-alpine	postgres:9.6.1-alpine	"/docker-entrypoint..."	7 seconds ago	Up 4 seconds	
2bb8de27bba9	unms-postgres				
redis:3.2.8-alpine	redis:3.2.8-alpine	"docker-entrypoint.s..."	7 seconds ago	Up 5 seconds	
unms-redis	unms-redis				
3ef1f06c6723	unms-fluentd	"/entrypoint.sh /bin..."	7 seconds ago	Up 6 seconds	5140/tcp, 127.0.0.1:2422
4->2422/tcp	unms-fluentd				

```

UNMS is running
syscom@unms: ~$

```

- Al finalizar veremos que nos aparece UNMS is running (Esto nos indica que el servicio de UNMS ya está funcionando)
- Ahora podemos acceder al panel de acceso web mediante la ip que tenemos en el servidor podemos saber que IP tenemos mediante el comando "ifconfig" en este caso nuestra interfaz es "enp0s3" que es la interfaz de donde estamos conectados al switch o router.

```

syscom@unms: ~
syscom@unms:~$ ifconfig
br-8a0cdf754172 Link encap:Ethernet direcciónHW 02:42:19:f8:41:e7
Direc. inet:172.19.0.1 Difus.:172.19.255.255 Másc:255.255.0.0
Dirección inet6: fe80::42:19ff:fef8:41e7/64 Alcance:Enlace
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:4976 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:6240 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
colisiones:0 long.colatX:0
Bytes RX:2835155 (2.8 MB) TX bytes:4598516 (4.5 MB)

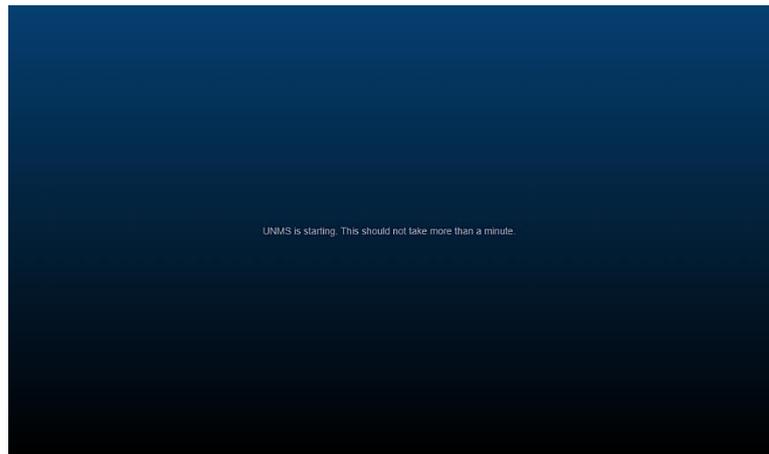
br-b539adc0e6ce Link encap:Ethernet direcciónHW 02:42:7c:6b:e6:a8
Direc. inet:172.18.0.1 Difus.:172.18.255.255 Másc:255.255.0.0
Dirección inet6: fe80::42:7cff:fe6b:e6a8/64 Alcance:Enlace
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:4 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:11 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
colisiones:0 long.colatX:0
Bytes RX:112 (112.0 B) TX bytes:918 (918.0 B)

docker0 Link encap:Ethernet direcciónHW 02:42:01:2c:72:86
Direc. inet:172.17.0.1 Difus.:172.17.255.255 Másc:255.255.0.0
ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
colisiones:0 long.colatX:0
Bytes RX:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)

enp0s3 Link encap:Ethernet direcciónHW 08:00:27:fd:67:87
Direc. inet:10.10.8.44 Difus.:10.10.8.255 Másc:255.255.255.0
Dirección inet6: fe80::a00:27ff:fed:6787/64 Alcance:Enlace
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
Paquetes RX:28601 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
Paquetes TX:6203 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0

```

5. Accedemos al panel web mediante un navegador web, en este caso use Chrome pero puede ser Firefox, safari, etc., al primer acceso nos mostrara un mensaje diciendo que el acceso es inseguro porque los certificados HTTPS no están firmados pero eso no indica que realmente sea inseguro, solo le damos en confirmar excepción de seguridad
6. Nos mostrara el siguiente mensaje avisando que el servicio de UNMS continua iniciando, no tardara más de 3 minutos.



7. Terminado el proceso podemos empezar con la configuración inicial para la interfaz web

Como primer paso nos pide registrar.

Admin username: Usuario con el cual ingresaremos al panel web.

Password: Contraseña del usuario.

Admin mail: Correo electrónico para recibir notificaciones.

HostnameIP: IP o nombre de host del mismo servidor UNMS.

Timezone: Zona horaria para el sistema.

Use Let's Encrypt: Es un administrador automático de certificados X.509 el cual se usa para el cifrado de seguridad nivel TLS sobre HTTPS el cual interviene automáticamente para evitar que el usuario genere dichos certificados manualmente (por lo tanto lo dejamos marcado).

8. Verificamos datos y damos clic en Next.

1 ACCOUNT 2 EMAIL 3 FINISH

Please provide an administrator credentials

Admin username: syscom Admin email: edmundomartinez@syscom.mx

Password: ***** Confirm password: *****

Check here to indicate that you have read and agree to the [terms of service and EULA](#).

Please provide additional settings

Hostname/IP: 10.10.8.44 Timezone: America/Mexico_City

Use Let's Encrypt

NEXT

9. En el siguiente paso tenemos la configuración para el servicio SMTP el cual se usa para que mediante un correo existente que tengamos podamos acceder y enviar correos a otro destino o a nosotros mismos, esto para avisarnos de alertas y notificaciones del sistema y podemos verlos directamente en bandeja de entrada del correo, podemos elegir el servidor de Gmail en el caso de tener correo electrónico registrado ahí o podemos elegir otro proveedor como Outlook, propio etc...

UNMS 0.12.0 (beta)

1 ACCOUNT 2 EMAIL 3 FINISH

Please set up your SMTP server

SMTP Server: Gmail

Warning: If your Gmail account uses 2-Step-Verification, you must generate an App password and use it in the password field. Otherwise you must ensure that you allow less secure apps to access your Gmail account. See [Google Support](#) for more details.

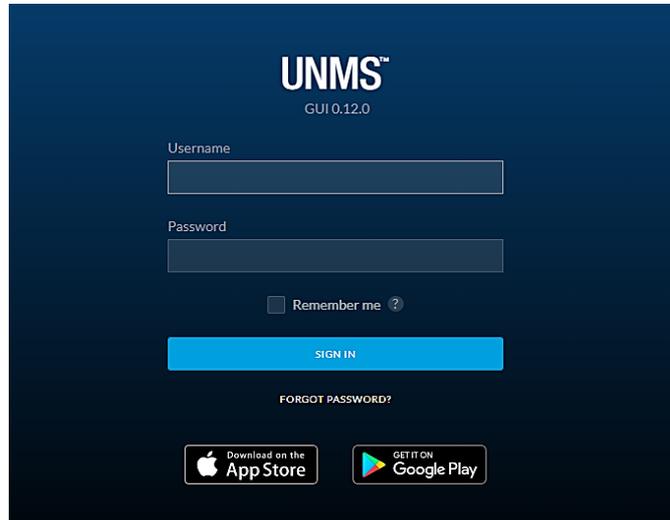
Username: edmundomartinez@syscom.mx Password: *****

PREVIOUS NEXT

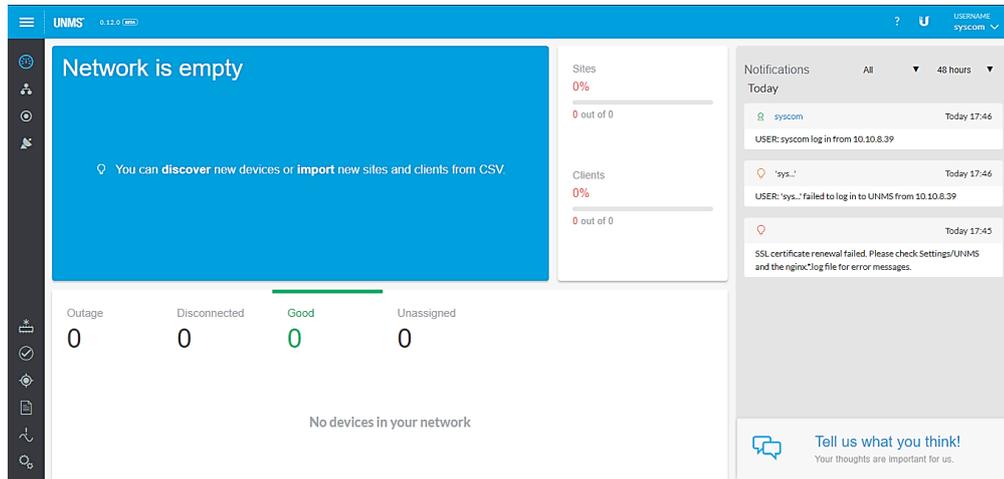
10. En el último paso tenemos una cadena codificada el cual se usara para agregar dispositivos como EdgeRouter, EdgeSwitch, UF-OLT y poder gestionarlos desde ahí. (podemos copiar la cadena o no ya que en apartado de configuración del sistema aparecen para poder copiarla).

11. Para finalizar damos clic en OPEN APPLICATION, nos reenviara al panel de login y podremos acceder con el usuario y contraseña que configuramos anteriormente.

12. Una vez teniendo configurado el sistema ya tenemos acceso.



13. Estando dentro de la plataforma de UNMS podemos tener acceso a los equipos Ubiquiti que se ha detectado.



Radio enlace inalámbrico Punto a Punto

CARRERA	CICLO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica y Telecomunicaciones	2019	Laboratorio de Telecomunicaciones

LABORATORIO DE	TELECOMUNICACIONES	DURACION
NOMBRE DE LA PRACTICA	Radio enlace inalámbrico Punto a Punto	6h

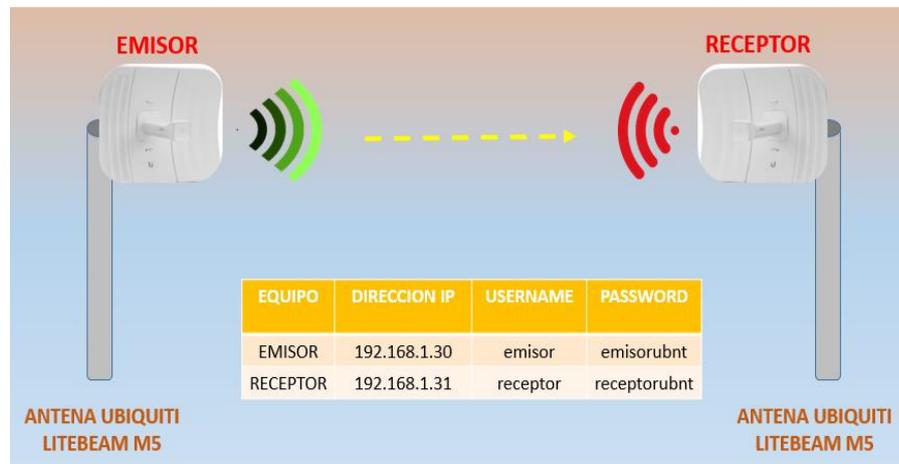
1	OBJETIVOS
	<ul style="list-style-type: none">• Conocer la debida información de cada uno de los equipos Ubiquiti• Realizar la configuración de los equipos de manera cuidadosa evitando algún daño.• Enlazar las antenas empleadas para lograr la comunicación inalámbrica entre ellas
2	FUNDAMENTO TEORICO
	<p style="text-align: center;">RED PUNTO A PUNTO</p> <p>Una conexión punto a punto es un enlace de comunicación directo permanente entre dos partes Los dispositivos AP Y CPE, los cuales son usados en este tipo de enlaces, pueden soportar el modo de punto de acceso (ACCESS POINT) y de modo de estación (STATION), es por esto que, una conexión punto a punto puede ser establecida a partir de AP y de acuerdo al diseño de red que se propone realizar.</p> <p>La configuración más sencilla de un enlace punto a punto, es cuando se usan dos CPE debido a que tienen antenas direccionales integradas, esta tecnología se compone de todos estos elementos y más para dar soluciones factibles, de extensa duración y larga rentabilidad. Una conexión de extremo a extremo se refiere a una conexión entre dos sistemas a través de una red conmutada.</p> <p>Por ejemplo, Internet se compone de una malla de enrutadores. Los paquetes siguen una ruta de salto a salto de un enrutador a otro para llegar a sus destinos.</p>
3	PROCEDIMIENTO
	3.1 EQUIPO
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO

