



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS WISP (WIRELESS
INTERNET SERVICEPROVIDER) UTILIZANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA DE
CAMBIUM NETWORKS.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Electrónicos con
mención en Telecomunicaciones

AUTORES: NICOLE ABIGAIL BELDUMA RENTERÍA
JEFFERSON GONZALO CHALACÁN RODRÍGUEZ

TUTOR: ING. CARLOS PEREZ MALDONADO, MSc

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

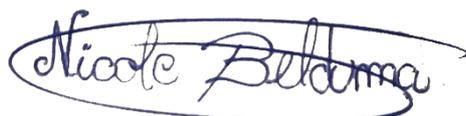
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Nicole Abigail Belduma Rentería con documento de identificación N° 0705506244 y Jefferson Gonzalo Chalacán Rodríguez con documento de identificación N° 0932029234; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 30 de agosto del año 2021

Atentamente,



Nicole Abigail Belduma Rentería
0705506244



Jefferson Gonzalo Chalacán Rodríguez
0932029234

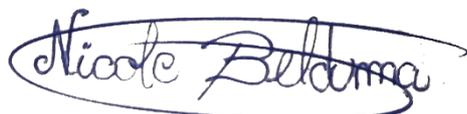
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Nicole Abigail Belduma Rentería con documento de identificación No. 0705506244 y Jefferson Gonzalo Chalacán Rodríguez con documento de identificación No.0932029234, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: "Diseño e implementación de un banco de pruebas de WISP (Wireless Internet Service Provider) utilizando tecnología inalámbrica de Cambium Networks", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Electrónicos con mención en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de agosto del año 2021

Atentamente,



Nicole Abigail Belduma Rentería
0705506244



Jefferson Gonzalo Chalacán Rodríguez
0932029234

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Luis Pérez Maldonado con documento de identificación N° 0913456851 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE WISP (WIRELESS INTERNET SERVICE PROVIDER) UTILIZANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA DE CAMBIUM NETWORKS” realizado por Nicole Abigail Belduma Rentería con documento de identificación N° 0705506244 y por Jefferson Gonzalo Chalacán Rodríguez con documento de identificación N° 0932029234, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyectos Técnicos que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de agosto del año 2021

Atentamente,



Ing. Carlos Luis Pérez Maldonado, MSc
0913456851

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico a Dios por permitirme cada día iniciar una meta y no desfallecer jamás, a los seres a quienes les debo la vida y que con su cariño, amor, ejemplo y dedicación me han forjado en esta vida mis padres Orlando Belduma y Betty Rentería, no pueden faltar aquellas personas que me han apoyado en mis metas mis hermanas que por ser la última siempre las tengo a mi lado Silvia, Estefanía y Lisseth, a mis sobrinas Noelia, Cindy y Aitanna.

Todos ustedes fueron necesarios para hoy alcanzar un peldaño más en mi vida profesional.

Nicole Belduma Rentería

Dedico el presente proyecto en primer lugar a Dios por darme la fortaleza y perseverancia necesaria para afrontar y superar los retos que se me presentaron a lo largo de mi vida y en toda mi carrera universitaria.

Una mención muy emotiva y especial a mis abuelitos, principalmente a María Audelia Péres Pauta, que se convirtió en mi madre, y a lo largo de mi vida me brindó todo su amor, apoyo incondicional y me inculcó valores para ser un hombre de bien y un gran profesional, sin duda alguna siempre ha sido mi motivación y gracias a ella he podido lograr este gran objetivo el cual estoy seguro la llenará de enorme felicidad.

A mi hermano Alex Maldonado, que se convirtió en alguien fundamental en mi vida, quién me guio durante mi formación universitaria y he visto en él un ejemplo a seguir, además agradecer el estar en momentos difíciles y no permitirme rendir jamás, es algo que siempre estará en mi mente y corazón.

A mi tía Clarisa, por su buen ejemplo de vida, y por brindarme su ayuda y consejos para tomar las mejores decisiones siempre con humildad, responsabilidad y disciplina.

Jefferson Chalacán Rodríguez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, los momentos de éxito y aquellos que me han permitido mejorar como ser humano.

A mi madre Betty Rentería, quien a pesar de los quebrantos en su salud me ha enseñado a jamás darme por vencida.

A mi Padre Orlando Belduma de quien he aprendido como debe ser un buen hombre y que el trabajo duro, honesto y la humildad abren las puertas de cualquier lugar.

A mi hermana Lisseth por ser como una segunda madre, por su apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria.

Agradezco de manera especial a nuestro tutor Ing. Carlos Pérez por la guía y el apoyo constante en la realización del presente trabajo.

Nicole Belduma Rentería

Dios, por haberme permitido llegar con éxito y salud a esta gran meta, a los miembros de mi familia a quienes llevo en mi corazón, siempre estuvieron conmigo a pesar de las dificultades y se esforzaron hasta verme cumplir el objetivo de ser ingeniero. A todos mis compañeros y amigos quienes compartieron conmigo el largo camino universitario.

A la prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana, autoridades y docentes por haber sido parte de mi formación humana, académica y profesional, mención especial al Ing. Carlos Pérez, como tutor del trabajo de titulación, agradecerle por la confianza depositada, por la orientación y apoyo brindado a lo largo del proyecto técnico.

Jefferson Chalacán Rodríguez

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	TUTOR DE PROYECTO DE TITULACION	TEMA DE PROYECTO DE TITULACION
2021	BELDUMA RENTERIA NICOLE ABIGAIL CHALACÁN RODRIGUEZ JEFFERSON GONZALO	ING. CARLOS PEREZ MALDONADO	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE WISP (WIRELESS INTERNET SERVICE PROVIDER) UTILIZANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA DE CAMBIUM NETWORKS

El acelerado impacto que tiene el Internet en la vida diaria de las personas obliga a que cada día estemos más conectados, muchos servicios, productos y tareas se ha digitalizado, esto obliga a que se busquen soluciones que permitan brindar accesibilidad a esta red mundial, especialmente en zonas rurales donde la falta de conectividad impone una barrera tecnológica; es allí donde el mercado de los WISP representa una oportunidad de solución para brindar cobertura a estas zonas sin necesidad de una infraestructura de cableado tradicional.

Debido a ello se vuelve fundamental para los futuros ingenieros en Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, obtener conocimientos para el despliegue de un Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico.

El presente proyecto técnico tiene como objetivo realizar el diseño e implementación de un banco de pruebas de WISP utilizando tecnología inalámbrica de Cambium Networks, con la finalidad de proporcionar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones conocimientos teóricos y prácticos sobre las configuraciones y funcionalidades que requiere un proveedor para administrar y monitorear una red inalámbrica de internet a través de la interacción con equipos reales y un conjunto de prácticas de laboratorio.

El banco de pruebas se encuentra conformado por seis antenas marca Cambium Networks ePMP Force 130 de 5 GHz, las cuales son utilizadas en modo AP o CPE con sus respectivos adaptadores PoE que proveen energía y transmisión de datos, además la interconexión de los usuarios finales con la red de datos del proveedor inalámbrico se realiza con seis routers de banda dual Archer C54, con base en los equipos se ha considerado un rack principal protegido por un sistema de redundancia eléctrica a través de un UPS.

Finalmente, el proyecto cuenta con funciones de administración y monitoreo de redes inalámbricas utilizando la plataforma centralizada en la nube cnMaestro.

PALABRAS CLAVES: *WISP, Cambium Networks, Telecomunicaciones, Antenas, cnMaestro.*

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DEGREE PROJECT TUTOR	DEGREE PROJECT TOPIC
2021	BELDUMA RENTERIA NICOLE ABIGAIL CHALACÁN RODRIGUEZ JEFFERSON GONZALO	ENG. CARLOS PEREZ MALDONADO	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WISP (WIRELESS INTERNET SERVICE PROVIDER) TEST BENCH BY USING CAMBIUM NETWORKS WIRELESS TECHNOLOGY

The accelerated impact that the Internet has on people's daily lives, forces us to be more connected every day, many services, products, and tasks have been digitized, and to seek solutions that provide accessibility to this global network, especially in rural areas where the lack of connectivity imposes a technological barrier. This is where the WISP market represents a solution opportunity to provide coverage to these areas without the need for a traditional cabling infrastructure.

Due to this, it becomes essential for future telecommunications engineers of the Universidad Politécnica Salesiana, located in Guayaquil city, to obtain knowledge for the deployment of a Wireless Internet Service Provider

The objective of this technical project is to carry out the design and implementation of a WISP test bench using Cambium Networks wireless technology, in order to provide students of the Telecommunications Engineering Major with theoretical and practical knowledge about configurations and functionalities that requires a provider to manage and monitor a wireless internet network through interaction with real equipment and a set of labs.

The test bench consists of six Cambium Networks ePMP Force 130 5 GHz antennas, which are used in AP or CPE mode with their respective PoE adapters that provide power and data transmission. In addition, the interconnection of end users with the network data from the wireless provider is carried out with six Archer C54 dual-band routers, based on the equipment, a main rack protected by an electrical redundancy system through a UPS has been considered.

Finally, the project has management and monitoring functions for wireless networks using the centralized cloud platform cnMaestro.

KEY WORDS: *WISP, Cambium Networks, Telecommunications, Antennas, cnMaestro.*

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITPECNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema (Antecedentes).....	2
1.2 Delimitación.....	2
1.2.1 Temporal	2
1.2.2 Espacial.....	2
1.2.3 Académica.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Hipótesis.....	3
1.6 Metodología.....	3
1.6.1 Métodos de investigación.	3
1.6.2 Método Experimental.....	4
1.7 Técnica.	4
1.7.1 Técnica de campo	4
1.7.2 Técnica Documental.....	4
1.7.3 Instrumentos de Investigación y Recolección de datos.....	4
1.8 Descripción de la Propuesta	4
1.9 Beneficiarios.....	5
1.10 Impacto.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Redes inalámbricas.....	5
2.1.1 Introducción a las redes y comunicaciones inalámbricas.....	5
2.1.2 Clasificación de las redes inalámbricas	6
2.1.3 Ventajas y desventajas de redes inalámbricas	17
2.1.4 Requisitos básicos de una red inalámbrica.....	18
2.1.5 Infraestructura y elementos de una red inalámbrica	19
2.2 Wi-Fi.....	21

2.2.1	Estándares Wi-Fi.....	21
2.3	Proveedor de servicios de internet (ISP).....	23
2.3.1	Definición.....	23
2.3.2	Niveles de un ISP.....	24
2.4	Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP).....	24
2.4.1	Definición.....	24
2.4.2	Infraestructura básica de un WISP.....	25
2.5	Tipos de Enlaces Inalámbricos.....	26
2.5.1	Enlace Punto a Punto (PTP).....	26
2.5.2	Enlace Punto a Multipunto (PMTP).....	27
2.6	Frecuencias de Operación.....	28
2.6.1	Espectro de Frecuencias.....	28
2.7	Generalidades sobre antenas.....	30
2.7.1	Antena.....	30
2.7.2	Características técnicas de una antena.....	30
2.7.3	Tipos de antenas.....	31
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	33
3.1	Antena Cambium Networks ePMP Force 130.....	35
3.1.2	ePMP Force 130 5 GHz especificaciones físicas y ambientales.....	35
3.1.3	Montaje del módulo ePMP Force 130.....	36
3.1.4	ePMP Force 130 - Interfaces.....	36
3.1.5	ePMP Force 130 – Leds indicadores.....	37
3.2	Router Wi-Fi Dual – Band AC 1200 Archer C54.....	37
3.2.1	Velocidad.....	39
3.2.2	Beamforming.....	39
3.3	Administrador de redes inalámbricas cnMaestro.....	40
3.4	UPS Forza NT- 511.....	42
3.5	Rack Beaucoup 3ur.....	43
3.6	Cable de red con conector RJ-45 Cat – 6.....	44
3.7	Mástiles.....	44
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	46
4.1	IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	46
4.2	GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	50
4.2.1	Práctica #1: Acceso al software de gestión y configuración de dispositivos Cambium Networks ePMP.....	51
4.2.2	Práctica #2: Configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.....	52
4.2.3	Práctica #3: Función Analizador de Espectro dentro del módulo ePMP Force 130.....	53

4.2.4	Práctica #4: Simulación de enlaces inalámbricos usando LINKPlanner de Cambium Networks.....	54
4.2.5	Práctica #5: Configuración de enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130.	55
4.2.6	Práctica #6: Configuración de enlace Punto a Multipunto (PtMP) usando equipos ePMP Force 130.....	56
4.2.7	Práctica #7: Incorporación de equipos ePMP a la plataforma cnMaestro..	57
4.2.8	Práctica #8: Creación de una red de administración y configuración de WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro.	58
4.2.9	Práctica #9: Creación de Perfiles MIR (Maximum Information Rate) para la administración de ancho de banda de los Suscriptores conectados al AP.	59
4.2.10	Práctica #10: Administración y monitoreo de equipos Cambium Networks con la plataforma cnMaestro.	60
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1	CONCLUSIONES.....	61
5.2	RECOMENDACIONES.....	61
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	ANEXOS	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa entre las versiones de radio Bluetooth.....	11
Tabla 2. Comparación de los protocolos Bluetooth, UWB, Zigbee y Wi-Fi.....	13
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las redes inalámbricas.....	17
Tabla 4. Componentes y sus funciones dentro del desarrollo del proyecto.....	34
Tabla 5. Especificaciones técnicas del módulo suscriptor ePMP Force 130.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Comunicaciones inalámbricas con tecnologías Wi-Fi 6 y 5G	6
Figura 2.	Visión de INTEL y uso de la tecnología HomeRF.....	8
Figura 3.	IrDA 3 click, dispositivo transceptor de infrarrojos	8
Figura 4.	Diferentes formas de etiquetas o antenas RFID.....	9
Figura 5.	Chip U1 de Apple desarrollado con tecnología UWB.	10
Figura 6.	Tecnología Bluetooth	10
Figura 7.	Características de Zigbee	12
Figura 8.	Reenvío intra e inter HIPERLAN entre dos HIPERLAN diferentes	14
Figura 9.	Principales beneficios del Wi-Fi.....	15
Figura 10.	Escenarios donde funciona WiMAX	16
Figura 11.	Las redes WWAN parte fundamental para las ciudades inteligentes....	16
Figura 12.	Router Wi-Fi 5 Linksys Doble Banda AC1000	20
Figura 13.	Switch no gestionable TP-Link L-SG1008D con 8 puertos Gigabit.	20
Figura 14.	Switch Gestionable TP -Link Gigabit de 28 puertos.....	20
Figura 15.	Arquitectura de Red (Firewall).....	21
Figura 16.	Diferencias entre los estándares Wi-Fi y sus velocidades de datos	23
Figura 17.	Infraestructura básica de un WISP	26
Figura 18.	Enlace punto a punto (PTP)	27
Figura 19.	Conexión inalámbrica punto a multipunto (PTMP).....	27
Figura 20.	División del Espectro Electromagnético	28
Figura 21.	Atribución de frecuencia del espectro radioeléctrico el mundo	29
Figura 22.	Antena ePMP Force 425	30
Figura 23.	Antena omnidireccional de 900 MHz.	32
Figura 24.	Antena direccional Cambium Networks.	32
Figura 25.	Antenas sectoriales MIMO 2X2 marca Mimosas Networks	33
Figura 26.	Esquema de solución propuesta	34
Figura 27.	Módulo suscriptor ePMP Force 130.	35
Figura 28.	Montaje del módulo Force 130.	36
Figura 29.	Interfaces ePMP Force 130.....	36
Figura 30.	Funcionamiento de leds de un módulo ePMP Force 130.	37
Figura 31.	Router TP-Link AC1200 – Archer C54, leds indicadores.	37
Figura 32.	Tecnología MU-MIMO.....	38
Figura 33.	Dimensiones del router TP-Link AC1200 – Archer C54.....	38
Figura 34.	Funcionamiento de la tecnología beamforming.	39
Figura 35.	Diagrama del router en modo enrutador.....	39
Figura 36.	Diagrama del router en modo punto de acceso.....	40
Figura 37.	Diagrama del router en modo extensor de rango.	40
Figura 38.	Servicios de cnMaestro.....	41
Figura 39.	Vista general de la plataforma cnMaestro	42
Figura 40.	Suma de potencias entre los equipos Cambium Networks y TP-Link. ...	43
Figura 41.	Partes que conforman el rack Beaucoup 3ur.....	43
Figura 42.	Cable de red Ethernet categoría 6.	44
Figura 43.	Características del mástil tipo “Trípode” para antenas.	45
Figura 44.	Montaje de antenas.....	46
Figura 45.	Router Tp-Link Archer C54	46
Figura 46.	Rack Beaucoup 3ur.....	47
Figura 47.	Infraestructura de rack armada	47
Figura 48.	UPS para protección de equipos.....	48
Figura 49.	Forma en que se configuraron los equipos AP y CPE.....	48
Figura 50.	Resultado final de la implementación del banco de pruebas.	49
Figura 51.	Dashboard final de cnMaestro.....	49

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Manual De Procedimientos De Práctica

ANEXO B: Hoja de especificaciones técnicas equipo ePMP Force 130

ANEXO C: Hoja de especificaciones técnicas Router Wi-Fi Dual – Band AC 1200
Archer C54

ANEXO D: Hoja de especificaciones técnicas de UPS NT-511- NT-511D

ANEXO E: Hoja de especificaciones técnicas Rack Beaucoup

INTRODUCCIÓN

Contar con acceso a Internet se ha vuelto fundamental en la vida de las personas, debido a que la mayoría de las actividades cotidianas que realizan están relacionadas con el Internet, sin duda disminuir la brecha digital es uno de los mayores desafíos que tienen muchos países, especialmente en zonas rurales de difícil acceso donde existe escasa infraestructura, así como elevados costos para el despliegue de una red cableada, las soluciones WISP juegan un papel fundamental ofreciendo conectividad a internet de forma confiable y rentable, administrando redes con hasta miles de suscriptores

Es por ello, que el presente proyecto técnico denominado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE WISP (WIRELESS INTERNET SERVICE PROVIDER) UTILIZANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA DE CAMBIUM NETWORKS”, se desarrolló con la finalidad de proporcionar a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones experiencia técnica sobre los componentes y funcionalidades que conforman un WISP, permitiendo a los estudiantes complementar el conocimiento teórico con la práctica para ser más competitivos en el ámbito laboral sobre un tema altamente demandado en la actualidad como es la conexión a Internet a través de medios inalámbricos, que se puede implementar de manera más ágil.

En el capítulo uno se expone la problemática existente, los objetivos a desarrollar, metodología, beneficiarios, entre otros.

En el capítulo dos, se analizan conceptos básicos tales como: redes y comunicaciones inalámbricas de Internet, infraestructura requerida para el diseño del WISP, conceptos de antenas, entre otros.

En el capítulo tres se muestran las características técnicas de cada uno de los equipos a utilizar para la implementación del proyecto.

En el capítulo cuatro se detallan las fases del desarrollo del banco de pruebas y la elaboración de prácticas de laboratorio.

En el capítulo cinco se redactan las conclusiones y recomendaciones al cumplir con los objetivos planteados del proyecto.

1. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema (Antecedentes).

Se establece que en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil; los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones no cuentan con módulos ni manuales de prácticas de laboratorio que les permitan conocer de forma detallada los componentes y funcionalidades que conforman un WISP (Wireless Internet Service Provider ó Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico), dando como resultado que los futuros ingenieros obtengan una experiencia mínima sobre este tema, que hoy en día tiene una alta demanda en el mercado de las telecomunicaciones ocasionado por la necesidad de conexión a internet que tienen las personas y poblaciones en cualquier momento desde cualquier lugar.

Debido a ello, se plantea el Diseño e implementación de un banco de pruebas de WISP utilizando tecnología inalámbrica de Cambium Networks y de esta forma experimentar y afianzar con la práctica lo aprendido teóricamente en las aulas.

1.2 Delimitación.

1.2.1 Temporal

El diseño e implementación de este proyecto se realizó entre diciembre del 2020 y agosto del 2021.

1.2.2 Espacial

El diseño y la implementación del proyecto, por motivos de seguridad mundial debido a la pandemia (COVID-19) se desarrolló en la Urbanización Villa España Valencia Mz.2305 Villa 14, el banco de pruebas será entregado en el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, concretamente en el Campus Centenario que se encuentra ubicado en Chambers 227 y 5 de junio.

1.2.3 Académica

En la elaboración de este proyecto investigativo se cumplió con los lineamientos establecidos por la UPS para proyectos de titulación. De igual forma se llevarán los conocimientos teóricos y prácticos de las materias como: Redes de comunicaciones, Medios de transmisión, Propagación, Antenas, Teoría Electromagnética I y II, Redes de computadoras I y II para realizar el diseño e implementación de un banco de pruebas de WISP.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un banco de pruebas de WISP (Wireless Internet Service Provider) utilizando tecnología inalámbrica de Cambium Networks.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar la infraestructura necesaria para implementar un WISP para el laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.
- Implementar servidor de monitoreo para el WISP.
- Configurar sistema de redundancia eléctrica mediante UPS para el WISP.
- Desarrollar un conjunto de diez prácticas de laboratorio para ser aplicadas por estudiantes y docentes como herramienta de enseñanza-aprendizaje.

1.4 Justificación

El diseño e implementación que propone este proyecto se genera debido a que los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil de la carrera de Telecomunicaciones deben contar con sofisticados laboratorios que permitan interrelacionar el conocimiento teórico con el práctico sobre temas que son altamente demandados en la actualidad en el mercado laboral como son los proveedores de Internet.

En esta época regida por la globalización y en la cual están inmersos los futuros ingenieros y personas interesadas en el área de las Telecomunicaciones, se vuelve indispensable el manejo de tecnologías de comunicación que permitan que más personas tengan conectividad a internet dando como resultado disminuir la brecha digital, creando en la sociedad oportunidades de contribuir al desarrollo sostenido y sustentable de nuestro país.

Por lo expuesto, este trabajo investigativo es de vital importancia ya que tiene un impacto educativo- formativo en los estudiantes salesianos.

1.5 Hipótesis

Mediante la incorporación de un banco de pruebas de WISP en el laboratorio de Telecomunicaciones utilizando tecnología inalámbrica de Cambium Networks, se permitirá por medio de un conjunto de prácticas interactuar con equipos reales y relacionarse con las múltiples características, componentes, configuraciones y funcionalidades que requiere un proveedor para administrar y monitorear una red inalámbrica de internet.

Asimismo, este proyecto será utilizado como una herramienta pedagógica-práctica por los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, para desarrollar las habilidades y destrezas que necesita un profesional en el área.

1.6 Metodología

1.6.1 Métodos de investigación.

La metodología del proyecto usará un enfoque cualitativo debido a que se pretende solucionar la necesidad que tienen los estudiantes de realizar prácticas de telecomunicaciones con equipos reales y un enfoque cuantitativo porque se empleará soluciones y herramientas técnicas de telecomunicaciones.

1.6.2 Método Experimental

Se tomó el método Experimental puesto que se estudiará la aplicación y funcionamiento de los diversos equipos y materiales necesarios para realizar el diseño e implementación de un WISP.

1.7 Técnica.

Con lo anteriormente expuesto, a continuación, se detalla las técnicas utilizadas durante el transcurso del proyecto de titulación, tales como:

1.7.1 Técnica de campo

Por medio de la implementación práctica en el laboratorio de Telecomunicaciones del banco de pruebas WISP para administrar y monitorear una red inalámbrica de internet.

1.7.2 Técnica Documental.

Mediante el estudio, análisis y recopilación de información de diferentes fuentes primarias y secundarias que aportaron en conjunto con los conocimientos adquiridos en telecomunicaciones y las diversas áreas vinculadas. Por lo consiguiente se configurarán los equipos para su correcto funcionamiento.

1.7.3 Instrumentos de Investigación y Recolección de datos

Para la ejecución del proyecto se aplicaron varios instrumentos que permitieron tratar de manera adecuada las diversas opciones y especificaciones para una correcta configuración de los equipos para su funcionamiento y monitorización.

Los instrumentos para la recopilación de datos que ayudaron con la investigación fueron los siguientes:

- Revisión Bibliográfica
- Experimentación con los equipos Cambium Networks.

1.8 Descripción de la Propuesta

La propuesta de solución de este proyecto se basa en diseñar un banco de pruebas de WISP que cumpla con todos los requerimientos técnicos necesarios para las configuraciones que requiere un ISP para administrar y monitorear una red inalámbrica de internet.

De igual manera se realizará el dimensionamiento de los equipos para la respectiva implementación empleando la tecnología ofrecida por la marca Cambium Networks.

Por otra parte, se realizarán en total diez prácticas de laboratorio de manera que los estudiantes y docentes de la carrera puedan desarrollarlos durante las jornadas académicas.

1.9 Beneficiarios.

Una vez finalizada la investigación e implementación del proyecto se beneficiará a los estudiantes que cursen asignaturas de especialidad de la carrera de Telecomunicaciones, de modo que se refuercen los conocimientos teóricos con la práctica, obteniendo como resultado mayor conocimiento sobre la infraestructura de WISP.

1.10 Impacto

Actualmente, contar con conectividad a Internet es de vital importancia en la vida de las personas y en el desarrollo de un país, esto se vuelve un motivo importante para generar este proyecto, puesto que permite a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones incrementar sus conocimientos en la administración de redes de internet y adoptar nuevas competencias que vayan acorde con los exigencias del mercado laboral nacional, y también internacional, además cooperar efectivamente en el desarrollo del país, ya que la presencia y el éxito de los WISP está dirigido a países en vías de desarrollo, convirtiéndose en el modelo más efectivo conocido hasta ahora permitiendo reducir la brecha digital, evidenciando más resultados concretos de conectividad a zonas donde no llegan las grandes empresas de telecomunicaciones.

2. MARCO TEÓRICO

Para comprender de mejor manera el funcionamiento de un WISP y lo que hay detrás de esta tecnología es necesario abarcar conceptos que van relacionados con el tema central de este trabajo, a continuación, se describen varias definiciones que son la base para realizar el diseño, desarrollo e implementación de este proyecto.

2.1 Redes inalámbricas

2.1.1 Introducción a las redes y comunicaciones inalámbricas

Una red inalámbrica es un sistema de comunicaciones que no requiere de un medio físico como un par de alambres metálicos, cable coaxial o fibra óptica para el envío y recepción de información como por ejemplo voz, video, datos; sino que utiliza el espectro radioeléctrico para compartir información entre los diversos dispositivos y usuarios.

Las redes y comunicaciones inalámbricas han contribuido desde hace varios años a mantener conectados y comunicados a miles de millones de personas ya sean con las redes telefónicas móviles, Internet móvil, tecnologías y estándares inalámbricos. Ésta tendencia de la hiperconectividad seguirá en auge debido a la aparición y desarrollo constante de sistemas IoT (Internet of Things) que ya no es una idea futurista sino que se ejecuta actualmente y permite una mayor interacción de las personas con los objetos debido a su conexión con internet, de la misma manera la quinta generación de tecnología móvil 5G disminuirá considerablemente la latencia y el retardo, aumentará las velocidades de conexión , dando como resultado un incremento muy importante en el número de los dispositivos conectados a la red.

Un factor relevante que permite que exista una enorme cantidad de dispositivos y usuarios conectados a internet, es que las redes inalámbricas más utilizadas emplean bandas de frecuencias no licenciadas, esto significa que no

necesitan de un permiso especial por parte de las autoridades o del ente regulador de las telecomunicaciones presente en cada nación, las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz son bandas de libre utilización a nivel mundial, que pueden variar en su uso y restricciones dependiendo de cada país.

El impacto de los dispositivos inalámbricos es fácilmente perceptible y están extremadamente ligados a nuestras actividades cotidianas. Los teléfonos inteligentes y las tabletas que cuentan con Wi-Fi acompañan a la gente a casi todas partes. Escuchamos la radio en buses y autos, disfrutamos de programas de televisión en casa, viajamos con seguridad por todo el mundo, manteniéndonos conectados gracias a los sistemas de comunicación inalámbricos terrestres. En los últimos años, la demanda de servicios inalámbricos por parte de los consumidores ha aumentado exponencialmente, dando lugar a un crecimiento asombroso de las redes y los dispositivos, aportando grandes beneficios a las economías. [1]

En consecuencia, la forma en que la sociedad interactúa y se comunica ha cambiado radicalmente a nivel mundial, por la razón de que las comunicaciones inalámbricas han desplazado notablemente a las redes de comunicaciones fijas tradicionales, esto no significa que las haya reemplazado totalmente, sino que se presentan como una gran alternativa y solución a muchas dificultades en el ámbito de las comunicaciones de las poblaciones y también en las diferentes industrias y sectores económicos, sus principales fortalezas van desde el precio hasta la facilidad de su implementación, dando como resultado una mayor productividad, innovación, optimización de procesos, mejor gestión de recursos y una combinación importante con procesos tecnológicos, dispositivos y servicios que son cómodos de manejar y aplicar en menor o mayor escala.

2.1.2 Clasificación de las redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se clasifican concretamente en cuatro grupos bajo los criterios de: área de implementación y el alcance de la señal. Dentro del criterio de alcance de la señal, las redes inalámbricas se subdividen en: redes inalámbricas de corto y mediano alcance y redes inalámbricas de largo alcance.

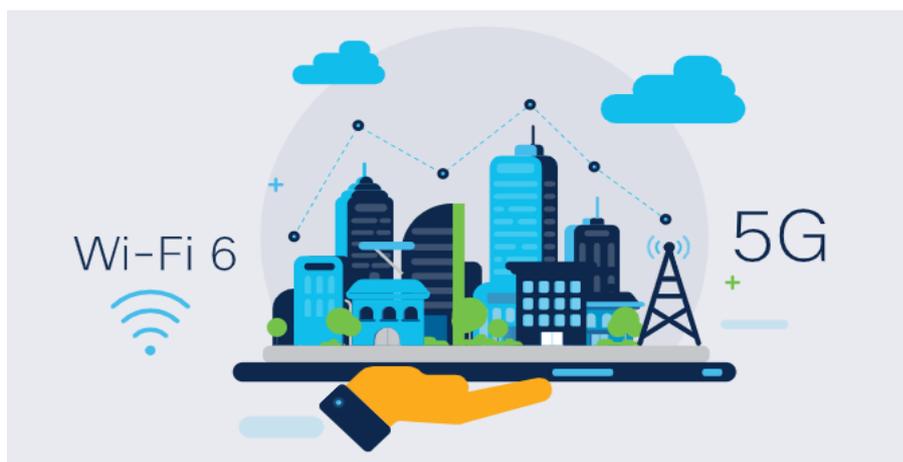


Figura 1. Comunicaciones inalámbricas con tecnologías Wi-Fi 6 y 5G. [30]

2.1.2.1 Redes inalámbricas de corto y mediano alcance

Se tratan de redes incluidas dentro de un área geográfica limitada. Tal es el caso de las redes inalámbricas de área personal (WPAN) donde los múltiples dispositivos necesitan estar muy cerca entre sí para comunicarse, y las redes inalámbricas de área local (WLAN), que puede abarcar distintas áreas de cobertura como entidades corporativas, instituciones escolares y universitarias, fábricas o casas. [2]

2.1.2.2 Redes inalámbricas de largo alcance

El objetivo de las redes de largo alcance es brindar cobertura inalámbrica a nivel mundial, este tipo de redes comprenden grandes áreas geográficas, son redes mucho más complejas que las de corto alcance, por temas de distancia, cobertura, transmisión de datos, equipos, entre otros. Por ejemplo: la red inalámbrica de área metropolitana (WMAN), cubre una ciudad, una provincia, o un país entero.

La red de largo alcance más común es la red inalámbrica de área amplia (WWAN) que es empleada cuando se requiere una verdadera cobertura global, dentro de este marco las redes de satélites son muy bien utilizadas. [2]

2.1.2.3 Redes inalámbricas de área personal (WPAN)

WPAN se utilizan para transmitir información a distancias cortas (aproximadamente 10 metros) entre un grupo íntimo y privado de dispositivos participantes. La conexión realizada a través de una WPAN implica poca o ninguna infraestructura o conectividad directa con el mundo fuera del enlace. Esto permite que sean pequeños, económicos y de bajo consumo apareciendo como soluciones a implementar para una amplia gama de dispositivos. Varios ejemplos de este tipo de dispositivos son: mouses, teclados, audífonos, cámaras, celulares, controles, impresoras, parlantes, entre otros. [3]

Las WPAN se basan en tecnologías como: HomeRF, IRDA, RFID, UWB, Bluetooth, Zigbee.

- **HomeRF:**

A finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, internet era una realidad a nivel mundial, en esos tiempos los usuarios conectaban sus computadoras personales a puertos Ethernet, por lo que compañías de tecnología ya trabajaban en nuevas tecnologías que cubran la necesidad de contar con equipos cuyo medio de transmisión no sean los cables, sino que permitan movilidad y mayor comodidad a los usuarios.

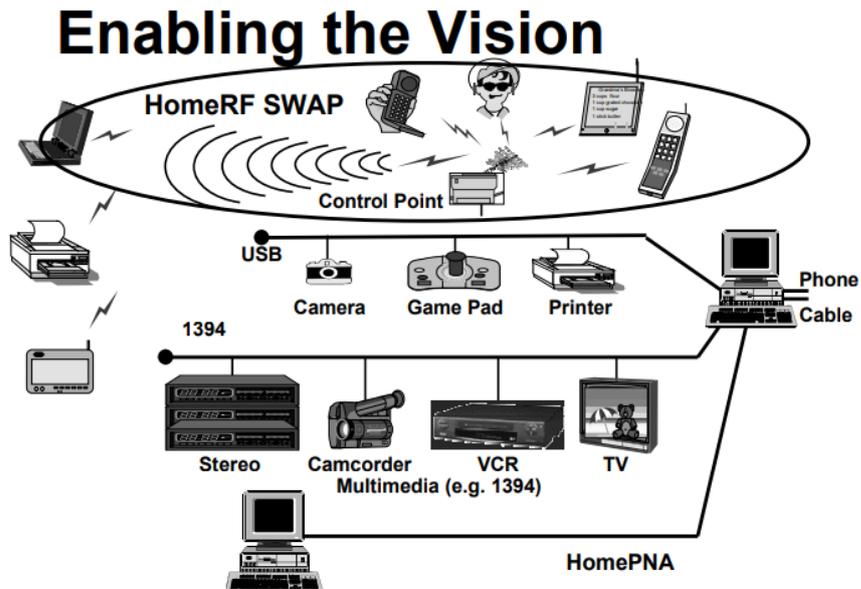


Figura 2. Visión de INTEL y uso de la tecnología HomeRF [31]

Este estándar no estaba orientado a nivel corporativo sino a nivel de hogar, la tecnología lograba una buena calidad de servicio, un notable rendimiento frente a las interferencias y velocidades de 0.8, 1.6, 5 y hasta 10 Mbps ideal para trabajar dentro de casa, hoy ya no existe debido a que el grupo que lo desarrollaba se disolvió en el año 2003.

- **IrDA:**

La IrDA o Asociación de Datos por Infrarrojos en español, detalla un conjunto de estándares para proporcionar conectividad inalámbrica por infrarrojos, diseñados para la transferencia de datos ad-hoc de bajo consumo de energía, costos reducidos, punto a punto, con un ángulo estrecho menor a 30 grados, creado para operar con distancias de hasta 1 metro y a velocidades de 9.6 Kbps a 4 Mbps en la actualidad, se encuentra en desarrollo una versión para que IRDA alcance los 16 Mbps. Ejemplos de dispositivos que usan IrDA son portátiles, PDAs, controles remotos, cámaras e impresoras. [2]



Figura 3. IrDA 3 click, dispositivo transceptor de infrarrojos. [32]

Desarrollado por el grupo de trabajo IEEE 802.15.4f con la finalidad de definir nuevas capas físicas inalámbricas y mejoras necesarias para la identificación por frecuencia o RFID bidireccional, el funcionamiento es realmente sencillo se realiza entre un lector y un receptor, el receptor envía una señal continua dentro de un rango de operación definido, una etiqueta entra en contacto con el receptor y automáticamente transmite datos que el lector analiza e interpreta según esté programado.

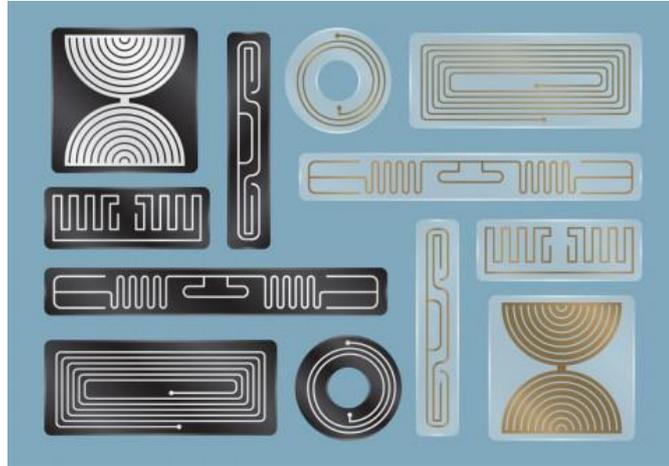


Figura 4. Diferentes formas de etiquetas o antenas RFID. [33]

Esta tecnología tiene múltiples campos de acción, al ser de bajo costo se utiliza comúnmente contra el robo, se colocan etiquetas en distintos artículos y funciona satisfactoriamente en almacenes, fabricas, bodegas, bibliotecas, hasta en los collares de mascotas. Comparado a un código de barras, pero puede ser el sustituto ideal de éstos por su funcionalidad con ondas de radio, alcance y rapidez.

- **UWB**

UWB es una tecnología para radiocomunicaciones de corto alcance ideal para interiores en la que interviene la generación y transmisión intencionadas de energía de radiofrecuencia dispersa a lo largo de una gama de frecuencias asignadas a servicios de comunicación por ondas de radio, posee velocidades de datos superiores a 100 Mbps pudiendo llegar hasta los 480 Mbps, lo que puede cubrir sin problema la mayoría de aplicaciones, como la entrega de audio y video en redes domésticas, sistemas de detección de intrusos, geolocalización, casas y edificios inteligentes, entre otros.



Figura 5. Chip U1 de Apple desarrollado con tecnología UWB. [34]

Aunque la mayoría de los dispositivos que utilizan la tecnología UWB funcionan con una potencia muy reducida, las múltiples aplicaciones posibles de dicha tecnología pueden traducirse en una gran densidad de dispositivos UWB en ciertos entornos tales como los de oficinas principales y centros empresariales. [4]

- **Bluetooth:**

Bluetooth, conocido también como el estándar IEEE 802.15.1, es una especificación tecnológica que se basa en un sistema de radio inalámbrico sencillo y robusto diseñado para dispositivos económicos y de corto alcance, en sus inicios fue creado para reemplazar cables de periféricos de computadora, como ratones, teclados, joysticks e impresoras. En Bluetooth se definen dos topologías de conectividad: la piconet y la scatternet. [5]



Figura 6. Tecnología Bluetooth. [6]

Los dispositivos que tienen integrada esta tecnología se clasifican en tres diferentes grupos según su potencia de transmisión y su área de cobertura efectiva.

- Clase 1: Posee un rango de unos 100 metros con una potencia de consumo de 100 mW.
- Clase 2: Posee un rango de unos 20 metros con una potencia de consumo de 2.5 mW.
- Clase 3: Con un rango de hasta 1 metro con una potencia de consumo de 1 mW.

	Bluetooth de baja energía (LE)	Bluetooth clásico
Banda de frecuencia	Banda ISM de 2,4 GHz (2.402 - 2.480 GHz utilizados)	Banda ISM de 2,4 GHz (2.402 - 2.480 GHz utilizados)
Canales	40 canales con espaciado de 2 MHz (3 canales publicitarios / 37 canales de datos)	79 canales con espaciado de 1 MHz
Uso del canal	Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)	Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)
Modulación	GFSK	GFSK, $\pi / 4$ DQPSK, 8DPSK
Consumo de energía	~ 0.01x a 0.5x de referencia (dependiendo del caso de uso)	1 (valor de referencia)
Velocidad de datos	PHY LE 2M: 2 Mb / s PHY LE 1M: 1 Mb / s PHY codificado LE (S = 2): 500 Kbps PHY codificado LE (S = 8): 125 Kbps	EDR PHY (8DPSK): 3 Mbps EDR PHY ($\pi / 4$ DQPSK): 2 Mbps BR PHY (GFSK): 1 Mbps
Potencia máxima de transmisión	Clase 1: 100 mW (+20 dBm) Clase 1,5: 10 mW (+10 dBm) Clase 2: 2,5 mW (+4 dBm) Clase 3: 1 mW (0 dBm)	Clase 1: 100 mW (+20 dBm) Clase 2: 2,5 mW (+4 dBm) Clase 3: 1 mW (0 dBm)
Topologías de red	Punto a punto (incluido piconet) Broadcast Mesh	Punto a punto (incluido piconet)

Tabla 1. Comparativa entre las versiones de radio Bluetooth. [6]
Elaborado por: Autores

- **Zigbee:**

Es una tecnología que está basada sobre el estándar IEEE 802.15.4, define especificaciones para WPAN de baja velocidad (LR-WPAN) permitiendo dispositivos simples que consumen energía mínima y normalmente operan en el espacio operativo personal (POS) de 10 m.

Entre las principales características de este standard, están la auto organización, multi-hop, y una red de malla confiable con una batería de larga duración. Dos tipos de dispositivos diferentes pueden participar en una red LR-WPAN: uno de funcionalidad completa (FFD) y uno de funcionalidad reducida (RFD). [5]

- El FFD o nodo activo puede operar en tres modos sirviendo como coordinador PAN, coordinador o dispositivo, puede hablar con RFD u otros FFD.
- Un RFD o nodo pasivo está diseñado para aplicaciones que son extremadamente simples, solo pueden asociarse con un solo FFD a la vez. [5]

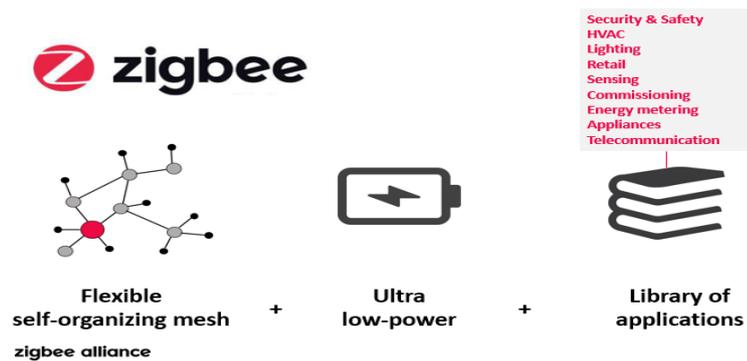


Figura 7. Características de Zigbee. [35]

2.1.2.4 Resumen de redes inalámbricas de área personal

Standard	Bluetooth	UWB	Zigbee	Wi-Fi
Nomenclatura IEEE	802.15.1	802.15.3a	802.15.4	802.11a/b/g, n,ac,ax
Banda de frecuencia	2.4GHz	3.1-10.6 GHz	868/915 MHz; 2.4 GHz	2.4 GHz; 5 GHz
Tasa máxima de señal	1 Mb/s	110Mb/s	250kb/s	54Mb/s
Rango nominal	10 m	10 m	10-100 m	100 m
Potencia nominal TX	0 - 10 dBm	-41.3 dBm/MHz	(-25) - 0 dBm	15 - 20 dBm
Número de canales RF	79	(1-15)	1/10;16	14(2.4GHz)
Ancho de banda de canal	1MHz	500MHz-7.5GHz	0.3/0.6 MHz; 2 MHz	22MHz
Tipo de modulación	GFSK	QPSK, BPSK	BPSK (+ ASK), O-QPSK	BPSK, QPSK COFDM, CCK, M QAM
Extensión	FHSS	DS-UWB, MB-OFDM	DSSS	DSSS, CCK, OFDM
Mecanismo de coexistencia	Adaptive freq. hopping	Adaptive freq. hopping	Dynamic freq. selection	Dynamic freq. selection transmit power control (802.11h)
Celda básica	Piconet	Piconet	Star	BSS
Extensión de la celda básica	Scatternet	Peer-peer	Cluster tree mesh	ESS
Número máximo de nodos celulares	8	8	> 65000	2007
Protección de datos	16-bit CRC	32-bit CRC	16-bit CRC	32-bit CRC

Tabla 2. Comparación de los protocolos Bluetooth, UWB, Zigbee y Wi-Fi. [5]
Elaborado por: Autores.

2.1.2.5 Redes inalámbricas de área local (WLAN)

Permite a los usuarios en un área local, como una universidad campus o biblioteca, formar una red u obtener acceso a la Internet, posibilita a los usuarios o clientes tener una movilidad considerable ya que no requieren de cables para mantenerse en red. Los dispositivos que normalmente utilizan WLAN's son los que tienen una plataforma más robusta y abastecimiento de potencia como son las computadoras de escritorio, laptops, servidores. [3]

Las tecnologías empleadas en esta red son HIPERLAN y WIFI, siendo ésta última la que tiene más alta demanda a nivel mundial.

- HIPERLAN:

Creado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), el protocolo de Alto Rendimiento de Radio LAN fue surgió como una alternativa para el estándar IEEE 802.11 cuyo objetivo era brindar una mayor velocidad de transferencia de datos.

Cuenta con dos versiones: HIPERLAN/1 que trabaja con un rango de alcance de 50 metros y una transferencia de datos entre dispositivos de 10 Mbps, por otra parte, HIPERLAN/2 posee una transferencia máxima de datos entre dispositivos de 54 Mbps y con un alto énfasis en la comprobación de errores.

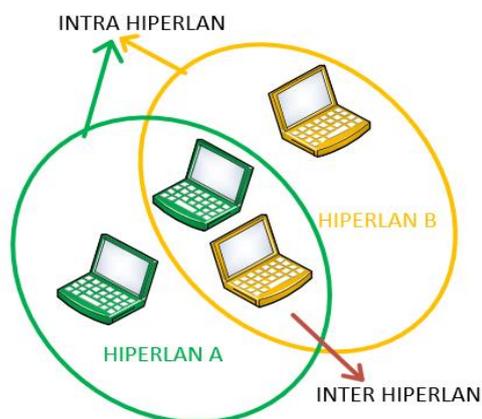


Figura 8. Reenvío intra e inter HIPERLAN entre dos HIPERLAN diferentes. [36]

Elaborado por: Autores

- Wi-Fi:

El Wi-Fi incluye los estándares IEEE 802.11a/b/g/n, permite a los usuarios navegar por Internet a velocidades de banda ancha cuando están conectados a un punto de acceso (AP) o en modo ad hoc. La arquitectura IEEE 802.11 se conforma de varios componentes que se relacionan para proporcionar una LAN inalámbrica que admite la movilidad de la estación de forma transparente a las capas superiores.

La celda básica de una LAN IEEE 802.11 se denomina conjunto de servicios básicos (BSS), que es un conjunto de estaciones móviles o fijas. Si una estación

sale de su BSS, ya no podrá comunicarse directamente con otros miembros del BSS. [5]

Actualmente el Wi-Fi es uno de los servicios imprescindibles en cualquier institución sin importar a que se dediquen, empresas, centros comerciales, pequeños negocios y hogares lo que pone en evidencia de que el internet y el Wi-Fi son considerados muy importantes en la actualidad y son completamente esenciales para el desenvolvimiento de nuestra vida cotidiana, esto debido a los grandes beneficios que conlleva tener una conexión inalámbrica y entre los principales se pueden citar los siguientes:

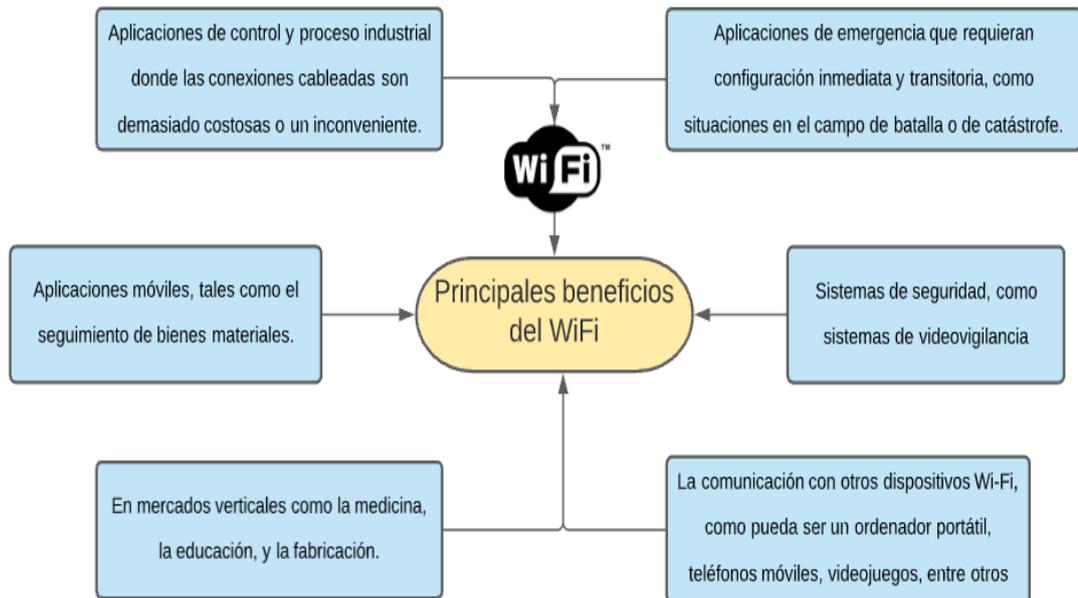


Figura 9. Principales beneficios del Wi-Fi. [2]

Elaborado por: Autores

2.1.2.6 Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)

Esta tecnología permite la conexión de múltiples redes en un área metropolitana como un gran campus universitario, entre diferentes edificios en una ciudad inclusive provincias lo que puede ser una alternativa o respaldo al alto costo que conlleva el tendido de cableado de cobre o fibra óptica. Un organismo estándar es el principal responsable de implementación de WMAN, se trata de WiMAX.

WiMAX:

Conocido mundialmente como IEEE 802.16, permite la interoperabilidad mundial para el acceso por microondas, es un estándar de banda ancha inalámbrica que otorga un gran ancho de banda en la transmisión de largo alcance. Es una tecnología de radiofrecuencia que utiliza licencias y bandas sin licencia para proporcionar conexiones inalámbricas para implementaciones directas con una velocidad de hasta 40 Mbps por canal y un radio de celda de hasta 10 kilómetros para situaciones de acceso fijo y portátil. En línea de vista, WiMAX puede proporcionar una distancia de enlace de hasta 50 kilómetros. [3]



Figura 10. Escenarios donde funciona WiMAX. [37]

2.1.2.7 Redes inalámbricas de área amplia (WWAN)

Estos tipos de redes se pueden mantener en grandes áreas, como ciudades o países, a través de redes móviles celulares, múltiples sistemas satélites o enlaces de antenas atendidos por un ISP. [3]

Se destacan de todas las redes inalámbricas vistas anteriormente por ser las de mayor alcance. Las tecnologías que son indispensables para el funcionamiento de las WWAN son las redes celulares o popularmente conocidas como banda ancha móvil. El 2G, 3G, 4G, LTE, 5G, son ejemplos de tecnologías de telecomunicaciones móviles presentes en las redes inalámbricas de área amplia, la interacción entre la infraestructura celular y los usuarios se realiza mediante celdas, en las cuales una enorme cantidad de clientes se adhieren para acceder a los servicios ofertados.



Figura 11. Las redes WWAN parte fundamental para las ciudades inteligentes. [38]

2.1.3 Ventajas y desventajas de redes inalámbricas

<h1>REDES INALÁMBRICAS</h1> 	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Accesibilidad: En la actualidad la mayoría de equipos electrónicos tiene incorporado una tarjeta de red inalámbrica para conectarse desde cualquier lugar.• Movilidad y cobertura: El usuario obtiene movilidad y comodidad por el hecho que puede moverse libremente por el rango especificado sin perder conexión.• Escalabilidad: Se puede expandir la red con efectividad de costos, instalando repetidores, hubs o instalando tarjetas inalámbricas en computadoras u otros dispositivos periféricos.• Ahorro de costos: Cuando se implementan este tipo de redes se genera un ahorro significativo por factores como instalación de cableado, bajo costo de los equipos inalámbricos como los routers, si se desea mas cobertura no se perforarán las paredes para empotrar cables, mantenimiento de la red cableada.• Nuevas oportunidades y aplicaciones: Al día de hoy el tener o no una red inalámbrica puede significar el éxito o fracaso de un negocio, se generan nuevos servicios en los aeropuertos , centros comerciales, hoteles, restaurantes, entre otros.• Facilidad de configuración: Comodidad a los usuarios debido a que los equipos o periféricos cuentan con la bondad del plug and play, evitando configuraciones o intalacion de algun software para poder utilizarlos.	<ul style="list-style-type: none">• Seguridad: La transmisión inalámbrica es mas vulnerable por lo que puede ser atacada por cualquier usuario no autorizado.• Velocidad: La velocidad de transferencias de datos es inferior (11,54,300 Mbps) comparada con una red alámbrica (que alcanza hasta 1Gbps).• Interferencias: Susceptibles a interferencias ocasionadas ya sean por obstrucciones físicas o por otras redes inalámbricas, ondas de radio o equipos electrónicos presentes en el edificio.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de las redes inalámbricas.

Elaborado por: Autores

El cuadro resume y evidencia que las ventajas son mucho más significativas frente a las desventajas que ofrece una red inalámbrica a los usuarios, estas redes son importantes para lograr un mejor nivel de comodidad, productividad y facilidad de comunicación en cualquier ámbito donde la sociedad se desenvuelve.

2.1.4 Requisitos básicos de una red inalámbrica

Una red inalámbrica requiere de planificaciones específicas, así que antes de empezar a diseñar una red Wireless se deben tener en cuenta diversos parámetros entre los cuales están:

2.1.4.1 Rendimiento

Es el correcto funcionamiento de la infraestructura de la red, la calidad de servicio que obtienen los usuarios, en cuanto a estándares, velocidad, latencia, interferencias.

2.1.4.2 Nodos

Son los diferentes puntos en los que se pueden conectar los diversos dispositivos de red, se debe tener en cuenta la cantidad de nodos que satisfagan la demanda de usuarios en la red.

2.1.4.3 Red troncal

En la mayoría de los escenarios es necesario la conexión con las redes troncales o estaciones backbone que son cableadas. En el caso de los hogares interviene el ISP que ofrece el servicio de internet mediante cable coaxial o fibra óptica y otorgan un modem o router que permiten extender la red de forma inalámbrica, compatible también con puertos Ethernet o Fast-Ethernet.

2.1.4.4 Cobertura o área de servicio

Depende del tipo de tecnología inalámbrica que se vaya a utilizar, las redes inalámbricas nos sirven para ampliar la cobertura de una red cableada o para extender la señal inalámbrica a lugares de difícil acceso.

2.1.4.5 Seguridad

Se debe prestar una fuerte atención a la seguridad para esto existen varios cifrados para evitar la intrusión de personas no autorizadas, este tipo de redes son las más vulneradas y con más probabilidades de recibir ataques informáticos.

2.1.4.6 Compatibilidad y frecuencias

La red debe ser compatible con los múltiples estándares, el más utilizado con sus diferentes versiones es el estándar 802.11xx, los equipos principales que permiten la conectividad deben tener la característica de interactuar con las diversas tecnologías y las frecuencias en las que se desenvuelven, en su mayoría a 2,4 GHz y 5 GHz.

2.1.5 Infraestructura y elementos de una red inalámbrica

2.1.5.1 Infraestructura

Contar con una correcta infraestructura que cumpla con las normas y especificaciones de red se ha vuelto en un componente vital de la implementación tecnológica en la actualidad con una sociedad que se encuentra mundialmente conectada, dentro de todo este entorno los beneficios que ofrece una infraestructura de red es incrementar las posibilidades y funcionalidades de los clientes junto con la rapidez de los servicios. En una infraestructura de red inalámbrica está conformada por varios componentes como, los dispositivos intermediarios, el medio de transmisión, dispositivos finales y los servicios que brinda.

- **Dispositivos intermediarios:**

La función de los equipos intermediarios es proporcionar conectividad y operar para asegurar la comunicación y la transmisión de información a través de la red. Los dispositivos intermediarios conectan los distintos hosts a la red.

- **Medio de transmisión:**

En una red inalámbrica, los medios de transmisión son los no guiados como infrarroja, microondas, radiofrecuencia, ópticas, satelitales.

- **Dispositivos finales:**

Son los equipos o dispositivos que forman la interfaz entre los consumidores y la red de comunicación subyacente. Los dispositivos finales o hosts son el origen o el destino de un mensaje que se transmite a través de la red. Para diferenciar un host de otro, todos los dispositivos en la red se identifican por la dirección IP. [7]

- **Servicios:**

Debido al gran volumen, velocidad y variedad de datos es imprescindible tener la capacidad de manejar todo ese flujo de información haciendo necesario el uso de múltiples servicios, como el correo electrónico, respaldo de datos, intercambio de recursos físicos y lógicos, conexión remota, streaming, telefonía, softwares de videoconferencia entre otros.

2.1.5.2 Elementos de una red inalámbrica

Dentro de la clasificación de dispositivos intermediarios se encuentran los siguientes equipos:

- **Routers:**

Su función principal es conectar varias redes. El router actúa como distribuidor, seleccionando la mejor ruta para el envío y recepción de información de manera rápida, además analizan los datos que se van a enviar a través de una red, los empaquetan de forma diferente y los transfieren a otra red. [8]



Figura 12. Router Wi-Fi 5 Linksys Doble Banda AC1000. [39]

- **Switches:**

Son dispositivos con un alto nivel de escalabilidad que conectan varios dispositivos mediante la misma red. El switch actúa de controlador, que permite la comunicación y transmisión de información a los diferentes usuarios y dispositivos entre sí.

Existen dos tipos básicos de switches:

Los switches no administrados: Empleados comúnmente en las redes domésticas funcionan de forma automática y no permiten realizar cambios.



Figura 13. Switch no gestionable TP-Link L-SG1008D con 8 puertos Gigabit. [40]

Los switches administrados: Por su parte si admiten configuración y programación. Esto proporciona una gran ventaja y flexibilidad porque el switch puede ser controlado y ajustado de forma local o remota para brindarle al administrador el control sobre la navegación y quién tiene acceso a la red. [8]



Figura 14. Switch Gestionable TP -Link Gigabit de 28 puertos [41]

- Firewalls:

También llamado cortafuegos, puede ser implementado en software o en hardware, ofrece servicio especializado que examina los datos entrantes y protege la red de posibles ataques negándole el acceso a la misma. [8]

A continuación, se muestra al firewall en una arquitectura tradicional de red.

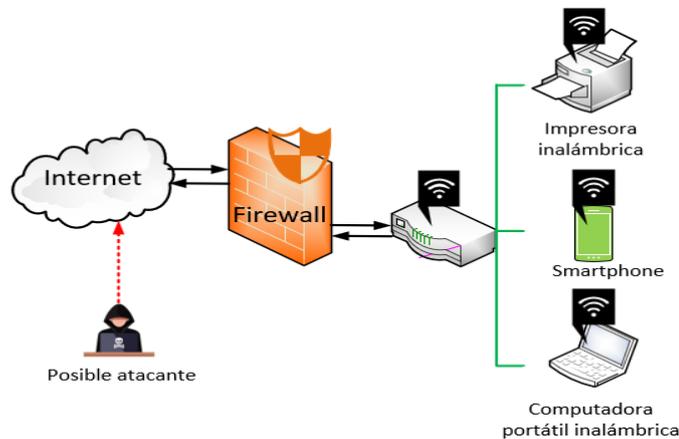


Figura 15. Arquitectura de Red (Firewall)

Elaborado por: Autores.

Por otro lado, hay un sinnúmero de dispositivos dentro de la clasificación de dispositivos finales, entre los principales y más utilizados por las personas están: computadoras portátiles, computadoras de escritorio, impresoras, notebooks, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, tabletas, televisores, múltiples dispositivos IoT, consolas de videojuegos y muchos más.

2.2 Wi-Fi

2.2.1 Estándares Wi-Fi

Desde que Wi-Fi vio la luz por primera vez a finales de los años noventa, los estándares de esta tecnología han ido evolucionando de la mano con las conexiones a internet. El estándar IEEE 802.11 es un conjunto especificaciones de control de acceso al medio (MAC) y de la capa física (PHY), creado y mantenido por el grupo de trabajo IEEE 802.11 para la implementación de redes inalámbricas de área local en las bandas de frecuencias 2,4 GHz, 5 GHz, y 60 GHz. [2]

A continuación, se presenta la evolución y desarrollo que se ha implementado a lo largo de la vida del Wi-Fi.

Estándar 802.11:

Lanzado en el año 1997 permitió transferir datos a 1 Mbps y 2 Mbps en la banda ISM a 2.4 GHz. Las siglas "IEEE" significan Instituto de Ingeniería Eléctrica

y Electrónica, y hacen referencia al desarrollador del estándar. Los siguientes estándares son desarrollos posteriormente sobre la base del IEEE 802.11. [9]

Estándar 802.11b

Desarrollado a inicios del siglo XXI exactamente en el 1999, el estándar se identificó con la letra b. En teoría con este estándar se pueden transmitir datos con velocidades y distintos tipos de modulación a 1, 2, 5.5 y hasta 11 Mbps en la banda de 2,4 GHz, además de tres canales no superpuestos en la banda de frecuencia industrial, científica y médica (ISM) a 2,4 GHz. [10]

Estándar 802.11a

También lanzado en 1999, este estándar trabaja con velocidades de datos con diferentes tipos de modulación: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps, además de 12 canales de infraestructura de información nacional sin licencia no superpuestos (UNII) en la banda de frecuencia de 5 GHz. [10]

Estándar 802.11g

El Wi-Fi con estándar 802.11g, es el sucesor del Wi-Fi B u 802.11b, también utiliza la frecuencia de 2,4 GHz con una velocidad máxima de transmisión que se incrementó hasta los 54 Mbps y empezó a estar disponible al público a partir del 2003. [9]

Estándar 802.11n

En el año 2009 se dio a conocer el estándar 802.11n o Wi-Fi 4. Éste estándar puede comunicarse con dispositivos que utilicen tanto la frecuencia de 2,4 GHz como la de 5 GHz y transferir datos a velocidades de hasta 600 Mbps. [9]

La recomendación en este estándar es la vinculación de equipos en la frecuencia de 5GHz por la razón de que en 2.4 GHz hay un mínimo número de canales disponibles que no se superponen.

Estándar 802.11ac

Apareció en el año 2013, el estándar 802.11ac o Wi-Fi 5 solo se ha normalizado para la banda de 5 GHz y su mayor novedad es la velocidad de 1,733 Gbps hasta 6,9 Gbps. [9]

Existen dos variantes del estándar 802.11ac que son el Wave1 y el Wave 2. La diferencia entre estas dos variantes está en el rendimiento, la capacidad de transmitir información y en la cantidad de dispositivos conectados.

Estándar 802.11ax

Conocido actualmente como Wi-Fi 6, debido a que la organización que promueve la tecnología Wi-Fi decidió cambiar la nomenclatura (802.11ax) de los estándares por un método más amigable para el usuario, admite las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz. [10]

Como es habitual la velocidad de transmisión también aumentó, pudiendo llegar en teoría hasta los 9,6 Gbps. Otra de las características es la mejora considerable en el rendimiento y tolerancia a interferencias.

Protocolo	Frecuencia	Ancho de banda	MIMO	Velocidad máxima de datos (teórica)
802.11ax	2,4 o 5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Multiusuario (MU-MIMO)	2,4 Gbps ¹
802.11ac wave2	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Multiusuario (MU-MIMO)	1,73 Gbps ²
802.11ac wave1	5 GHz	20, 40, 80 MHz	Usuario único (SU-MIMO)	866,7 Mbps ²
802.11n	2,4 o 5 GHz	20, 40 MHz	Usuario único (SU-MIMO)	450 Mbps ³
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	N / A	54 Mbps
802.11a	5 GHz	20 MHz	N / A	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	N / A	11 Mbps
802.11 heredado	2,4 GHz	20 MHz	N / A	2 Mbps

Figura 16. Diferencias entre los estándares Wi-Fi y sus velocidades de datos. [10]

2.3 Proveedor de servicios de internet (ISP)

2.3.1 Definición.

Los ISP de las siglas en inglés “Internet Service Provider” se definen como aquellos que tienen correlación directa con el usuario final y además de conectividad, definiendo en este caso a conectividad como el acceso a Internet, proporcionan diferentes tipos de servicios. [11]

En función del tamaño y objetivos comerciales que persiguen los ISP, se mencionan algunos de los servicios que brindan:

1. Recursos de acceso a la Internet pública (marcación, líneas arrendadas, cable, ADSL, etc.)
2. Direcciones IP fijas o dinámicas, junto con recursos de acceso
3. Registro de nombres de dominio
4. Almacenamiento en la nube
5. Cuentas de correo electrónico
6. Resolución de problemas

Todos los ISP se interconectan a uno o más ISP, con la finalidad de facilitar la conectividad a Internet. Los pequeños ISP se conectan a ISP más grandes y estos a su vez se conectan entre sí. Los dos tipos de acuerdo para la conexión de los ISP son: la tarificación que suministra el acceso a Internet y los acuerdos entre entidades pares limitan el acceso a los clientes del ISP. [12]

2.3.2 Niveles de un ISP

Los ISP se clasifican en un modelo de tres niveles que se basan en su conectividad al backbone de Internet [13]

2.3.2.1 ISP de nivel 1

Los proveedores de servicios de Internet de nivel 1 son las redes que proporcionan el pilar fundamental de Internet. Son conocidos como proveedores de Internet troncal. Intercambian únicamente tráfico de Internet con otros proveedores de nivel 1 sin fines comerciales. Los ISP nivel 1 ofrecen conexiones y servicios altamente confiables debido a que se conectan directamente al backbone de Internet.

2.3.2.2 ISP de nivel 2

Los ISP de nivel 2 ordinariamente son proveedores regionales o nacionales que adquieren su servicio de Internet de un ISP de nivel 1 y posiblemente de otros ISP nivel 2, para entregarlo a sus clientes que generalmente son empresas.

2.3.2.3 ISP de nivel 3

Es un proveedor que se dedica principalmente a brindar conexiones de Internet a los clientes finales como parte de un contrato de servicios de red y computación, suelen tener menor ancho de banda y menos confiabilidad que los ISP de nivel 1 y 2, generalmente son empresas que cuentan con número de usuarios que no sobrepasa los 1000, estos clientes se encuentran cercanos geográficamente al proveedor.

2.4 Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP)

2.4.1 Definición

Se denomina WISP a los proveedores de servicios de Internet que conectan a sus clientes mediante radioenlaces de tal forma que los abonados se conectan a un servidor por medio de determinados puntos de acceso, utilizando diferentes tecnologías como Wi-Fi, WiMax, etc. Los WISP brindan servicios de banda ancha, permiten que sus clientes puedan acceder a Internet desde cualquier lugar dentro de la zona de cobertura, esta zona suele ser una región con un radio de varios kilómetros. [14]

Los WISP ofrecen conectividad a internet confiable y rentable al crear y administrar redes con hasta miles de suscriptores, para esto se usan enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto.

Los WISP pueden conectar rápidamente lugares de difícil acceso, ya sea por su zona geográfica o por sus altos costos en la implementación de una red cableada; priorizan las bandas de espectro de uso libre; por ejemplo, frecuencias en 2.4 GHz y entre 5.2 a 5.8 GHz.

2.4.2 Infraestructura básica de un WISP

La infraestructura de un WISP está estructurada en 5 partes esenciales que son: red troncal, red de servidores, red de transporte, red de concentración y red de acceso.

2.4.2.1 Red Troncal

Es la red que interconecta al WISP con un ISP nivel 2. Se utilizan diferentes medios físicos, tales como pares de cobre, fibra óptica, cable coaxial, microondas o satélite para la conexión a internet. De acuerdo con el tamaño y ubicación del ISP este puede conectarse directamente al backbone de Internet.

2.4.2.2 Red de Servidores

Un WISP puede tener una o varias redes LAN conformadas por subestructuras donde aloja sus equipos servidores y de comunicaciones, que prestan varios servicios a los usuarios como: DNS, Correo electrónico, Web, FTP, DHCP, entre muchos otros. La red de servidores también incluye servidores de administración, monitoreo y gestión de red.

2.4.2.3 Red de transporte

Esta red se ubica entre la red de servidores y la red de concentración, permite establecer conexiones desde el emplazamiento principal del ISP hasta los POP (puntos de presencia del proveedor), para establecer estas conexiones los WIPS utilizan enlaces punto a punto de alta velocidad.

2.4.2.4 Red de Concentración

Se encarga de añadir las conexiones de los clientes a los nodos o puntos de presencia del proveedor (POP). En el POP Se tiene dos tipos de routers de concentración: dedicados a la concentración de clientes conmutados y dedicados a la concentración de clientes dedicados.

2.4.2.5 Red de Acceso

La red de Acceso es el último tramo de la infraestructura de un WISP, la finalidad es proporcionar al usuario acceso a Internet. La red de acceso clasifica a los usuarios en dos grupos: clientes corporativos y clientes residenciales.

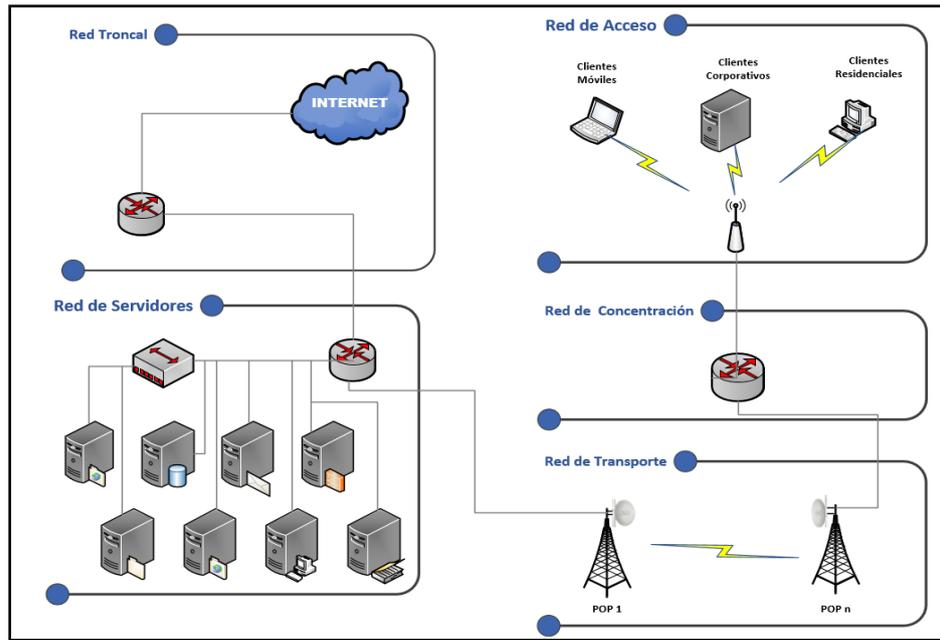


Figura 17. Infraestructura básica de un WISP.

Elaborado por: Autores

2.5 Tipos de Enlaces Inalámbricos

Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de proveer conexión a Internet a lugares de difícil acceso por su geografía o los costos que supondría su implementación. Existen varias configuraciones, así como posibilidades de conexiones dependiendo de las que el cliente necesite, como por ejemplo los radioenlaces punto a punto y punto multipunto.

2.5.1 Enlace Punto a Punto (PTP)

Un enlace Punto a Punto está conformado por tres componentes básicos: Transmisor, Receptor y Canal Aéreo. El transmisor modula la señal digital a la frecuencia que se va a transmitir, el canal aéreo representa el medio utilizado para la transmisión de dicha señal y el receptor capta la señal transmitida. En la propagación de señales en enlaces PTP un factor a considerar entre el equipo transmisor y el receptor es la distancia, debe contar principalmente con línea de vista (Line-of-Sight, LOS). [15]

Las redes punto a punto transmiten datos de un punto o nodo a otro concreto; para efectuar la conectividad entre dos sitios se debe usar equipo de radio con frecuencias de portadora por encima de 2 GHz. Una conexión punto a punto puede ser creada a partir de dispositivos AP (maestro) y CPE (esclavo), los cuales soportan el modo de punto de acceso y de modo de estación o transmisión. [16]

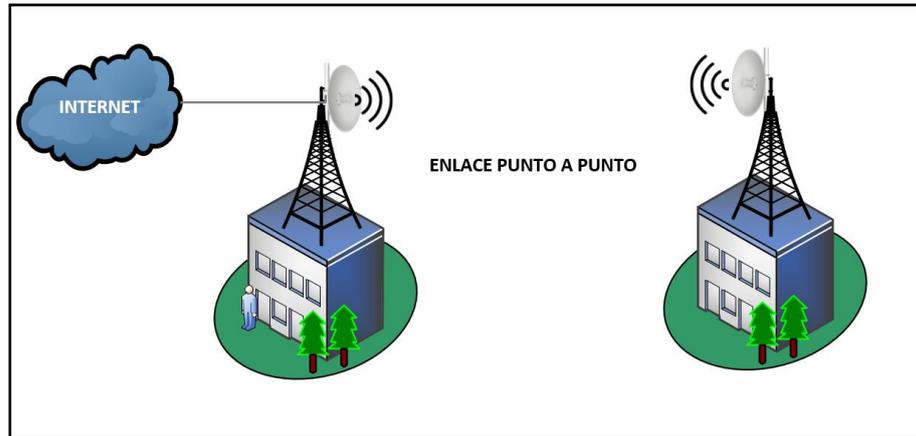


Figura 18. Enlace punto a punto (PTP)

Elaborado por: Autores

2.5.2 Enlace Punto a Multipunto (PMTP)

Los sistemas punto a multipunto conectan una estación central dotada de una antena multidireccional que cumple la función de transmisor, a un gran número de posibles receptores con antenas direccionales.

Uno de los principales beneficios que aportan las transmisiones de datos en los enlaces PMTP es su versatilidad y múltiples opciones de configuración para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes en diferentes entornos, que incluyen, por ejemplo, redes estatales, comunitarias, empresariales y escolares. De igual forma el acceso de banda ancha inalámbrica se ofrece en una alta gama de espectros, lo que garantiza un rendimiento excepcional con costo asequible y mantenimiento mínimo. [17]

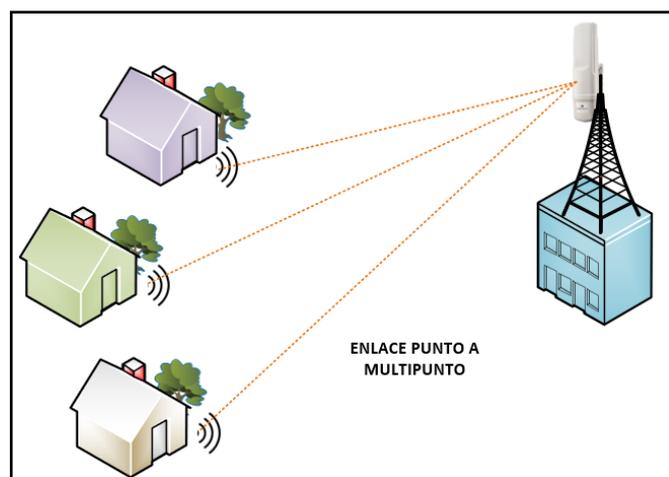


Figura 19. Conexión inalámbrica punto a multipunto (PTMP)

Elaborado por: Autores

2.6 Frecuencias de Operación

2.6.1 Espectro de Frecuencias

El espectro radioeléctrico es el medio físico por el cual se transmiten las ondas electromagnéticas (OEM) que permite usar los diferentes servicios de telecomunicaciones, es un recurso natural, propiedad exclusiva de un estado a quien corresponde su gestión, administración y control.

Tal como se puede observar en el gráfico, el espectro de frecuencia se encuentra dividido en nueve bandas de frecuencias, designadas por números enteros en orden creciente, que pertenecen a cada servicio que las ondas electromagnéticas están en capacidad de suministrar. [18]

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriámétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

Figura 20. División del Espectro Electromagnético. [42]

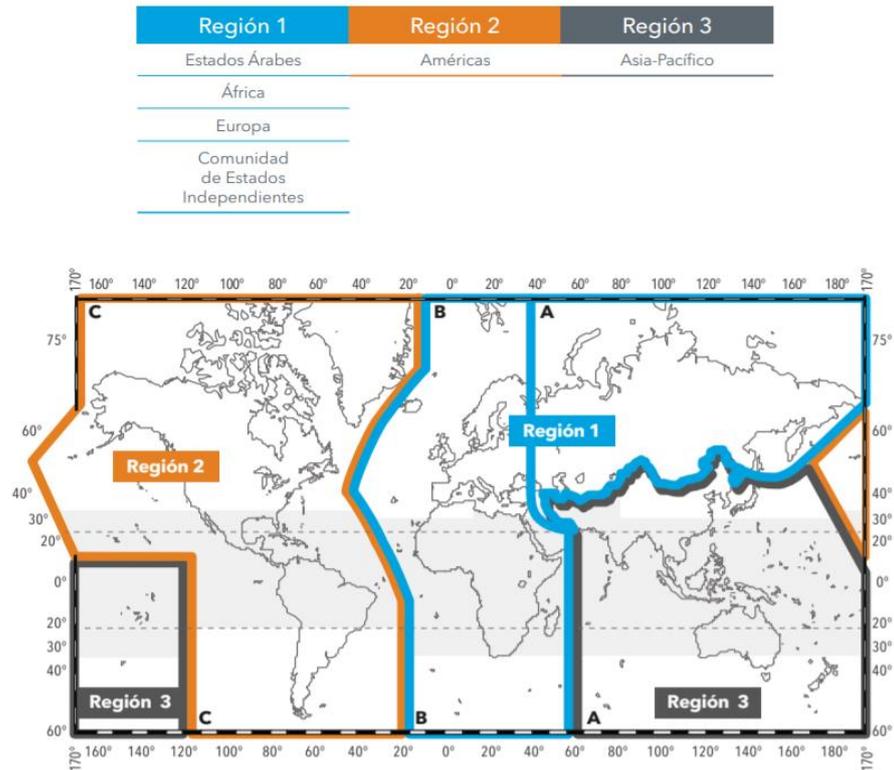


Figura 21. Atribución de frecuencia del espectro radioeléctrico el mundo [1]

Para la atribución de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico el mundo se ha dividido en tres regiones. Ecuador al igual que el resto de los países que conforman el continente americano se encuentra en la Región 2.

La tecnología de redes inalámbricas se ha desarrollado gracias a las bandas de frecuencias ICM y UNII. Las bandas ICM son bandas definidas por la UIT como reservadas internacionalmente para uso no comercial en áreas científicas, médicas e industriales. Por otro lado, las bandas UNI fueron definidas por la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos – FCC en el espectro de frecuencias cercano a 5GHz para la implementación de WLAN.

En el Ecuador la Constitución vigente indica que todas las personas tienen derecho al acceso a bandas de frecuencia libre para el manejo de redes inalámbricas, por lo tanto, el Estado garantizará este acceso en igualdad de condiciones, precautelando que predomine el interés colectivo en su utilización. [19]

En el Ecuador las bandas libres conocidas como MDBA (modulación digital de banda ancha) se ubican alrededor de 2.4 y 5.8 GHz. Sin embargo, el término “libre” no significa que estas bandas no tengan que ser controladas, debido a que existe un riesgo inminente de saturación a pesar de los beneficios que representa la tecnología en estas bandas.