- ✓ Antena Ubiquiti LiteBeam (emisor)
- ✓ Antena Ubiquiti LiteBeam (receptor)
- ✓ Conexión a Internet

- ✓ Guía de instalación de equipos Ubiquiti

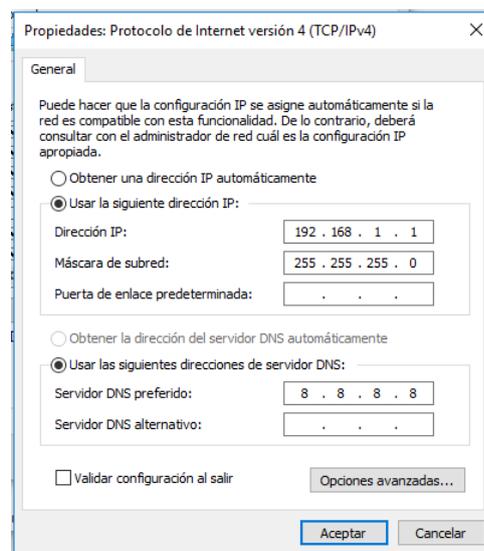
4 DESARROLLO DE LA PRACTICA

ENLACE INALAMBRICO PUNTO A PUNTO

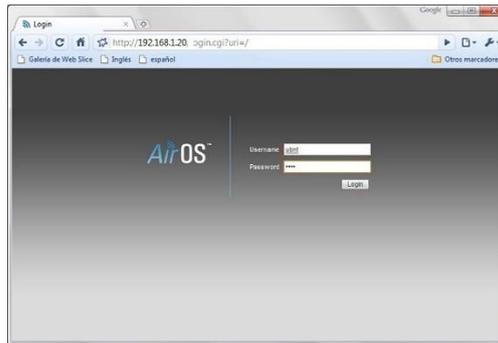


CONFIGURACION DE EQUIPO LITEBEAM M5 – MODO AP

1. Como primer punto debemos cambiar la configuración en propiedades protocolo de Internet versión 4 TCP/IPv4.



2. La dirección IP que viene por defecto en las antenas Ubiquiti es **192.168.1.20**, dicha dirección la escribimos en la barra de dirección de nuestro navegador para poder entrar a la antena como si esta fuera un router.
3. De la misma forma para poder ingresar a la antena, por defecto el **username** es *ubnt* y la **password** es *ubnt*.

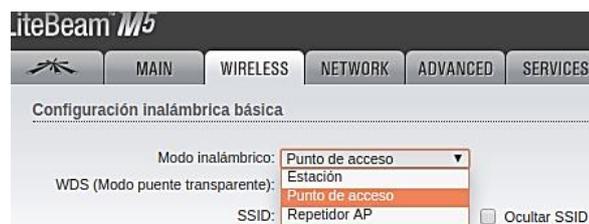


4. Ya estando dentro de la antena, en la primera sección de la configuración podemos ajustar la tecnología airMAX y AirView, dependiendo en que puerto trabaje.



5. Dentro de la sección **WIRELESS**, encontramos la configuración inalámbrica básica, posterior a eso realizamos el cambio de los parámetros necesarios, como podemos ver en las siguientes imágenes:

- Modo de operación de la antena, en este caso modo **PUNTO DE ACCESO**.



- SSID, código de país, modo IEEE 802.11, ancho de canal, la lista de frecuencia y el canal de extensión en que trabajara el equipo son opciones de configuración que pueden ser automáticas o asignarlas dependiendo en qué lugar se encuentre el equipo.

The screenshot shows the 'Configuración inalámbrica básica' (Basic Wireless Configuration) page for the LiteBeam M5. The page has a navigation bar with tabs: MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, and SERVICES. The 'WIRELESS' tab is selected. The configuration options are as follows:

- Modo inalámbrico: Punto de acceso
- WDS (Modo puente transparente): Activar
- SSID: red_punto_a_punto Ocultar SSID
- Código del país: United States
- Modo IEEE 802.11: A/N mezclado
- Ancho de canal: 20 MHz
- Lista de frecuencias, MHz: auto
- Canal de extensión: Ninguno

- De la misma forma, modificamos para que calcule el límite de EIRP (Protocolo de enrutamiento de pasarela interior mejorado), la ganancia y potencia variable que se encuentra en el rango en la que trabaja la antena. Si hablamos del módulo de velocidad de datos y del índice de transmisión máximo (Mbps) estas se configuraran automáticamente.

The screenshot shows the 'Calcular límite EIRP' (Calculate EIRP Limit) configuration page. The options are:

- Calcular límite EIRP: Activar
- Antena: 11x14 (1x1) - 23 dBi
- Potencia de salida: 19 dBm
- Módulo de velocidad de datos: Predeterminado
- Índice TX máx., Mbps: MCS 7 - 65/72.2 Auto

- En la opción de *Seguridad inalámbrica*, podemos modificar el tipo de seguridad que lleva la configuración de nuestra antena, en este caso seleccionaremos WPA2-AES, y de esta forma le asignamos una autenticación y una clave para tener acceso a la red inalámbrica que se creará

The screenshot shows the 'Seguridad inalámbrica' (Wireless Security) configuration page. It is divided into two sections:

Seguridad inalámbrica (top section):

- Seguridad: WPA2-AES
- Autenticación WPA: ninguno
- Clave WPA compartida previamente: WPA2-AES Mostrar

Seguridad inalámbrica (bottom section):

- Seguridad: WPA2-AES
- Autenticación WPA: PSK
- Clave WPA compartida previamente: ***** Mostrar

- La sección de **NETWORK**, nos permite configurar las siguientes opciones:

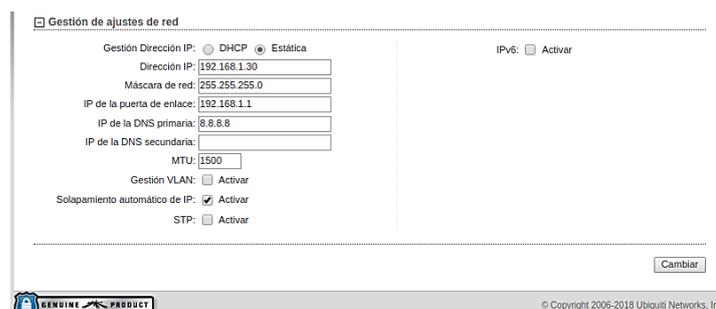
- En la opción *Función de red*, el modo de máscara que tendrá nuestra red será **PUENTE** y en la opción *Desactivar red* pondremos ninguno.



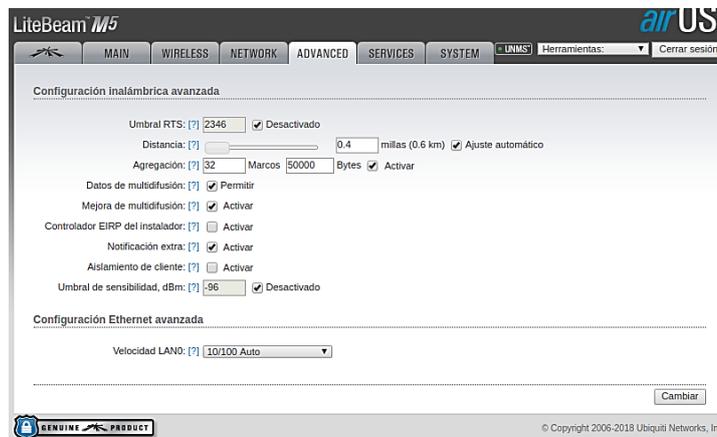
- En opción *Modo de configuración*, habilitamos Simple.



- En la opción *Gestión de ajustes de red*, modificamos la gestión de dirección IP, la dirección IP con la que entramos a la plataforma de la antena, la máscara de red, la IP de puerta de enlace, la IP de la DNS primaria, y por lo general el MTU, y el solapamiento automático de la IP vienen configurados por defecto.

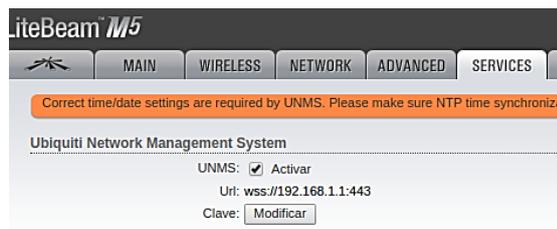


8. En la sección de **ADVANCED**, ya entramos a la parte de *Configuración inalámbrica avanzada*, en esta opción para realizar el enlace punto a punto dejamos estos datos por default.



9. En la sección de **SERVICIOS**, tenemos las siguientes opciones :

- En la opción *Ubiquiti Network Management System*, podemos hacer posible que nuestra antena pueda ser visible a través del software **UNMS**, el mismo que consta de un **url** y una **clave** para tener acceso.



- En la opción de *Guardián de ping*, podemos asignar con qué dirección podemos comprobar si existe comunicación entre los dos equipos, a que intervalo y a que retraso tramite los datos.

Guardián de ping

Guardián de ping: Activar

Dirección IP a Ping:

Intervalo ping: segundos

Retraso de inicio: segundos

Fallo en la cuenta de reinicio:

Guardar información de soporte:

- En la opción de *Agente SNMP*, podemos configurar el tipo de comunidad, contado y ubicación del Protocolo simple de administración de red.

Agente SNMP

Agente SNMP: Activar
Comunidad SNMP:
Contacto:
Ubicación:

- En la opción de *Servidor Web* y *Servidor SSH*, podemos configurar con respecto a la interfaz de la red, es decir, en que puerto del servidor nos vamos a comunicar, el tiempo de espera de la sesión al ingresar a la antena, y modificar las claves autorizadas.

Servidor web

Servidor web: Activar
Conexión segura (HTTPS): Activar
Puerto del servidor seguro:
Puerto de servidor:
Tiempo de espera de la sesión: minutos

Servidor SSH

Servidor SSH: Activar
Puerto de servidor:
Autenticación de contraseña: Activar
Claves autorizadas:

- En la opción de *Servidor Telnet* podemos ver con que puerto ingresamos mediante este medio, en este caso puerto 23, y *Servidor SSH*, modificar en cuanto al cliente NTP.

Servidor Telnet

Servidor Telnet: Activar
Puerto de servidor:

Cliente NTP

Cliente NTP: Activar
Servidor NTP:

- Por otro lado tenemos la opción DNS dinámica, el cual junto con registro del sistema son configuraciones que se dejan como vienen por fábrica.

DNS dinámica

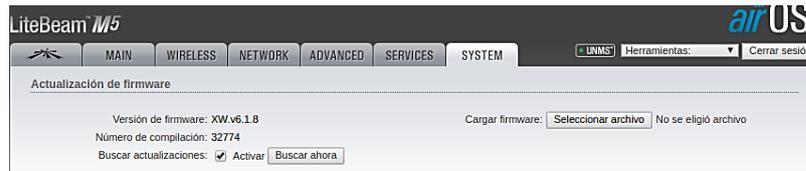
DNS dinámica: Activar
Servicio:
Nombre del host:
Nombre de usuario:
Contraseña: Mostrar

Registro del sistema

Registro del sistema: Activar
Registro remoto: Activar
Dirección IP de registro remota:
Puerto de registro remoto:
Protocolo TCP: Activar

10. En la sección de **SYSTEM**, tenemos las siguientes opciones:

- En la opción *Actualización de firmware* podemos actualizar la versión en la que trabaja la antena. O en todo caso podemos descargarla de la página de Ubiquiti, y una vez que esté en nuestra máquina cargarla al sistema.



- En la opción de *Dispositivo*, podemos modificar los datos de la antena, el idioma y el código de Identificación de la Comisión Federal de Comunicaciones.

Dispositivo

Nombre de dispositivo:

Idioma de la interfaz:

FCC ID:

- En la opción de *Ajustes de la fecha*, podemos modificar la fecha de nuestro dispositivo, como son la zona horaria y fecha de inicio.

Ajustes de la fecha

Zona horaria:

Fecha de inicio: Activar

Fecha de inicio:

- En la opción *Cuentas del sistema*, podemos configurar el nombre del usuario del administrador. En este caso como estamos configurando la primera antena colocamos como nombre del dispositivo **EMISOR**.

Cuentas del sistema

Nombre de usuario del administrador:

Cuenta de solo lectura: Activar

- En la opción *Varios y Ubicación* podemos seleccionar a que longitud y latitud estará ubicada la antena y si deseamos dejar activo el botón de reinicio en caso de que la antena presente problemas.