2.7 Generalidades sobre antenas

2.7.1 Antena

Se define a una antena como la parte de un sistema emisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas [20]



Figura 22. Antena ePMP Force 425 [43]

2.7.2. Características técnicas de una antena

Las antenas se comportan de igual manera en emisión y recepción; y cada una tiene propiedades distintas que permiten caracterizarlas, dichas características se denominan parámetros de la antena, entre los más habituales se encuentran:

- Ancho de haz.
- Directividad.
- Ganancia.
- Ancho de banda.

2.7.2.1 Ancho de haz

Es un parámetro de radiación, asociado al diagrama de radiación. El ancho de haz puede ser definido a -3dB, que es el intervalo angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la potencia máxima (medido en la dirección principal de radiación). [21]

2.7.2.2 Directividad

La directividad de una antena es la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una determinada distancia, y la densidad de potencia que radiaría a la misma distancia una antena isotrópica, a igualdad de potencia total radiada. [22]

Si una antena es más directiva, menos sensible será a las interferencias que provengan de otras direcciones, pero también demandará un mejor apuntamiento

2.7.2.3 Ganancia

Se puede definir como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección y la densidad de potencia que radiaría una antena isotrópica, a igualdad de distancias y potencias entregadas a la antena. Cuando no se especifica la dirección angular, se sobreentiende que la Ganancia se refiere a la dirección de máxima radiación. Cabe mencionar que la directividad se refiere a la potencia radiada por la antena, mientras que la ganancia nos habla de potencia entregada a la antena. La diferencia que existe entre ambas potencias es la potencia disipada por la antena, debida a pérdidas óhmicas. [22]

2.7.2.4 Ancho de banda

Se define como el rango de frecuencias utilizables donde la operación de la antena es satisfactoria. Se puede especificar un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

El ancho de banda que se desea obtener es uno de los parámetros que determinan la decisión al momento de elegir una antena. Por ejemplo, existen numerosos tipos de antenas con anchos de banda muy estrechos que no pueden implementarse para operar en banda ancha. [23]

2.7.3 Tipos de antenas

Existen tres tipos de antenas según el alcance que deseamos obtener:

- Omnidireccionales
- Direccionales
- Sectoriales

2.7.3.1 Antenas omnidireccionales

Se caracterizan por orientar la señal en todas las direcciones y lo realizan de forma muy homogénea, prácticamente emiten la misma potencia hacia todos lados; la señal que emite es en forma de óvalo, y sólo irradia en un plano (no hacia arriba ni hacia abajo). Una de las características más relevantes con que cuentan las antenas omnidireccionales es su ganancia, la cual se encuentra alrededor de los 15 dBi [24]



Figura 23. Antena omnidireccional de 900 MHz. [44]

2.7.3.2 Antenas direccionales

Las antenas direccionales como su nombre indica concentran la señal en una dirección concreta, por lo que se pueden alcanzar enlaces de varios kilómetros evitando interferencias. Su apertura horizontal varía entre 4° y 60° , proveen una ganancia que oscila entre los 15 y los 30 dBi, siendo excelentes para enlaces punto a punto. [25]



Figura 24. Antena direccional Cambium Networks. [45]

2.7.3.3 Antenas sectoriales

Las antenas sectoriales son la combinación de antenas omnidireccionales y direccionales, ofrecen una amplia apertura horizontal de entre 60° y 180° . La intensidad de las antenas sectoriales es mayor que las omnidireccionales pero menor que las direccionales; como su nombre indica, son ideales para proporcionar cobertura sectorizada. [25]

Para cubrir un plano de 360° horizontales se debe crear un array de 3 antenas sectoriales de 120° o en su defecto 4 antenas sectoriales de 90° , de esta forma se obtiene mayor eficiencia que con una sola antena omnidireccional.

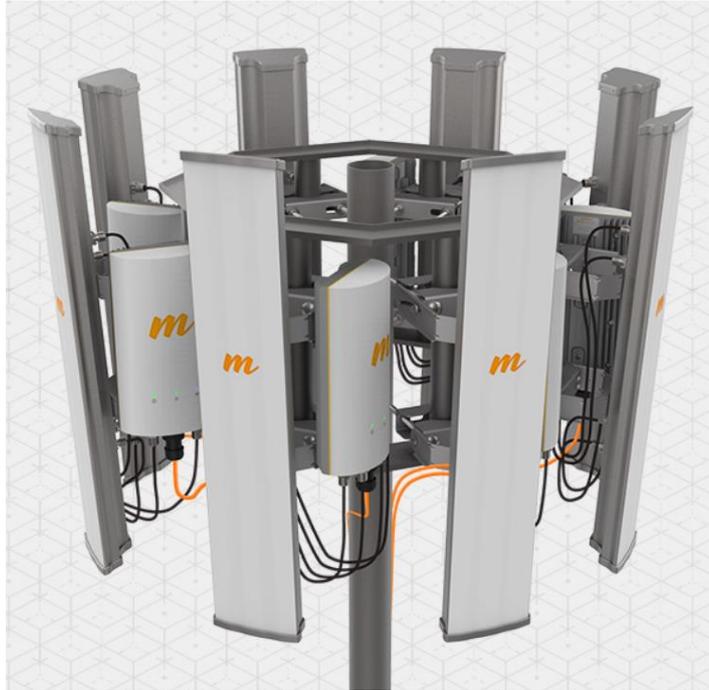


Figura 25. Antenas sectoriales MIMO 2X2 marca Mimosa Networks [46]

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente proyecto de titulación ejecutará un banco de pruebas de WISP empleando tecnología inalámbrica de Cambium Networks con las configuraciones que requiere un ISP para administrar y monitorizar una red inalámbrica de internet.

El banco de pruebas se divide en 3 partes; en la primera parte, se utilizará una antena Cambium Networks ePMP Force 130 para el AP o base, se encontrará en un mástil a 1.7 metros conectada mediante POE.

La segunda parte consiste en 5 CPE para lo cual usamos antenas Cambium Networks ePMP Force 130 en modo suscriptores acompañados de routers marca TP-Link AC1200 Archer C54.

Finalmente, mediante el administrador de redes inalámbricas cnMaestro perteneciente a la marca Cambium Networks se realizarán las configuraciones y monitoreo de las redes creadas.

Todos los casos prácticos se implementan en el banco de pruebas que consiste en lo siguiente: Antenas Cambium Networks ePMP Force 130, routers Wi-Fi marca TP-Link, UPS para el sistema de redundancia eléctrica, rack, mástiles y cables de conexión UTP.



Figura 26. Esquema de solución propuesta

Elaborado por: Autores

Para la realización de este proyecto es necesario considerar un correcto dimensionamiento de los equipos a utilizar y las especificaciones técnicas que posee cada uno para que así se garantice una resolución apropiada del problema planteado.

Además, con el propósito de apoyar al lector con información minuciosa sobre los equipos y materiales que se emplean dentro del banco de pruebas desde un punto de vista técnico y funcional, se detallan cada uno de los componentes y los roles que desempeñan en el desarrollo del proyecto.

Descripción	Función
Antena Cambium Networks ePMP Force 130	Dispositivo de envío y recepción de señales en la frecuencia de 5 GHz.
Router Wi-Fi Dual – Band AC 1200 Archer C54	Equipo para distribuir la señal de internet ya sea por Ethernet o de manera inalámbrica.
cnMaestro	Servidor y administrador de redes inalámbricas perteneciente a la marca Cambium Networks.
UPS Forza NT- 511	Sistema de redundancia eléctrica
Cable de red con conector RJ-45 Cat6	Conexión de diferentes equipos de comunicación.
Rack Beaucoup 6ur	Proteger equipos de comunicación y mantenerlos debidamente organizados.
Mástiles	Soporte típico de antenas.

Tabla 4. Componentes y sus funciones dentro del desarrollo del proyecto.

Elaborado por: Autores

3.1 Antena Cambium Networks ePMP Force 130

Para la conexión mediante radioenlaces de los AP y los CPE de este proyecto, se ha optado por las antenas ePMP Force 130 de la marca Cambium Networks, en la frecuencia de 5 GHz, este equipo cumple con las regulaciones de operación para uso de frecuencias libres en Ecuador, establecidas por el ente regulador ARCOTEL.

El ePMP Force 130, es un módulo de suscriptor que posee una serie de características que lo hacen ideal para la resolución del problema planteado. Cuenta con tecnología (MIMO) múltiples entradas y múltiples salidas que proporciona protección contra el desvanecimiento y aumenta la probabilidad de recepción de la señal decodificada para ser utilizable y se puede usar como CPE, AP o como PTMP. [26]



Figura 27. Módulo suscriptor ePMP Force 130. [47]

3.1.2 ePMP Force 130 5 GHz especificaciones físicas y ambientales

MODELO	EPMP FORCE 130 5 GHZ
Frecuencia	5150 - 5970 MHz
Interfaz Ethernet	10/100 Base-T
Voltaje de Entrada	24 V; utiliza inyectores PoE pasivos estándar a 24V. No es compatible con suministros de 29 V
Consumo de Potencia	Máximo: 8W // Típico: 5 W
Temperatura de Operación	-30°C a +55°C
Dimensiones	235 x 77 x 58 mm // Peso: 0.35 Kg
ANTENA	
Tipo de Antena	Panel plano
Frecuencia	5150 - 5970 MHz
Ganancia	14 dBi
3dB ancho de haz-Azimut	45 grados
3dB ancho de haz-Elevación	15 grados

Tabla 5. Especificaciones técnicas del módulo suscriptor ePMP Force 130. [27]

Podemos observar de una manera más detallada las especificaciones y características técnicas dadas por el fabricante en el Anexo B.

3.1.3 Montaje del módulo ePMP Force 130

Una de las ventajas del módulo ePMP Force 130 es su diseño, el cual permite montar el equipo en mástil o pared, mediante amarras plásticas que se incluyen en la caja, optimizando el espacio donde finalmente quedará instalado, como se ilustra en la figura 27.

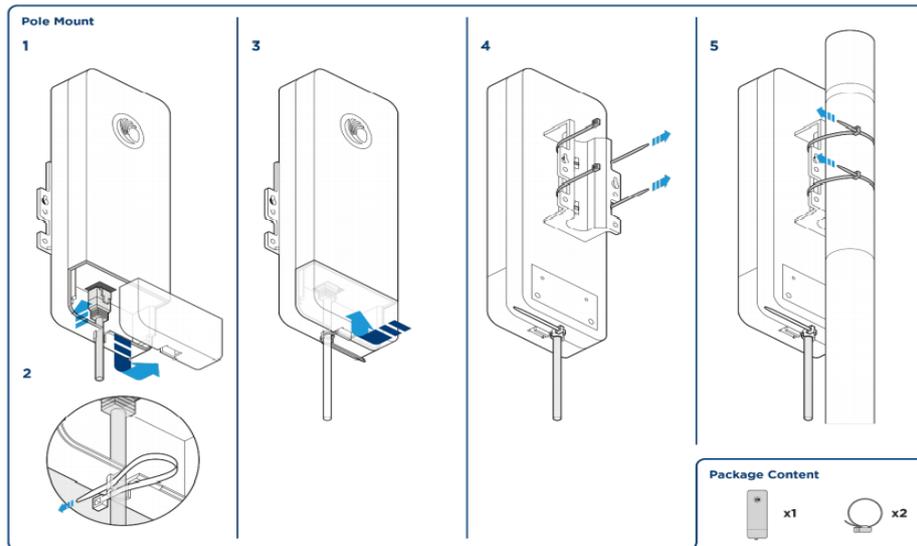


Figura 28. Montaje del módulo Force 130. [27]

3.1.4 ePMP Force 130 - Interfaces

Las interfaces del módulo Force 130 se ilustran en la figura 28

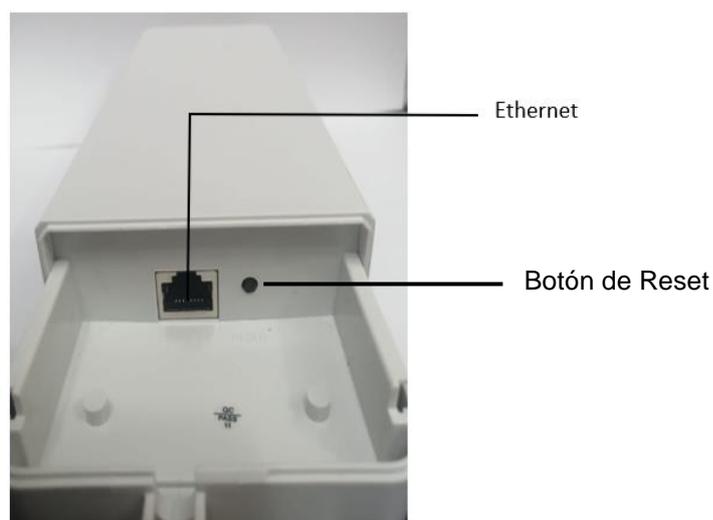


Figura 29. Interfaces ePMP Force 130.

Elaborado por: Autores

3.1.5 ePMP Force 130 – Leds indicadores

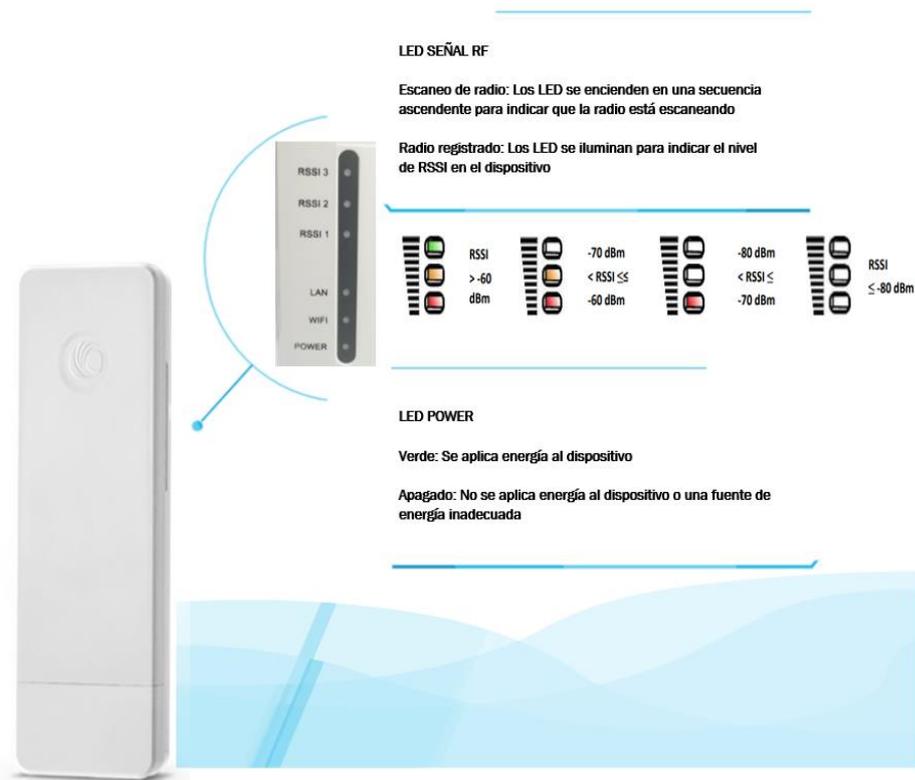


Figura 30. Funcionamiento de leds de un módulo ePMP Force 130. [27]

3.2 Router Wi-Fi Dual – Band AC 1200 Archer C54

El router implementado es de la marca TP-Link, se optó por el modelo inalámbrico AC 1200 Archer C54 doble banda por la razón de que los enlaces realizados operan en la banda de frecuencia de los 5 GHz, y nos ofrece un gran rendimiento y versatilidad acompañado de un diseño compacto y montable para ahorrar espacio y complementar cualquier decoración, lo que lo hace cómodo para el usuario final.



Figura 31. Router TP-Link AC1200 – Archer C54, leds indicadores.

Elaborado por: Autores

Previo a mostrar sus principales beneficios al elegir este dispositivo es necesario acotar algunas particularidades que hacen de este router un equipo ideal para este proyecto y demás aplicaciones; posee la tecnología MU-MIMO que sirve a varios terminales a la vez, permitiendo conectar más dispositivos con una baja latencia lo que reduce el tiempo de espera y hace cada flujo de información más eficiente.



Figura 32. Tecnología MU-MIMO. [48]

Como se mencionó anteriormente este equipo es dual-band trabajando con el estándar Wi-Fi 5, compatible con los estándares IEEE 802.11ac/n/a en 5GHz, e IEEE 802.11n/b/g en 2.4 GHz, siendo posible asignar dispositivos a cualquiera de éstas dos bandas para lograr un rendimiento óptimo, además es compatible con IPv6 (última versión 6 del Protocolo de Internet).



Figura 33. Dimensiones del router TP-Link AC1200 – Archer C54. [48]

A continuación, se muestran sus principales e importantes ventajas:

3.2.1 Velocidad

El enrutador AC1200 de doble banda es ideal para transmisión de video 4K y descargas de alta velocidad, las velocidades teóricas en 2.4 GHz es de 300 Mbps y en 5GHz puede alcanzar hasta los 867 Mbps.

3.2.2 Beamforming

Posee una cobertura de gran alcance con 4 antenas brindando una excelente señal Wi-Fi y conexiones confiables, la tecnología de beamforming detecta la ubicación de los dispositivos conectados y concentra las señales hacia ellos para optimizar las conexiones inalámbricas.



Figura 34. Funcionamiento de la tecnología beamforming. [48]

3.2.3 Multimodo:

Admite tres modos: enrutador, punto de acceso y extensor de rango para mayor flexibilidad.

3.2.3.1 Modo enrutador

Modo enrutador o modo por defecto, aquí se crea instantáneamente una red inalámbrica privada conectando un cable Ethernet, compartiendo el acceso a Internet con todos los dispositivos Wi-Fi.



Figura 35. Diagrama del router en modo enrutador. [49]

3.2.3.2 Modo punto de acceso

Este modo permite cambiar una red cableada existente en una red Wi-Fi inalámbrica de manera sencilla para el usuario.



Figura 36. Diagrama del router en modo punto de acceso.

3.2.3.3 Modo extensor de rango

En el modo extensor de rango lo que se realiza es tomar la señal Wi-Fi original del router para amplificarla y así aumentar la cobertura inalámbrica existente en el sitio.



Figura 37. Diagrama del router en modo extensor de rango. [49]

3.2.4 Seguridad

Al ser uno de los dispositivos fundamentales dentro de una red, el router cuenta con controles parentales, también existe la posibilidad de crear una red de invitados que proporciona un acceso solo para invitados con el fin de proteger la red de potenciales intrusos.

3.2.5 Configuración

Ofrece al usuario una sencilla configuración través de su intuitiva interfaz web o también le permite administrar su configuración de red desde cualquier dispositivo Android o iOS con la aplicación Tether.

Todas las características técnicas que posee este equipo se encuentran de una manera más detallada en el anexo C.

3.3 Administrador de redes inalámbricas cnMaestro

El monitoreo de la red se realizará con la plataforma cnMaestro, plataforma de gestión unificada a través de un único panel para la cartera de productos inalámbricos y cableados de Cambium Networks: productos de Wi-Fi empresarial, conmutación, banda ancha inalámbrica fija e IoT industrial.

cnMaestro de Cambium Networks está diseñado para simplificar la gestión de la red de forma segura de un extremo a otro en tiempo real, ofrece muchas formas de visualizar los datos de la red inalámbrica: mapas, gráficos históricos y tablas para evaluar rápidamente el funcionamiento de un solo dispositivo o un grupo completo. [28]



Figura 38. Servicios de cnMaestro. [50]

La plataforma cnMaestro se encuentra disponible de manera local y en la nube; admite una jerarquía de red personalizada que permite crear, aprovisionar, monitorear y administrar toda una red de dispositivos reduciendo los costos operativos. Esto se convierte especialmente crítico e importante para redes grandes o pequeñas distribuidas con un mínimo de personal de TI en el sitio.

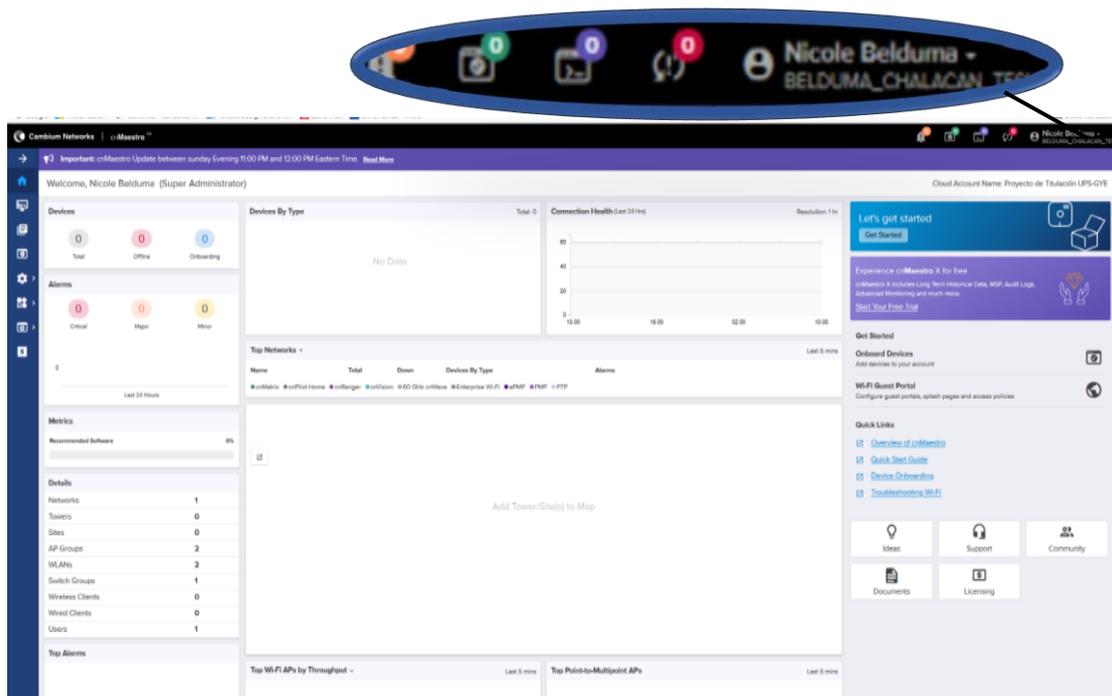


Figura 39. Vista general de la plataforma cnMaestro

Elaborado por: Autores

Las funcionalidades de cnMaestro incluyen lo siguiente: [28]

- Paneles jerárquicos
- Solución de problemas avanzada
- Notificaciones
- Inventario de dispositivos
- Estadísticas y tendencias
- Actualización masiva
- Configuración del asistente de GUI para dispositivos Wi-Fi
- Mapas y modos de mapa
- Varios administradores

3.4 UPS Forza NT- 511

Debido a la demanda de potencia eléctrica de los equipos que conforman el banco de pruebas, el UPS Forza NT – 511 con topología interactiva de 500VA/250W, es el ideal para el sistema de redundancia eléctrica, provee la más alta protección contra daños ante la constante amenaza de las diversas fallas en el suministro eléctrico. Más características técnicas se encuentran en el anexo D.



Figura 40. Suma de potencias entre los equipos Cambium Networks y TP-Link.

Elaborado por: Autores

3.5 Rack Beaucoup 3ur

Es una estructura metálica a modo de armario en la cual se alojan una serie de dispositivos tecnológicos en este caso de red o de comunicaciones, con el fin de optimizar espacio y tener una infraestructura ordenada. El rack empleado en este proyecto es de la marca Beaucoup con 3 unidades de rack disponibles, cumple la certificación internacional ISO 9001:2015 por SGS y certificaciones nacionales como la norma NTE INEN 2568 y NTE INEN 2486.

Entre las varias aplicaciones que se le pueden dar están los sistemas de transmisión de datos, circuitos cerrados de televisión, implementaciones de telefonía y cableado estructurado, otras características técnicas del mismo se indican en el anexo.

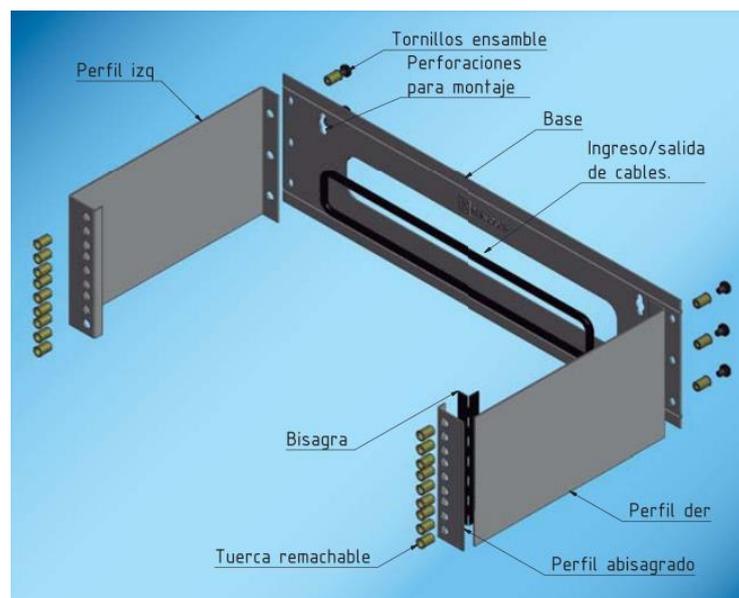


Figura 41. Partes que conforman el rack Beaucoup 3ur. [51]

3.6 Cable de red con conector RJ-45 Cat – 6

La conexión de los equipos se realizará mediante cables de red Ethernet categoría 6 con su respectivo conector RJ45, como lo sugieren las especificaciones técnicas para equipos ePMP de Cambium Networks.

Los cables categoría 6, son cables de pares trenzados y su principal característica radica en el ancho de banda que puede admitir, ofrecen velocidades de hasta 10GBASE-T o 10 Gigabits Ethernet. [29]

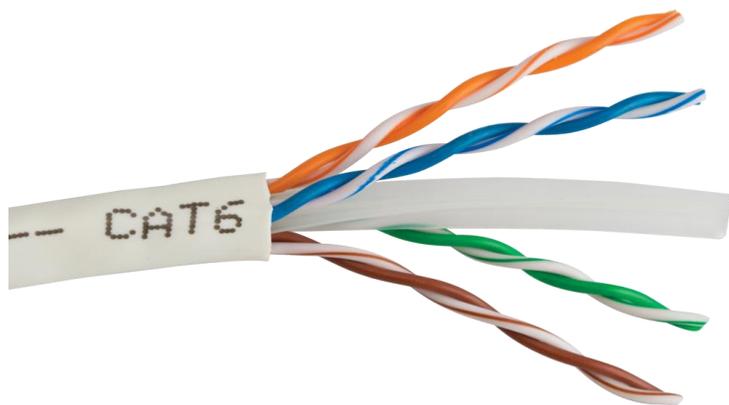


Figura 42. Cable de red Ethernet categoría 6. [52]

Elaborado por: Autores

3.7 Mástiles

Teóricamente los mástiles son estructuras diseñadas para soportar o alojar diversos tipos de antenas para trabajos de telecomunicaciones, el soporte tubular donde se colocarán las antenas ePMP Force 130 usadas en este proyecto es del tipo "Trípode", está compuesto de un tubo de 35 mm, el soporte en toda su construcción es fabricado en acero, con una altura regulable hasta un máximo de 1.70 m tal como lo muestra la Figura 43.

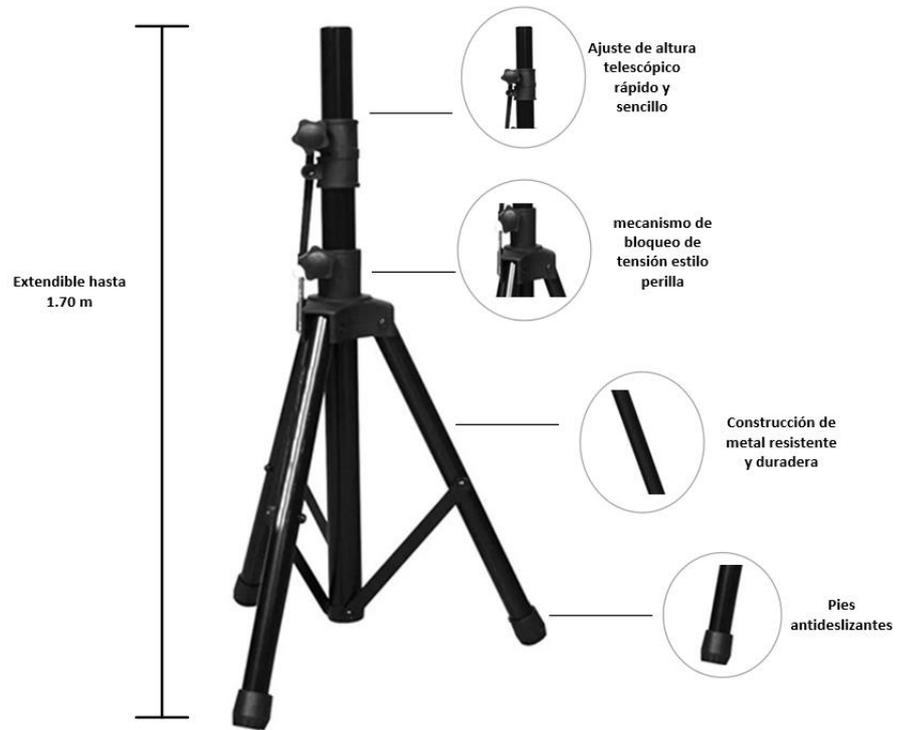


Figura 43. Características del mástil tipo “Trípode” para antenas.

Elaborado por: Autores

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

1. Para la implementación del banco de pruebas se realizaron los siguientes pasos:

Montaje de dispositivos Cambium Networks ePMP Force 130 en los mástiles tipo trípode.



Figura 44. Montaje de antenas

Elaborado por: Autores

2. Conexión y configuraciones de routers para los modos de operación: AP-CPE.



Figura 45. Router Tp-Link Archer C54

Elaborado por: Autores

3. Armado de Rack principal para el WISP



Figura 46. Rack Beaucoup 3ur

Elaborado por: Autores

4. El rack de 3ur está conformado por un multitomas horizontal de 8 tomas, de la misma manera se ubicaron los 6 adaptadores PoE para conexión de las antenas y en su parte superior se encuentra el router perteneciente al AP principal con el fin de brindar la transmisión de internet hacia los CPE.



Figura 47. Infraestructura de rack armada

Elaborado por: Autores

5. Sistema de redundancia para proteger el sistema contra fallas de suministro eléctrico.



Figura 48. UPS para protección de equipos

Elaborado por: Autores

6. Configuración de antenas para las diferentes prácticas planteadas.



Figura 49. Forma en que se configuraron los equipos AP y CPE.

Elaborado por: Autores

7. El banco de pruebas implementado cumple con los objetivos planteados y es completamente funcional.



Figura 50. Resultado final de la implementación del banco de pruebas.

Elaborado por: Autores

8. Finalmente, la administración y monitoreo del banco de pruebas se realiza mediante cnMaestro.

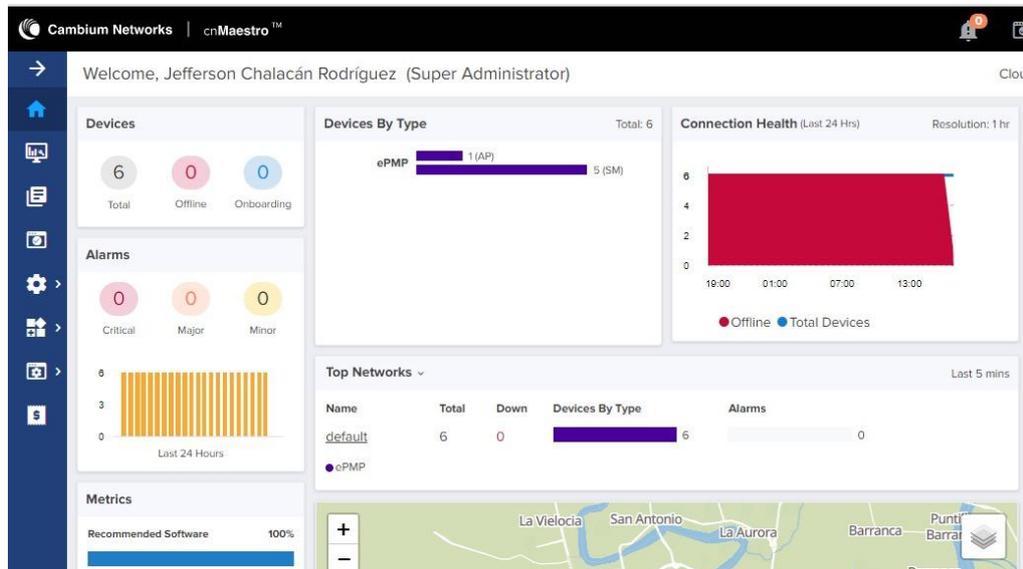


Figura 51. Dashboard final de cnMaestro

Elaborado por: Autores

4.2 GUÍA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

A continuación, se detalla el resumen de las prácticas a implementar en el banco de pruebas de WISP. La presente guía se presenta como un sustento al docente para contribuir en la tarea de planear y establecer las actividades prácticas, y para el alumno potenciar las habilidades básicas y los procedimientos relacionados con la materia de estudio. Por esta razón es indispensable comprender la importancia de integrar los conocimientos previos, y la descripción clara de los procedimientos de trabajo a fin de alcanzar los objetivos propuestos.

Práctica #1: Acceso al software de gestión y configuración de dispositivos Cambium Networks ePMP.

Práctica #2: Configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.

Práctica #3: Función Analizador de Espectro dentro del módulo ePMP Force 130.

Práctica #4: Simulación de enlaces inalámbricos usando LINKPlanner de Cambium Networks.

Práctica #5: Configuración de enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130.

Práctica #6: Configuración de enlace Punto a Multipunto (PtMP) usando equipos ePMP Force 130.

Práctica #7: Incorporación de equipos ePMP a la plataforma cnMaestro.

Práctica #8: Creación de una red de administración y configuración de WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro.

Práctica #9: Creación de Perfiles MIR (Maximum Information Rate) para la administración de ancho de banda de los suscriptores conectados al AP

Práctica #10: Administración y monitoreo de equipos Cambium Networks con la plataforma cnMaestro.

4.2.1 Práctica #1: Acceso al software de gestión y configuración de dispositivos Cambium Networks ePMP.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Acceso al software de gestión y configuración de dispositivos Cambium Networks ePMP.	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Realizar la configuración inicial para comunicarse con el módulo ePMP Force 130. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Comprender las conexiones básicas del equipo ePMP Force 130. Realizar la actualización de software de los equipos 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #1 en el libro de titulación.	
		2. Ubicar los equipos necesarios para la práctica: Antena Force 130, Adaptador PoE, cable Ethernet CAT6, PC.	
		3. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Configurar el puerto Ethernet de la PC con una dirección IP que esté dentro del mismo rango de red que la dirección IP por default de los equipos ePMP.			
2. Realizar las conexiones de los equipos ePMP Force 130 con sus respectivos accesorios.			
3. Ingresar a la interfaz web del módulo, aquí se muestra la entrada de inicio de sesión y el panel de control.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> Configuración elaborada dentro de la interfaz Centro de red y recursos compartidos de Windows, adicional se ingresa a la interfaz del módulo ePMP Force 130 mediante el navegador web de preferencia. Se realizó la actualización del software de los equipos a su última versión. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la configuración inicial de los equipos mediante la dirección IP por default para equipos ePMP. Se verificó la correcta conexión de los equipos y el acceso a la antena mediante su interfaz web. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Observar que los equipos estén en perfecto estado, caso contrario informar al docente. Asegurarse que la dirección IP de la PC no coincida con la del módulo ePMP, para evitar conflictos entre sí. 			

4.2.2 Práctica #2: Configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: Configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.	
OBJETIVO: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Configurar el módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Realizar la correcta configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE Crear la red interna del WISP y del usuario final mediante el equipo TP-Link AC1200 – Archer C54 en modo enrutador. 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> Revisar el detalle de la práctica #2 en el libro de titulación. Ubicar los equipos necesarios para la práctica: Antena Force 130, Adaptador PoE, cables Ethernet CAT6, PC, router TP-Link AC1200 – Archer C54 Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Realizar las conexiones del equipo ePMP Force 130 con sus respectivos accesorios.			
2. Configurar la antena Force 130 en modo AP y CPE desde la interfaz web con la IP por default para equipos ePMP.			
3. Realizar las conexiones y configuraciones del router TP-Link AC1200 – Archer C54.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> Se realizaron las conexiones y configuraciones para montar el router de administración de red interna del WISP en el cual está conectada la antena principal o AP, que transmitirá la señal de internet a los diferentes módulos suscriptores, previamente una antena se estableció como módulo AP dentro de la interfaz web de Cambium Networks. Se establecieron los módulos como CPE dentro de la interfaz web de Cambium Networks y se realizaron las configuraciones que requiere el router del cliente para receptor la señal de la antena principal o AP. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Los módulos ePMP Force 130 quedaron listos para configurar todos sus apartados dentro del modo AP y CPE. La conexión entre el router interno del WISP y la antena principal se realizó de manera satisfactoria. El router del cliente posee una configuración completamente diferente para receptor la señal emitida por el WISP. 			

RECOMENDACIONES:

- Observar que los equipos estén en perfecto estado, caso contrario informar al docente.
- Revisar las conexiones entre el módulo AP, adaptador PoE, Host y entre el punto de internet principal y router interno.

4.2.3 Práctica #3: Función Analizador de Espectro dentro del módulo ePMP Force 130

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRACTICA: Función Analizador de Espectro dentro del módulo ePMP Force 130	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> • Comprender el funcionamiento de la herramienta Spectrum Analyzer de Cambium Networks Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Configurar el módulo Force 130 con la herramienta Spectrum Analyzer • Determinar cuál es el mejor canal para transmitir o pasar un enlace. 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #8 en el libro de titulación. 2. Obtener una cuenta de Cambium Networks para acceder a la descarga del programa. 3. Se requiere Java Runtime Environment para ejecutar el analizador de espectro	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Instalar Spectrum Analyzer en su última versión y realizar su configuración inicial.			
2. Escanear las bandas y canales disponible para 5 GHz.			
3. Analizar los gráficos obtenidos y fijar la mejor configuración de canal para el enlace.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): <ul style="list-style-type: none"> • Se realizó la instalación y configuración del software • Se obtuvo un análisis de la gráfica en tiempo real que permite optimizar el rendimiento de la red inalámbrica identificando el mejor canal disponible para la frecuencia de 5 GHz 			
CONCLUSIONES: <ul style="list-style-type: none"> • La incorporación de Spectrum Analyzer en los equipos de la familia ePMP de Cambium Networks es útil para estudiar el espectro en la banda de 5 GHz, evitando la compra de otros dispositivos de mayor costo. • Spectrum Analyzer es una herramienta muy eficiente que permite obtener resultados fiables para planificar enlaces minimizando la interferencia. 			
RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none"> • Realizar diferentes pruebas de bandas y canales en la frecuencia de 5 GHz para comparar resultados y obtener el mejor canal disponible para el enlace. • Revisar a detalle las características que ofrece la herramienta Spectrum Analyzer. 			

4.2.4 Práctica #4: Simulación de enlaces inalámbricos usando LINKPlanner de Cambium Networks

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: Simulación de enlaces inalámbricos usando LINKPlanner de Cambium Networks	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Comprender el funcionamiento de la herramienta LINKPlanner para simulación de enlaces Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Crear un proyecto para modelar un enlace PTP Predecir el funcionamiento del radioenlace, basados en cálculos obtenidos en el simulador LINKPlanner 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> Revisar el detalle de la práctica #7 en el libro de titulación. Obtener una cuenta de Cambium Networks para acceder a la descarga del programa Verificar la versión de Windows de nuestra PC antes de la instalación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<ol style="list-style-type: none"> Instalar LINKPlanner en su última versión y realizar su configuración inicial. Crear un proyecto para analizar el rendimiento de un enlace PTP operativo Exportar un informe con datos del proyecto como: redes, sitios y enlaces. 			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la instalación y configuración del software. Se muestra el rendimiento y la disponibilidad previstos y requeridos en cada extremo del enlace para un proyecto PTP previos a su montaje. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> LINKPlanner es una herramienta muy eficiente que permite obtener resultados fiables para una implementación óptima de radioenlaces. Una ventaja de este software es su utilización gratuita, permite verificar el desempeño de un sistema al modificar los parámetros de un enlace, generar informes del proyecto, así como la lista de materiales para llevar a cabo el enlace real. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Realizar diferentes pruebas a nivel de ganancias y alturas de las antenas para comparar resultados y obtener el rendimiento esperado del enlace. Revisar a detalle las múltiples características que ofrece LINKPlanner para simular enlaces 			

4.2.5 Práctica #5: Configuración de enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	5	TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Configurar un enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Comprender el funcionamiento de un enlace PtP. Realizar las configuraciones básicas mediante interfaz web para enlazar un AP y un CPE. 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #4 en el libro de titulación.	
		2. Ubicar los equipos necesarios para la práctica: Antena Force 130, Adaptador PoE, cable Ethernet CAT6, PC.	
		3. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Configurar los diferentes parámetros de las antenas para enlace PtP mediante su interfaz web.			
2. Realizar pruebas de envío de datos entre el equipo transmisor y receptor.			
3. Interpretar los resultados del enlace inalámbrico.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> Configuración de un Radioenlace Punto a Punto usando equipos Force 130 con sus respectivas pruebas de trasmisión de datos. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Se determinó los parámetros básicos de configuración para un enlace PtP. Se verificó la correcta conexión de los equipos y se logró establecer un Radioenlace Punto a Punto. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> Observar que los equipos estén en perfecto estado, caso contrario informar al docente. Asegurarse que la dirección IP de la PC no coincida con la del módulo ePMP, para evitar conflictos entre sí. 			

4.2.6 Práctica #6: Configuración de enlace Punto a Multipunto (PtMP) usando equipos ePMP Force 130

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	6	TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de enlace Punto a Multipunto (PtMP) usando equipos ePMP Force 130	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Realizar un enlace PtMP usando equipos ePMP Force 130. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Comprender el funcionamiento de un enlace PtMP. Realizar las configuraciones básicas mediante interfaz web para enlazar un AP y 2 CPE. 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #5 en el libro de titulación.	
		2. Ubicar los equipos necesarios para la práctica: Antena Force 130, Adaptador PoE, cable Ethernet CAT6, PC.	
		3. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Configurar los diferentes parámetros de las antenas para enlace PtMP mediante su interfaz web.			
2. Realizar pruebas de envío de datos entre el equipo transmisor y equipos receptores.			
3. Interpretar los resultados obtenidos del enlace inalámbrico.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): <ul style="list-style-type: none"> Configuración de un Radioenlace Punto a Multipunto usando equipos Force 130 con sus respectivas pruebas de transmisión de datos. 			
CONCLUSIONES: <ul style="list-style-type: none"> Se determinó los parámetros básicos de configuración para un enlace PtMP. Se verificó la correcta conexión de los equipos y se logró establecer un Radioenlace Punto a Multipunto. 			
RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Observar que los equipos estén en perfecto estado, caso contrario informar al docente. Asegurarse que la dirección IP de la PC no coincida con la del módulo ePMP, para evitar conflictos entre sí. 			

4.2.7 Práctica #7: Incorporación de equipos ePMP a la plataforma cnMaestro.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	7	TÍTULO PRACTICA: Incorporación de equipos ePMP a la plataforma cnMaestro.	
OBJETIVO: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Incorporar equipos ePMP a la plataforma cnMaestro. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Crear una cuenta en la nube de cnMaestro Comprender las diferentes formas de incorporar equipos de la familia ePMP a cnMaestro. 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica # 6 en el libro de titulación.	
		2. Ubicar los equipos necesarios para la práctica: Antena Force 130, Adaptador PoE, cable Ethernet CAT6, PC.	
		3. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Ingresar con la cuenta de Cambium Networks a la página oficial de cnMaestro y configurar una cuenta en la nube.			
2. Realizar los distintos procedimientos para incorporar equipos (AP – CPE) de la familia ePMP a cnMaestro.			
3. Ingresar a la interfaz web del módulo, verificamos el estado de la conexión con cnMaestro y el nombre de la cuenta ID.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S): <ul style="list-style-type: none"> En la presente práctica se llevaron a cabo dos procedimientos para la incorporación de dispositivos ya sean Access Point o Módulos Suscriptores en el administrador de redes inalámbricas cnMaestro. Los procedimientos son por medio de números seriales o por medio de URL e ID de Cambium. 			
CONCLUSIONES: <ul style="list-style-type: none"> Se siguieron los pasos para la creación de una cuenta en la nube de cnMaestro. Los equipos ePMP quedaron agregados y listos para su administración, configuración y monitoreo mediante cnMaestro. 			
RECOMENDACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Observar que los equipos estén en perfecto estado, caso contrario informar al docente. Los equipos deben contar con internet al momento de agregarse a la plataforma de cnMaestro. Revisar las conexiones entre los módulos, adaptador PoE, Host. 			

4.2.8 Práctica #8: Creación de una red de administración y configuración de WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	8	TÍTULO PRACTICA: Creación de una red de administración y configuración de WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro.	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> • Crear de una red de administración y configurar WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un sistema jerárquico de dispositivos mediante redes, torres y sitios. • Comprender los parámetros relacionados a la creación de WLAN y grupos AP. 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #9 en el libro de titulación.	
		2. Ingresar con las credenciales de acceso a la plataforma cnMaestro	
		3. Al finalizar la práctica, desvincular los equipos reclamados dentro de la plataforma.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Creación de una vista jerárquica de dispositivos que consta de redes, torres, sitios.			
2. Configuración de parámetros para la creación de WLAN.			
3. Configuración de parámetros para la creación de grupos AP de la serie Enterprise.			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de los dispositivos y ubicación geográfica de los equipos. • Creación de un AP Group disponible para incorporación de nuevos dispositivos. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> • La georreferenciación de los sitios y torres permite tener un mejor control sobre los equipos instalados. • Los nuevos dispositivos que sean incorporados pueden acceder a AP Groups con características previamente configuradas. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> • En caso de tener equipos que se encuentren agregados a la cuenta de cnMaestro, éstos se deben eliminar para que puedan ser agregados a una segunda cuenta. • Evitar cortes de energía o desconexiones en los equipos al momento de la actualización de software. 			

4.2.9 Práctica #9: Creación de Perfiles MIR (Maximum Information Rate) para la administración de ancho de banda de los Suscriptores conectados al AP.

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	9	TÍTULO PRACTICA: Creación de Perfiles MIR (Maximum Information Rate) para la administración de ancho de banda de los suscriptores conectados al AP	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> • Crear perfiles MIR para limitar el consumo de Internet de los suscriptores asociados al AP Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Configurar diferentes anchos de banda para ser ofrecidos por el AP a los suscriptores • Definir en los CPE el perfil a utilizar de acuerdo con los requerimientos de ancho de banda 			
INSTRUCCIONES:		1. Revisar el detalle de la práctica #9 en el libro de titulación.	
		2. Verificar el máximo ancho de banda ofrecido por el ISP principal.	
		3. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
1. Realizar la conexión y configuración de los equipos AP y CPE			
2. Configurar el ancho de banda ofrecido por el AP a cada uno de los suscriptores.			
3. Asociar los perfiles MIR del AP de acuerdo con el ancho de banda requerido por los Clientes			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó la configuración y el funcionamiento de los perfiles MIR para administrar el ancho de banda suministrado a los clientes 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> • La creación de perfiles MIR es una característica que permite administrar de forma sencilla el ancho de banda asignado a cada suscriptor • Se pueden crear varios perfiles MIR con diferentes anchos de banda, que pueden ser ofrecidos como planes de conectividad por el WISP 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el ancho de banda mediante la utilización de un SpeedTest. • No desconectar los equipos durante el reinicio de las antenas. 			

4.2.10 Práctica #10: Administración y monitoreo de equipos Cambium Networks con la plataforma cnMaestro.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería en Telecomunicaciones		ASIGNATURA: Radioenlaces y Redes Inalámbricas	
NRO. PRÁCTICA:	10	TÍTULO PRÁCTICA: Administración y monitoreo de equipos Cambium Networks con la plataforma cnMaestro.	
OBJETIVOS: Objetivo General: <ul style="list-style-type: none"> Administrar y monitorear equipos Cambium Networks con la Plataforma cnMaestro. Objetivos Específicos: <ul style="list-style-type: none"> Comprender las diferentes interfaces de administración en tiempo real con que cuenta cnMaestro. Conocer las opciones de monitoreo para optimizar la disponibilidad del sistema con equipos ePMP. 			
INSTRUCCIONES:		<ol style="list-style-type: none"> Revisar el detalle de la práctica #10 en el libro de titulación. Contar con acceso a la plataforma cnMaestro y tener dispositivos ePMP vinculados. Verificar la correcta instalación y conexiones de los equipos previo a su uso. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<ol style="list-style-type: none"> Realizar un recorrido por las distintas interfaces de los dispositivos en la pestaña Monitor and Manage de cnMaestro. Interpretar las gráficas obtenidas en tiempo real para el Sistema, AP y CPE. Configurar las diferentes propiedades que presenta cnMaestro para el monitoreo y administración de las radios Force 130. 			
RESULTADO(S) OBTENIDO(S):			
<ul style="list-style-type: none"> Se comprendió el funcionamiento de las diferentes interfaces de administración y monitoreo que proporcionan el estado del sistema y los dispositivos implementados en tiempo real. 			
CONCLUSIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> cnMaestro ofrece funciones claves que simplifican el proceso de monitoreo y mantenimiento de la red inalámbrica La administración de equipos desde la nube permite resolver fallas en las redes de manera mucho más eficiente desde cualquier lugar. 			
RECOMENDACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> En caso de tener equipos que se encuentren agregados a la cuenta de cnMaestro, éstos se deben eliminar para que puedan ser agregados a una segunda cuenta. Revisar a detalle las múltiples características que ofrece el monitoreo de equipos mediante la plataforma cnMaestro. 			

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al término del desarrollo del presente proyecto técnico se concluye que el banco de pruebas ofrece a los estudiantes de la carrera de Telecomunicaciones la oportunidad de afianzar los conocimientos teóricos adquiridos en las diferentes asignaturas de la especialidad, brindando una visión real del funcionamiento de los equipos que conforman un Proveedor de Servicios de internet inalámbrico.

Con respecto a la administración y monitoreo del WISP se evidencia que la interacción de herramientas diseñadas para planificar, implementar y monitorear junto con aplicaciones de servicios de red y una administración que se ejecuta de manera local o basada en la nube, la plataforma cnMaestro de Cambium Networks deja de lado los procedimientos complejos de gestión para pasar a un sistema sencillo y robusto capaz de proporcionar soluciones para la eficiencia y rendimiento de redes inalámbricas en tiempo real a pequeña y gran escala.

Dentro de los parámetros principales de configuración de los equipos, todas las antenas ePMP Force 130 se encuentran operando a una frecuencia de 5265 MHz, un ancho de canal de 20 MHz, una ganancia de antena de 14 dBi y una relación de descarga/carga al 50/50, esto nos permite operar a una mayor velocidad y que los enlaces sean menos susceptibles a interferencias.

Como resultado del dimensionamiento de los dispositivos empleados para la ejecución del presente proyecto se evidenciaron múltiples virtudes que poseen los equipos ePMP Cambium Networks por encima de otras marcas, esto trae consigo importantes beneficios como la relación precio/calidad y su capacidad de proporcionar y garantizar una conectividad óptima, añadiendo rapidez y simplicidad al despliegue de los sistemas y enlaces inalámbricos en la banda de frecuencias de uso libre, en este caso 5 GHz.

Finalmente, el desarrollo del manual prácticas elaborado para el manejo del banco de pruebas de WISP otorga a los estudiantes información documentada y detallada correspondiente a la configuración de cada equipo empleado, así como el uso de herramientas de simulación para el diseño de enlaces inalámbricos.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda potenciar este banco de pruebas adquiriendo otros equipos pertenecientes a la marca Cambium Networks, con el fin de tener una visión más amplia de toda la gama de dispositivos que convergen alrededor de las soluciones inalámbricas en los múltiples escenarios con diferentes requisitos de conectividad, capacidad, densidad, cobertura y presupuestos.

Se sugiere verificar todas las conexiones entre los distintos dispositivos con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de estos y evitar daños futuros, de la misma manera actualizar los softwares de las antenas a su última versión compatible.

Se debe considerar la implementación de políticas y controles de seguridad de red para hardware y software, las cuales ayudarán a proteger la información confidencial de los clientes y la integridad de los datos.

El banco de pruebas puede ser utilizado como base para futuros proyectos técnicos realizando las modificaciones y configuraciones necesarias para analizar otras características y parámetros no contemplados en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ITU, «Comunicaciones inalámbricas terrenales,» *ITUNews Magazine*, nº 4, 2019.
- [2] J. Salazar, *Redes inalámbricas*, Praga: Formato electrónico, 2017.
- [3] N. D. Kanika Sharma, *A Study of Wireless Networks: WLANs, WPANs, WMANs, and WWAN with Comparison*, vol. 5, 2014, pp. 7810-7813.
- [4] ITU, *Características de la tecnología de ultrabanda ancha*, 2006.
- [5] A. C. Karunakar Pothuganti, *A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi*, vol. 4, 2014, pp. 655-662.
- [6] Bluetooth, «bluetooth.com,» [En línea]. Available: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/radio-versions/>. [Último acceso: 2021].
- [7] CISCO, *CCNA: Introduction to Networks*.
- [8] Cisco, «cisco.com,» [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/assets/ofertas/desconectadosanos/nimos/routing/pdfs/brochure_redes.pdf. [Último acceso: 2021].
- [9] I. Ros, «Muycomputer,» 16 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.muycomputer.com/2018/02/16/estandares-wifi-lo-debes-saber/>. [Último acceso: 2021].
- [10] INTEL, [En línea]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005725/wireless.html#legacy>. [Último acceso: 2021].
- [11] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), «Estudio de la Conectividad Internacional de Internet en América Latina y El Caribe,» Marzo 2013. [En línea]. Available: [www.itu.int › pref › D-PREF-EF.IIC.CAR-2013-PDF-S.pdf](http://www.itu.int/pref/D-PREF-EF.IIC.CAR-2013-PDF-S.pdf).
- [12] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), «Manual sobre redes basadas en el protocolo Internet(IP) y asuntos conexos,» 2005. [En línea]. Available: <https://itu.tind.io/record/24799>.
- [13] D. Echeto, «Qué es ISP,» Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.que.es/2020/12/08/que-es-isp/>.
- [14] F. N. Pachar Figueroa, «Diseño de la red para un wireless internet service provider (WIPS) para el cantón Yantzaza,» 2010. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2534>.
- [15] «Comunicación vía microondas,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Comunicaci%C3%B3n_v%C3%ADa_microondas.
- [16] «Enlaces Punto a Punto,» [En línea]. Available: <http://www.alfatelecom.mx/enlaces-punto-a-punto/>.
- [17] «radioenlaces multipunto,» [En línea]. Available: <https://www.alora-soluciones.es/radioenlaces-multipunto-frente-a-radioenlaces-punto-a-punto/>.

- [18] P. ESOPO, «Espectro Radioeléctrico,» [En línea]. Available: <https://iie.fing.edu.uy/proyectos/esopo/espectro-radioelectrico/>.
- [19] H. Carrión, «Redes Inalámbricas: explotación de bandas libres. Reflexiones y Recomendaciones,» [En línea]. Available: www.imaginar.org.
- [20] «IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas,» IEEE Std 145-1983. [En línea].
- [21] «Parámetros de una antena,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/equiposdeimagengmfp/1-transmision-de-television/2-antenas-de-television/parmetros-de-una-antena>.
- [22] A. V. Miguel Ferrando, «Introducción. Parámetros de Antenas,» Dep. Comunicaciones. Universidad Politécnica de Valencia. [En línea].
- [23] A. -. Theory.com, «Ancho de banda,» [En línea]. Available: <https://www.antenna-theory.com/spanish/basics/bandwidth.php>.
- [24] P. Ruesca, «Teoría de Antenas,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/teoria-de-antenas/>.
- [25] WifiSafe, «¿Qué es y para qué sirve una antena WiFi?,» [En línea]. Available: <https://www.wifisafe.com/blog/antenas/>.
- [26] C. Networks, «www.cambiumnetworks.com,» [En línea]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/products/epmp/epmp-force-130-5-ghz/> . [Último acceso: 2021].
- [27] C. Networks, «www.cambiumnetworks.com,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/wp-content/uploads/2018/11/ePMP-802.11n-User-Guide-v.3.5.6-.pdf> . [Último acceso: 2021].
- [28] Smartwifeworks, «www.smartwifeworks.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.smartwifeworks.com/cnMaestro.asp>. [Último acceso: 2021].
- [29] «blackbox.com,» [En línea]. Available: <https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/46780/Recursos/Technical/black-box-explica/Copper-Cable/Categorias-5e-y-6>. [Último acceso: 2021].
- [30] Cisco, «cisco.com,» [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/enterprise-networks/802-11ax-solution/nb-06-5-things-WiFi6-5G-infograph-cte-en.html. [Último acceso: 2021].
- [31] J. Lansford, «ieee802.org,» 1999. [En línea]. Available: https://www.ieee802.org/11/Documents/DocumentArchives/1999_docs/90548-S-WPAN-HomeRF-Tutorial-Office-97.pdf. [Último acceso: 2021].
- [32] Mikroe, «mikroe.com,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.mikroe.com/blog/irda-3-click-an-intelligent-ir-transceiver-device->. [Último acceso: 2021].
- [33] CEUPE, «ceupe.com,» [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-rfid.html>. [Último acceso: 2021].

- [34] Apple, «support.apple.com,» [En línea]. Available: <https://support.apple.com/es-cl/guide/security/sec1e6108efd/web>. [Último acceso: 2021].
- [35] Zigbee Alliance, 2019. [En línea]. Available: https://zigbeealliance.org/developer_resources/zigbee-technical-presentation/. [Último acceso: 2021].
- [36] T. Rune, «wirelesscommunication.nl,» [En línea]. Available: <http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr01/wrlslans/hipersec.htm>. [Último acceso: 2021].
- [37] eConectia, «econectia.com,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.econectia.com/blog/que-es-wimax>. [Último acceso: 2021].
- [38] abc, «abc.es,» 2019. [En línea]. Available: https://www.abc.es/economia/abcisuculento-filon-explotar-ciudades-inteligentes-201911110156_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F. [Último acceso: 2021].
- [39] LINKSYS, «linksys.com,» [En línea]. Available: <https://www.linksys.com/us/p/P-E5350/>. [Último acceso: 2021].
- [40] TP-link, «tp-link.com,» [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/es/service-provider/unmanaged-switch/tl-sg1008d/>. [Último acceso: 2021].
- [41] TP-link, «tp-link.com,» [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/es/service-provider/managed-switch/t3700g-28tq/>. [Último acceso: 2021].
- [42] ARCOTEL, «arcotel.gob.ec,» 2017. [En línea]. Available: https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Resoluci%C3%B3n-12-09-ARCOTEL-2017_completa_con-firmas-11.pdf. [Último acceso: 2021].
- [43] Cambium Networks, [En línea]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/products/epmp/>. [Último acceso: 2021].
- [44] «comunicacionesinalambricashoy.com,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/antena-omnidireccional-de-900-mhz/>. [Último acceso: 2021].
- [45] Cambium Network, [En línea]. Available: https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Redes/Antenas/Cambium-Networks-Antena-Direccional-PMP-450D4-25dBi-5-5-5-9GHz.html?nosto=shop_api_detail0_1. [Último acceso: 2021].
- [46] «syscomcolombia.com,» [En línea]. Available: <https://www.syscomcolombia.com/producto/N5-45X2-MIMOSA-NETWORKS-161242.html>. [Último acceso: 2021].
- [47] «www.flyteccomputers.com,» [En línea]. Available: <https://www.flyteccomputers.com/product/24964/Cambium-ePMP-Force-130-5GHz-Integrated-Radio-14-dBi-Subscriber-Module-RoW-US-Power-Cord>. [Último acceso: Abril 2021].

- [48] TP-Link, «tp-link.com,» [En línea]. Available: <https://www.tp-link.com/au/home-networking/wifi-router/archer-c54/#overview>. [Último acceso: 2021].
- [49] TP-Link, «cartimex.com/,» 2020. [En línea]. Available: <http://img.cartimex.com/v2/pdf/ARCHER-C54.pdf>. [Último acceso: 2021].
- [50] C. Networks, «cloud.cambiumnetworks.com,» [En línea]. Available: <https://cloud.cambiumnetworks.com/>. [Último acceso: 2021].
- [51] Beaucoup, «www.inselec.com.ec,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.inselec.com.ec/wp-content/uploads/2018/12/CATALOGO-BEAUCOUP.pdf> . [Último acceso: 2021].
- [52] Alibaba, «www.spanish.alibaba.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/insulated-electrical-wires-utp-cat6-cable-for-mobile-and-communication-60636608021.html>.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AP	Punto de acceso.
Backbone	Principales conexiones troncales de Internet.
Backhaul	Red de retorno en el ámbito de las telecomunicaciones.
CPE	Equipo Local del cliente (Customer Premises Equipment).
Dashboard	Tablero o cuadro de mandos con representación gráfica.
ePMP	Ecualizar Punto Multi-Punto.
FFD	Dispositivo Zigbee de funcionalidad completa
FRD	Dispositivo Zigbee de funcionalidad reducida.
IrDA	Infrared Data Association (Asociación de datos infrarrojos)
Multi-hop	Múltiples saltos (Enrutamiento)
RF	Radiofrecuencia
Streaming	Tecnología que envía contenidos multimedia a dispositivos conectados a Internet.
UWB	Ultra-Wideband (Banda Ultra-ancha)

ANEXOS

ANEXO A

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS

		REVISION 1/1	Página 1 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA #1

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Acceso al software de gestión de dispositivos Cambium Networks ePMP”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Realizar la configuración inicial para comunicarse con el módulo ePMP Force 130.

b. Objetivos Específicos:

- Comprender las conexiones básicas del equipo ePMP Force 130.
- Realizar la actualización de Software de los equipos

c. Marco Teórico

Historia de Cambium Networks

Cambium Networks es una empresa estadounidense, se creó cuando Motorola Solutions vendió los negocios Canopy y Orthogon en 2011, dos marcas en los sectores de banda ancha inalámbrica punto a punto (PTP) y punto a multipunto (PMP). Cambium evolucionó la plataforma y la expandió a tres líneas de productos:

- PTP (anteriormente Orthogon),
- PMP (anteriormente Canopy)
- ePMP.

En 2018, CIO Review incluyó a Cambium en su lista de los 20 proveedores de soluciones de tecnología inalámbrica más prometedoros. En julio de 2019, Cambium adquirió Xirrus de Riverbed Technology. En junio de 2019, la compañía cotizó en la Bolsa de Valores de NASDAQ en una oferta pública inicial que recaudó 70 millones de dólares.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

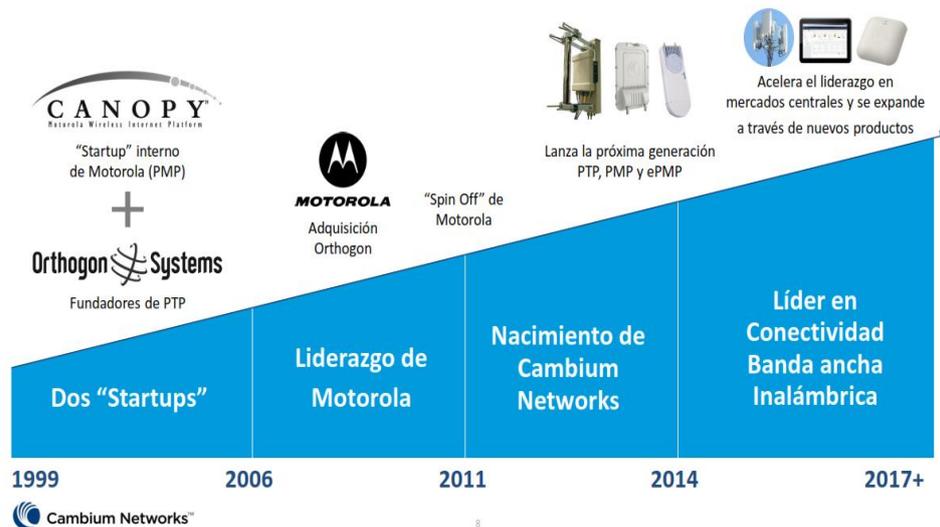


Figura 1. Evolución de Cambium Networks

Cambium Networks brinda soluciones para construir redes de comunicaciones eficaces y fácilmente sostenibles para todos los proveedores de servicios Internet inalámbrico (WISP), empresas, agencias gubernamentales y militares, seguridad pública y mercados de comunicaciones industriales, a través de su amplia cartera de productos que incluye: soluciones de conmutación, Internet de las cosas y banda ancha inalámbrica fija y Wi-Fi para empresas.

Los productos de Cambium utilizan el espectro licenciado y no licenciado, con capacidades diseñadas para cumplir con altos estándares de eficiencia.

ePMP Force 130

El módulo integrado Force 130 en 5 GHz es una unidad transceptora autónoma que aloja tanto de radio como electrónica de red, es ideal para redes de retorno ("backhaul") de corto alcance y alta capacidad, puede funcionar como un punto de acceso (AP) o un módulo suscriptor (SM).

Está diseñado para operar en entornos de alta interferencia, proporciona un rendimiento de hasta 140Mbps con tráfico bidireccional de datos reales del usuario. Los módulos incluyen funciones para calidad de servicio (QoS) y características de gestión.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

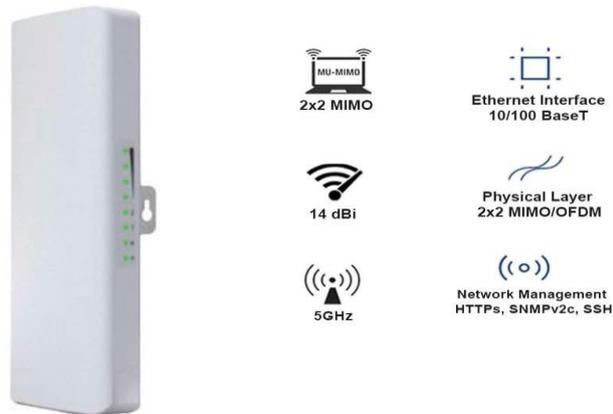


Figura 2. ePMP Force 130 de Cambium Networks

d. Marco Procedimental

Creación de cuenta en la página oficial de Cambium Networks

Para iniciar a trabajar con equipos de la marca Cambium Networks, es necesario crear una cuenta para acceder a los documentos, actualizaciones de software más recientes, soporte de equipos entre otras opciones.

En el navegador web Mozilla Firefox ingresar al enlace <https://support.cambiumnetworks.com/> que nos redirige a la página de soporte de Cambium Network. Clic en Register

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

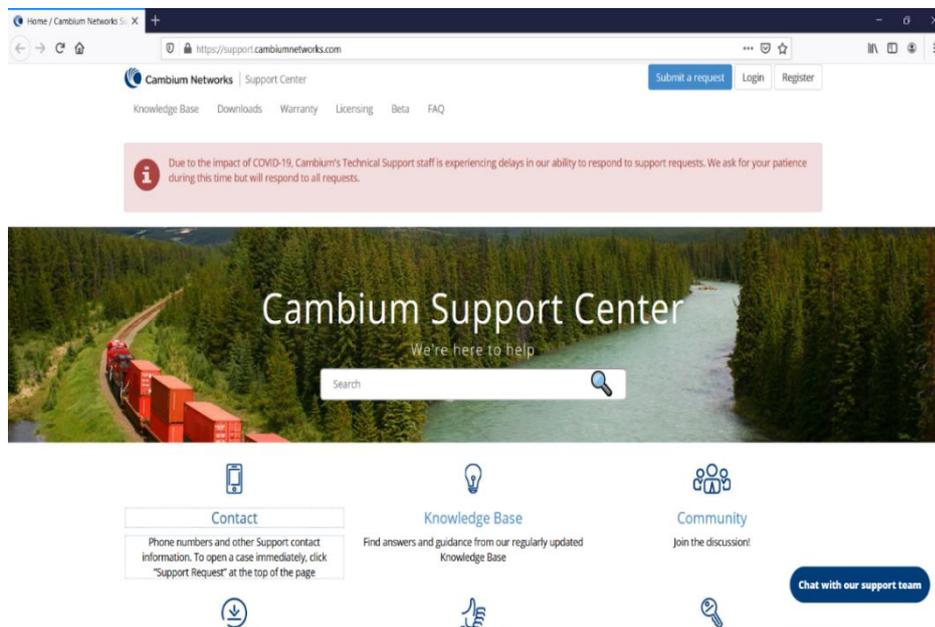


Figura 3. Página web del fabricante Cambium Networks

Escribir su correo institucional y dar clic en **Register** para crear una nueva cuenta de usuario.

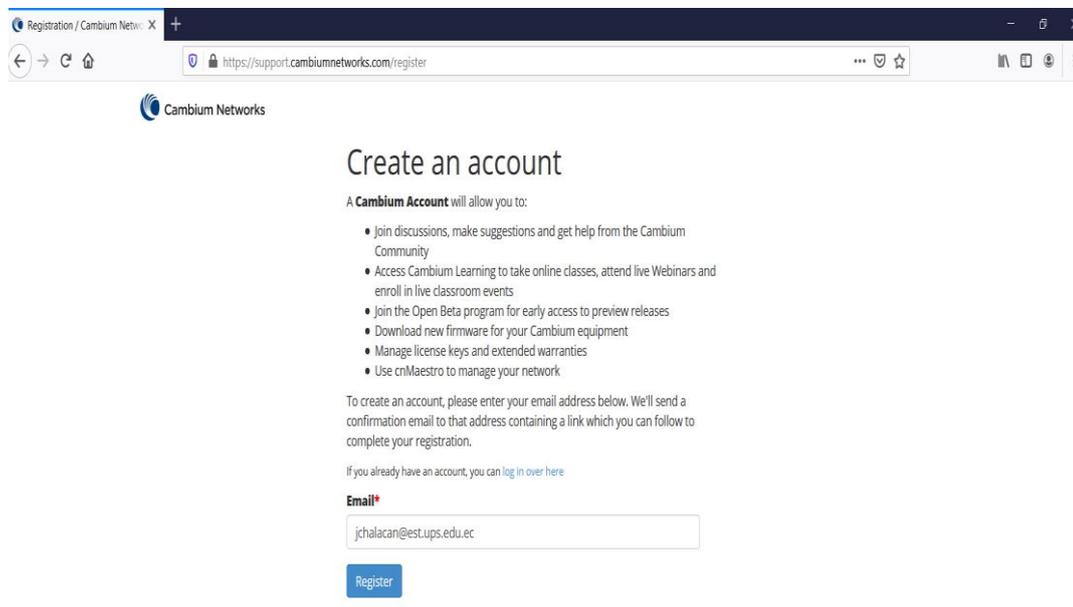


Figura 4. Creación nuevo usuario

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

A continuación, se actualizará la pestaña del navegador, indicando que el registro se realizó con éxito y se envió un correo de verificación.

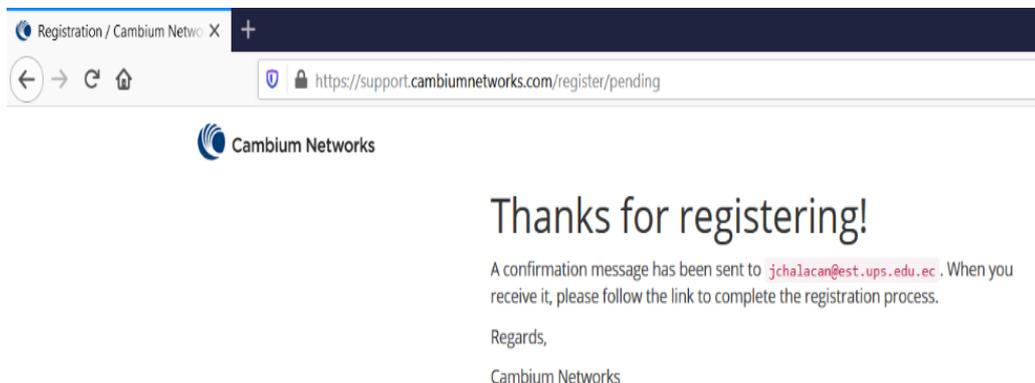


Figura 5. Confirmación de registro

Abrimos el correo institucional y verificamos la cuenta dando clic en el enlace recibido.

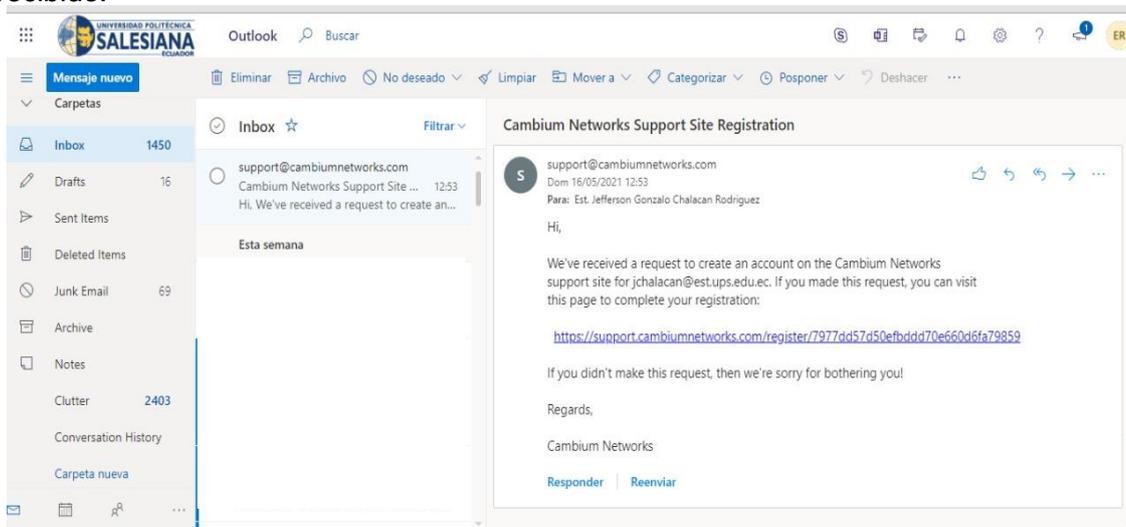


Figura 6. Correo recibido para validación de cuenta

Completar el proceso de registro

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

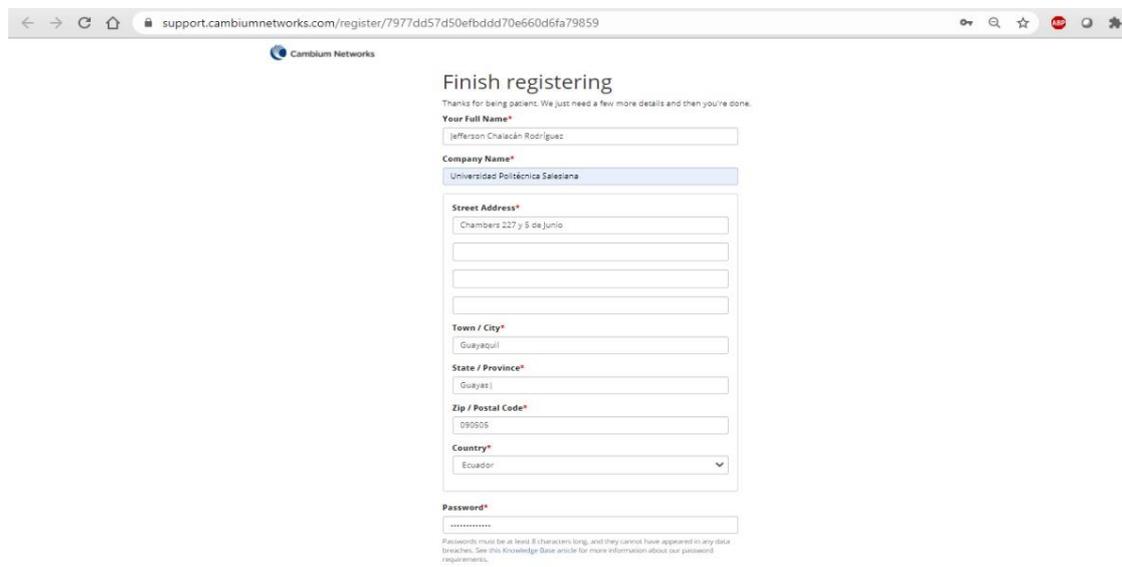


Figura 7. Formulario de registro

Aparecerá un mensaje que indicará que la cuenta ha sido creada satisfactoriamente para el correo ingresado.