Varios	Ubicación
Botón de reinicio: [?] <input checked="" type="checkbox"/> Activar Revised UNII Rules: [?] <input type="checkbox"/> Deactivate	Latitud: <input type="text"/> Longitud: <input type="text"/>

- En la opción de *Mantenimiento del dispositivo* y *Gestión de configuración* podemos modificar la información del soporte, la configuración de la copia de seguridad y del mismo modo cargarla al sistema o restablecer a los valores de fábrica.

Mantenimiento del dispositivo	Gestión de configuración
Reiniciar dispositivo: <input type="button" value="Reiniciar..."/> Información de soporte: <input type="button" value="Descargando..."/>	Configuración de la copia de seguridad: <input type="button" value="Descargando..."/> Cargar configuración: <input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se eligió archivo Restablecer a los valores de fábrica: <input type="button" value="Restablecer..."/>

Una vez acabada la configuración del equipo que será quien emita los datos hacia otros equipos, procedemos a configurar la estación.

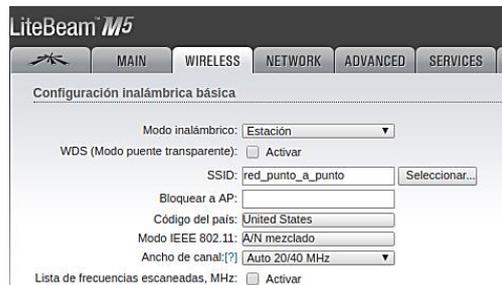
CONFIGURACION DE EQUIPO LITEBEAM M5 – MODO ESTACION

1. De igual manera, ya estando dentro de la antena, en la primera sección de la configuración podemos ajustar la tecnología airMAX y AirView, dependiendo en que puerto trabaje.
2. Dentro de la sección **WIRELESS**, encontramos la configuración inalámbrica básica, posterior a eso realizamos el cambio de los parámetros necesarios, como podemos ver en las siguientes imágenes:
 - Modo de operación de la antena, en este caso modo **ESTACION**.

The screenshot shows the 'WIRELESS' configuration page for the LiteBeam M5. The 'Modo inalámbrico' dropdown menu is open, with 'Estación' selected. Other options in the dropdown are 'Punto de acceso' and 'Repetidor AP'. The 'SSID' field is set to 'Repetidor AP'. There is a 'Seleccionar...' button next to the SSID field.

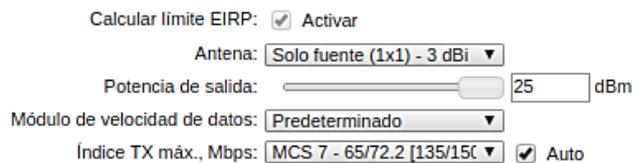
- En este caso como es el equipo que va a recibir la señal del emisor, en la opción del SSID debemos seleccionar el que creamos anteriormente, posterior a esto código de país, modo IEEE 802.11, ancho de canal, la lista de frecuencia y el canal de extensión en que trabajará el equipo son opciones de configuración que pueden ser

automáticas o asignarlas dependiendo en qué lugar se encuentre el equipo.

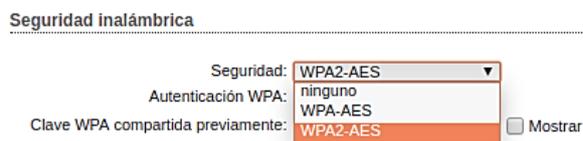


- De la misma forma, modificamos para que calcule el límite de EIRP (Protocolo de enrutamiento de pasarela interior mejorado), la ganancia y potencia variable que se encuentra en el rango en la que trabaja la antena.

Si hablamos del módulo de velocidad de datos y del índice de transmisión máximo (Mbps) estas se configuraran automáticamente.



- En la opción de *Seguridad inalámbrica*, podemos modificar el tipo de seguridad que lleva la configuración de nuestra antena, en este caso seleccionaremos WPA2-AES, y de esta forma le asignamos una autenticación y una clave para tener acceso a la red inalámbrica que se creará



3. La sección de **NETWORK**, nos permite configurar las siguientes opciones:

- En la opción *Función de red*, el modo de máscara que tendrá nuestra red será PUENTE y en la opción *Desactivar red* pondremos ninguno.

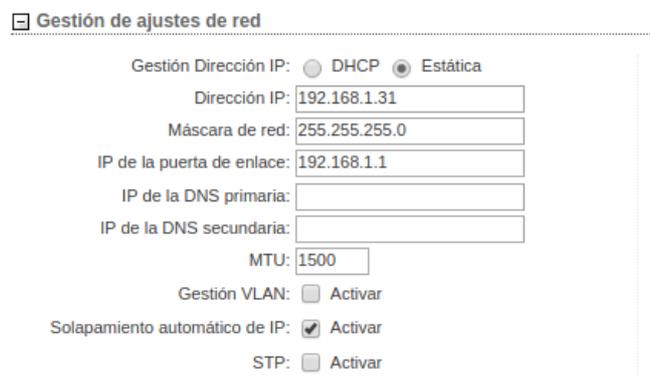
- En opción *Modo de configuración*, habilitamos Simple.



Modo de configuración

Modo de configuración:

- En la opción *Gestión de ajustes de red*, modificamos la gestión de dirección IP, la dirección IP con la que entramos a la plataforma de la antena, la máscara de red, la IP de puerta de enlace, la IP de la DNS primaria, y por lo general el MTU, y el solapamiento automático de la IP vienen configurados por defecto.



Gestión de ajustes de red

Gestión Dirección IP: DHCP Estática

Dirección IP:

Máscara de red:

IP de la puerta de enlace:

IP de la DNS primaria:

IP de la DNS secundaria:

MTU:

Gestión VLAN: Activar

Solapamiento automático de IP: Activar

STP: Activar

4. En la sección de **ADVANCED**, ya entramos a la parte de *Configuración inalámbrica avanzada*, en esta opción para realizar el enlace punto a punto dejamos estos datos por default.



LiteBeam™ M5

MAIN WIRELESS NETWORK **ADVANCED** SERVICES SYSTEM UNMS Herramientas

Configuración inalámbrica avanzada

Umbral RTS: Desactivado

Distancia: millas (0.6 km) Ajuste automático

Agregación: Marcos Bytes Activar

Datos de multidifusión: Permitir

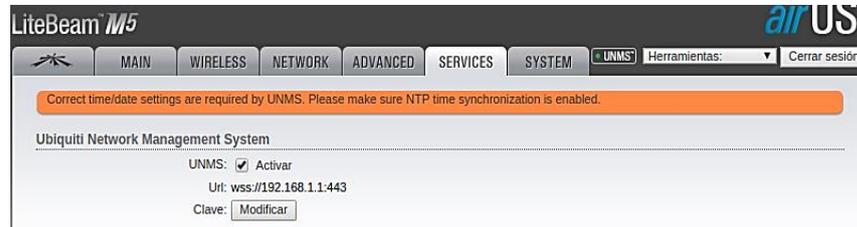
Controlador EIRP del instalador: Activar

Notificación extra: Activar

Umbral de sensibilidad, dBm: Desactivado

5. En la sección de **SERVICIES**, tenemos las siguientes opciones :

- En la opción *Ubiquiti Network Management System*, podemos hacer posible que nuestra antena pueda ser visible a través del software **UNMS**, el mismo que consta de un **url** y una **clave** para tener acceso.



- En la opción de *Guardián de ping*, podemos asignar con qué dirección podemos comprobar si existe comunicación entre los dos equipos, a que intervalo y a que retraso tramite los datos.

Guardián de ping

Guardián de ping: Activar

Dirección IP a Ping:

Intervalo ping: segundos

Retraso de inicio: segundos

Fallo en la cuenta de reinicio.:

Guardar información de soporte:

- En la opción de *Agente SNMP*, podemos configurar el tipo de comunidad, contado y ubicación del Protocolo simple de administración de red.

Agente SNMP

Agente SNMP: Activar

Comunidad SNMP:

Contacto:

Ubicación:

- En la opción de *Servidor Web* y *Servidor SSH*, podemos configurar con respecto a la interfaz de la red, es decir, en que puerto del servidor nos vamos a comunicar, el tiempo de espera de la sesión al ingresar a la antena, y modificar las claves autorizadas.

Servidor web

Servidor web: Activar
Conexión segura (HTTPS): Activar
Puerto del servidor seguro:
Puerto de servidor:
Tiempo de espera de la sesión: minutos

Servidor SSH

Servidor SSH: Activar
Puerto de servidor:
Autenticación de contraseña: Activar
Claves autorizadas:

- En la opción de *Servidor Telnet* podemos ver con que puerto ingresamos mediante este medio, en este caso puerto 23, y *Servidor SSH*, modificar en cuanto al cliente NTP.

Servidor Telnet

Servidor Telnet: Activar
Puerto de servidor:

Cliente NTP

Cliente NTP: Activar
Servidor NTP:

- Por otro lado tenemos la opción DNS dinámica, el cual junto con registro del sistema son configuraciones que se dejan como vienen por fábrica.

DNS dinámica

DNS dinámica: Activar
Servicio:
Nombre del host:
Nombre de usuario:
Contraseña: Mostrar

Registro del sistema

Registro del sistema: Activar
Registro remoto: Activar
Dirección IP de registro remoto:
Puerto de registro remoto:
Protocolo TCP: Activar

6. En la sección de **SYSTEM**, tenemos las siguientes opciones:

- En la opción *Actualización de firmware* podemos actualizar la versión en la que trabaja la antena. O en todo caso podemos descargarla de la página de Ubiquiti, y una vez que esté en nuestra máquina cargarla al sistema.

The screenshot shows the Ubiquiti LiteBeam M5 web interface. The top navigation bar includes 'MAIN', 'WIRELESS', 'NETWORK', 'ADVANCED', 'SERVICES', and 'SYSTEM'. The 'SYSTEM' section is active, displaying the 'Actualización de firmware' (Firmware Update) page. The page shows the current firmware version as 'XW.v6.1.8' and the compilation number as '32774'. There is a checkbox for 'Buscar actualizaciones' (Search for updates) which is checked, and a 'Buscar ahora' (Search now) button. A 'Cargar firmware' (Load firmware) section has a 'Seleccionar archivo' (Select file) button and the text 'No se eligió archivo' (No file selected).

- En la opción de *Dispositivo*, podemos modificar los datos de la antena, el idioma y el código de Identificación de la Comisión Federal de Comunicaciones.

Dispositivo

Nombre de dispositivo: RECEPTOR

Idioma de la interfaz: Español

FCC ID: SWX-LBE5M

- En la opción de *Ajustes de la fecha*, podemos modificar la fecha de nuestro dispositivo, como son la zona horaria y fecha de inicio.

Ajustes de la fecha

Zona horaria: (GMT) Western Europe T

Fecha de inicio: Activar

Fecha de inicio:

- En la opción *Cuentas del usuario del administrador* podemos configurar el nombre del usuario del administrador. En este caso como estamos configurando la primera antena colocamos como nombre del dispositivo **RECEPTOR**.

Cuentas del sistema

Nombre de usuario del administrador: receptor

Cuenta de solo lectura: Activar

- En la opción *Varios y Ubicación* podemos seleccionar a que longitud y latitud estará ubicada la antena y si deseamos dejar activo el botón de reinicio en caso de que la antena presente problemas.

Varios	Ubicación
Botón de reinicio: <input checked="" type="checkbox"/> Activar Revised UNII Rules: <input type="checkbox"/> Deactivate	Latitud: <input type="text"/> Longitud: <input type="text"/>

- En la opción de *Mantenimiento del dispositivo y Gestión de configuración* podemos modificar la información del soporte, la configuración de la copia de seguridad y del mismo modo cargarla al sistema o restablecer a los valores de fábrica.

Mantenimiento del dispositivo	Gestión de configuración
Reiniciar dispositivo: <input type="button" value="Reiniciar..."/> Información de soporte: <input type="button" value="Descargando..."/>	Configuración de la copia de seguridad: <input type="button" value="Descargando..."/> Cargar configuración: <input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se eligió archivo Restablecer a los valores de fábrica: <input type="button" value="Restablecer..."/>

Una vez acabada la configuración del equipo que será quien reciba los datos del otro equipo, procedemos a configurar la sección de **MAIN** para notar que estén enlazadas las dos antenas.