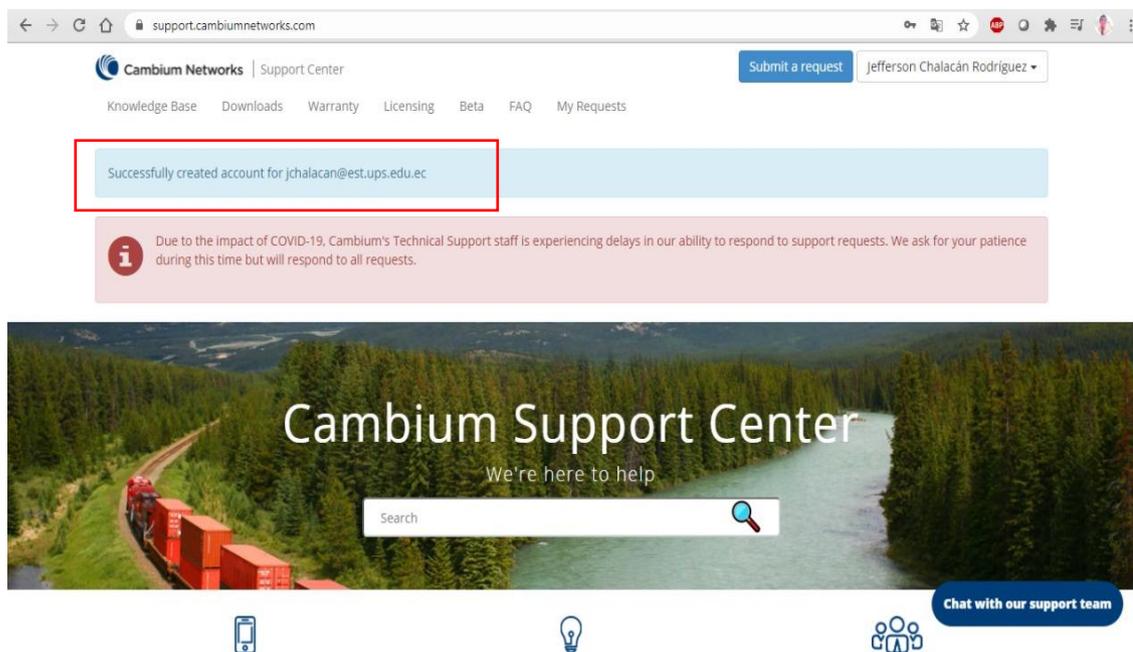


Figura 8. Página web del fabricante Cambium Networks

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Descarga de archivo para actualización de software del equipo

Dentro de la cuenta creada, ir a Downloads, seleccionar el tipo de dispositivo que tenemos, en este caso un ePMP Force 130 SM y descargar la versión más reciente de Software para el equipo, el cual será utilizado más adelante

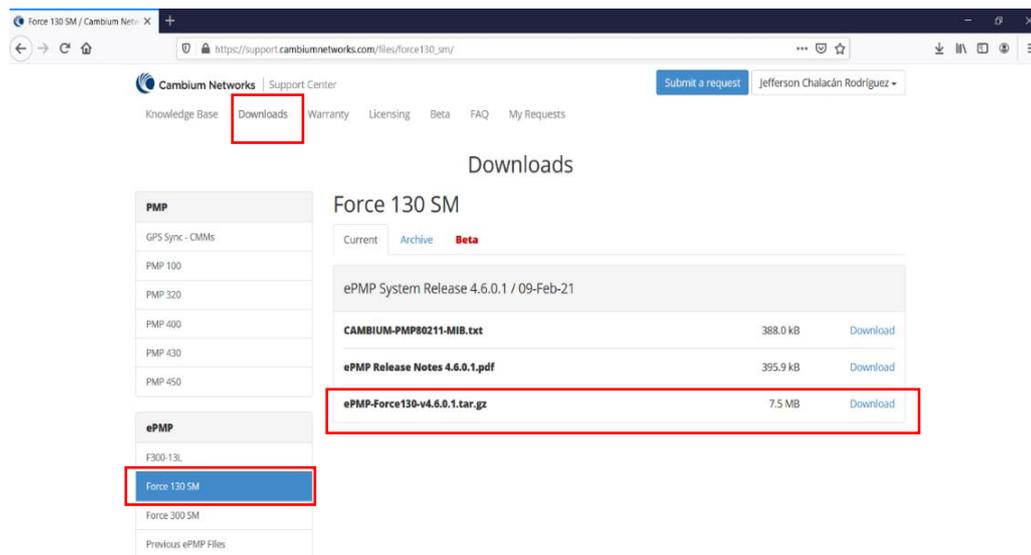


Figura 9. Centro de soporte Cambium Networks

ADVERTENCIA: Al momento de realizar este proceso, no desconecte el equipo

Configuración inicial para comunicarse con el módulo ePMP Force 130
Desconectar la red de Internet de nuestra PC

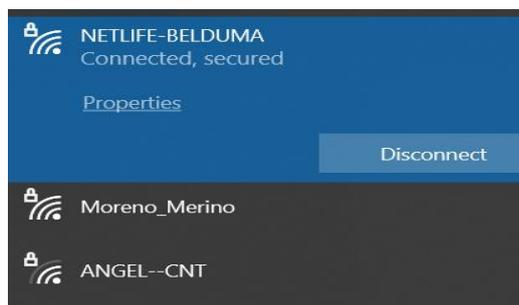


Figura 10. Redes disponibles

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Conectar el equipo ePMP Force 130 como se detalla en el siguiente diagrama

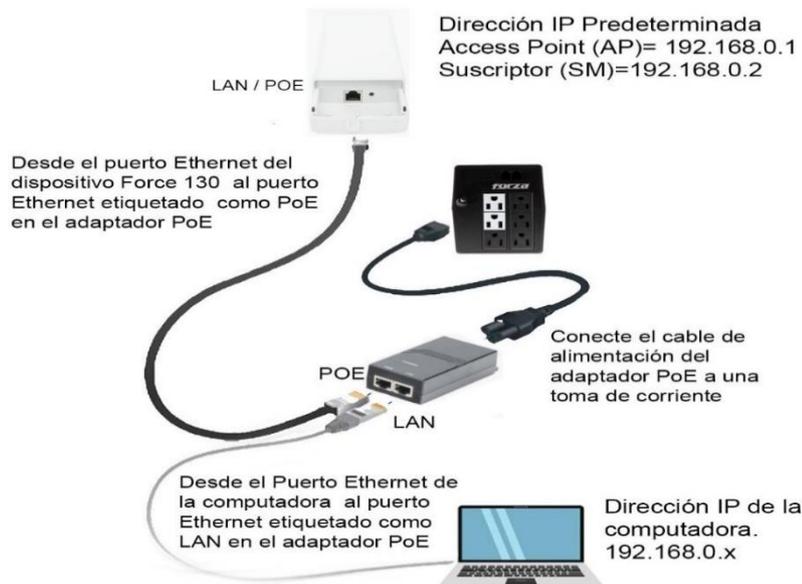


Figura 11. Diagrama de conexión de equipos

A continuación, hay que modificar las propiedades para el puerto Ethernet. En Windows 10, esto se encuentra en Panel de control > Centro de redes y recursos compartidos.

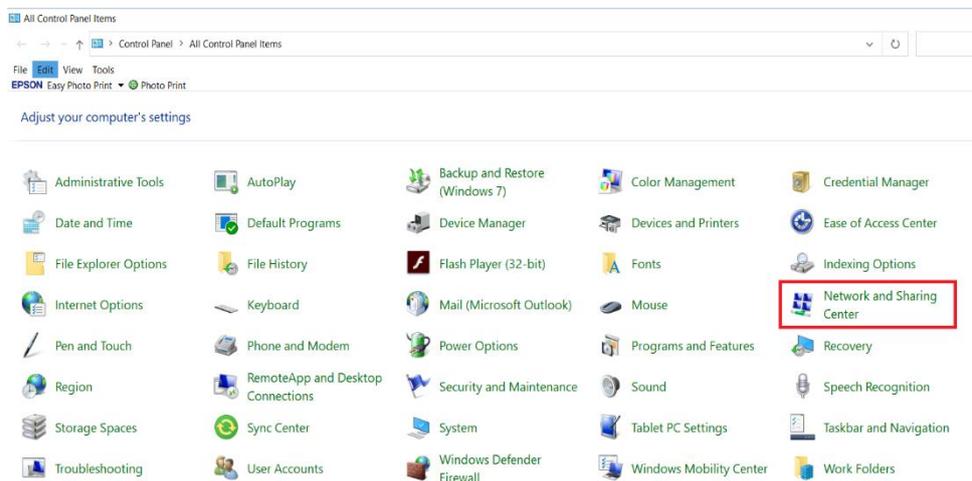


Figura 12. Panel de Control.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Damos clic en la interfaz Ethernet de la antenna, que se visualiza en las redes activas.

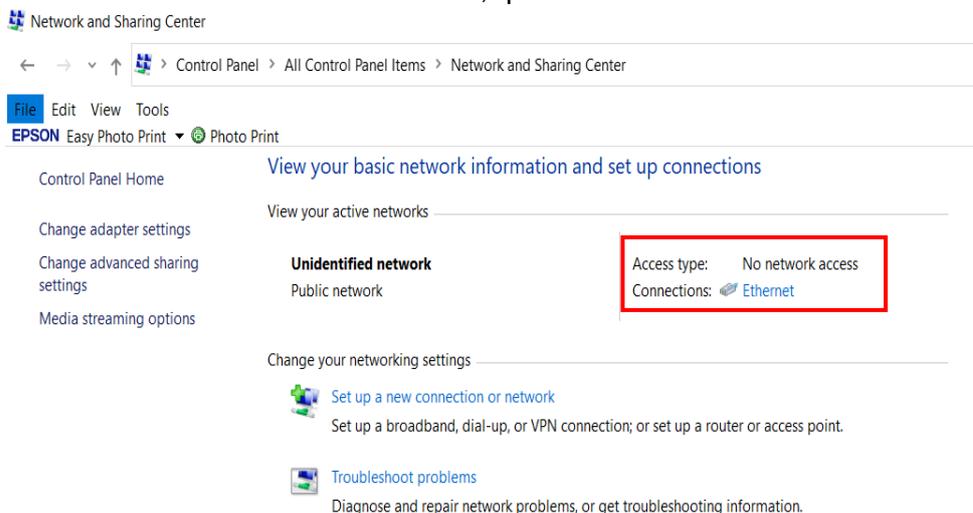


Figura 13. Centro de Redes y Recursos Compartidos.

Clic en Propiedades, se despliega la ventana de propiedades Ethernet del equipo conectado, seleccionar el elemento Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4), verificamos la casilla y damos clic en Propiedades.

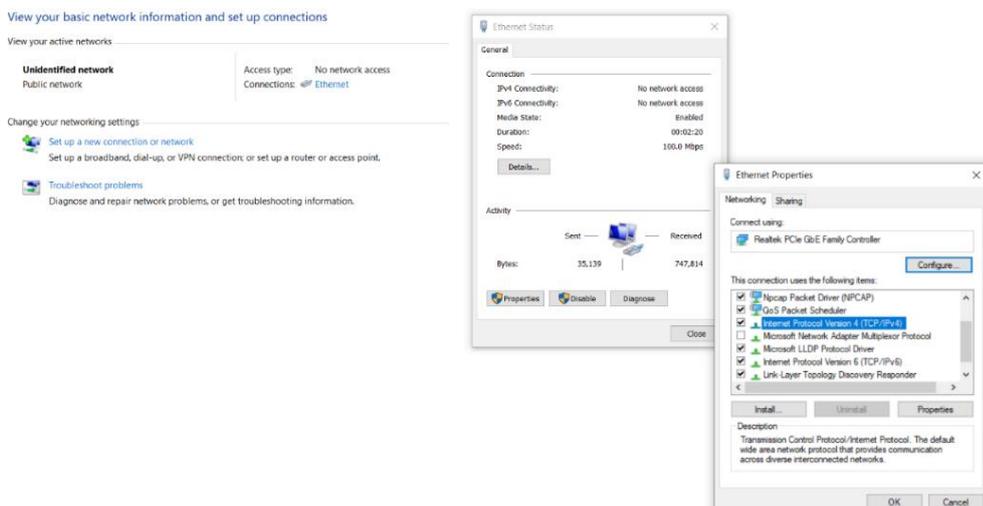


Figura 14. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, exceptuando las direcciones: 192.168.0.1 (AP), 192.168.0.2 (CPE) y la 192.168.0, un ejemplo podría ser 192.168.0.10 como se muestra en la imagen. Ingresar la máscara de subred 255.255.255.0. Dejar el default Gateway en blanco. Clic en OK y finalmente cerrar todas las ventanas del Centro de redes y recursos compartidos.

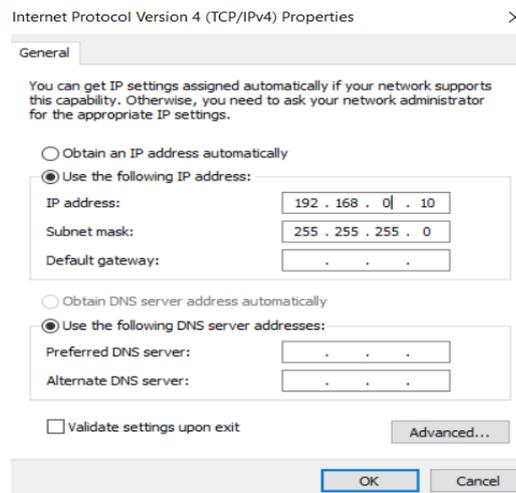


Figura 15. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4).

Iniciar el navegador web de preferencia, escribir la dirección IP 192.168.0.2 en la barra de direcciones. La dirección IP predeterminada de fábrica para el equipo ePMP Force130 es 192.168.0.2 (Modo Suscriptor). Presionar Enter.

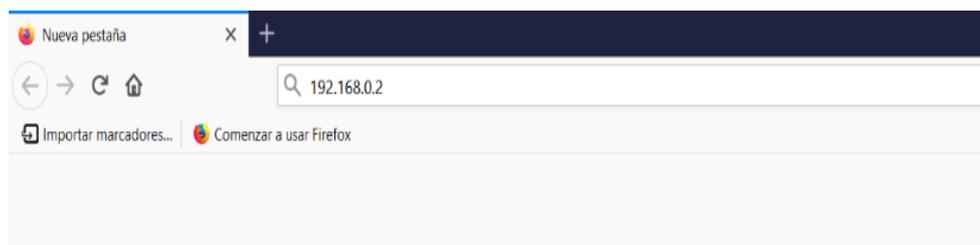


Figura 16. Navegador web Mozilla Firefox

Se muestra la entrada de inicio de sesión. Ingresar **Username** (default: admin) and **Password** (default: admin). Click **Login in**

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

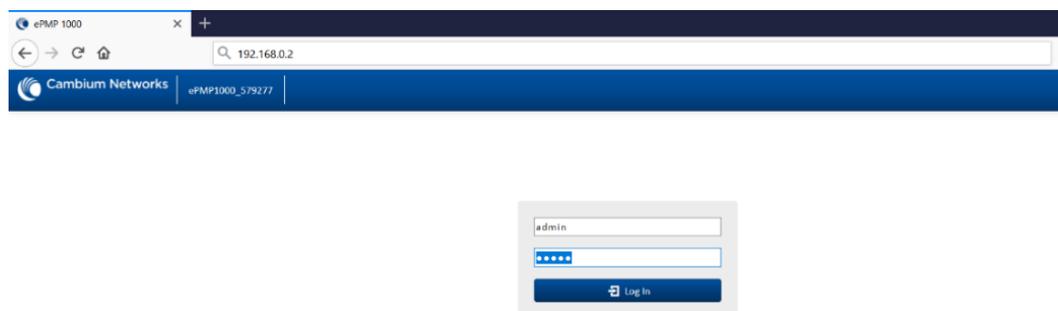


Figura 17. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

Se muestra la interfaz web de administración del equipo ePMP Force 130, donde se visualiza las características del equipo.

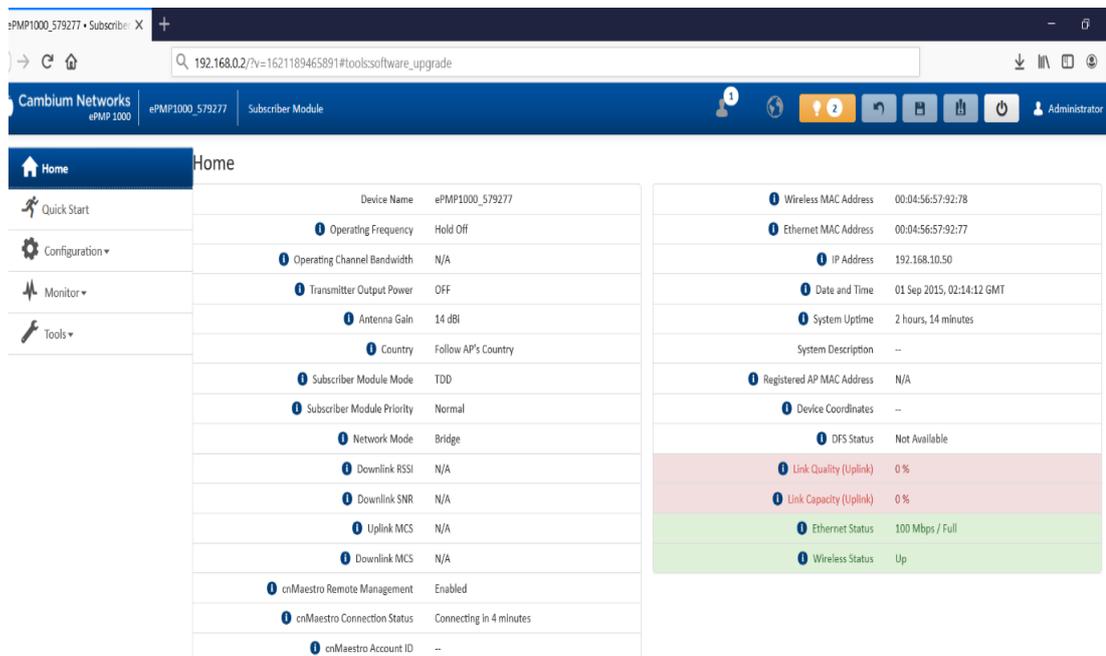


Figura 18. Interfaz web de administración de la plataforma Cambium Networks.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Para realizar la **actualización de software**, en el menú de la izquierda se selecciona Tools, Software Upgrade y se muestra inicialmente que tiene un Software versión 4.5.5, es necesario su actualización a la versión más reciente.

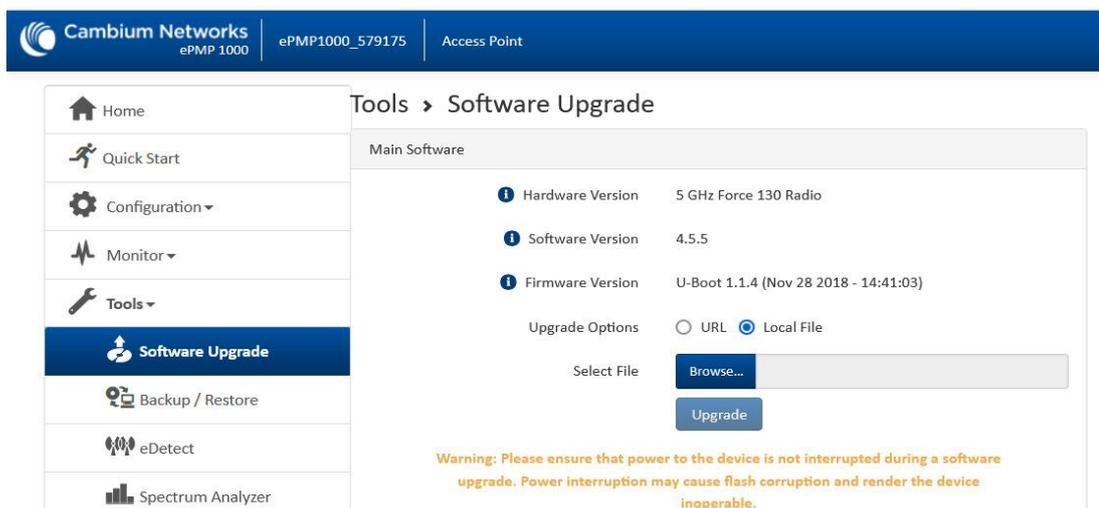


Figura 19. Interfaz web de administración

En Upgrade Options, dar clic en Local File, Select File y subir el archivo previamente descargado de la página de Cambium Networks para la actualización

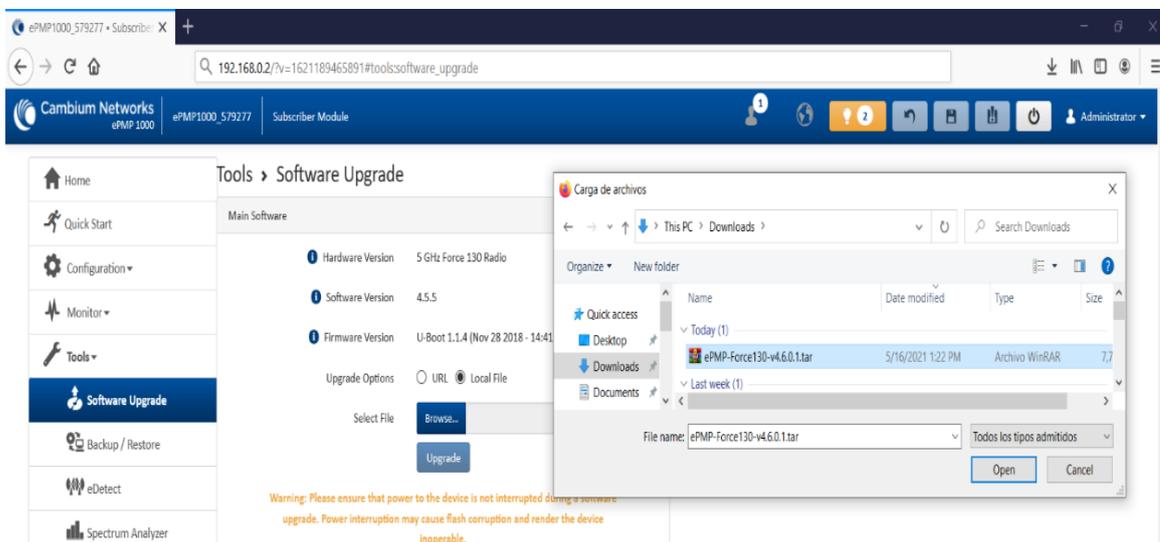


Figura 20. Carga del archivo de actualización de software.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Se inicia el proceso de actualización de Software.

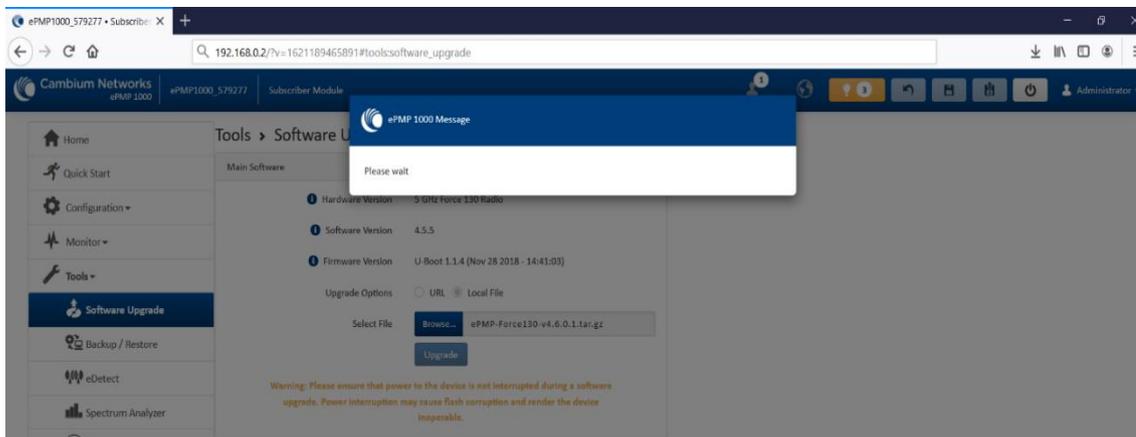


Figura 21. Proceso de actualización de software del equipo.

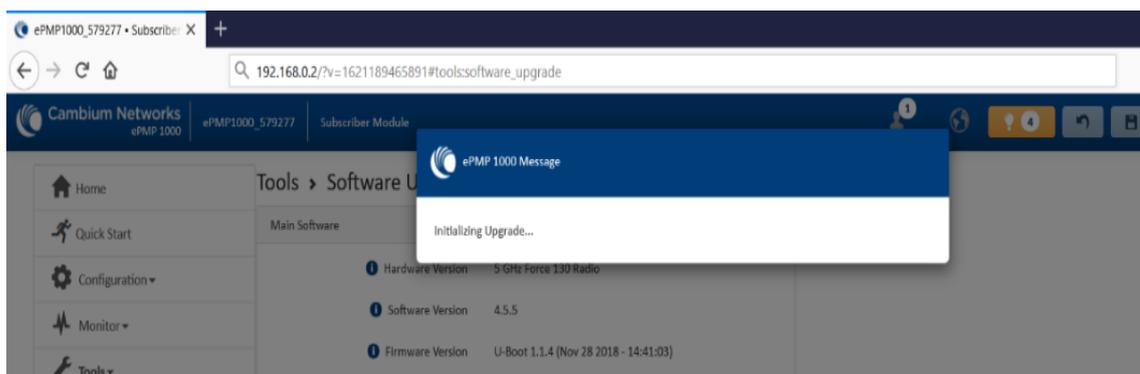


Figura 22. Instalando actualización

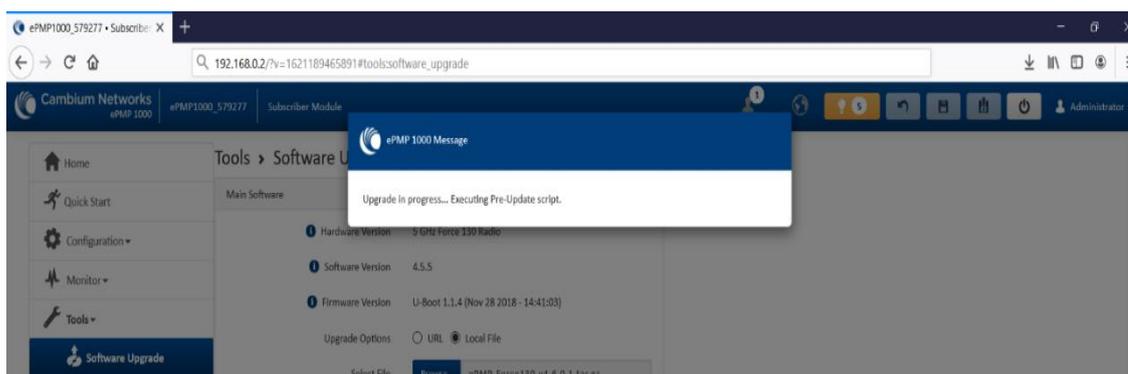


Figura 23. Ejecutando el script de pre-actualización.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

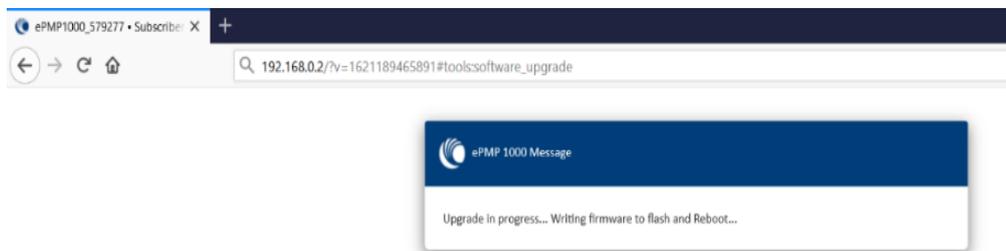


Figura 24. Reinicio del equipo

Una vez terminado el proceso, el equipo se enciende automáticamente y se redirige a la página de inicio de sesión, Ingresar **Username** (default: admin) and **Password** (default: admin). Click **Login in**.

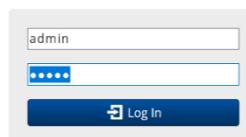


Figura 25. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

e. Recursos Utilizados

- Antena Force 130
- Adaptador PoE
- Cable Ethernet CAT6
- PC

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

f. Registro de Resultados

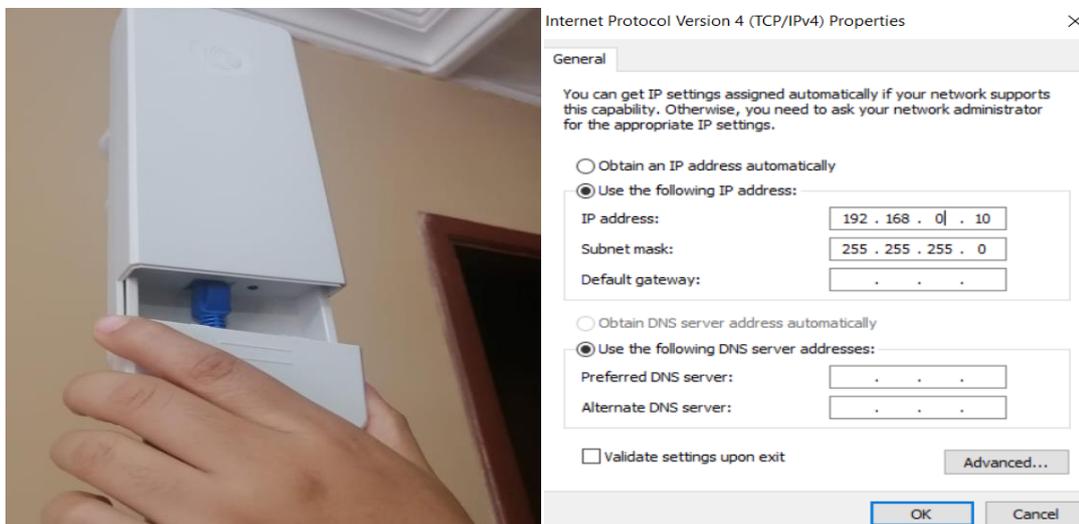


Figura 26. Conexión inicial de módulo Force 130 y configuración en el Centro de red y recursos compartidos de Windows

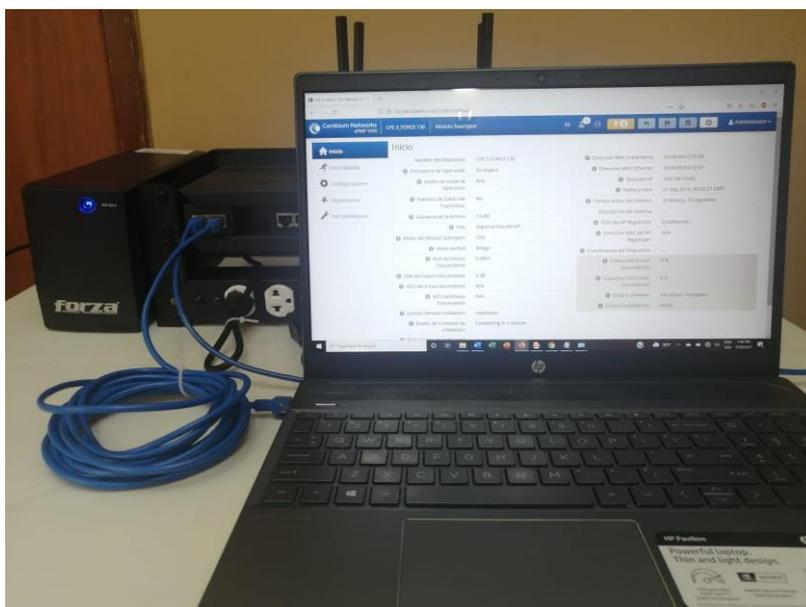


Figura 27. Ingreso a la interfaz del módulo ePMP Force 130 mediante el navegador web de preferencia.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

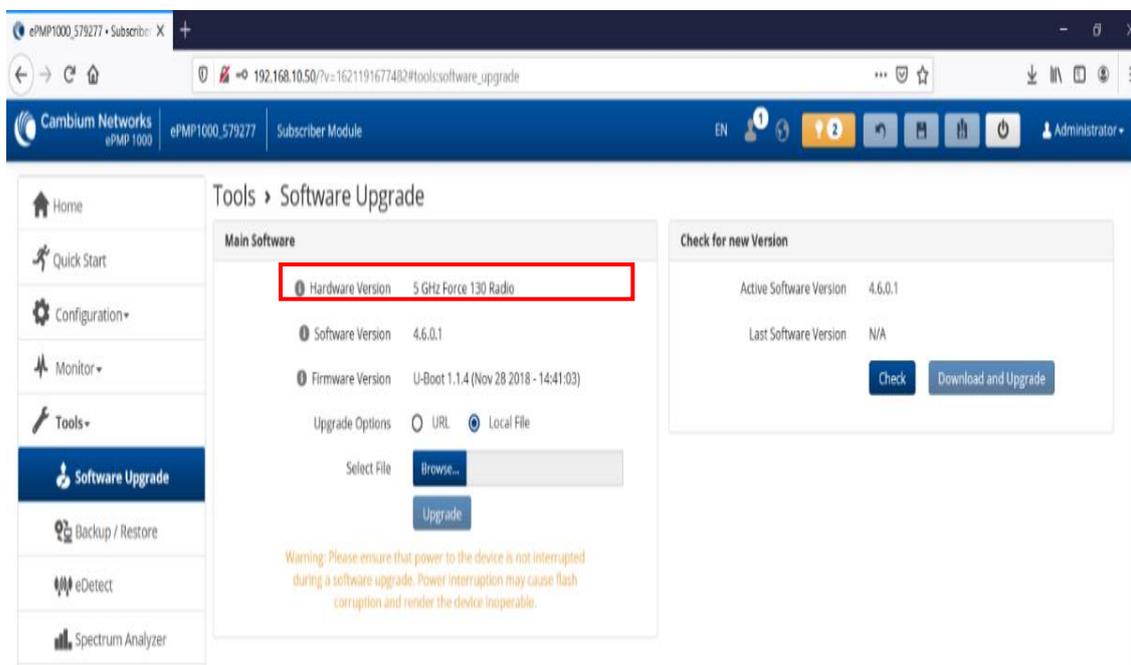


Figura 28. Actualización del software del módulo ePMP Force 130 a su versión más reciente 4.6.0.1.

g. Bibliografía

<https://www.cambiumnetworks.com/blog/welcome-to-cambium-networks/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Cambium_Networks#cite_note-cnbc-2

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 2

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Configurar el módulo Force 130 en modo AP y CPE con conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP y usuario final.

b. Objetivos Específicos:

- Realizar la correcta configuración del módulo Force 130 en modo AP y CPE
- Crear la red interna del WISP y del usuario final mediante el equipo TP-Link AC1200 – Archer C54 en modo enrutador.

c. Marco Teórico

Antena Cambium Networks - Force 130 en modo Access Point

Los proveedores de servicios inalámbricos y las empresas de todo el mundo tienen el desafío de ofrecer conectividad confiable en entornos de RF superpoblados. A medida que el espectro se convierte cada vez más en un bien escaso, encontrar la solución de conectividad de banda ancha adecuada es vital para todos los tipos de implementaciones de baja y alta densidad.

Para que todo esto suceda y que un WISP funcione es necesario contar con módulos o antenas que transmitan las señales inalámbricas de internet a los clientes finales. El ePMP Force 130 de Cambium Networks es un módulo asequible operando en la frecuencia de 5 GHz, diseñado para operar en entornos de alta interferencia.



Figura 1. Antena AP, establece una red de internet en la zona de cobertura del equipo.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Tipo de Access Point del módulo ePMP Force 130.

- **TDD:** Para ser AP tipo Multipunto.
- **Standard Wi-Fi:** Para ser AP para equipos de otras marcas Ajenas a Cambium.
- **ePTP Máster:** Para ser AP de enlaces Punto-Punto SIN tecnología TDD (muy baja latencia, solo 50/50).
- **TDD PTP:** Para ser AP de enlaces Punto-Punto CON tecnología TDD (Downlink/Uplink administrable).

Antena Cambium Networks - Force 130 en modo CPE

Un CPE (Customer Premises Equipment / Equipo Local del Cliente) es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos.

Los CPE's son unidades terminales asociadas a equipamientos de telecomunicaciones, localizadas en el lado del suscriptor o cliente y que se encuentran conectadas con el canal de comunicaciones del proveedor o portador de información.



Figura 1. Módulos CPE marca Cambium Networks

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Históricamente, este término se refería al equipamiento situado en el extremo de la línea telefónica del usuario, y normalmente era propiedad de la compañía de teléfono. Hoy en día, sin embargo, prácticamente cualquier equipo de usuario final se puede denominar Customer Premises Equipment, y puede ser propiedad tanto del usuario como del proveedor.

Pero, aunque puede ser propiedad de ambos, el CPE suele ser del usuario y se sitúa en la conexión eléctrica del mismo o directamente en un enchufe. Los datos enviados por el usuario son transmitidos desde el CPE al HE o al Home Gateway. El CPE está conectado al ordenador a través de un puerto Ethernet, un concentrador/conmutador u otros medios como interfaces USB, etc.

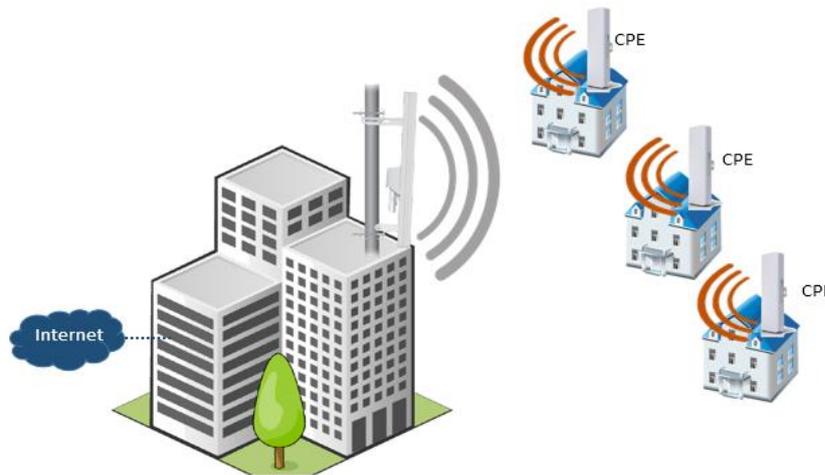


Figura 2. Antenas CPE, captan las señales emitidas por el módulo AP.

Modos de suscriptor del módulo ePMP Force 130.

- **TDD:** Para ser SM tipo Multipunto, o para ser suscriptor de AP's Punto a Punto configurados como TDD PTP.
- **Standard Wi-Fi:** Para ser Suscriptor de equipos de otras marcas ajenas a Cambium.
- **ePTP Slave:** Para ser Suscriptor de enlaces Punto-Punto sin tecnología TDD (muy baja latencia, solo 50/50).

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP.

Un router es un dispositivo que crea el puente de conexión inalámbrica entre el proveedor de servicio de Internet y los aparatos electrónicos inteligentes del usuario final que se pueden encontrar en una empresa, negocio, hogar.

Permite vincular diversos dispositivos que tengan la opción de Wi-Fi integrado en su diseño, como celulares, laptops, impresoras y televisores, entre otros aparatos, funciona como despachador; elige la mejor ruta de viaje para la información. Conecta una empresa, negocio o edificio con el mundo, protege la información contra las amenazas de seguridad e incluso puede decidir qué computadores tienen prioridad sobre otras.



Figura 3. Router Wi-Fi Doble Banda TP-Link AC1200 – Archer C54

- El equipo TP-Link Archer C54, es un dispositivo de alto rendimiento, en modo router ofrece una velocidad Wi-Fi banda dual AC de hasta 1200 Mbps (300 Mbps para la frecuencia de 2,4 GHz y 867 Mbps para la frecuencia de 5 GHz).
- Posee puertos Fast Ethernet 10/100 Mbps.
- Crea una red Wi-Fi confiable y ultra rápida utilizando la poderosa tecnología Wi-Fi 802.11ac.
- Administra cuándo y cómo los dispositivos conectados pueden acceder a Internet.
- Incorpora características técnicas que lo hacen muy útil para estas prácticas como son el multimodo, beamforming, gestión versátil, estable, alta integración y tamaño compacto.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

d. Marco Procedimental

Seguir las instrucciones de la Figura 4 para la conexión y encendido de los equipos.

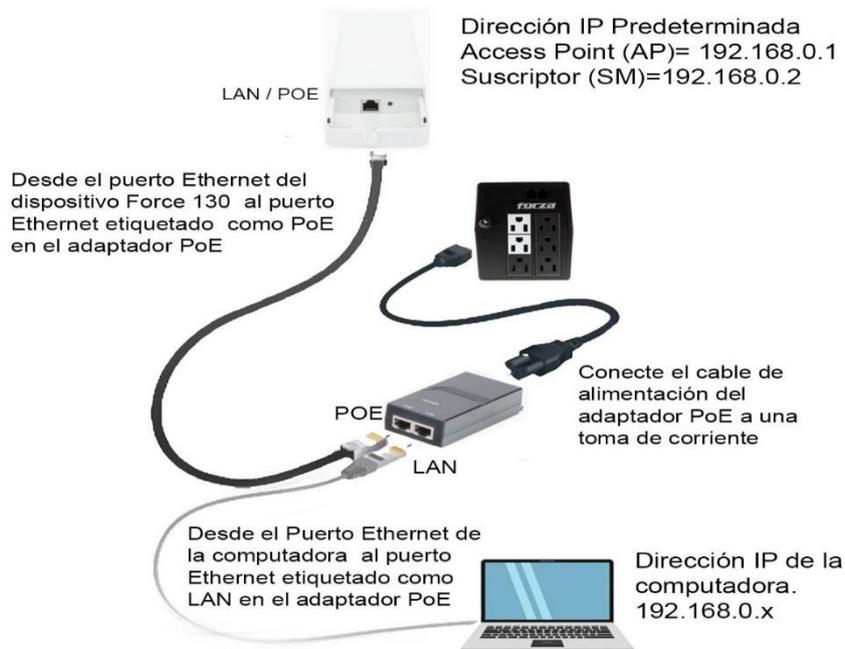


Figura 4. Diagrama de conexiones de los equipos.