LiteBeam M5 airUS

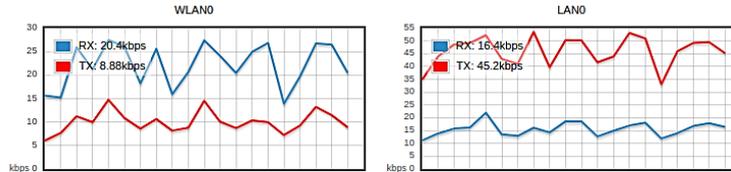
MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM UNMS Herramientas: Cerrar sesión

Estado

Modelo de Dispositivo: LiteBeam M5	CPU: 1 %
Nombre de dispositivo: EMISOR	Memory: 36 %
Modo de máscara de red: Puente	AP MAC: FC:EC:DA:C6:41:35
Modo inalámbrico: Punto de acceso	Conexiones: 1
SSID: red_punto_a_punto	Umbral mínimo de ruido: -100 dBm
Seguridad: WPA2-AES	Transmitir CCQ: 99.1 %
Versión: v6.1.8 (XW)	airMAX: Activado
Tiempo activo: 00:07:27	Calidad airMAX: 97 %
Fecha: 2018-09-21 16:25:20	Capacidad de airMAX: 46 %
Canal/Frecuencia: 33 / 5165 MHz	airSelect: Desactivado
Ancho de canal: 20 MHz	UNMS: [?] Conectado (21/9/2018 10:25:19)
Banda de frecuencia: 5155 - 5175 MHz	
Distancia: 0.1 millas (0.2 km)	
Cadenas de TX/RX: 1X1	
Potencia de TX: 14 dBm	
Antena: 11x14 - 23 dBi	
WLANO MAC: FC:EC:DA:C6:41:35	
LANO MAC: FC:EC:DA:C7:41:35	
LANO: 100Mbps-Completo	

Monitor

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



LiteBeam M5 airUS

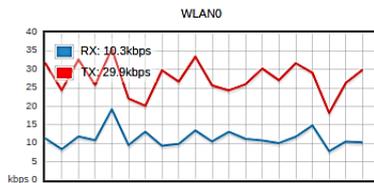
MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM UNMS Herramientas: Cerrar sesión

Estado

Modelo de Dispositivo: LiteBeam M5	CPU: 20 %
Nombre de dispositivo: RECEPTOR	Memory: 35 %
Modo de máscara de red: Puente	AP MAC: FC:EC:DA:C6:41:35
Modo inalámbrico: Estación	Intensidad de la señal: -39 dBm
SSID: red_punto_a_punto	Umbral mínimo de ruido: -98 dBm
Seguridad: WPA2-AES	Transmitir CCQ: 99.1 %
Versión: v6.1.8 (XW)	Velocidad de TX/RX: 72.222 Mbps / 72.222 Mbps
Tiempo activo: 00:15:00	airMAX: Activado
Fecha: 2018-09-21 16:32:53	Prioridad airMAX: Base
Canal/Frecuencia: 33 / 5165 MHz	Calidad airMAX: 96 %
Ancho de canal: 20 MHz	Capacidad de airMAX: 45 %
Banda de frecuencia: 5155 - 5175 MHz	UNMS: [?] Conectado (21/9/2018 10:32:52)
Distancia: 0.1 millas (0.2 km)	
Cadenas de TX/RX: 1X1	
Potencia de TX: 25 dBm	
Antena: Feed only - 3 dBi	
WLANO MAC: FC:EC:DA:C6:4A:75	
LANO MAC: FC:EC:DA:C7:4A:75	
LANO: Desconectado	

Monitor

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



Configuración de enlaces en software UNMS

CARRERA	CICLO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica y Telecomunicaciones	2019	Laboratorio de Telecomunicaciones

LABORATORIO DE	TELECOMUNICACIONES	DURACION
NOMBRE DE LA PRACTICA	Configuración de enlaces en software UNMS	6h

1	OBJETIVOS
	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular de manera correcta el programa a usarse • Conocer los debidos pasos a seguir para lograr una correcta configuración
2	FUNDAMENTO TEORICO
	<p style="text-align: center;">Sistema de gestión de red de Ubiquiti UNMS.-</p> <p>Teniendo ya conocimiento sobre cuál es la función del software UNMS (ANEXO #1), en esta configuración tendremos características principales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Descubrimiento rápido de dispositivos ○ Monitoreo de red ○ Gestión de dispositivos ○ Configuración del dispositivo ○ Panel de dispositivos <p>Cabe mencionar que en caso de tener sistema operativo contrario al mencionado, puede funcionar mediante un Virtual Box (Solo funciona como pruebas con requerimientos mínimos).</p>
3	PROCEDIMIENTO
3.1 EQUIPO	
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistema Operativo UBUNTU ✓ Sistema de gestión de red de Ubiquiti UNMS ✓ Antenas Ubiquiti ✓ Conexión a Internet 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Guía de uso de datos técnicos de equipos Ubiquiti

4 DESARROLLO DE LA PRACTICA

CONFIGURACION DE LA ANTENA LITEBEAM M5 (MODO AP).

Ya estando enlazados los equipos, podemos entrar al software UNMS (iniciando sesion como lo menciona el **ANEXO 1**).

1. El software detecta los equipos ubiquiti conectados, y los presenta en pantalla con su IP correspondiente.

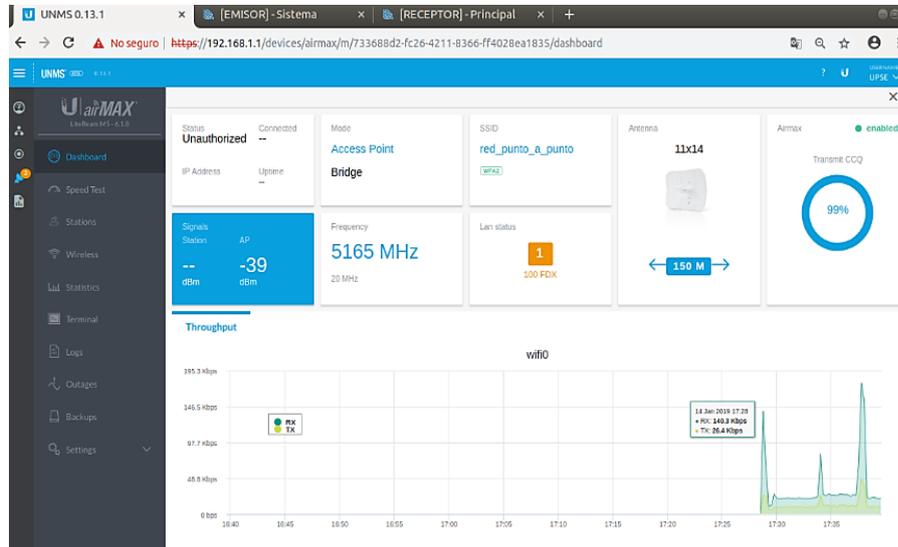
STATUS	NAME ↑	VERSION	MODEL	IP ADDRESS	UPTIME	LAST SEEN	CPU	SIGNAL	ASSIGNED TO	ACTIONS
DISCONNECTED	EMISOR	6.1.8	NanoStation M2	192.168.1.40		15m ago				MOVE DELETE
UNAUTHORIZED	EMISOR	6.1.8	LiteBeam M5	192.168.1.30		now				AUTHORIZE
UNAUTHORIZED	RECEPTOR	6.1.8	LiteBeam M5	192.168.1.31		now				AUTHORIZE
DISCONNECTED	RECEPTOR1	6.1.8	NanoStation Loco M2	192.168.1.41		15m ago				MOVE DELETE
DISCONNECTED	RECEPTOR2	6.1.8	NanoStation Loco M2	192.168.1.42		21m ago				MOVE DELETE
DISCONNECTED	RECEPTOR3	6.1.8	NanoStation Loco M2	192.168.1.43		18m ago				MOVE DELETE
DISCONNECTED	RECEPTOR4	6.1.8	NanoStation Loco M2	192.168.1.44		17m ago				MOVE DELETE

2. Como tenemos solo 2 equipos enlazados y el resto solo están detectado por el software, el mismo solo nos permite entrar a la configuración de esos dos equipos, en este caso son **EMISOR** y **RECPETOR**.

DEVI	MODEL	IP ADDRESS	ACTIONS
RECEPTOR	LiteBeam M5	192.168.1.31	Assign
EMISOR	LiteBeam M5	192.168.1.30	Assign

3. Entrando a la configuración del primer equipo (emisor), en la primera opción **DASHBOARD**, podemos visualizar datos como: Modo de

operación, SSID, tipo, potencia, ganancia y frecuencia de la antena, y si está disponible la tecnología AirMAX.



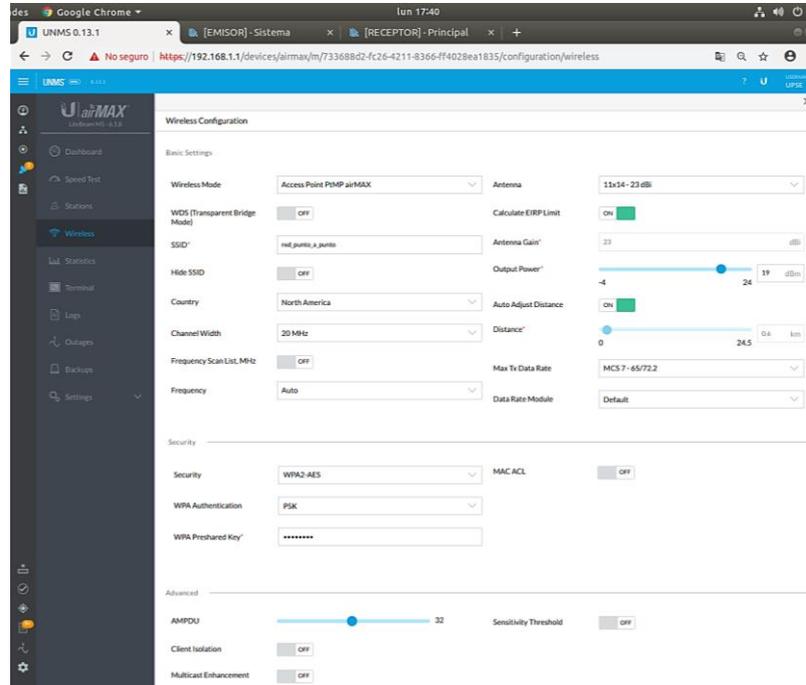
4. En la opción de **STATIONS** tendremos los datos del equipo al cual esta enlazado el emisor, en este caso **RECEPTOR** es el encargado de tomar la señal enviada.

The screenshot shows the UNMS STATIONS page. The table below lists the connected devices:

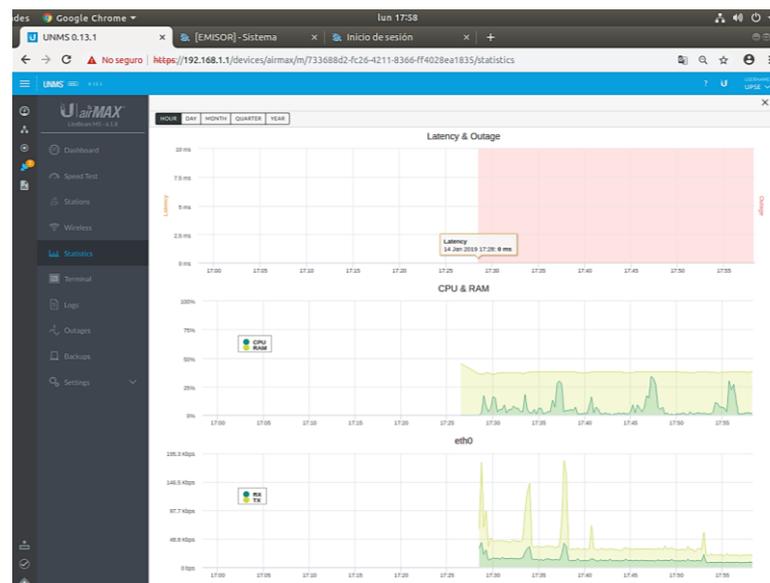
MAC ADDRESS	DEVICE NAME	VENDOR	LAST IP	LATENCY	CONNECTION TIME	RX SIGNAL	TX SIGNAL	RX RATE	TX RATE	DOWNLOAD	UPLOAD
fc5cdac64a75	RECEPTOR	Ubiquiti Networks	192.168.1.31	1 ms	13m 18s	-39 dBm	-30 dBm	14.6 Kbps	26.3 Kbps	1.2 MB	3 MB

Showing 1-1 of 1 records. Items per page: 50

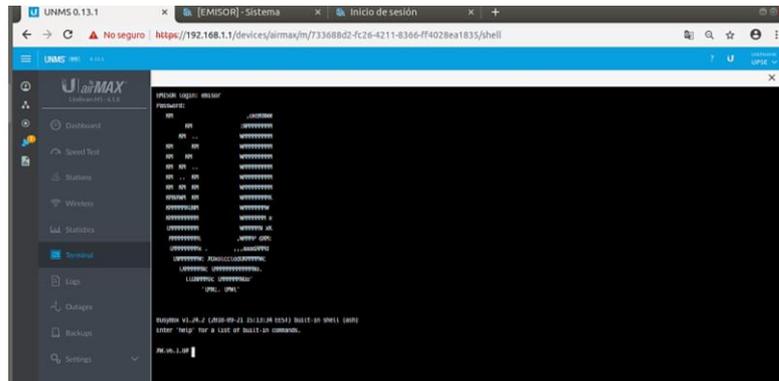
5. En la opción de **WIRELESS**, podemos realizar cambios de configuración básica y seguridad de la antena.



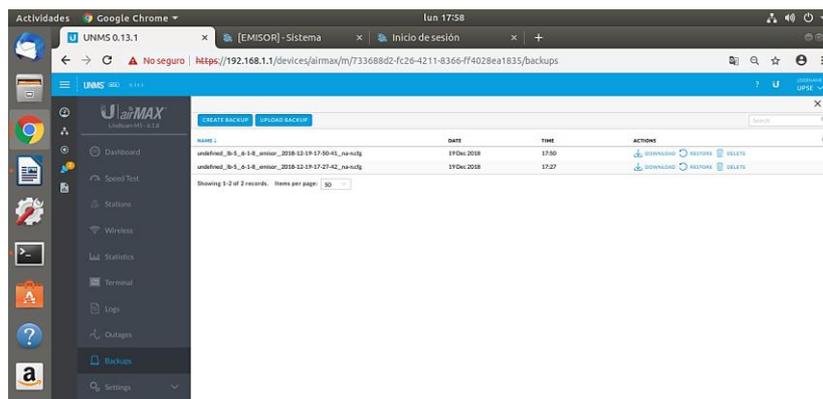
6. En la opción de **STATISTICS** nos da un muestro de los datos mas importantes en el que opera la antena, en este caso podemos visualizar los cambio por horas, dias, meses y años. El estado de los datos que muestra esta opción son: latencia y corte, CPU y RAM, ethernet.



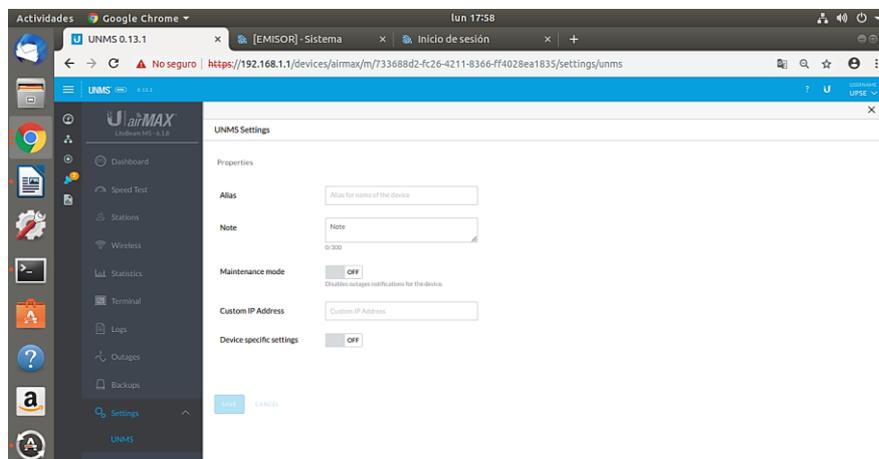
7. En la opción de **TERMINAL** podemos ingresar mediante comandos a la configuración de la antena, de esta manera hacer ping para ver si existe comunicación o transmisión de datos.



8. Y si deseamos guardar una copia de seguridad de la configuración de la antena, en la opción de **BACKUPS** podemos descargarla.

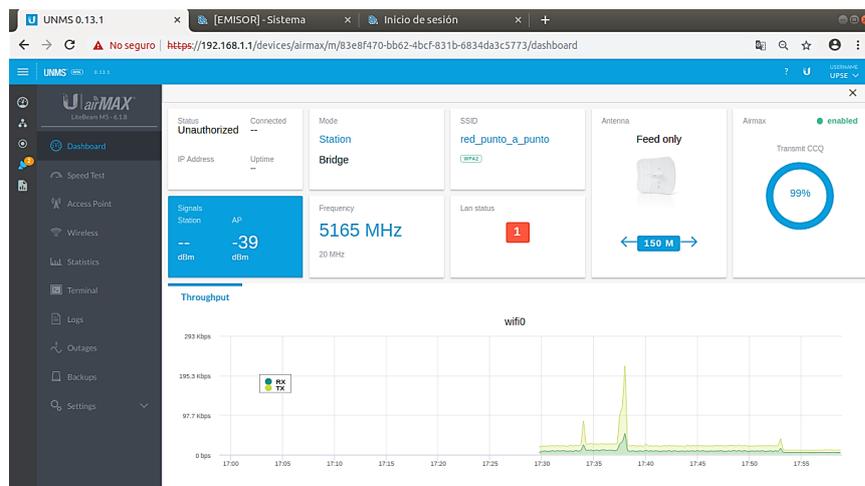


9. Y como última opción **SETTINGS**, podemos realizar cambios en la configuración básica del software UNMS.



Configuración de la antena Litebeam m5 (modo estación).

1. Entrando a la configuración del segundo equipo (receptor), en la opción **DASHBOARD**, podemos visualizar datos como: Modo de operación, SSID, tipo, potencia, ganancia y frecuencia de la antena, y si está disponible la tecnología airMAX.

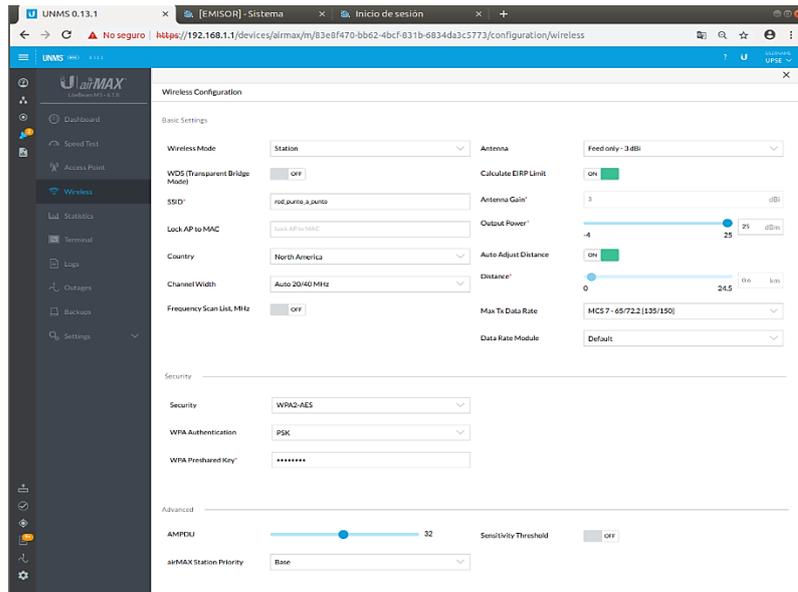


2. En la opción de **STATIONS** tendremos los datos del equipo al cual esta enlazado el receptor, en este caso EMISOR, que es el encargado de enviar la señal que este equipo recepta.

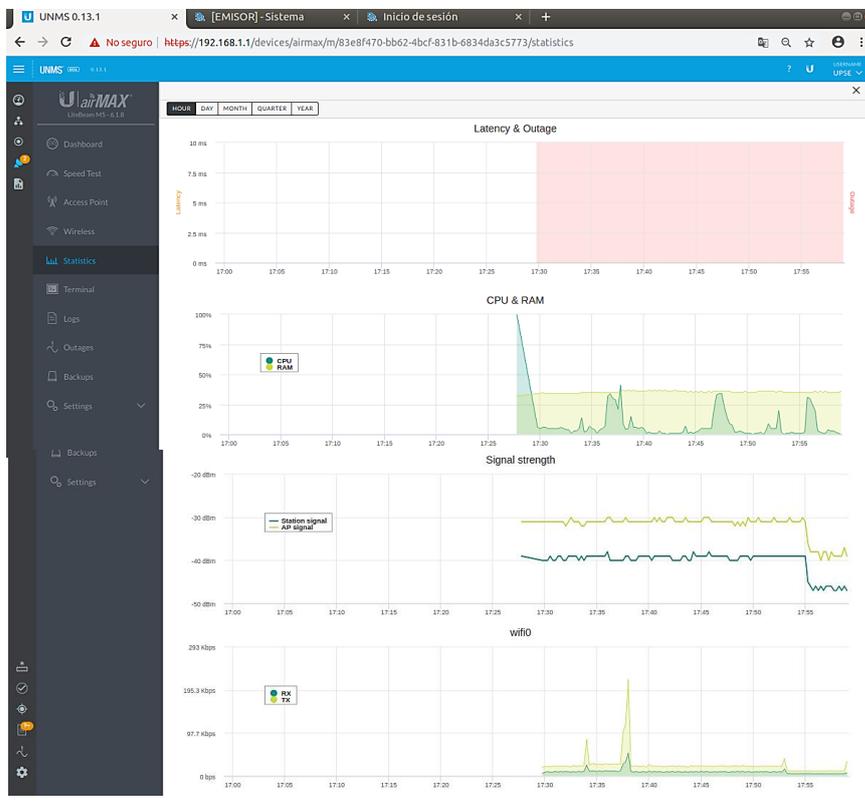
The screenshot shows the UNMS 0.13.1 STATIONS page. It features a table with the following columns: MAC ADDRESS, DEVICE NAME, VENDOR, LAST IP, LATENCY, CONNECTION TIME, RX SIGNAL, TX SIGNAL, RX RATE, TX RATE, DOWNLOAD, and UPLOAD. The table contains one entry for the device EMISOR.

MAC ADDRESS	DEVICE NAME	VENDOR	LAST IP	LATENCY	CONNECTION TIME	RX SIGNAL	TX SIGNAL	RX RATE	TX RATE	DOWNLOAD	UPLOAD
fcecd4d4135	EMISOR	Ubiquiti Networks	192.168.1.30	1 ms	31m42s	-39dBm	-48dBm	12.8 Kbps	6.4 Kbps	5.8 MB	2 MB

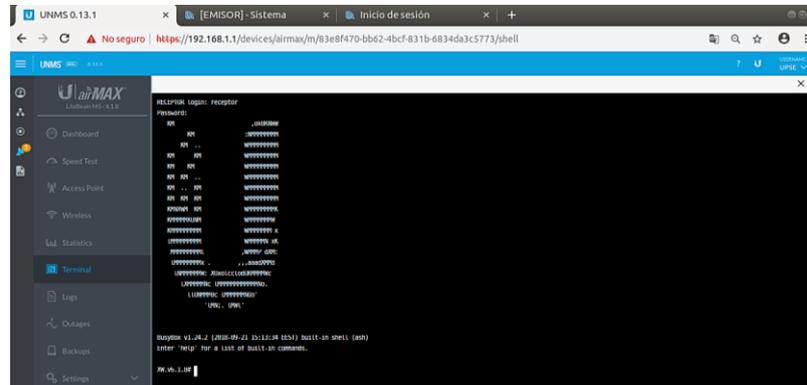
3. En la opción de **WIRELESS**, podemos realizar cambios de configuración básica y seguridad de la antena.



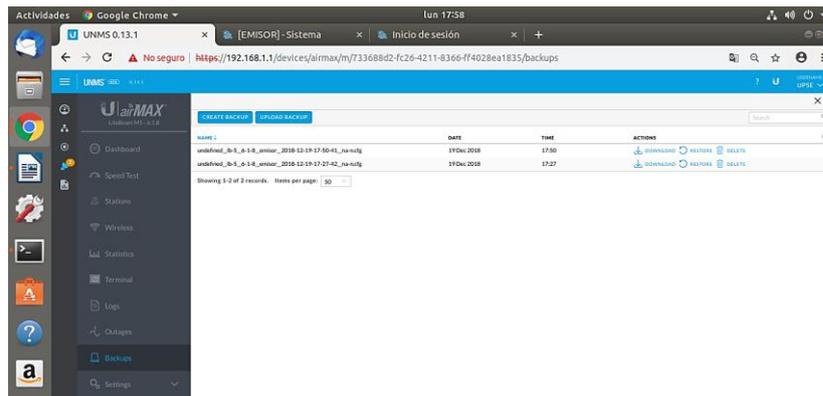
4. En la opción de **STADISTICS** nos da un muestro de los datos mas importantes en el que opera la antena, en este caso podemos visualizar los cambio por horas, dias, meses y años. El estado de los datos que muestra esta opción son: latencia y corte, CPU y RAM, ethernet y el estado de wifi.