Es necesario restaurar el equipo a los valores predeterminados o de fábrica, esto se lo realiza mediante el botón de Reset ubicado en la parte inferior del módulo, el cual debe ser presionado por aproximadamente 8 segundos.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

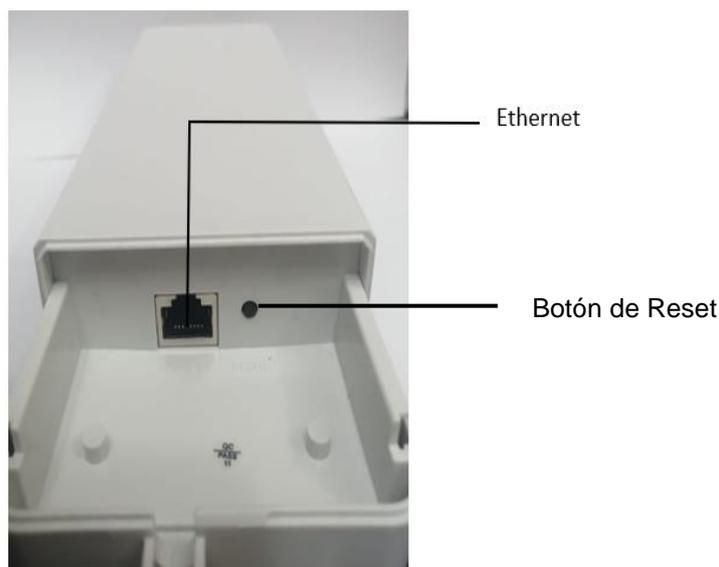


Figura 5. Interfaces del equipo Force 130.

A través del panel de control acceder al centro de redes y recursos compartidos y dar clic en la interfaz Ethernet de la antena, que se visualiza en las redes activas

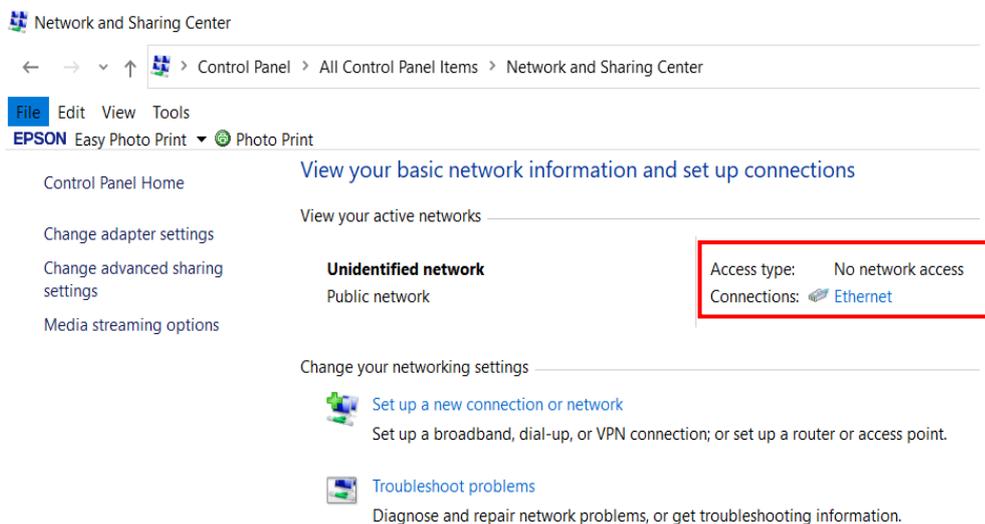


Figura 6. Centro de Redes y Recursos Compartidos

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Con clic derecho seleccionar Propiedades, se despliega la ventana de Propiedades Ethernet del equipo conectado, seleccionar el elemento Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4), verificar la casilla y dar nuevamente clic en Propiedades.

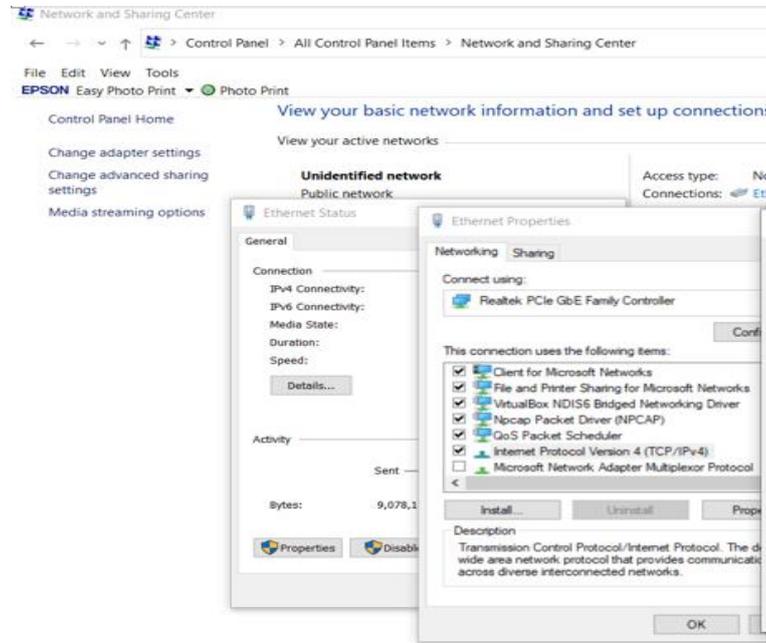


Figura 7. Centro de Redes y Recursos Compartidos

Ingresar una dirección IP que sea válida para el segmento de red 192.168.0.X, exceptuando las direcciones: 192.168.0.1 (AP), 192.168.0.2 (CPE), un ejemplo podría ser la dirección 192.168.0.100 como se muestra en la Figura 8.

Además, ingresar la máscara de subred 255.255.255.0. Dejar el default Gateway en blanco. Clic en OK y nuevamente Clic para cerrar todas las ventanas del Centro de redes y recursos compartidos

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

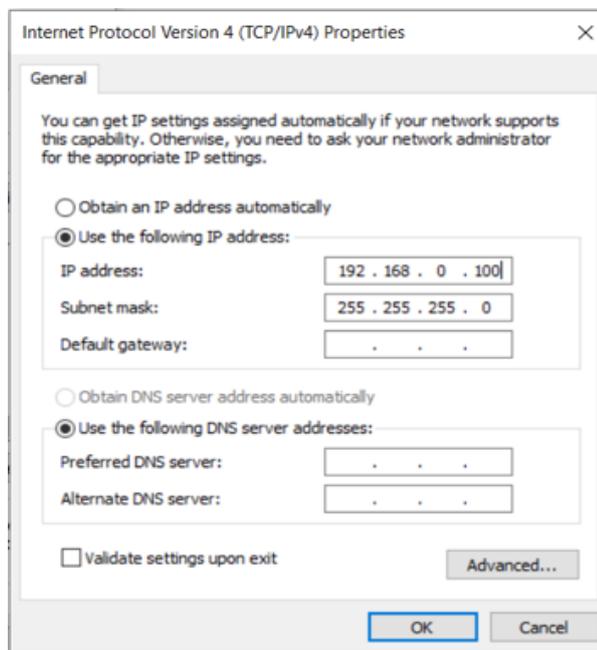


Figura 8. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

Iniciar el navegador web preferido y escribir la dirección IP 192.168.0.1 en la barra de direcciones. La dirección IP predeterminada de fábrica para el equipo ePMP Force130 es 192.168.0.1 (Modo Access Point). Presionar Enter.

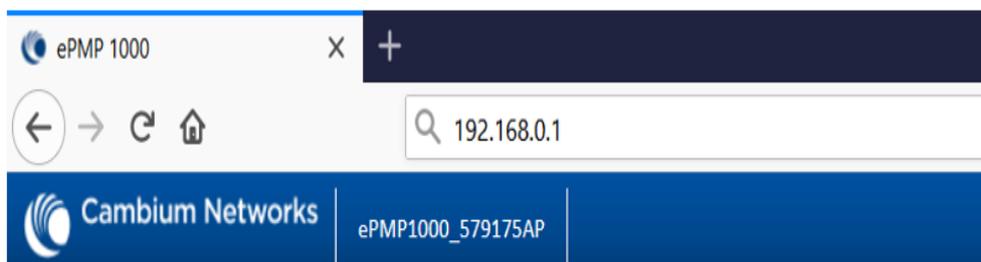


Figura 9. Ingreso a la interfaz web mediante el navegador Mozilla Firefox

Se muestra la entrada de inicio de sesión. Ingresar **Username** (default: admin) and **Password** (default: admin). Click **Login in**.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

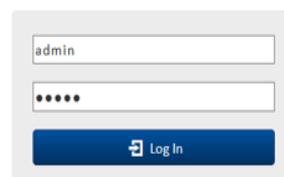


Figura 10. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Access Point

En el momento que ingresa a la interfaz web del equipo se tienen dos maneras de configurar el módulo en modo Access Point: Inicio rápido o Quick Start y Sección Configuración – Radio.

1) Inicio rápido o Quick Start.

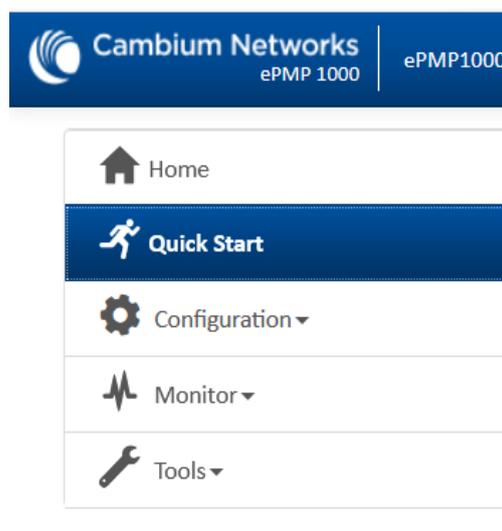


Figura 11. Sección Inicio rápido o Quick Start

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

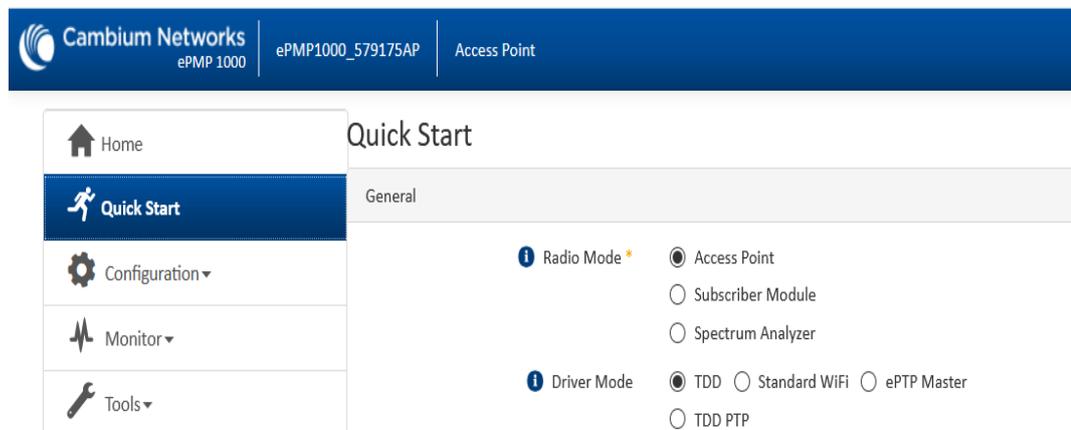


Figura 12. Se muestra una sección general donde se elige el modo de operación de la antena y la opción Driver Mode.

Luego de realizar este cambio, se debe guardar y realizar un Reboot en el equipo.

2) Sección Configuración – Radio.

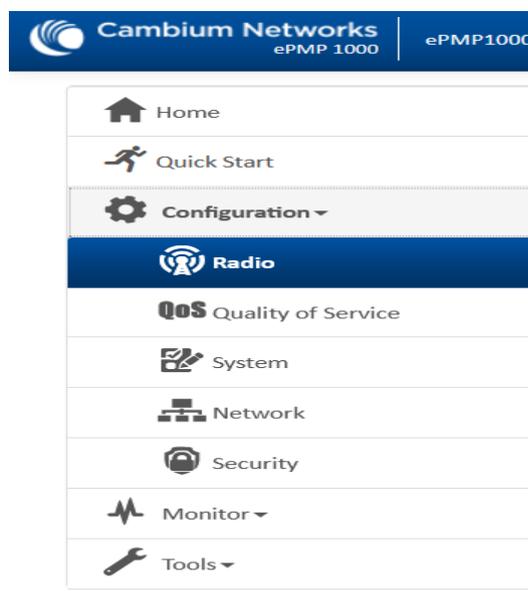


Figura 13. Sección de configuración – Apartado Radio

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

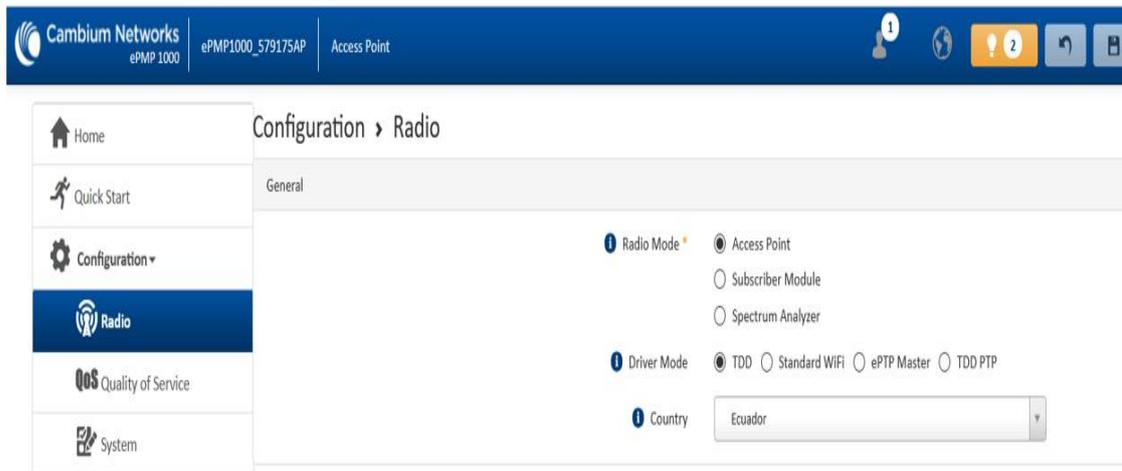


Figura 14. Se muestra la sección Configuración >> Radio donde se observa las mismas opciones para elegir el modo de operación de la antena y el Driver Mode

Configuración del módulo suscriptor ePMP Force 130.

Seguir los mismos pasos realizados hasta iniciar el navegador web de preferencia, para el módulo suscriptor la dirección IP es 192.168.0.2.

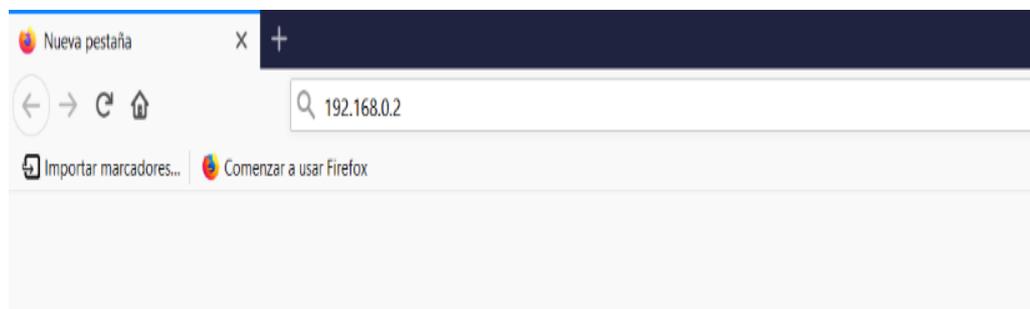


Figura 15. Ingreso a la interfaz web mediante el navegador Mozilla Firefox

De la misma manera que en el módulo AP, al momento de ingresar a la interfaz web del equipo se tienen dos maneras de configurar el módulo en modo CPE.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

1) Inicio rápido o Quick Start.

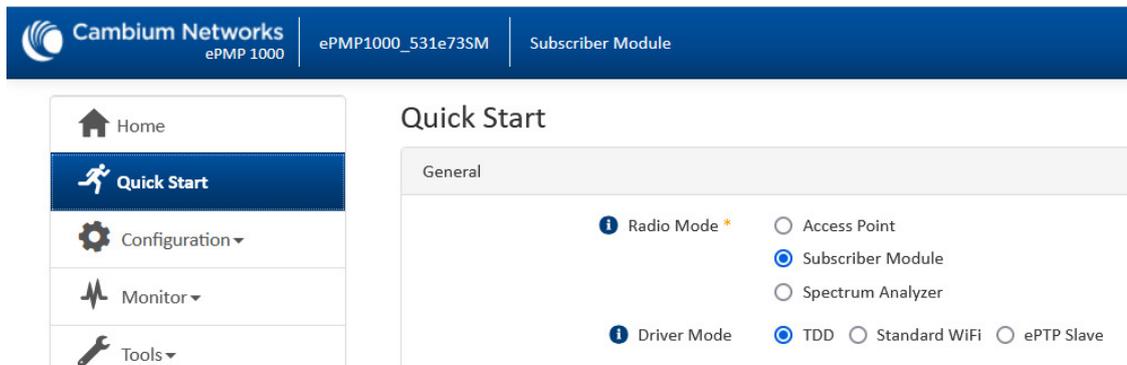


Figura 16. Se muestra una sección general donde se elige el modo de operación de la antena y la opción Driver Mode.

2) Sección Configuración – Radio.

Configuration > Radio

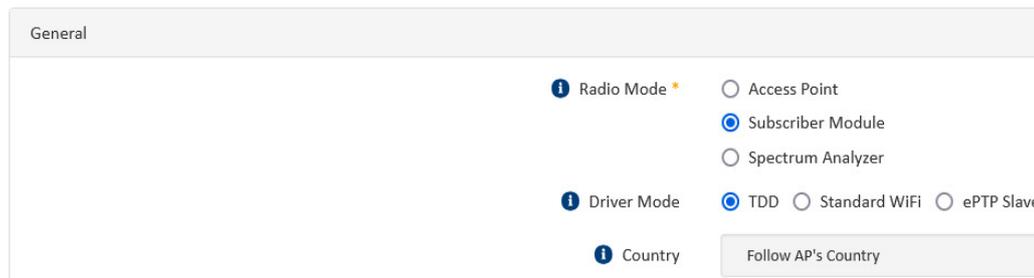


Figura 17. Se muestra la sección Configuración >> Radio donde se observa las mismas opciones para elegir el modo de operación de la antena y el Driver Mode.

Realizar el Software Upgrade, es necesario que los equipos estén actualizados con la versión de software más reciente.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

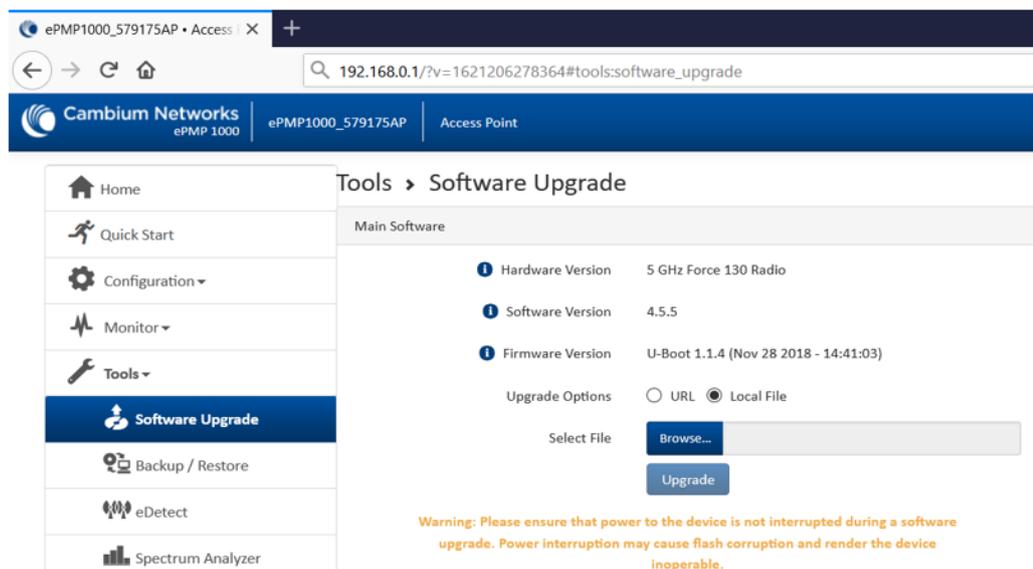


Figura 18. Sección de Actualización de Software del módulo ePMP Force 130

Procedimiento para la conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para administración interna del WISP:

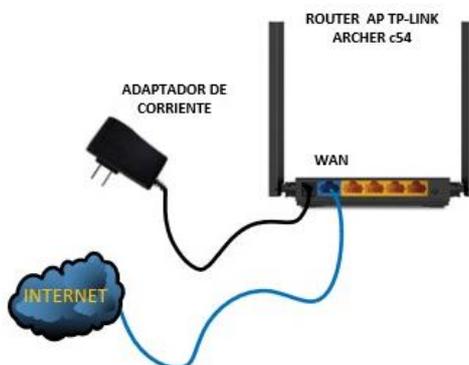


Figura 19. Conexión del router

Para configurar el router por Wi-Fi, conectar la computadora al router inalámbricamente. El SSID y Contraseña inalámbrica están en la etiqueta del router.

Para configurar el router por cable, apagamos el Wi-Fi en la computadora y conectamos al puerto LAN (1,2,3,4) utilizando un cable Ethernet.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Luego, utilizando el navegador web, escribir <http://tplinkwifi.net> o <http://192.168.0.1> en la barra de direcciones de un navegador web. Teclear la palabra 'admin' como usuario y contraseña, y dar clic en Login. Lo primero que se solicita es crear una nueva contraseña.

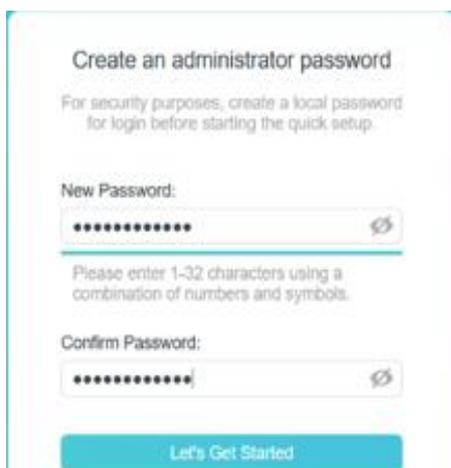


Figura 20. Interfaz para configuración inicial del router AP.

Seleccionar la zona horaria

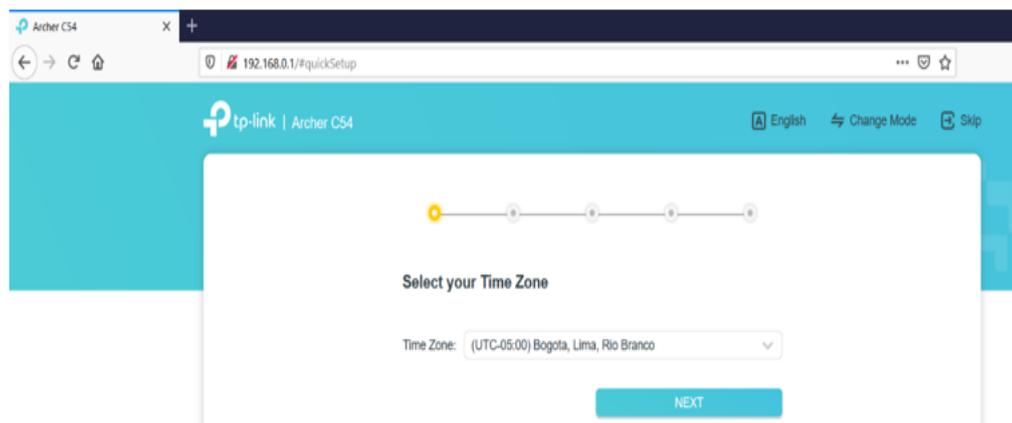


Figura 21. Zona Horaria

Seleccionar el tipo de conexión, está la opción de AUTO DETECTAR en el caso de no estar seguros cual elegir.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

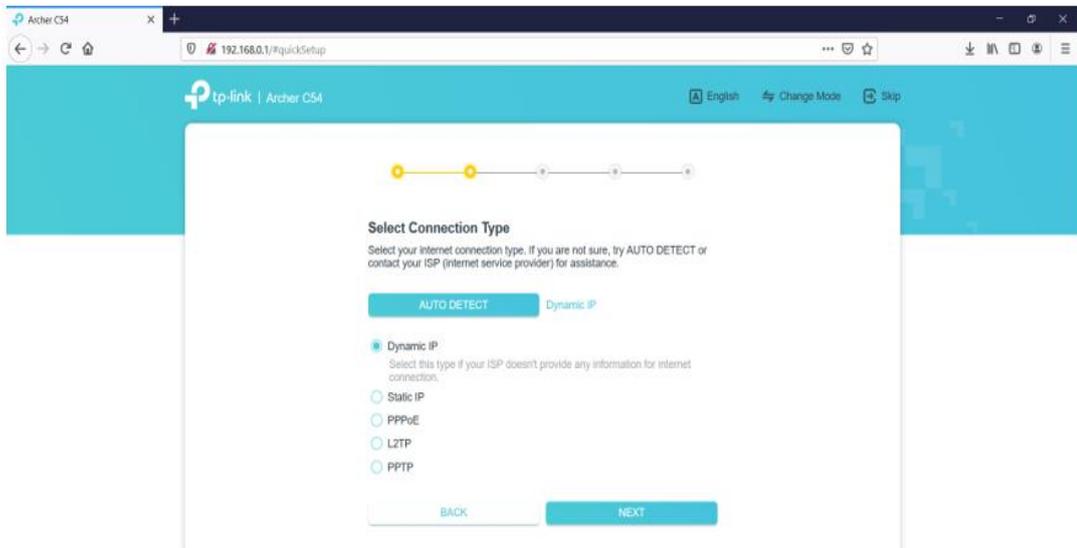


Figura 22. Selección del tipo de conexión

En la pestaña de IP Dinámica, colocar una dirección MAC al router. Seleccionar la opción de dirección MAC por default, a menos que se permita el acceso a internet desde una dirección MAC específica.



Figura 23. Pestaña IP Dinámica

Sección de Configuración inalámbrica personalizada, aquí se encuentran las dos redes en sus distintas frecuencias, nombres de las redes y contraseñas.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

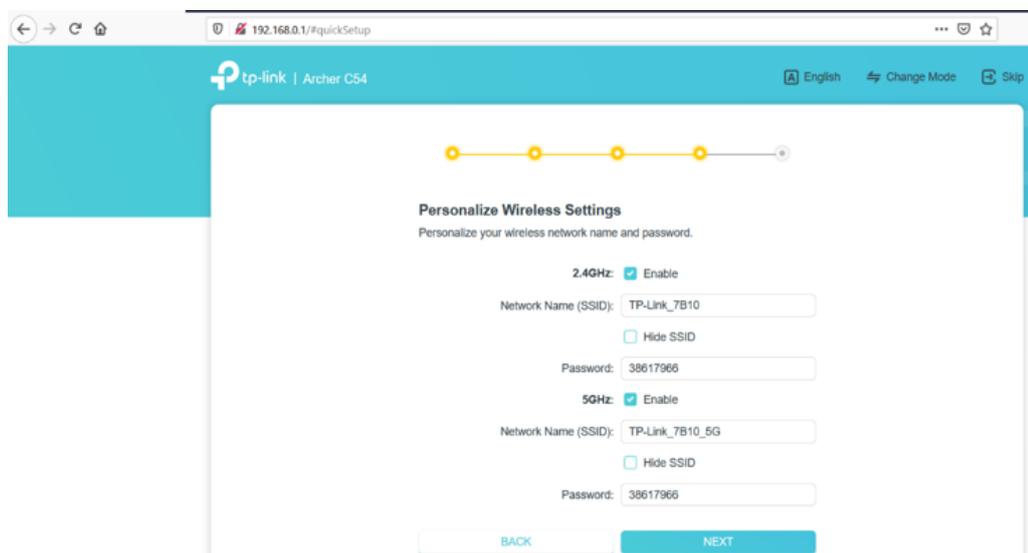


Figura 24. Configuración inalámbrica personalizada

Al final aparece un resumen de las configuraciones realizadas. Le damos clic en Next

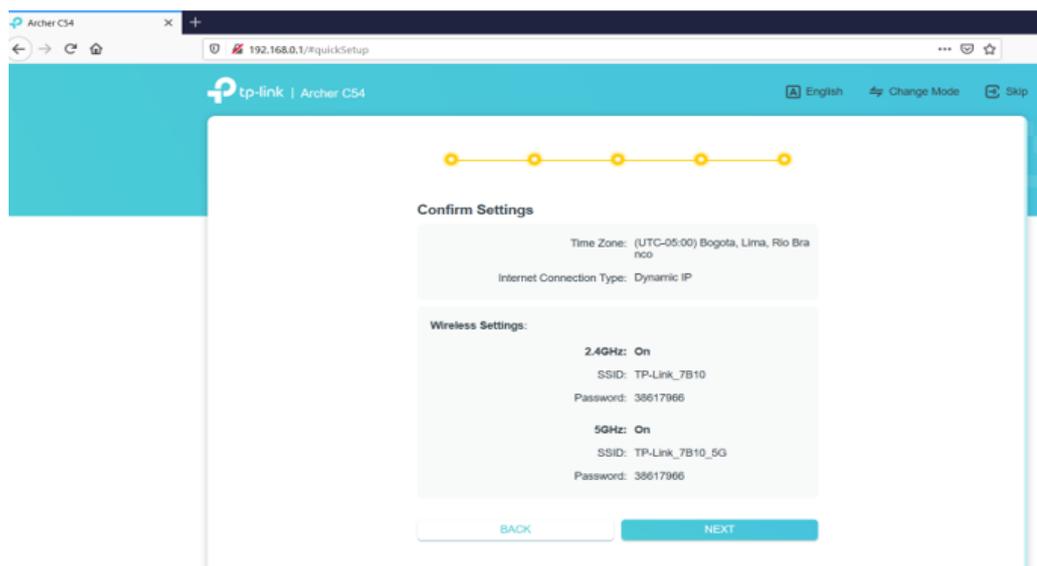


Figura 25. Confirmación de las configuraciones realizadas

Mensaje de Configuración inicial exitoso.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 18 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

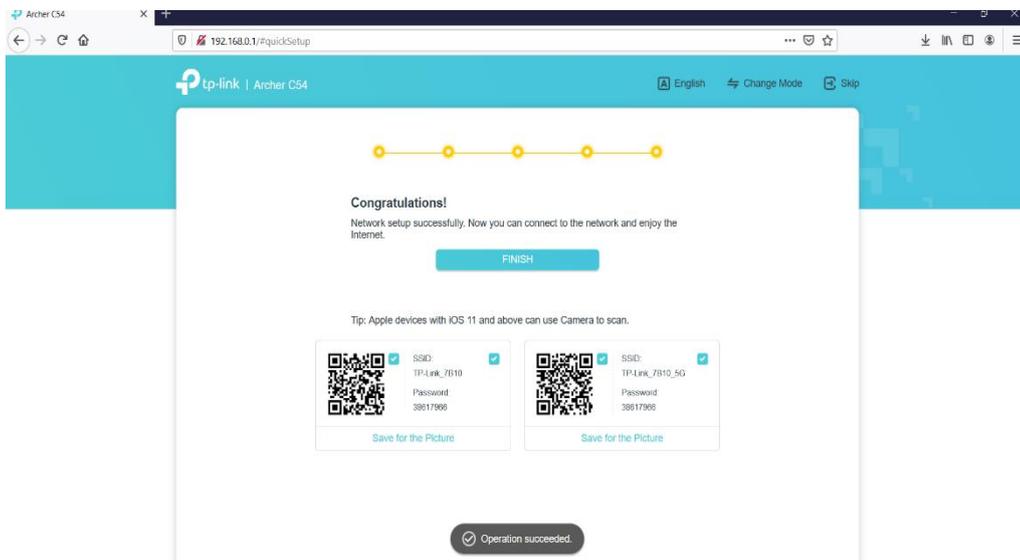


Figura 26. Configuración inicial del router AP realizada satisfactoriamente.

De una manera más profunda dentro del router se encuentran las secciones:

- Mapa de red, Internet, Wireless, Avanzado.

En la sección de **Mapa de red** - Internet, se observa el apartado Internet en donde se muestra el estado de Internet: Tipo de conexión, Dirección WAN MAC y la dirección IP otorgada al router.

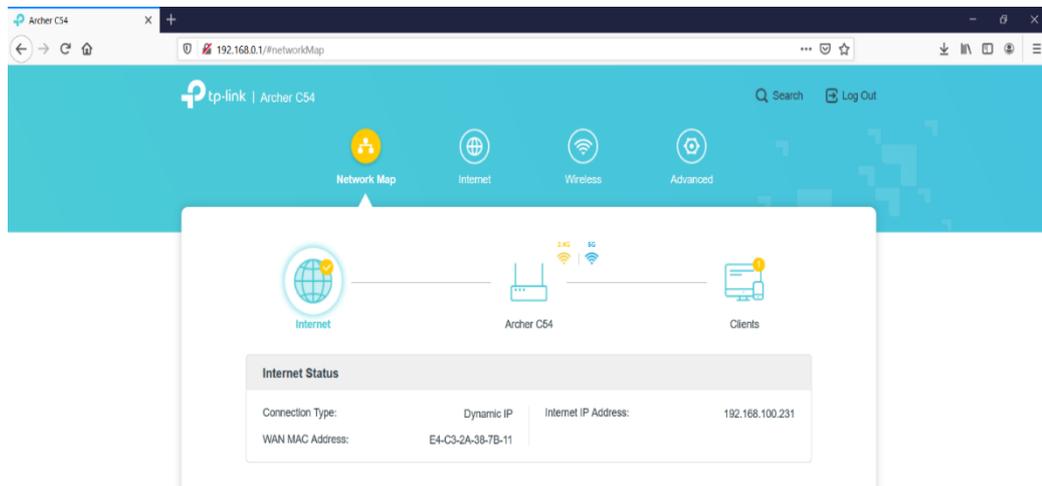


Figura 27. Contenido del apartado Internet

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 19 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

El apartado Mapa de red - Archer C54 muestra la información del router como la información de Wireless.

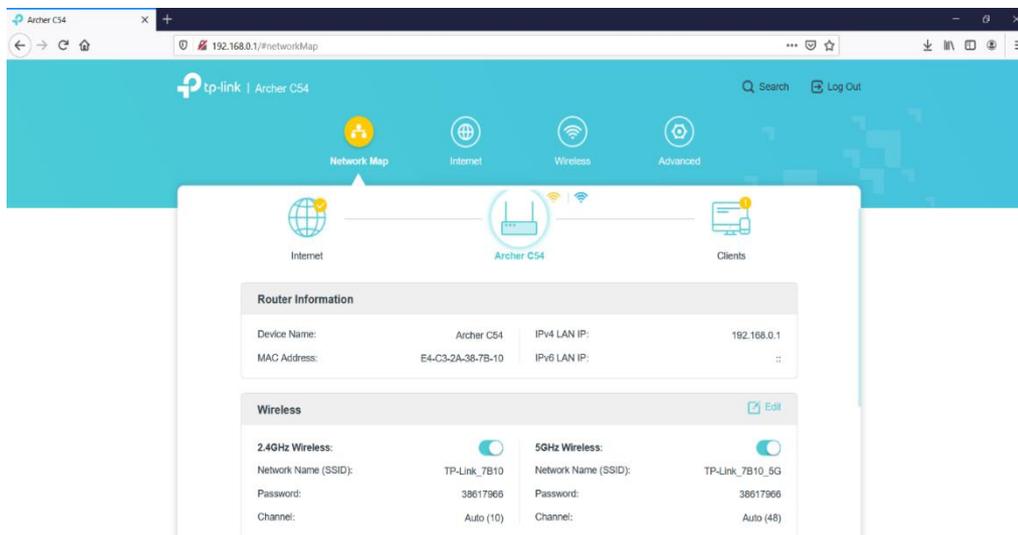


Figura 28. Contenido del apartado Archer C54

El apartado Mapa de red - Clientes es de mucha ayuda para tener un control sobre los equipos que están conectados al router ya sea de manera alámbrica o inalámbrica.

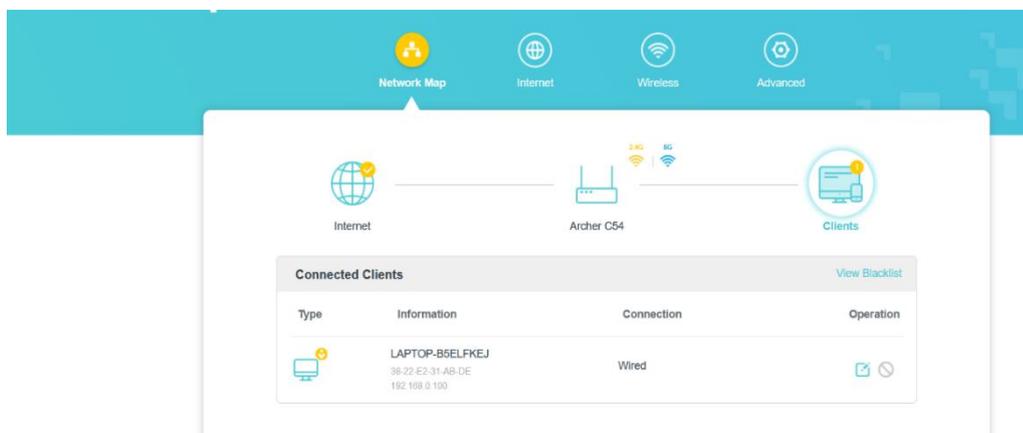


Figura 29. Contenido del apartado Clientes

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

En la sección **Internet**, se observa el tipo de conexión de internet y la dirección MAC del router.

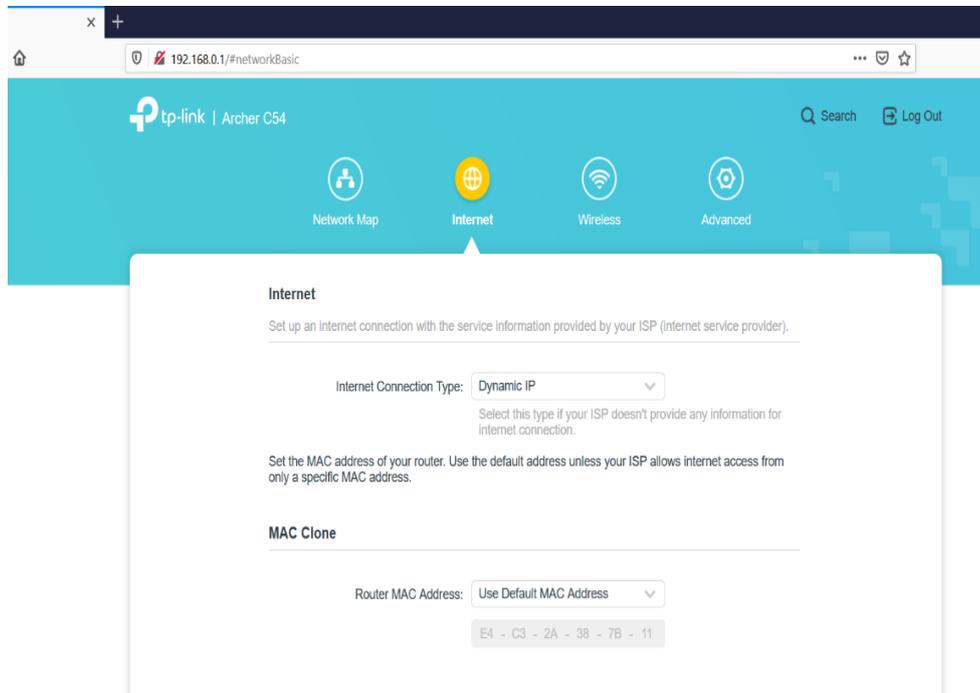


Figura 30. Configuración avanzada de Internet.