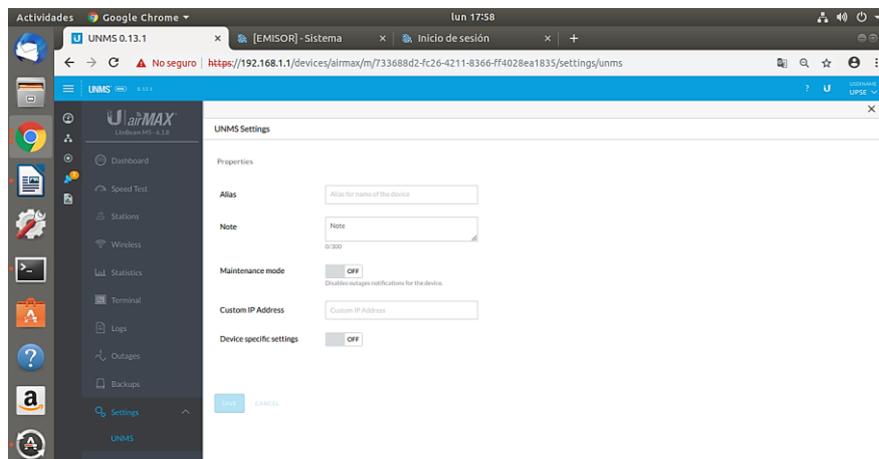
5. En la opción de **TERMINAL** podemos ingresar mediante comandos a la configuración de la antena, de esta manera hacer ping para ver si existe comunicación o transmisión de datos.



6. Y si deseamos guardar una copia de seguridad de la configuración de la antena, en la opción de **BACKUPS** podemos descargarla.



7. Y como última opción **SETTINGS**, podemos realizar cambios en la configuración básica del software UNMS.



Radio enlace inalámbrico punto a multipunto

CARRERA	CICLO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
Electrónica y Telecomunicaciones	2019	Laboratorio de Telecomunicaciones

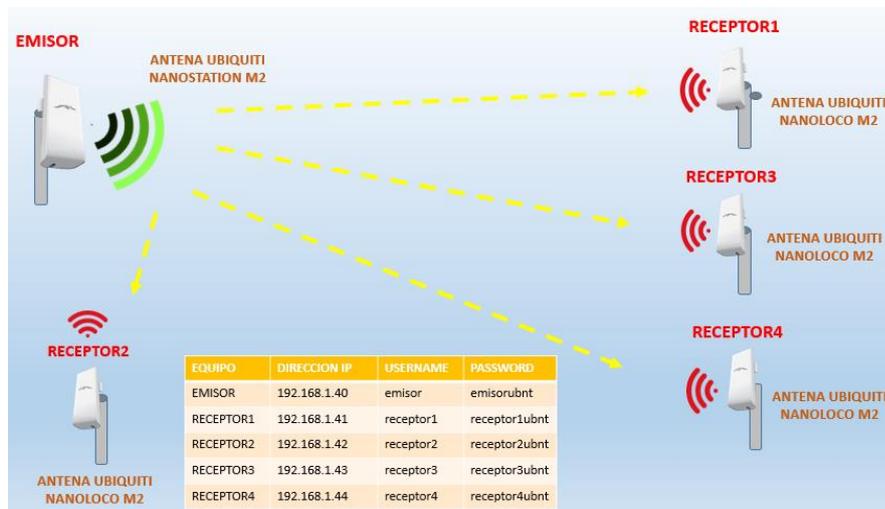
LABORATORIO DE	TELECOMUNICACIONES	DURACION
NOMBRE DE LA PRACTICA	Radio enlace inalámbrico Punto a Multipunto	6h

1	OBJETIVOS
	<ul style="list-style-type: none">Realizar la configuración de los equipos de manera cuidadosa evitando algún dañoEnlazar las antenas empleadas para lograr la comunicación inalámbrica entre ellas
2	FUNDAMENTO TEORICO
	<p style="text-align: center;">RED PUNTO A MULTIPUNTO</p> <p>Punto a multipunto de comunicación es un término que se utiliza en el ámbito de las telecomunicaciones, que se refiere a la comunicación que se logra a través de un específico y distinto tipo de conexión multipunto, ofreciendo varias rutas desde una única ubicación a varios lugares. Una conferencia puede ser considerada una comunicación punto a multipunto ya que existe solo un orador (transmisor) y múltiples asistentes (receptor). Punto a multipunto es a menudo abreviado como P2MP, PTMP, o PMP. El punto a multipunto de telecomunicaciones es el más típico (2003) utilizado en conexión inalámbrica a Internet y la telefonía IP a través de radiofrecuencias de gigahercios. Los sistemas P2MP han sido diseñados tanto como sistemas únicos como bi-direccionales. Una antena o antenas que reciben las emisiones de varias antenas y el sistema utilizan una forma de multiplexación por división en el tiempo para permitir el regreso de canales de tráfico.</p>
3	PROCEDIMIENTO
	3.1 EQUIPO
EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<ul style="list-style-type: none">✓ Antena Ubiquiti NanoStation M2 (emisor)✓ Antena Ubiquiti NanoLoco M2 (receptor1)	<ul style="list-style-type: none">✓ Guía de instalación de equipos Ubiquiti

- ✓ Antena Ubiquiti NanoLoco M2 (receptor2)
- ✓ Antena Ubiquiti NanoLoco M2 (receptor3)
- ✓ Antena Ubiquiti NanoLoco M2 (receptor4)
- ✓ Conexión a Internet

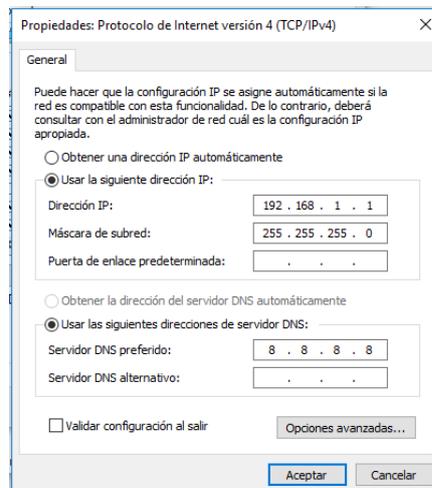
4 DESARROLLO DE LA PRACTICA

ENLACE INALAMBRICO PUNTO A MULTIPUNTO

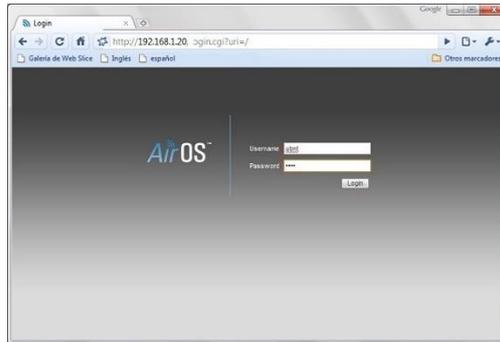


CONFIGURACION DE EQUIPO NANOSTATION M2 – MODO PUNTO DE ACCESO.

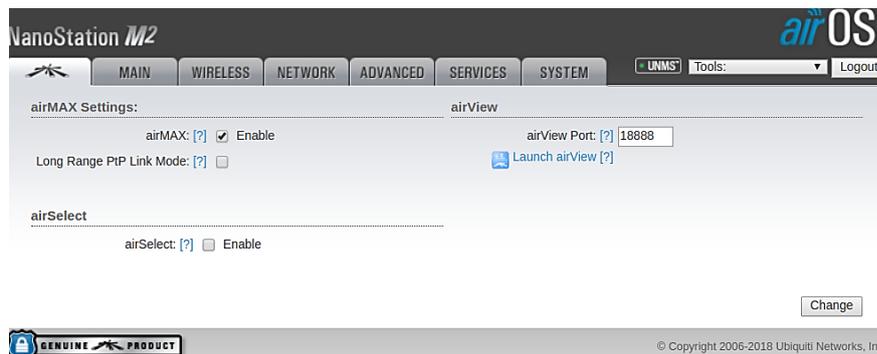
1. Como primer punto debemos cambiar la configuración en propiedades protocolo de Internet versión 4 TCP/IPv4.



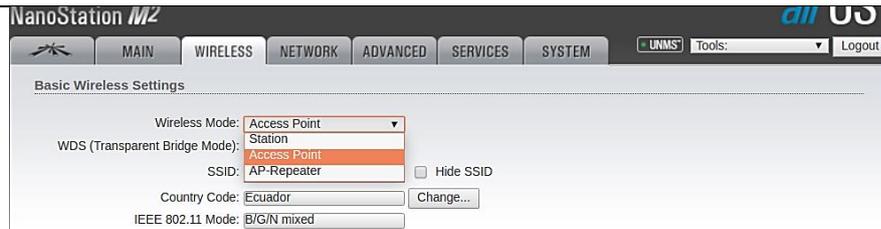
2. La dirección IP que viene por defecto en las antenas Ubiquiti es **192.168.1.20**, dicha dirección la escribimos en la barra de dirección de nuestro navegador para poder entrar a la antena como si esta fuera un router.
3. De la misma forma para poder ingresar a la antena, por defecto el **username** es *ubnt* y la **password** es *ubnt*.



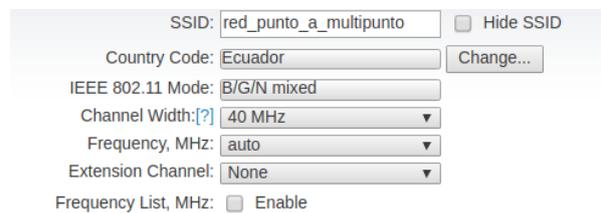
4. Ya estando dentro de la antena, en la primera sección de la configuración podemos ajustar la tecnología airMAX y AirView, dependiendo en que puerto trabaje.



5. Dentro de la sección **WIRELESS**, encontramos la configuración inalámbrica básica, posterior a eso realizamos el cambio de los parámetros necesarios, como podemos ver en las siguientes imágenes:
 - Modo de operación de la antena, en este caso modo **PUNTO DE ACCESO**.

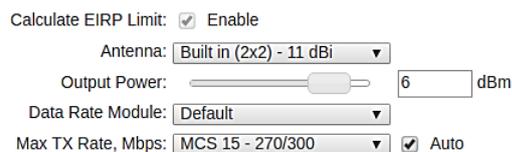


- SSID, código de país, modo IEEE 802.11, ancho de canal, la lista de frecuencia y el canal de extensión en que trabajara el equipo son opciones de configuración que pueden ser automáticas o asignarlas dependiendo en qué lugar se encuentre el equipo.



- De la misma forma, modificamos para que calcule el límite de EIRP (Protocolo de enrutamiento de pasarela interior mejorado), la ganancia y potencia variable que se encuentra en el rango en la que trabaja la antena.

Si hablamos del módulo de velocidad de datos y del índice de transmisión máximo (Mbps) estas se configuraran automáticamente.



- En la opción de *Seguridad inalámbrica*, podemos modificar el tipo de seguridad que lleva la configuración de nuestra antena, en este caso seleccionaremos WPA2-AES, y de esta forma le asignamos una autenticación y una clave para tener acceso a la red inalámbrica que se creará

Wireless Security

Security: **WPA2-AES** ▼
WPA Authentication: none
WPA Preshared Key: **WPA2-AES** Show
MAC ACL: Enable

6. La sección de **NETWORK**, nos permite configurar las siguientes opciones:
- En la opción *Función de red*, el modo de máscara que tendrá nuestra red será **PUENTE** y en la opción *Desactivar red* pondremos ninguno.

Network Role

Network Mode: **Bridge** ▼
Disable Network: **None** ▼

- En opción *Modo de configuración*, habilitamos **Simple**.

Configuration Mode

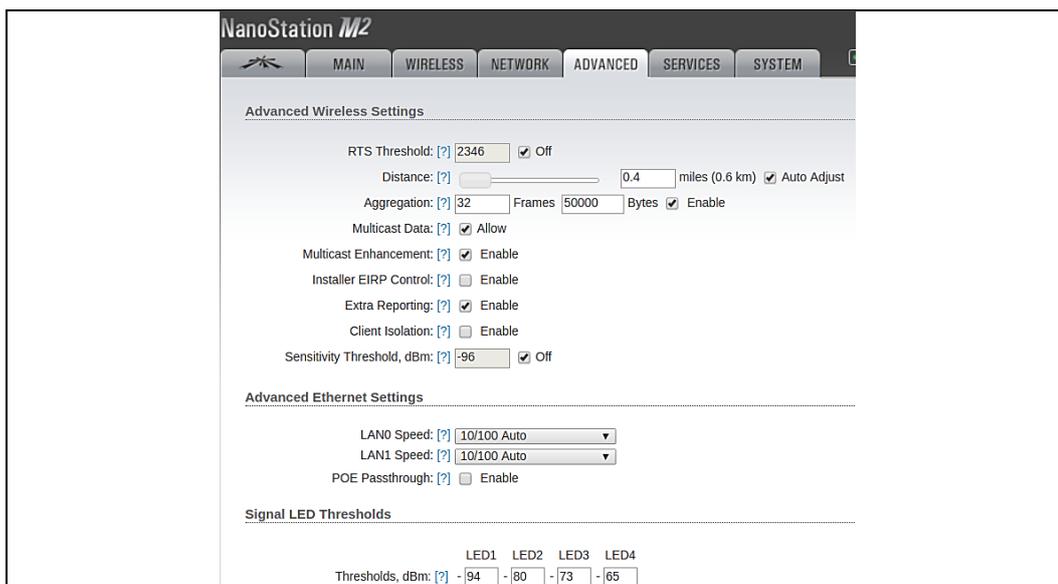
Configuration Mode: **Simple** ▼

- En la opción *Gestión de ajustes de red*, modificamos la gestión de dirección IP, la dirección IP con la que entramos a la plataforma de la antena, la máscara de red, la IP de puerta de enlace, la IP de la DNS primaria, y por lo general el MTU, y el solapamiento automático de la IP vienen configurados por defecto.

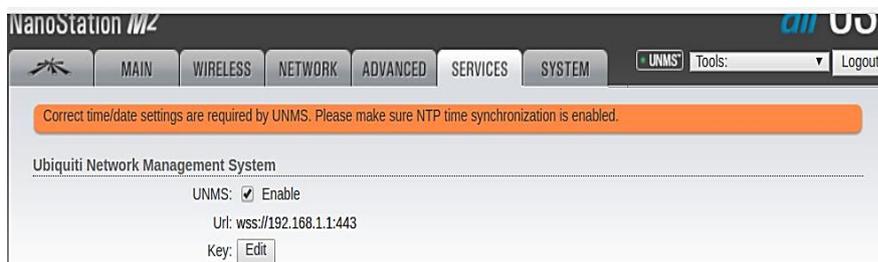
Management Network Settings

Management IP Address: DHCP Static
IP Address: 192.168.1.40
Netmask: 255.255.255.0
Gateway IP: 192.168.1.1
Primary DNS IP:
Secondary DNS IP:
MTU: 1500
Management VLAN: Enable
Auto IP Aliasing: Enable
STP: Enable

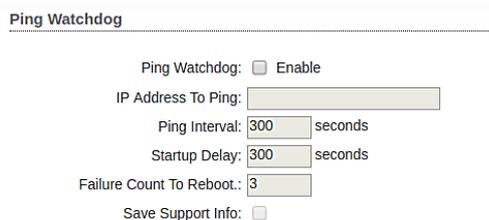
7. En la sección de **ADVANCED**, ya entramos a la parte de *Configuración inalámbrica avanzada*, en esta opción para realizar el enlace punto a punto dejamos estos datos por default.



8. En la sección de **SERVICIOS**, tenemos las siguientes opciones :
- En la opción *Ubiquiti Network Management System*, podemos hacer posible que nuestra antena pueda ser visible a través del software **UNMS**, el mismo que consta de un **url** y una **clave** para tener acceso.



- En la opción de *Guardián de ping*, podemos asignar con qué dirección podemos comprobar si existe comunicación entre los dos equipos, a que intervalo y a que retraso tramite los datos.



- En la opción de *Agente SNMP*, podemos configurar el tipo de comunidad, contado y ubicación del Protocolo simple de administración de red.

SNMP Agent

SNMP Agent: Enable

SNMP Community:

Contact:

Location:

- En la opción de *Servidor Web* y *Servidor SSH*, podemos configurar con respecto a la interfaz de la red, es decir, en que puerto del servidor nos vamos a comunicar, el tiempo de espera de la sesión al ingresar a la antena, y modificar las claves autorizadas.

<p>Web Server</p> <hr/> <p>Web Server: <input checked="" type="checkbox"/> Enable</p> <p>Secure Connection (HTTPS): <input checked="" type="checkbox"/> Enable</p> <p>Secure Server Port: <input type="text" value="443"/></p> <p>Server Port: <input type="text" value="80"/></p> <p>Session Timeout: <input type="text" value="15"/> minutes</p>	<p>SSH Server</p> <hr/> <p>SSH Server: <input checked="" type="checkbox"/> Enable</p> <p>Server Port: <input type="text" value="22"/></p> <p>Password Authentication: <input checked="" type="checkbox"/> Enable</p> <p>Authorized Keys: <input type="button" value="Edit..."/></p>
--	---

- En la opción de *Servidor Telnet* podemos ver con que puerto ingresamos mediante este medio, en este caso puerto 23, y *Servidor SSH*, modificar en cuanto al cliente NTP.

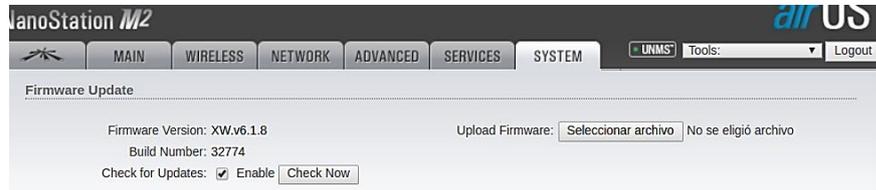
<p>Telnet Server</p> <hr/> <p>Telnet Server: <input type="checkbox"/> Enable</p> <p>Server Port: <input type="text" value="23"/></p>	<p>NTP Client</p> <hr/> <p>NTP Client: <input type="checkbox"/> Enable</p> <p>NTP Server: <input type="text" value="0.ubnt.pool.ntp.org"/></p>
--	--

- Por otro lado tenemos la opción DNS dinámica, el cual junto con registro del sistema son configuraciones que se dejan como vienen por fábrica.

<p>Dynamic DNS</p> <hr/> <p>Dynamic DNS: <input type="checkbox"/> Enable</p> <p>Service: <input type="text" value="dyndns.org"/></p> <p>Host Name: <input type="text"/></p>	<p>System Log</p> <hr/> <p>System Log: <input checked="" type="checkbox"/> Enable</p> <p>Remote Log: <input type="checkbox"/> Enable</p> <p>Remote Log IP Address: <input type="text"/></p>
---	---

9. En la sección de **SYSTEM**, tenemos las siguientes opciones:

- En la opción *Actualización de firmware* podemos actualizar la versión en la que trabaja la antena. O en todo caso podemos descargarla de la página de Ubiquiti, y una vez que esté en nuestra máquina cargarla al sistema.



- En la opción de *Dispositivo*, podemos modificar los datos de la antena, el idioma y el código de Identificación de la Comisión Federal de Comunicaciones.

Device

Device Name:

Interface Language:

- En la opción de *Ajustes de la fecha*, podemos modificar la fecha de nuestro dispositivo, como son la zona horaria y fecha de inicio.

Date Settings

Time Zone:

Startup Date: Enable

Startup Date:

- En la opción *Cuentas del sistema*, podemos configurar el nombre del usuario del administrador. En este caso como estamos configurando la primera antena colocamos como nombre del dispositivo **EMISOR**.

System Accounts

Administrator User Name:

Read-Only Account: Enable

- En la opción *Varios y Ubicación* podemos seleccionar a qué longitud y latitud estará ubicada la antena y si deseamos dejar activo el botón de reinicio en caso de que la antena presente problemas.

Miscellaneous Location

Reset Button: [?] Enable Latitude:
Longitude:

- En la opción de *Mantenimiento del dispositivo y Gestión de configuración* podemos modificar la información del soporte, la configuración de la copia de seguridad y del mismo modo cargarla al sistema o restablecer a los valores de fábrica.

Device Maintenance Configuration Management

Reboot Device: Back Up Configuration:
Support Info: Upload Configuration: No se eligió archivo
Reset to Factory Defaults:

Una vez acabada la configuración del equipo que será quien emita los datos hacia otros equipos, procedemos a configurar la estación.

CONFIGURACION DE EQUIPO NANOLOCO M2 – MODO ESTACION

1. De igual manera, ya estando dentro de la antena, en la primera sección de la configuración podemos ajustar la tecnología airMAX y AirView, dependiendo en que puerto trabaje.
2. Dentro de la sección **WIRELESS**, encontramos la configuración inalámbrica básica, posterior a eso realizamos el cambio de los parámetros necesarios, como podemos ver en las siguientes imágenes:
 - Modo de operación de la antena, en este caso modo **ESTACION**.



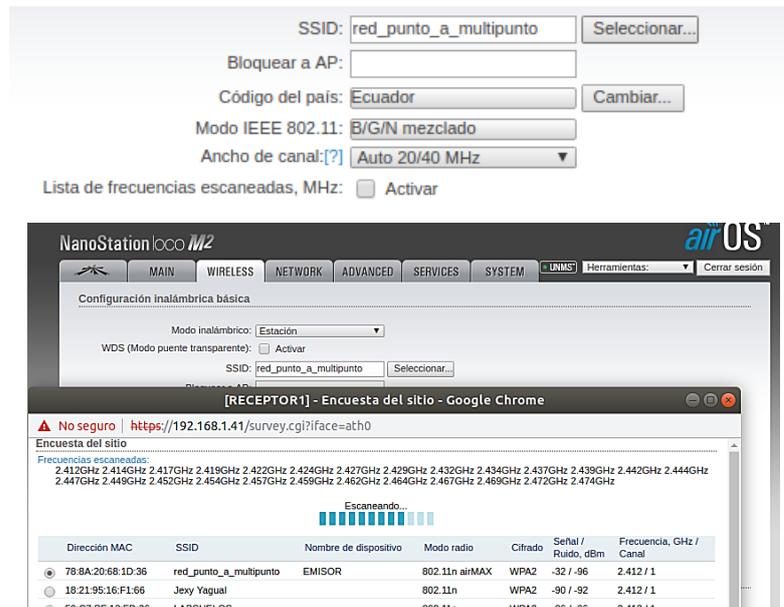
NanoStation loco M2 airOS™

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SERVICES SYSTEM UNMS Herramientas: Cerrar sesión

Configuración inalámbrica básica

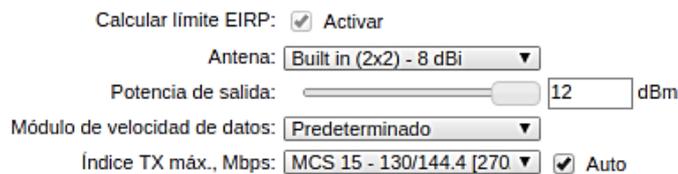
Modo inalámbrico: Estación
WDS (Modo puente transparente): Punto de acceso
SSID: Repetidor AP
Bloquear a AP:

- En este caso como es el equipo que va a recibir la señal del emisor, en la opción del SSID debemos seleccionar el que creamos anteriormente, posterior a esto código de país, modo IEEE 802.11, ancho de canal, la lista de frecuencia y el canal de extensión en que trabajará el equipo son opciones de configuración que pueden ser automáticas o asignarlas dependiendo en qué lugar se encuentre el equipo.



- De la misma forma, modificamos para que calcule el límite de EIGRP (Protocolo de enrutamiento de pasarela interior mejorado), la ganancia y potencia variable que se encuentra en el rango en la que trabaja la antena.

Si hablamos del módulo de velocidad de datos y del índice de transmisión máximo (Mbps) estas se configuraran automáticamente.



- En la opción de *Seguridad inalámbrica*, podemos modificar el tipo de seguridad que lleva la configuración de nuestra antena, en este caso seleccionaremos WPA2-AES, y de esta forma le asignamos una autenticación y una clave para tener acceso a la red inalámbrica que se creará.

Seguridad inalámbrica

Seguridad: **WPA2-AES**
Autenticación WPA: ninguno
Clave WPA compartida previamente: WPA2-AES Mostrar

7. La sección de **NETWORK**, nos permite configurar las siguientes opciones:

- En la opción *Función de red*, el modo de máscara que tendrá nuestra red será PUENTE y en la opción *Desactivar red* pondremos ninguno.