En la sección **Wireless**, se observa las configuraciones de las redes inalámbricas y las redes de invitados.

Aquí se muestran opciones para configurar las frecuencias y habilitación de éstas, SSID, tipo de seguridad y contraseñas.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 21 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

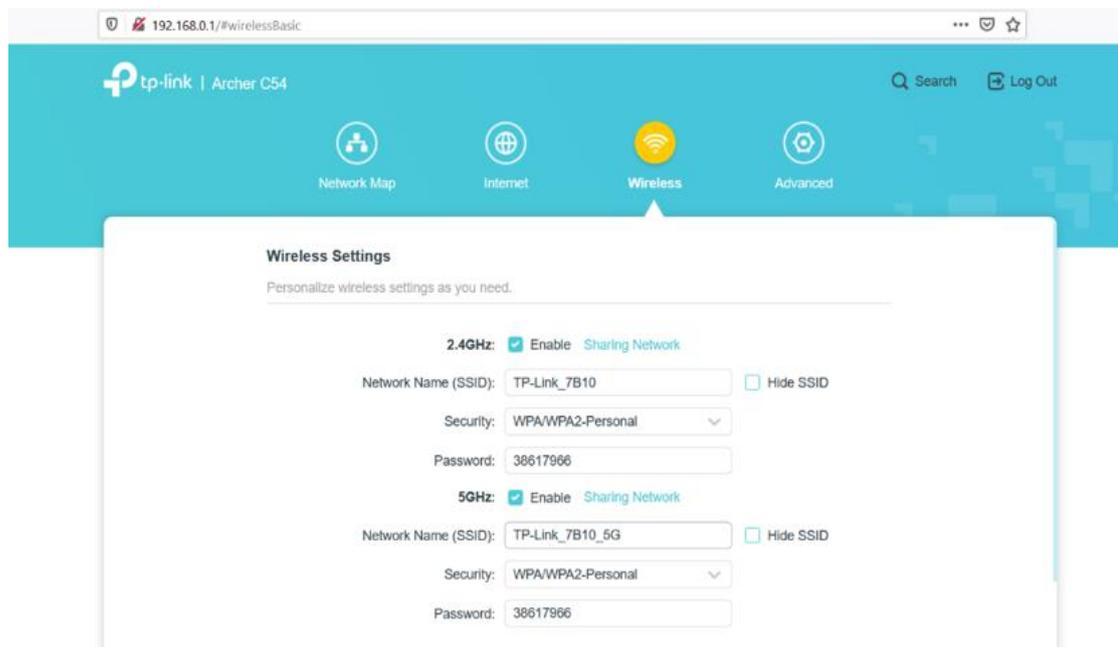


Figura 31. Configuraciones para redes inalámbricas

En la sección de **redes de invitados** se puede crear una red separada para visitantes con el fin de garantizar seguridad y privacidad en la red principal.



Figura 32 Configuración de las redes de invitados

En la sección **Avanzado**, se observan los distintos modos de trabajo del router: Modo Router, Modo Punto de acceso y Modo Extensor de Rango.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 22 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

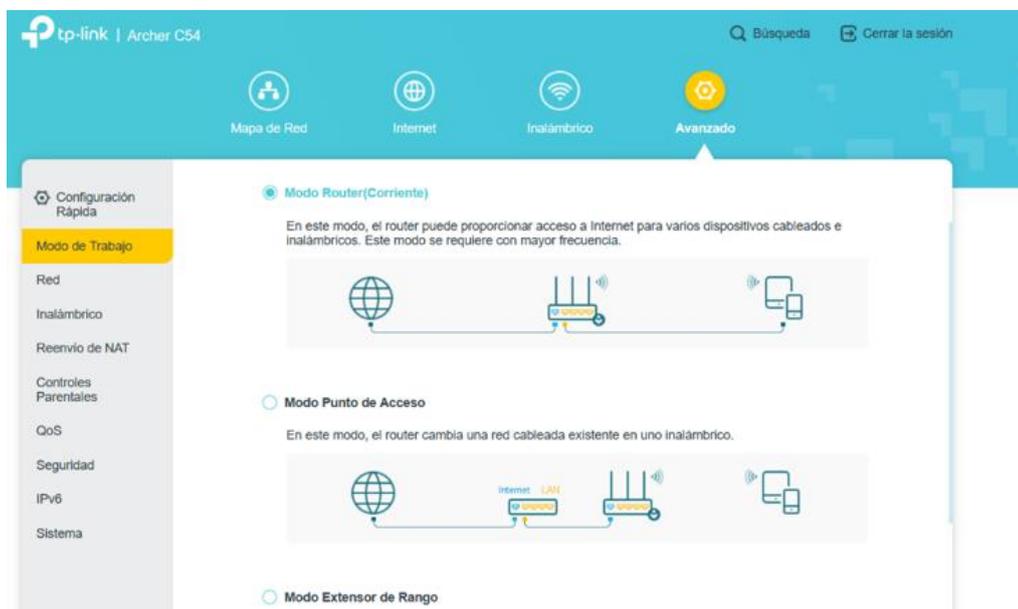


Figura 33. Modos de Trabajo del router

Por default el router viene con la dirección IP 192.168.0.1 255.255.255.0 la cual se puede modificar para crear nuestros segmentos de red.

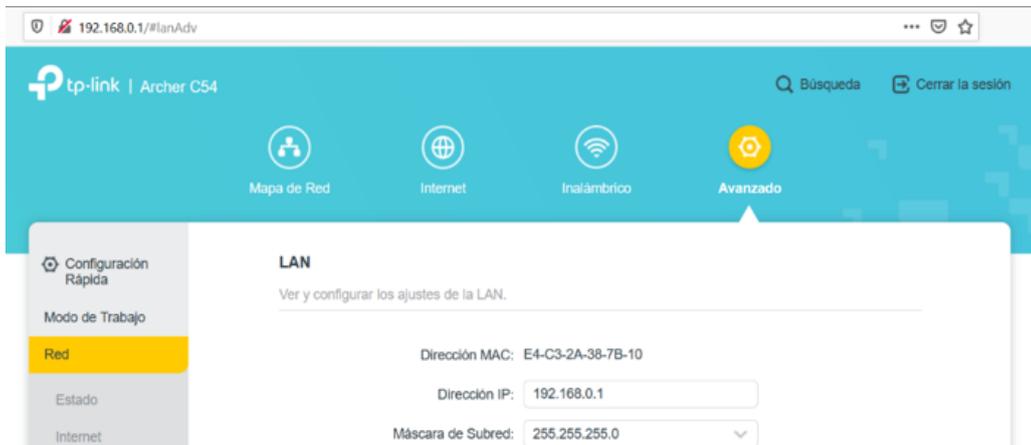


Figura 34. Configuración de ajustes de la LAN en el apartado de Red.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 23 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Modificar la dirección por default del router con el fin de crear otro segmento de red perteneciente al router AP.



Figura 35. Dirección IP del router modificada

En el apartado de Servidor DHCP, se tiene la opción de cambiar el grupo de direcciones IP que se pueden dejar disponible, el tiempo de concesión de direcciones, puerta de enlace predeterminada, DNS primario y DNS secundario.

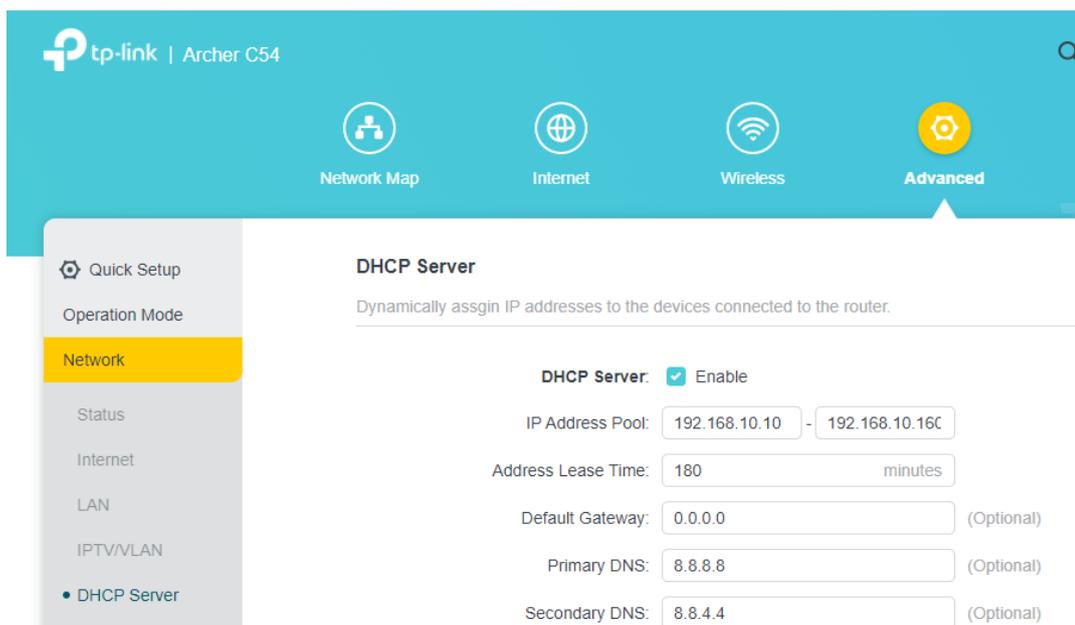


Figura 36. Configuración del servidor DHCP

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 24 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Procedimiento para la conexión del router TP-Link AC1200 – Archer C54 para el usuario final.

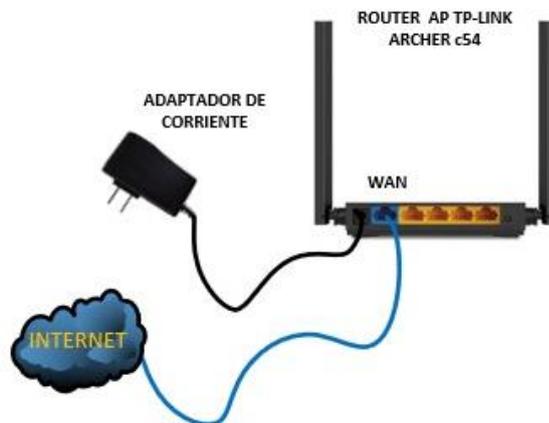


Figura 37. Conexión del router

Realizar los mismos cambios ejecutados en el router AP, modificar la dirección por default con el fin de crear otro segmento de red perteneciente al router suscriptor.

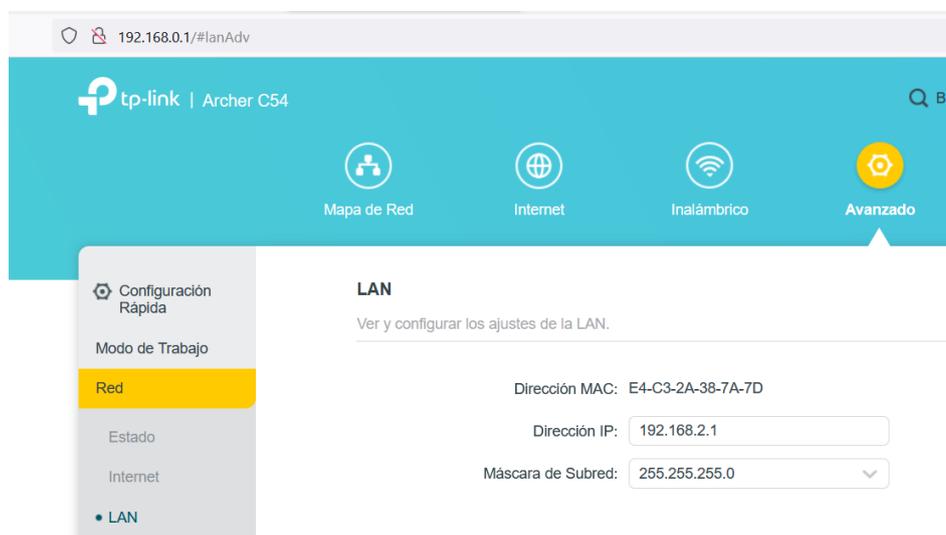


Figura 38. Ejemplo de dirección IP asignada al router suscriptor

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 25 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

En el apartado de Servidor DHCP, se tiene la opción de cambiar el grupo de direcciones IP que se pueden dejar disponible, el tiempo de concesión de direcciones, puerta de enlace predeterminada, DNS primario y DNS secundario.



Figura 39. Configuración del servidor DHCP

e. Recursos Utilizados

- Antenas Force 130
- Adaptadores PoE
- Cables Ethernet CAT6
- PC
- Routers TP-Link AC1200 – Archer C54

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 26 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

f. Registro de resultados

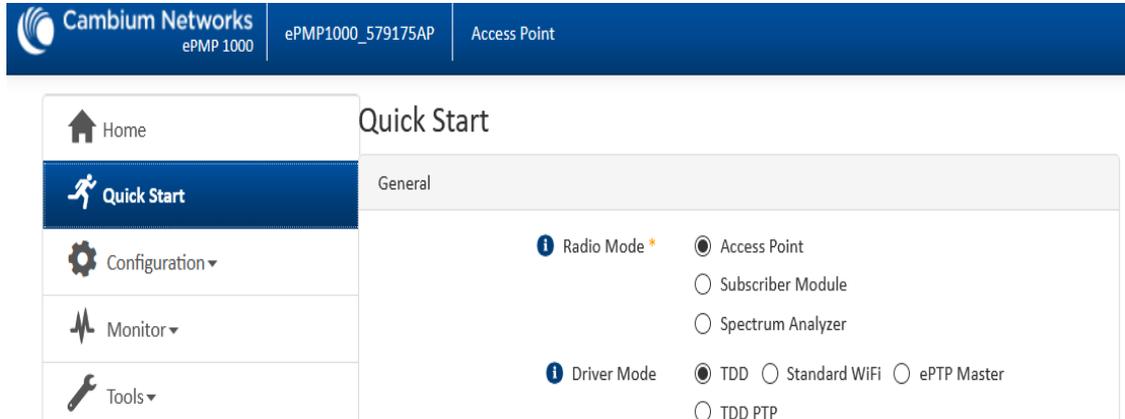


Figura 40. El módulo ePMP Force 130 quedó listo para configurar todos sus apartados dentro del modo AP.



Figura 41. Configuración de red del router AP interno

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 27 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 42. Conexión y configuración entre el ISP principal y el router AP del WISP.



Figura 43. Resultado final de la conexión entre el router interno del WISP y la antena principal, se realizó de manera satisfactoria.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 28 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Configuration > Radio

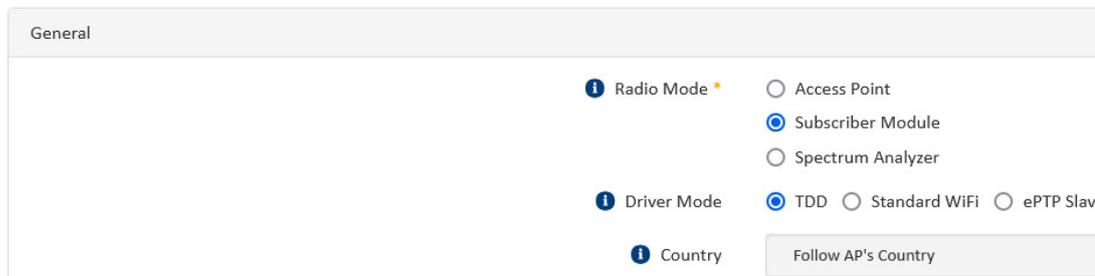


Figura 44. Módulo establecido como CPE dentro de la interfaz web de Cambium Networks.

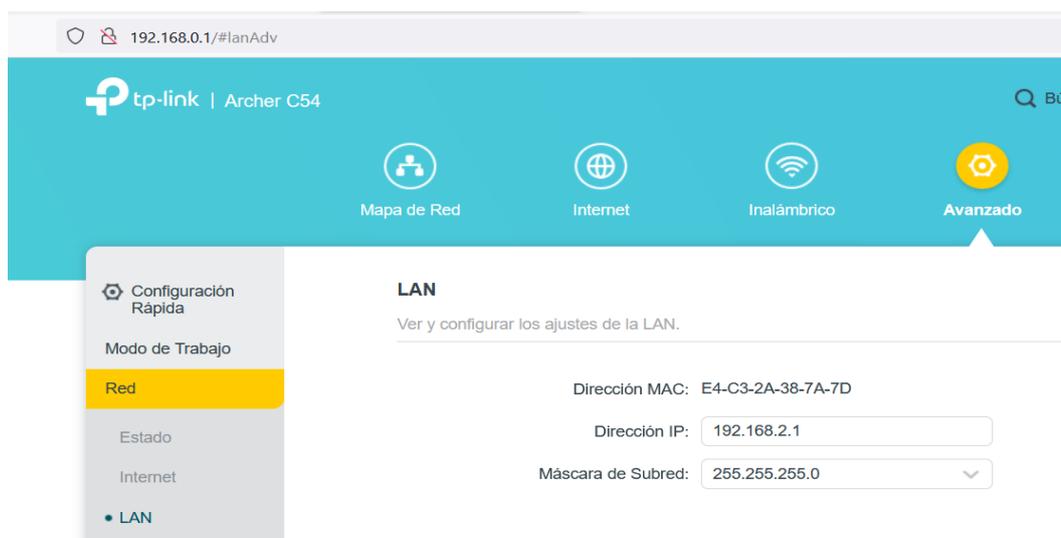


Figura 45. Se realizaron las configuraciones que requiere el router para el usuario final.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 29 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 46. Conexión entre el router CPE y adaptador PoE de la antena.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 30 de 30
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 47. Conexión entre la antena suscriptora y el router CPE del cliente o usuario final.

g. Bibliografía

<https://www.cambiumnetworks.com/products/epmp/epmp-force-130-5-ghz/>

<https://www.ymant.com/blog/que-es-un-ap-access-point-y-que-usos-y-modos-tiene/>

https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/how-does-a-router-work.html#~what-does-a-router-do

<https://vipitel.blogspot.com/2010/01/que-es-un-cpe.html>

<https://ideas.mercadolibre.com/ar/tecnologia/para-que-sirve-un-router/>

<https://www.tp-link.com/co/home-networking/wifi-router/archer-c54/>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 3

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Función Analizador de Espectro dentro del módulo ePMP Force 130”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Comprender el funcionamiento de la herramienta Spectrum Analyzer de Cambium Networks

b. Objetivos Específicos:

- Configurar el módulo Force 130 con la herramienta Spectrum Analyzer
- Determinar cuál es el mejor canal para transmitir o pasar un enlace.

c. Marco Teórico

Para optimizar el rendimiento de una red inalámbrica, el diseñador de la red debe buscar la mejor relación señal-ruido (SNR) posible. El nivel de la señal se puede predecir y planificar en función de la potencia de transmisión, la ganancia de la antena, la distancia y la banda de frecuencia.

Spectrum Analyzer es una herramienta muy útil que encuentra disponible para el módulo Force 130 de la familia ePMP de Cambium Networks. Nos permite realizar un estudio o análisis de espectro en el sitio de instalación del equipo inalámbrico, en este caso para la frecuencia de 5Ghz. Eliminando la necesidad de alquilar o comprar equipo adicional que puede llegar a tener costos muy elevados para realizar estos estudios.

Gráficos Spectrum Analyzer

En el gráfico, la zona roja indica le frecuencia con mayor ruido, la cual tendremos que evitar. Luego sigue amarillo que también consideramos congestionado y hacia los extremos tenemos verde y azul. Este último es considerado el ideal, dado que el equipo no encuentra interferencias en esa frecuencia.

Average

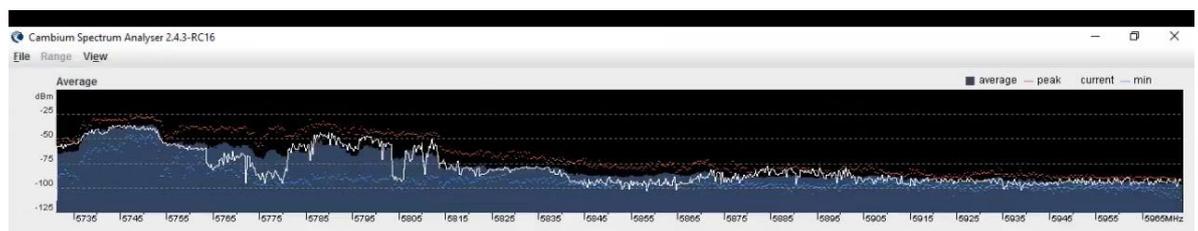


Figura 1. Gráfico de Average

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

El gráfico 'Average' muestra el nivel de señal más bajo, más alto, actual y promedio visto en cada frecuencia muestreada desde que comenzó el escaneo.

Statistics

Es un gráfico basado en la variable tiempo que muestra la energía agregada para cada frecuencia durante el tiempo que el software ha estado ejecutándose. El color asignado a cada nivel de energía designa su amplitud: donde los colores fríos representan bajos niveles de energía (con el color azul como el nivel más bajo) en la frecuencia analizada.

Por el contrario, los colores cálidos (como el amarillo, anaranjado o rojo) representan altos niveles de energía en la frecuencia analizada.

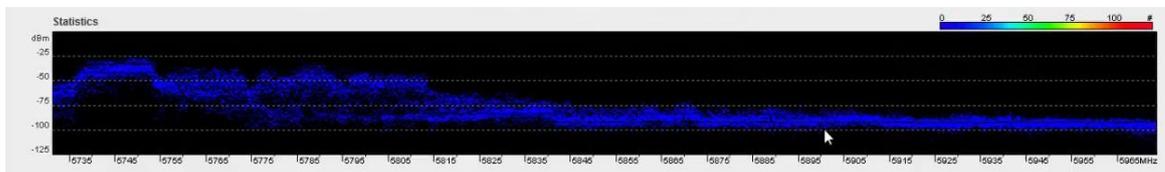


Figura 2. Gráfico de Statistics

Espectrograma

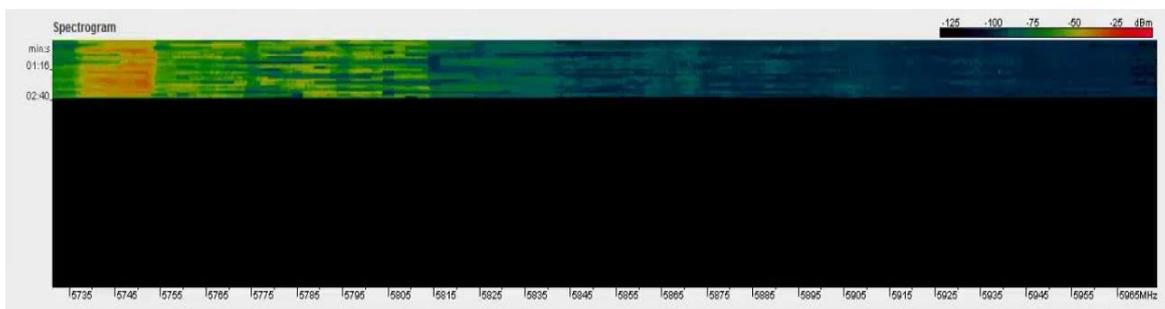


Figura 3. Gráfico de Espectrograma

Es un gráfico que permite ver fácilmente la interferencia en el tiempo, genera una visualización de aproximadamente los últimos 8 minutos de muestras mientras el software se ha estado ejecutando. El color de la energía designa su amplitud: los colores más fríos representan niveles de energía más bajos (el azul representa los niveles más bajos) en ese intervalo de frecuencia, mientras que los colores más cálidos (como amarillo, naranja o rojo) significan niveles de energía más altos en ese intervalo de frecuencia. La esquina superior derecha proporciona una guía numérica que asocia los distintos colores a los niveles de potencia (dBm).

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

d. Marco Procedimental

Conectar nuestro equipo Force 130 como se muestra en la siguiente imagen

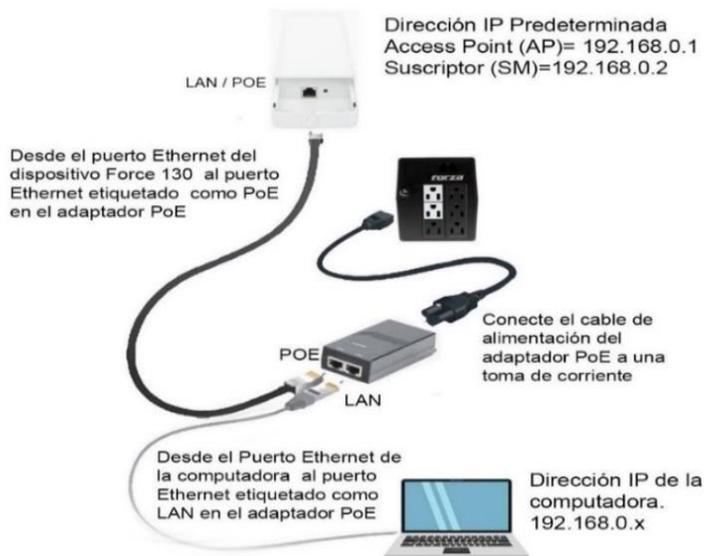


Figura 4. Conexión de equipos

Acceder al Panel de control, Centro de Redes y Recursos Compartidos, dar clic en Propiedades, se despliega la ventana de propiedades Ethernet del equipo que hemos conectado, seleccionar el elemento Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4), verificamos la casilla y clic en Propiedades.

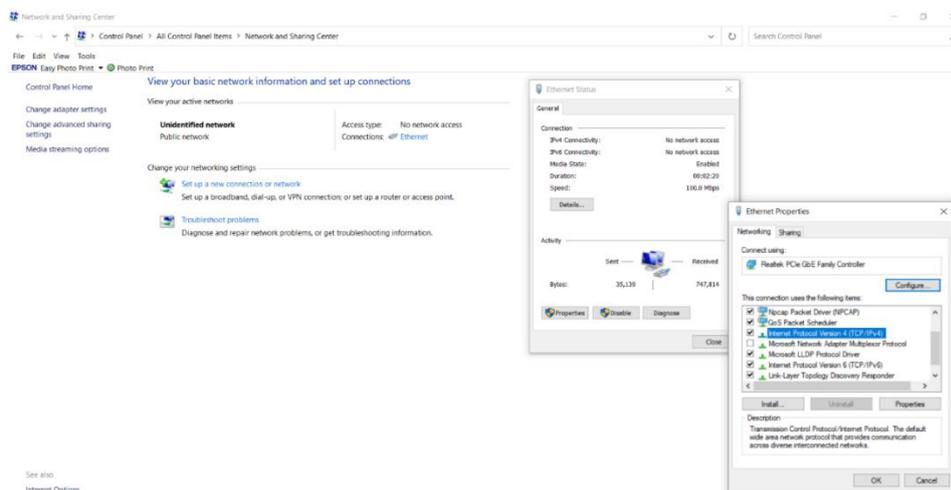


Figura 5. Centro de Redes y Recursos Compartidos

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, exceptuando: 192.168.0.1, 192.168.0.2 and 192.168.0, un ejemplo podría ser 192.168.0.10

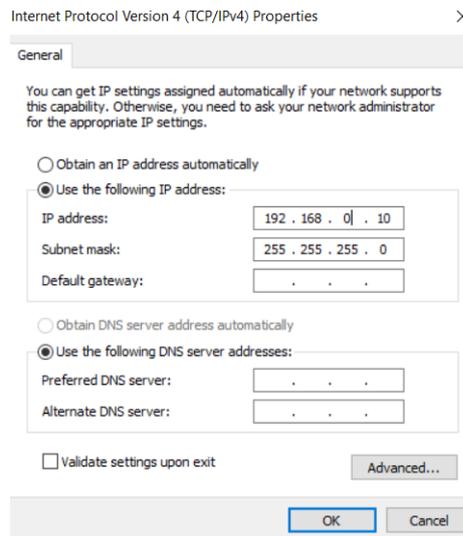


Figura 6. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

Desde el navegador web Mozilla Firefox, acceder al dispositivo que por defecto tiene la IP 192.168.0.2, **login:** admin y como **password:** admin

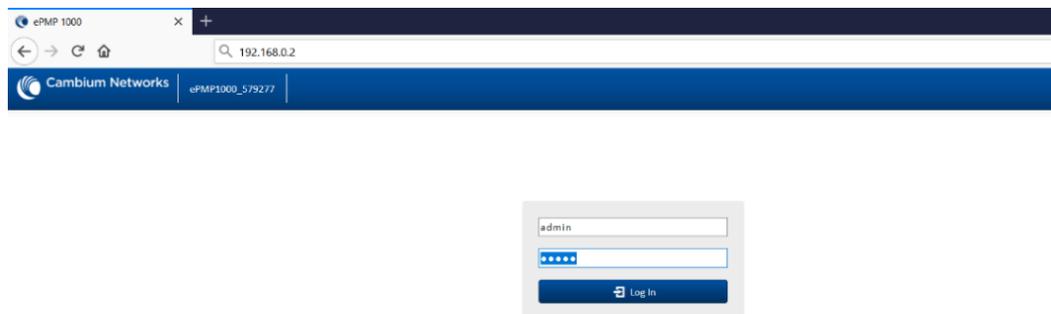


Figura 7. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

En la pestaña HOME se observa que la antena no tiene configurados ninguno de sus parámetros

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

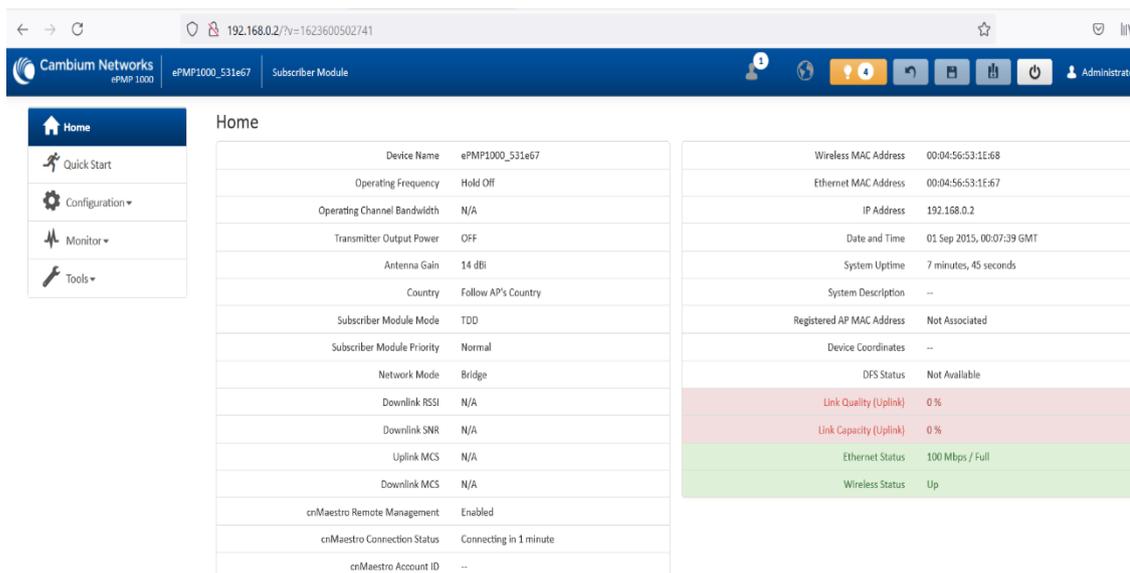


Figura 8. Vista general de configuración del equipo Force 130

Realizar la **actualización de software** del equipo a la versión más reciente como se indica en la práctica # 1. Luego dirigirse a la pestaña **Quick Start** , aquí se muestran las 3 opciones del radio: Access Point, Subscriber Module, Spectrum Analyzer

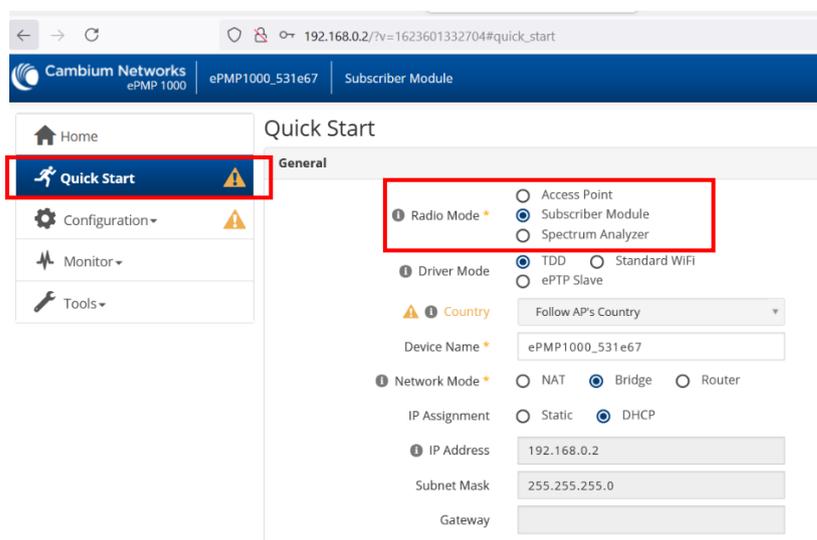


Figura 9. Quick Start

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Escoger la última opción **Spectrum Analyzer**

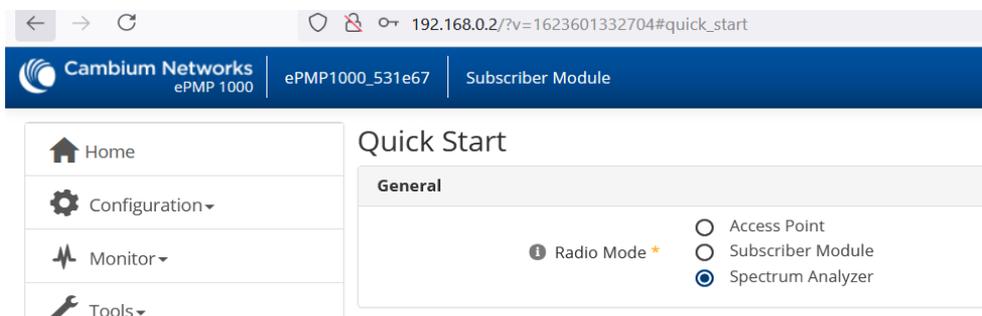


Figura 10. Radio Modo: Analizador de Espectro

Guardar el cambio efectuado, aparece un cuadro de diálogo que indica que después del reinicio, la dirección IP se cambiará a **192.168.0.3** y que el dispositivo se desconectará de la conexión inalámbrica en el modo Analizador de espectro.

Presionar Submit.

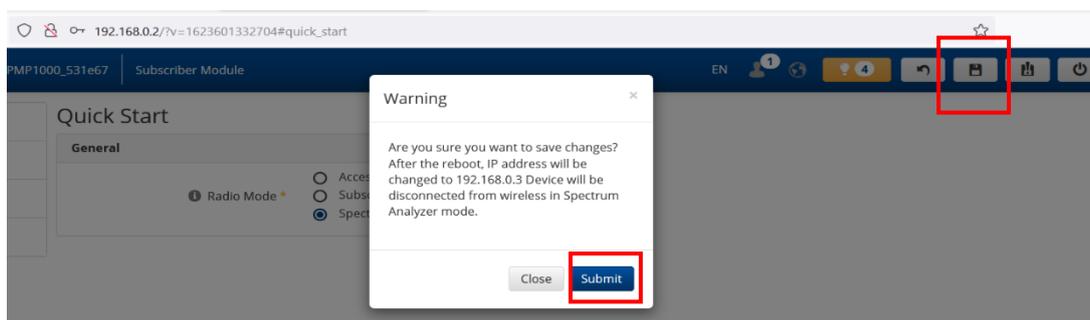


Figura 11. Guardar cambios efectuados

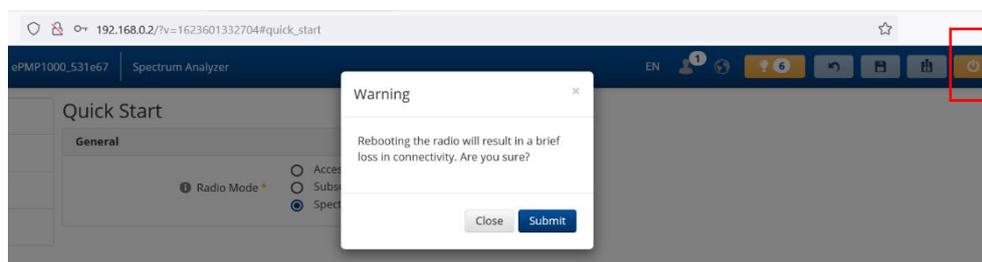


Figura 12. Reboot al equipo

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Esperar a que el equipo termine de reiniciarse.



Figura 13. Reinicio del equipo

Al momento de actualizar la página se visualiza que ya no podemos ingresar a la interfaz con la dirección 192.168.0.2

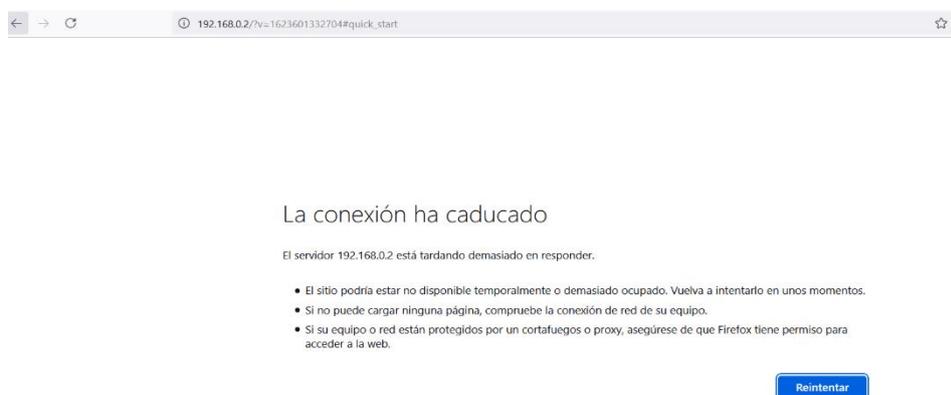


Figura 14. Fallo de conexión con la IP 192.168.0.2

Ingresar con la nueva dirección IP del dispositivo **192.168.0.3** que nos indicó el sistema antes de reiniciarse usamos como usuario y contraseña **admin** para iniciar sesión.