NanoStation loco M2

MAIN WIRELESS NETWORK ADVANCED SE

Función de red

Modo de máscara de red: Puente
Desactivar red: Ninguno

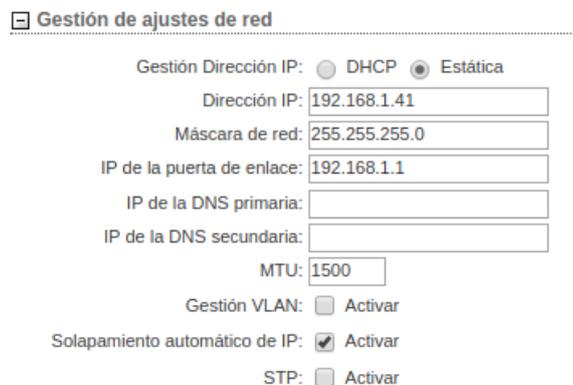
- En opción *Modo de configuración*, habilitamos Simple.



Modo de configuración

Modo de configuración: Simple

- En la opción *Gestión de ajustes de red*, modificamos la gestión de dirección IP, la dirección IP con la que entramos a la plataforma de la antena, la máscara de red, la IP de puerta de enlace, la IP de la DNS primaria, y por lo general el MTU, y el solapamiento automático de la IP vienen configurados por defecto.



Gestión de ajustes de red

Gestión Dirección IP: DHCP Estática

Dirección IP: 192.168.1.41

Máscara de red: 255.255.255.0

IP de la puerta de enlace: 192.168.1.1

IP de la DNS primaria:

IP de la DNS secundaria:

MTU: 1500

Gestión VLAN: Activar

Solapamiento automático de IP: Activar

STP: Activar

Cabe recalcar que esta opción se la repite con las otras estaciones, cambiándole la IP correspondiente.

Gestión de ajustes de red

Gestión Dirección IP: DHCP Estática

Dirección IP:

Máscara de red:

IP de la puerta de enlace:

IP de la DNS primaria:

IP de la DNS secundaria:

MTU:

Gestión VLAN: Activar

Solapamiento automático de IP: Activar

STP: Activar

Gestión de ajustes de red

Gestión Dirección IP: DHCP Estática

Dirección IP:

Máscara de red:

IP de la puerta de enlace:

IP de la DNS primaria:

IP de la DNS secundaria:

MTU:

Gestión VLAN: Activar

Solapamiento automático de IP: Activar

STP: Activar

Management Network Settings

Management IP Address: DHCP Static

IP Address:

Netmask:

Gateway IP:

Primary DNS IP:

Secondary DNS IP:

MTU:

Management VLAN: Enable

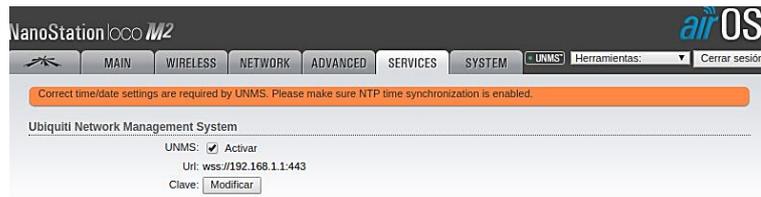
Auto IP Aliasing: Enable

STP: Enable

8. En la sección de **ADVANCED**, ya entramos a la parte de *Configuración inalámbrica avanzada*, en esta opción para realizar el enlace punto a punto dejamos estos datos por default.

The screenshot shows the 'ADVANCED' tab in the Ubiquiti M2 configuration interface. The 'Configuración inalámbrica avanzada' section is active, displaying various settings for wireless networking. The 'Umbral RTS' is set to 2346 and is disabled. The 'Distancia' is set to 0.4 millas (0.6 km) with 'Ajuste automático' checked. The 'Agregación' is set to 32 Marcos and 50000 Bytes, with 'Activar' checked. Other settings include 'Datos de multidifusión' (Permitir checked), 'Controlador EIRP del instalador' (Activar unchecked), 'Notificación extra' (Activar checked), and 'Umbral de sensibilidad, dBm' (-96, Desactivado checked). The 'Configuración Ethernet avanzada' section shows 'Velocidad LANO' set to 10/100 Auto. At the bottom, the 'Umbral de LED de la señal' section shows LED1 (-94), LED2 (-80), LED3 (-73), and LED4 (-65) dBm.

9. En la sección de **SERVICIOS**, tenemos las siguientes opciones :
- En la opción *Ubiquiti Network Management System*, podemos hacer posible que nuestra antena pueda ser visible a través del software **UNMS**, el mismo que consta de un **url** y una **clave** para tener acceso.



- En la opción de *Guardián de ping*, podemos asignar con qué dirección podemos comprobar si existe comunicación entre los dos equipos, a que intervalo y a que retraso tramite los datos.

Guardián de ping

Guardián de ping: Activar

Dirección IP a Ping:

Intervalo ping: segundos

Retraso de inicio: segundos

Fallo en la cuenta de reinicio.:

Guardar información de soporte:

- En la opción de *Agente SNMP*, podemos configurar el tipo de comunidad, contado y ubicación del Protocolo simple de administración de red.

Agente SNMP

Agente SNMP: Activar

Comunidad SNMP:

Contacto:

Ubicación:

- En la opción de *Servidor Web* y *Servidor SSH*, podemos configurar con respecto a la interfaz de la red, es decir, en que puerto del servidor nos vamos a comunicar, el tiempo de espera de la sesión al ingresar a la antena, y modificar las claves autorizadas.

<p><u>Servidor web</u></p> <p>Servidor web: <input checked="" type="checkbox"/> Activar</p> <p>Conexión segura (HTTPS): <input checked="" type="checkbox"/> Activar</p> <p>Puerto del servidor seguro: <input type="text" value="443"/></p> <p>Puerto de servidor: <input type="text" value="80"/></p> <p>Tiempo de espera de la sesión: <input type="text" value="15"/> minutos</p>	<p><u>Servidor SSH</u></p> <p>Servidor SSH: <input checked="" type="checkbox"/> Activar</p> <p>Puerto de servidor: <input type="text" value="22"/></p> <p>Autenticación de contraseña: <input checked="" type="checkbox"/> Activar</p> <p>Claves autorizadas: <input type="button" value="Modificar..."/></p>
--	---

- En la opción de *Servidor Telnet* podemos ver con que puerto ingresamos mediante este medio, en este caso puerto 23, y *Servidor SSH*, modificar en cuanto al cliente NTP.

Servidor Telnet	Cliente NTP
Servidor Telnet: <input type="checkbox"/> Activar	Cliente NTP: <input type="checkbox"/> Activar
Puerto de servidor: <input type="text" value="23"/>	Servidor NTP: <input type="text" value="0.ubnt.pool.ntp.org"/>

- Por otro lado tenemos la opción DNS dinámica, el cual junto con registro del sistema son configuraciones que se dejan como vienen por fábrica.

DNS dinámica	Registro del sistema
DNS dinámica: <input type="checkbox"/> Activar	Registro del sistema: <input checked="" type="checkbox"/> Activar
Servicio: <input type="text" value="dyndns.org"/>	Registro remoto: <input type="checkbox"/> Activar
Nombre del host: <input type="text"/>	Dirección IP de registro remota: <input type="text"/>
Nombre de usuario: <input type="text"/>	Puerto de registro remoto: <input type="text" value="514"/>
Contraseña: <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Mostrar	Protocolo TCP: <input type="checkbox"/> Activar

10. En la sección de **SYSTEM**, tenemos las siguientes opciones:

- En la opción *Actualización de firmware* podemos actualizar la versión en la que trabaja la antena. O en todo caso podemos descargarla de la página de Ubiquiti, y una vez que esté en nuestra máquina cargarla al sistema.



- En la opción de *Dispositivo*, podemos modificar los datos de la antena, el idioma y el código de identificación de la Comisión Federal de Comunicaciones.

Dispositivo
Nombre de dispositivo: <input type="text" value="RECEPTOR1"/>
Idioma de la interfaz: <input type="text" value="Español"/>

- En la opción de *Ajustes de la fecha*, podemos modificar la fecha de nuestro dispositivo, como son la zona horaria y fecha de inicio.

Ajustes de la fecha
Zona horaria: <input type="text" value="(GMT) Western Europe T"/>
Fecha de inicio: <input type="checkbox"/> Activar
Fecha de inicio: <input type="text"/>

- En la opción *Cuentas del usuario del administrador* podemos configurar el nombre del usuario del administrador. En este caso como estamos configurando la primera antena colocamos como nombre del dispositivo **RECEPTOR1**.

Cuentas del sistema

Nombre de usuario del administrador: 🔑

Cuenta de solo lectura: Activar

De la misma forma, asignamos el nombre a las demás antenas receptoras

- En la opción *Varios* y *Ubicación* podemos seleccionar a que longitud y latitud estará ubicada la antena y si deseamos dejar activo el botón de reinicio en caso de que la antena presente problemas.

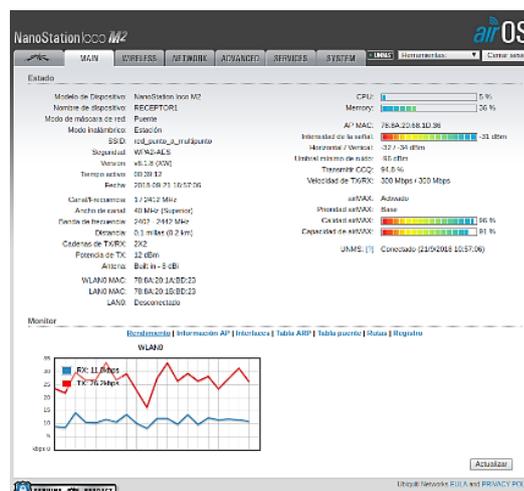
Varios	Ubicación
Botón de reinicio: <input type="checkbox"/> ? <input checked="" type="checkbox"/> Activar	
	Latitud: <input type="text"/>
	Longitud: <input type="text"/>

- En la opción de *Mantenimiento del dispositivo* y *Gestión de configuración* podemos modificar la información del soporte, la configuración de la copia de seguridad y del mismo modo cargarla al sistema o restablecer a los valores de fábrica.

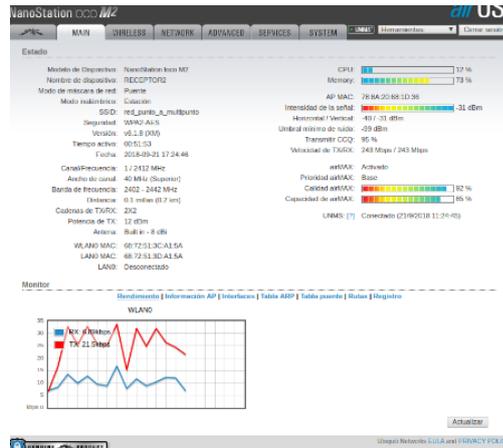
Mantenimiento del dispositivo	Gestión de configuración
Reiniciar dispositivo: <input type="button" value="Reiniciar..."/>	Configuración de la copia de seguridad: <input type="button" value="Descargando..."/>
Información de soporte: <input type="button" value="Descargando..."/>	Cargar configuración: <input type="button" value="Seleccionar archivo"/> No se eligió archivo
	Restablecer a los valores de fábrica: <input type="button" value="Restablecer..."/>

Una vez acabada la configuración del equipo tanto la antena emisora como las cuatro antenas receptoras, en la sección de **MAIN** podremos notar si están enlazadas.

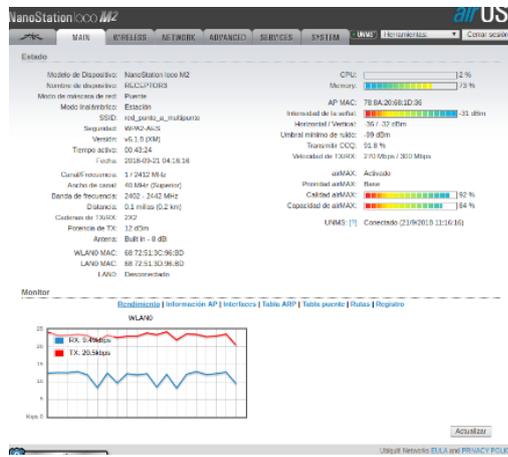
RECEPTOR 1



RECEPTOR2



RECEPTOR3



RECEPTOR4