Figura 15. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Analizador de Espectro

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Se observa que el panel de **Inicio** ha cambiado con respecto a la opción de Módulo Suscriptor que se tenía inicialmente

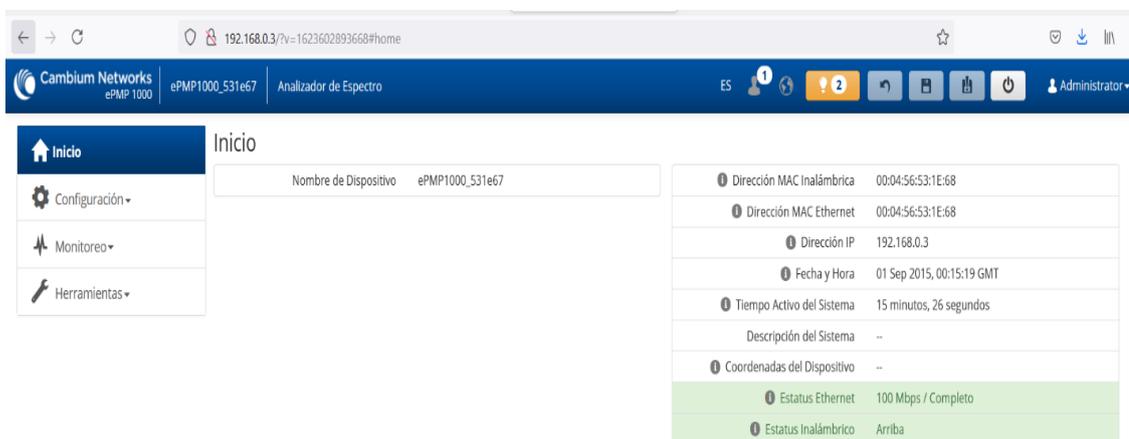


Figura 16. Panel de Inicio Analizador de Espectro

Buscar la pestaña de **Herramientas, Analizador de Espectro**, pulsar Descargar Analizador de Espectro

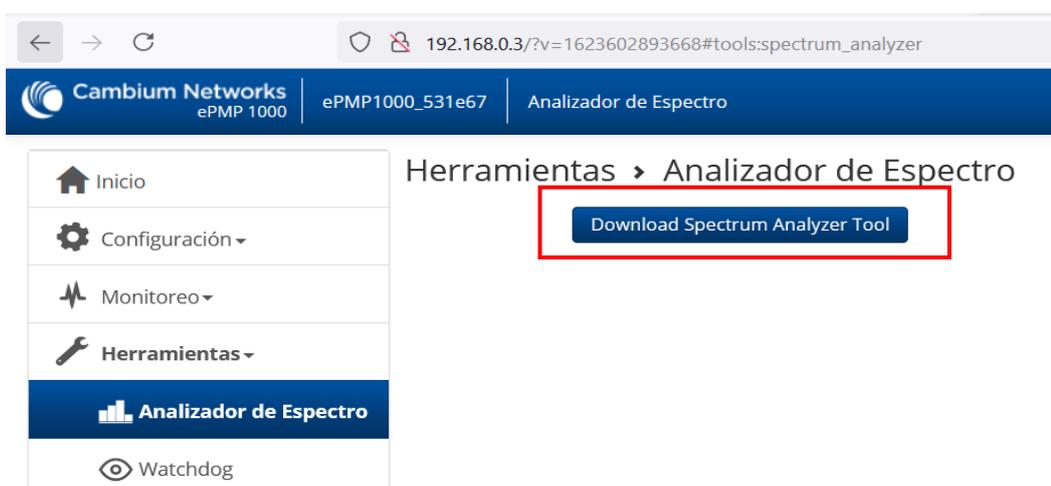


Figura 17. Descargar Analizador de Espectro

Se pasa a la página de soporte de Cambium, ingresar con nuestro usuario y contraseña

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

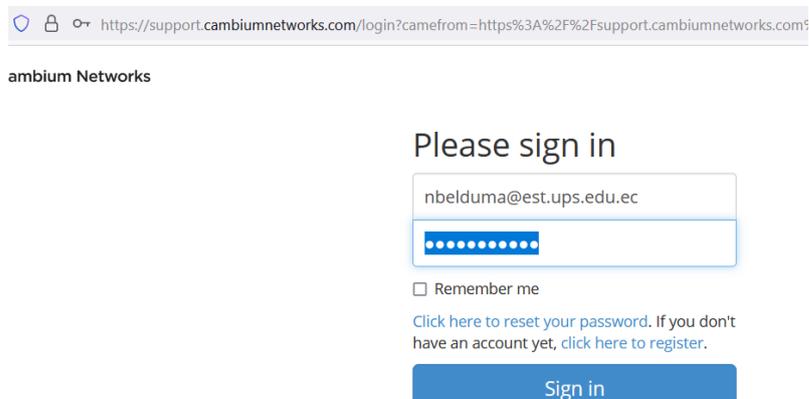


Figura 18. Interfaz web de inicio de sesión para soporte de Cambium Networks

Descargar el instalador de la herramienta ePMP Spectrum Analyzer para Windows

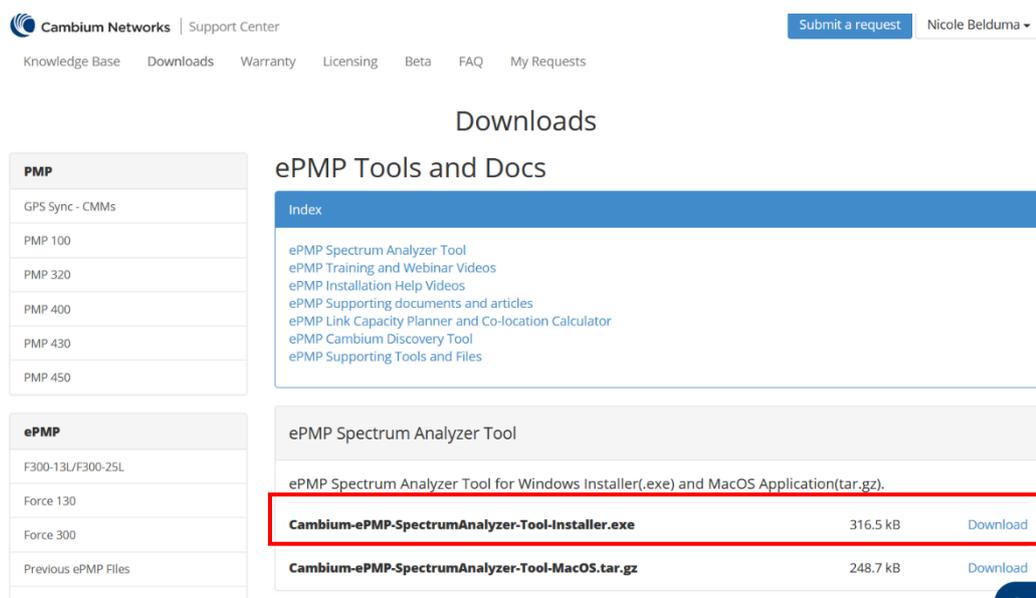


Figura 19. Instalador ePMP Spectrum Analyzer para Windows

Ir a Descargas y ejecutar el archivo como administrador y clic en siguiente

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

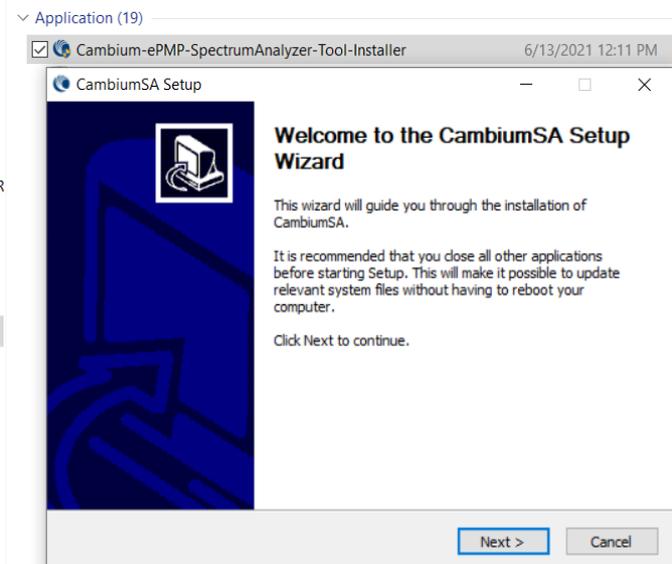


Figura 20. Asistente de configuración de Cambium

Se muestra la página "Carpeta de Instalación". Si una carpeta diferente es necesaria, dar clic en Navegar y elija la carpeta requerida, sino hacer clic en Siguiente.

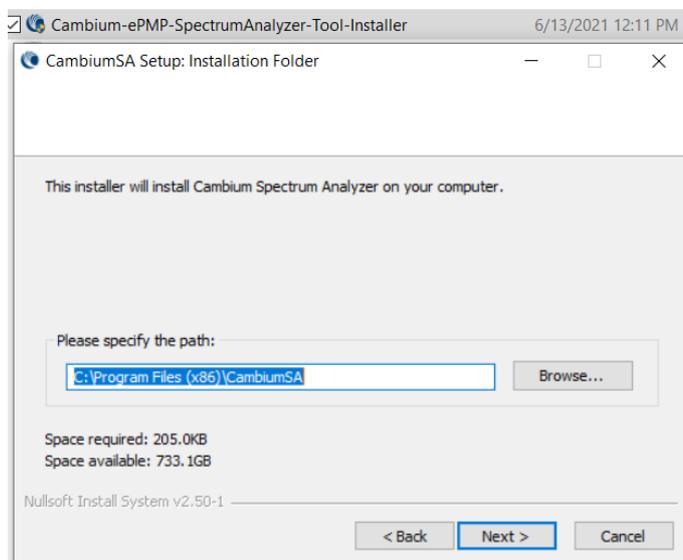


Figura 21. Especificar archivo de destino

Seleccionar la carpeta del menú de inicio, donde le gustaría crear un atajo y presionar Instalar

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

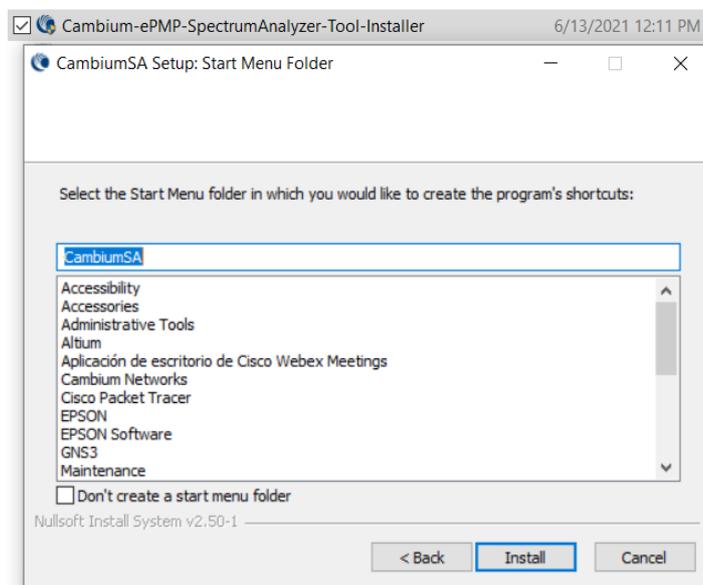


Figura 22. Start Menú Folder

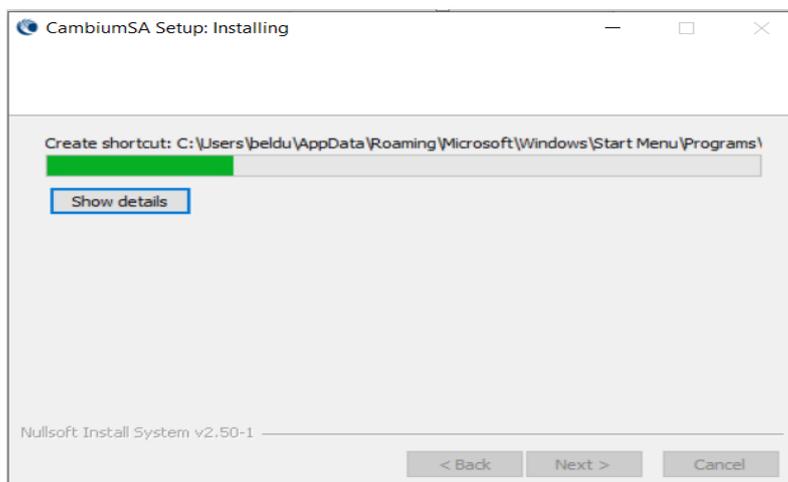


Figura 23. Proceso de Instalación del programa

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

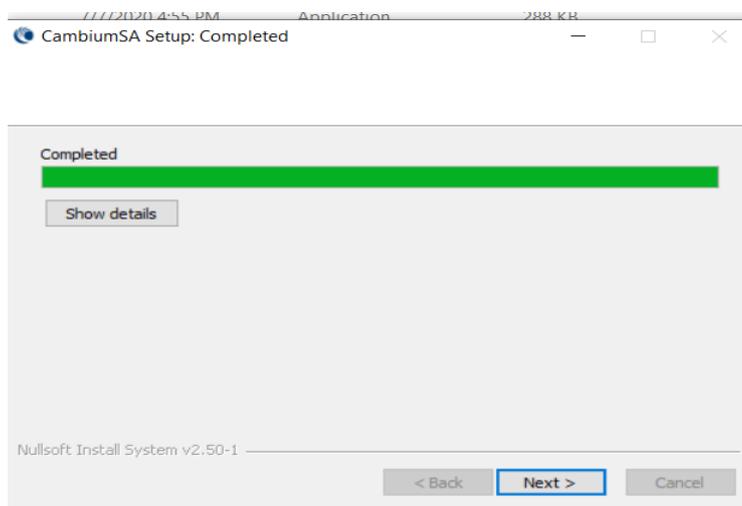


Figura 24. Instalación completada

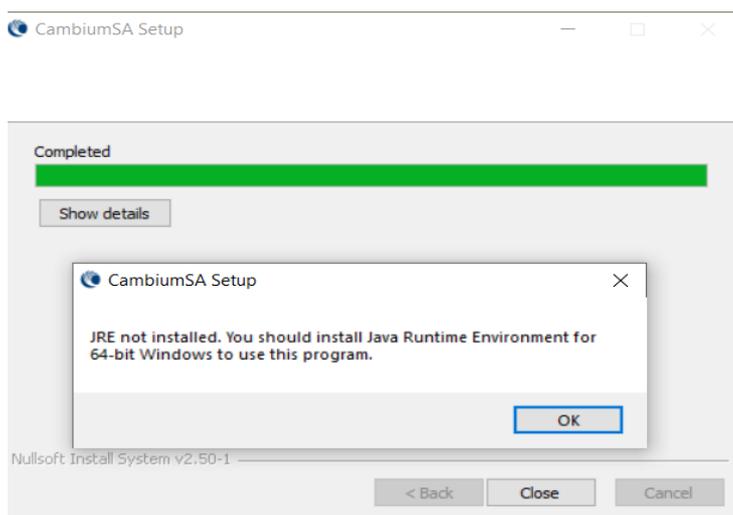


Figura 25. JRE no instalado

Es necesario tener instalado **el Entorno de Ejecución de JAVA (JRE)** para abrir la aplicación, si no lo tiene instalado, se lo puede descargar desde <https://www.oracle.com/java/technologies/javase-jre8-downloads.html> con una cuenta de ORACLE que puede crearla gratuitamente.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

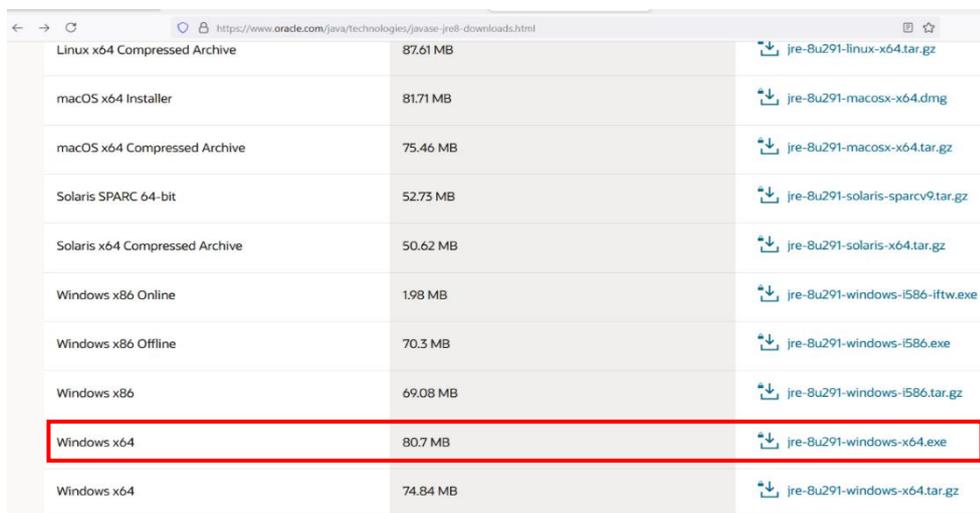


Figura 26. Descargar JRE

Terminado el proceso de instalación, la aplicación estará instalada en el Escritorio o mediante el panel de Inicio escribiendo la palabra Cambium
 Iniciar la aplicación, en las preferencias se tiene la dirección IP del dispositivo y el tamaño del espectrograma el cual puede ser cambiado, clic en guardar.

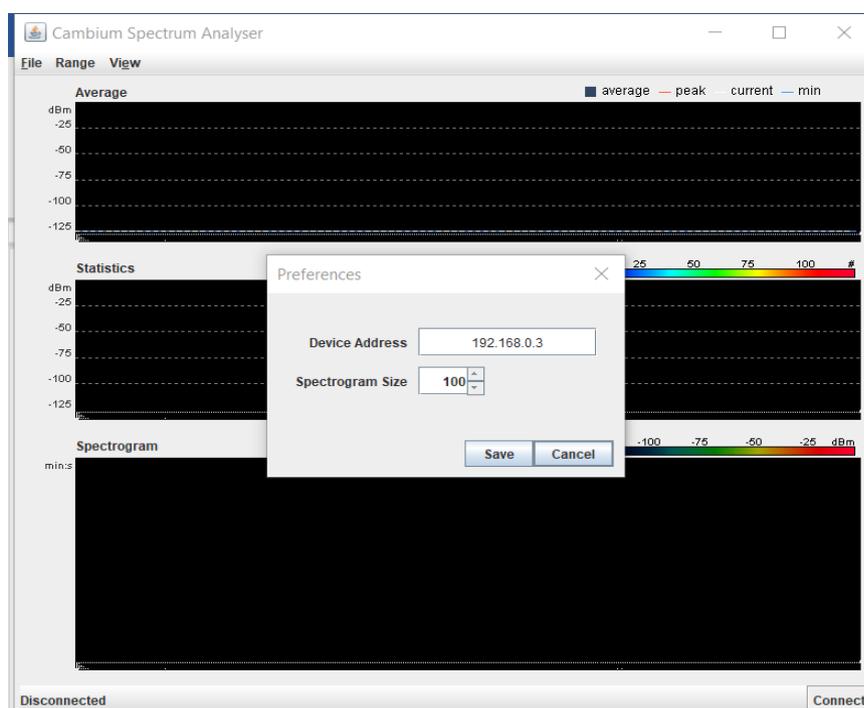


Figura 27. Preferencias

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Dirigirse a la pestaña **RANGE** y seleccionar el rango de frecuencia que se desea escanear, en este caso se ha escogido la frecuencia 5155- 5250 MHz. Dar clic en **Connect** para establecer conexión con el equipo Force 130 con la dirección IP 192.168.0.3

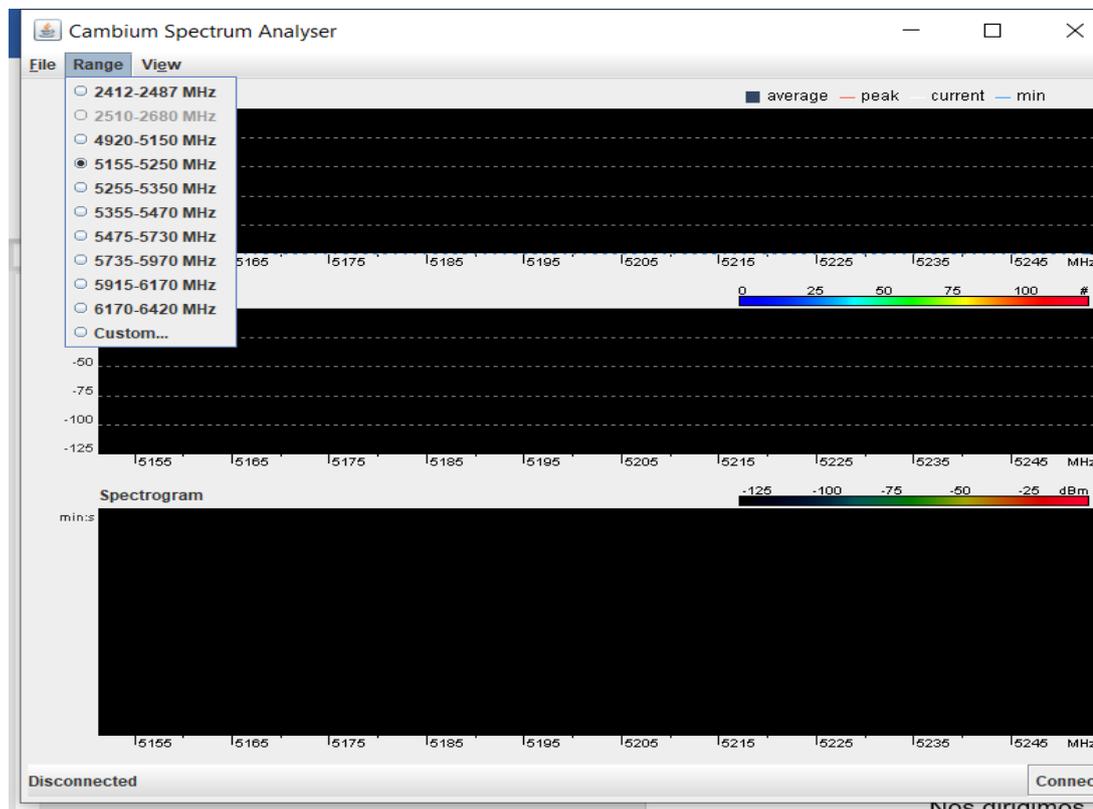


Figura 28. Rango de frecuencia a escanear

Una vez establecida la conexión presionar **START SCAN**, luego de algunos minutos corriendo el Scan se podrá visualizar los niveles de potencia media actual, estadísticas de los tiempos de cada frecuencia y finalmente los niveles de energía detectados con el tiempo; todo esto a lo largo del rango configurado. Dar clic en **Stop**.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

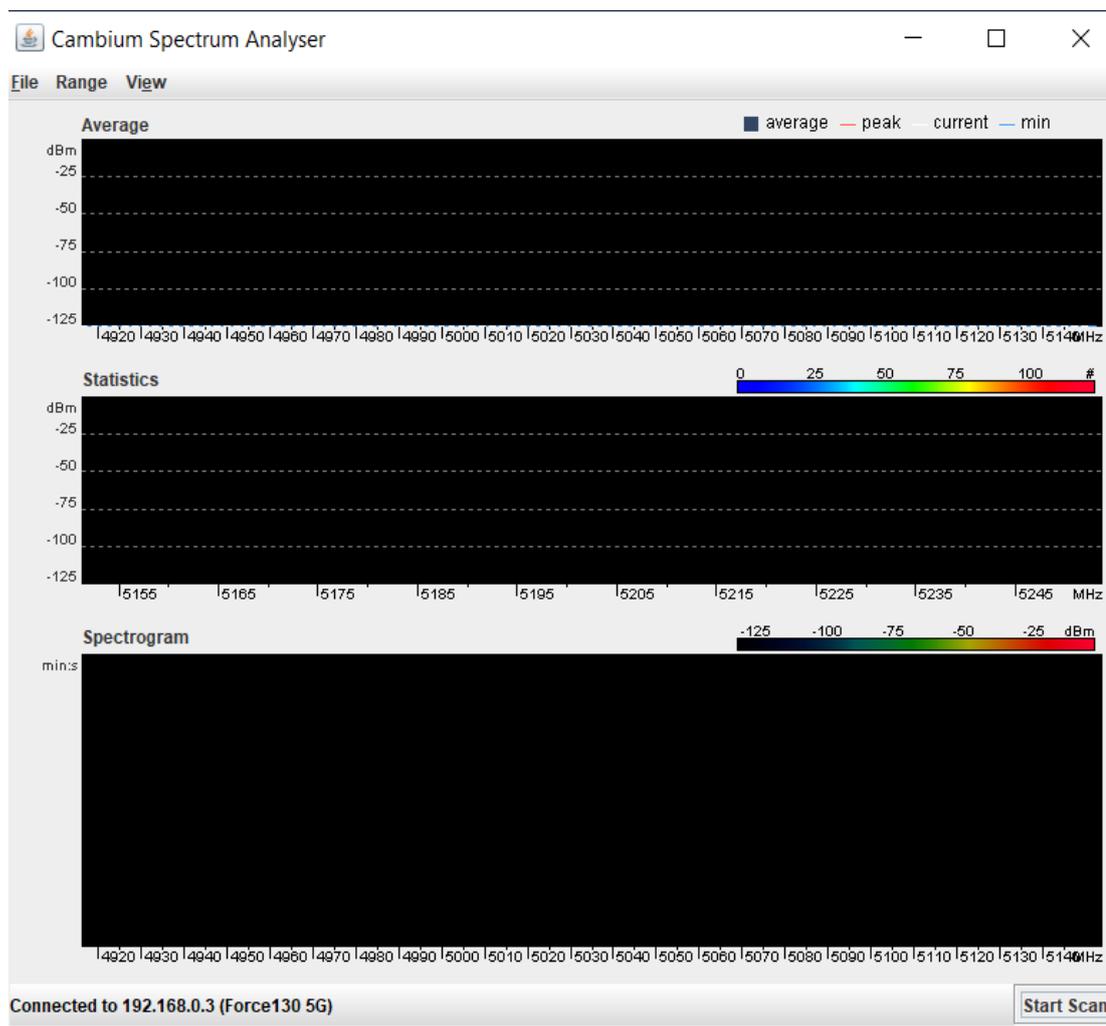


Figura 29. Conexión con el equipo Force 130

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

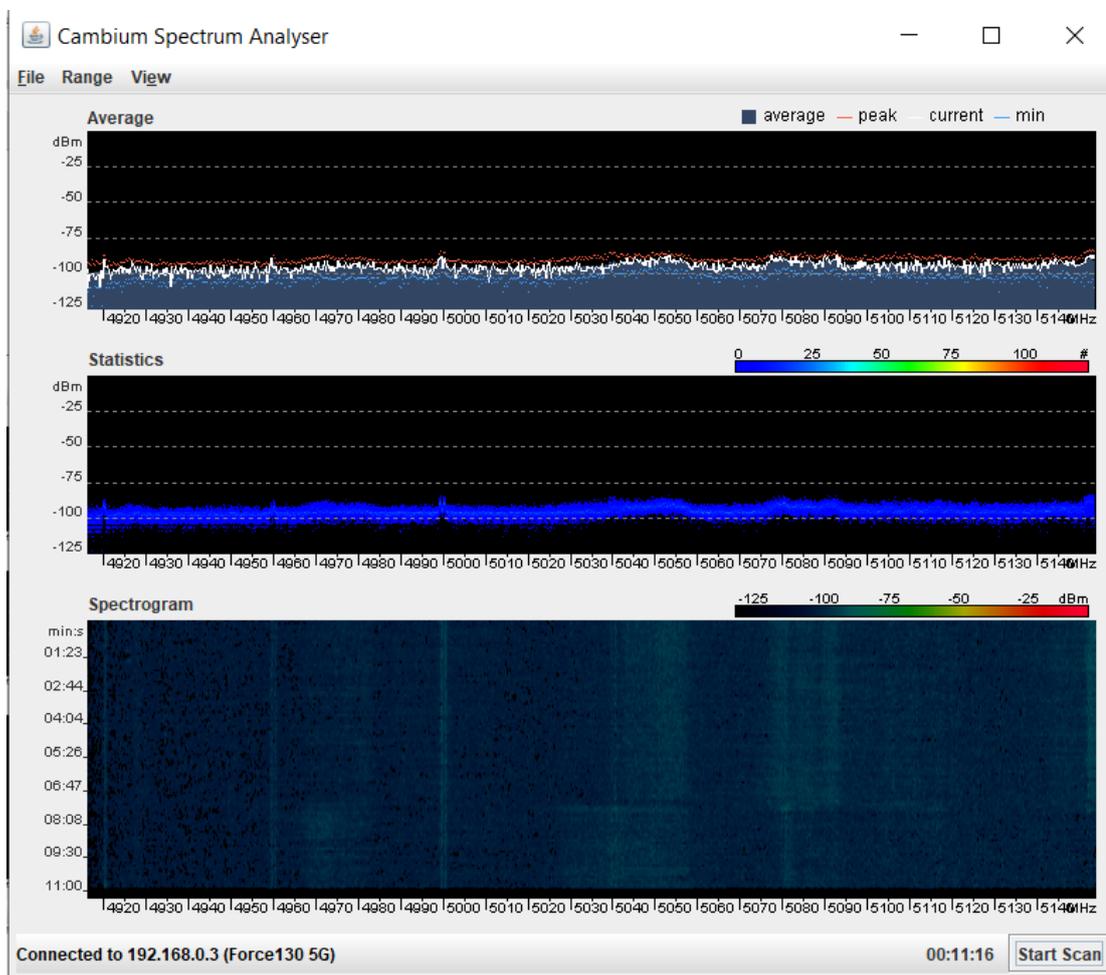


Figura 30. Resultados del análisis de espectro para la frecuencia seleccionada

Para realizar un nuevo análisis del espectro ir a **File, Clear Scanned Data**, escoger la nueva frecuencia que se desea escanear y presionar **Start Scan**

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

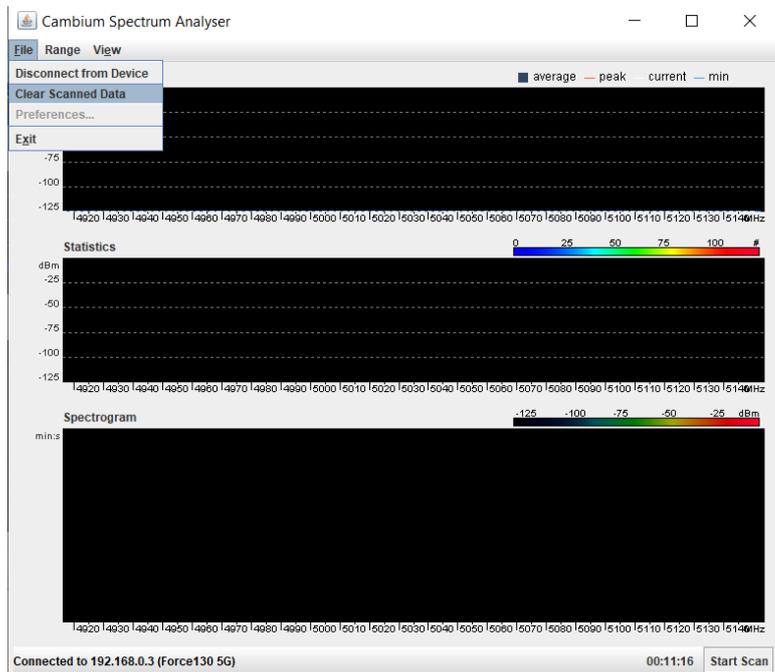


Figura 31. Realizar nuevo análisis de espectro

Una vez concluido los análisis necesarios ir a File y desconectar el dispositivo.

Dirigirse a la interfaz web del equipo y cambiar el modo del radio a su configuración inicial que era Módulo Suscriptor

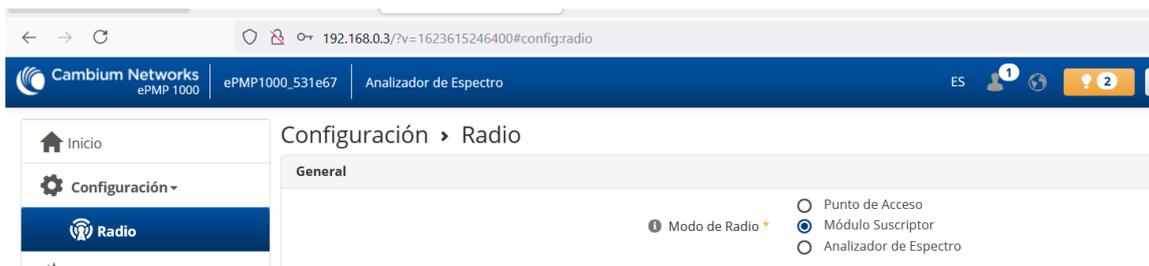


Figura 32. Modo de radio: Módulo Suscriptor

Guardar los cambios y el sistema nos indica que luego de reiniciar el equipo ingresará con la IP por default 192.168.0.2, esperar a que se apliquen los cambios.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 33. Guardar cambios



Figura 34. Reboot al equipo

Finalmente ingresar con la IP 192.168.0.2 y comprobar que el equipo se encuentra nuevamente configurado como Módulo Suscriptor. Luego proceder a desconectar los equipos.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 21 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

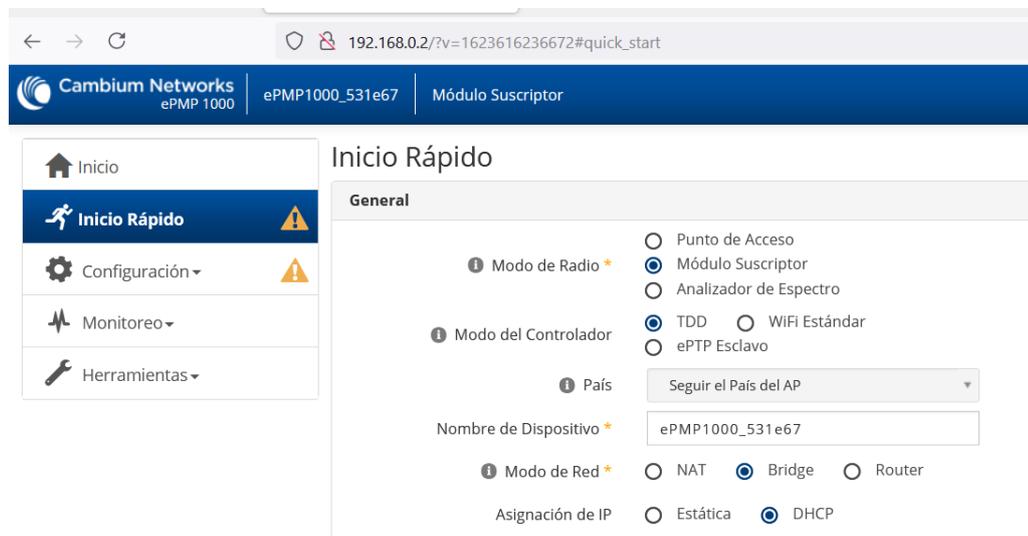


Figura 35. Radio modo: Suscriptor

e. Recursos Utilizados

- PC
- Antena Force 130

f. Resultados Obtenidos

- Se realizó la instalación y configuración del software
- Se obtuvo un análisis de la gráfica en tiempo real que permite optimizar el rendimiento de la red inalámbrica identificando el mejor canal disponible para la frecuencia de 5 GHz.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 22 de 22
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

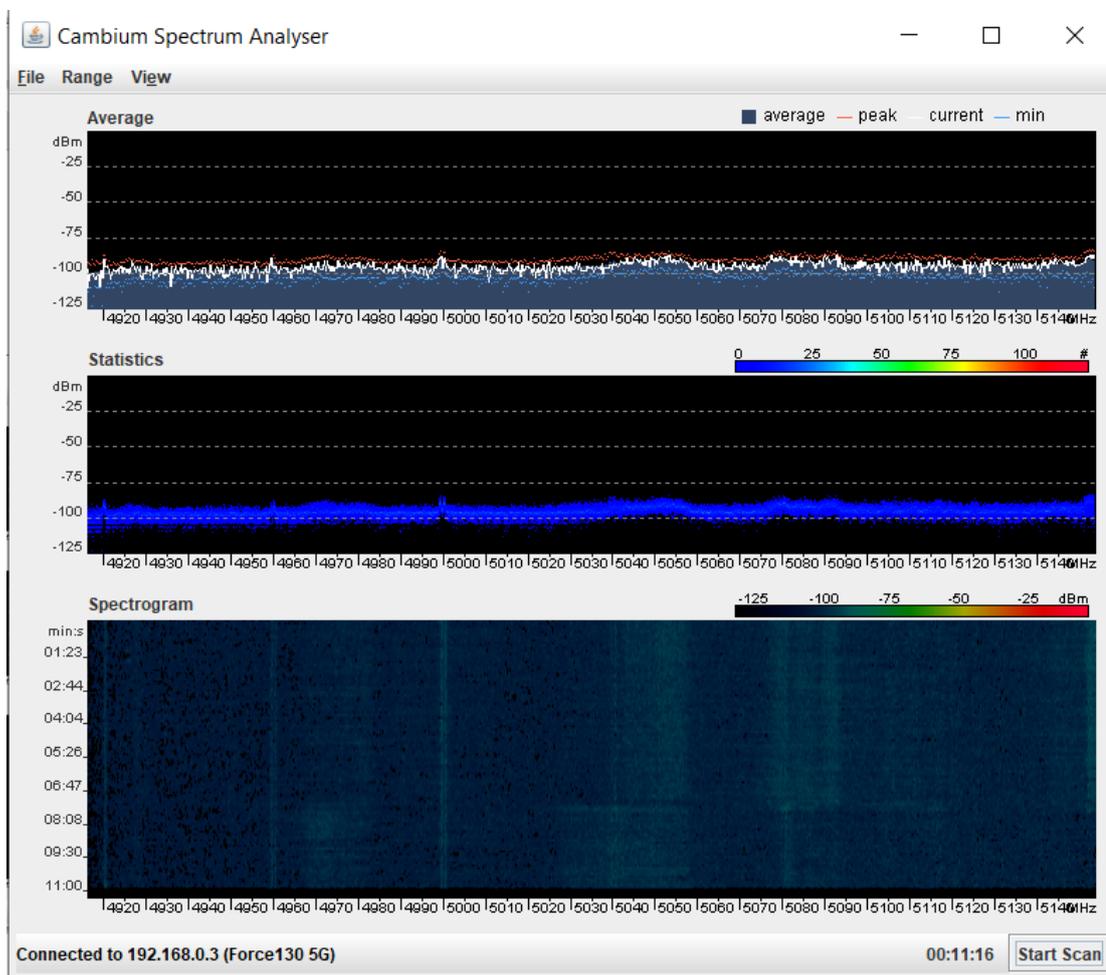


Figura 36. Resultados del análisis de espectro para la frecuencia seleccionada

g. Bibliografía

<https://soporte.syscom.mx/es/articles/4696176-cambium-networks-como-ejecutar-spectrum-analyzer>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 4

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Simulación de enlaces inalámbricos usando LINKPlanner de Cambium Networks”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

Comprender el funcionamiento de la herramienta LINKPlanner para simulación de enlaces

b. Objetivos Específicos:

- Crear un proyecto para modelar un enlace PTP
- Predecir el funcionamiento del radioenlace, basados en cálculos obtenidos en el simulador LINKPlanner.

c. Marco Teórico



Figura 1. LINKPlanner - Design Networks

LINKPlanner de Cambium Networks es una herramienta gratuita para simplificar el diseño de redes PTP o PMP, fácil de usar que se puede descargar desde su Sitio web. Permite modelar escenarios hipotéticos, basados en la geografía, la distancia, la altura de la antena, la potencia de transmisión y otros factores, para optimizar el rendimiento del sistema antes de la compra.

Se encuentra disponible para sistemas Microsoft, Windows y Mac.

LINKPlanner lidera la industria como la herramienta de planificación de enlaces de RF más confiable e intuitiva, con decenas de miles de enlaces implementados con éxito en todo el mundo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

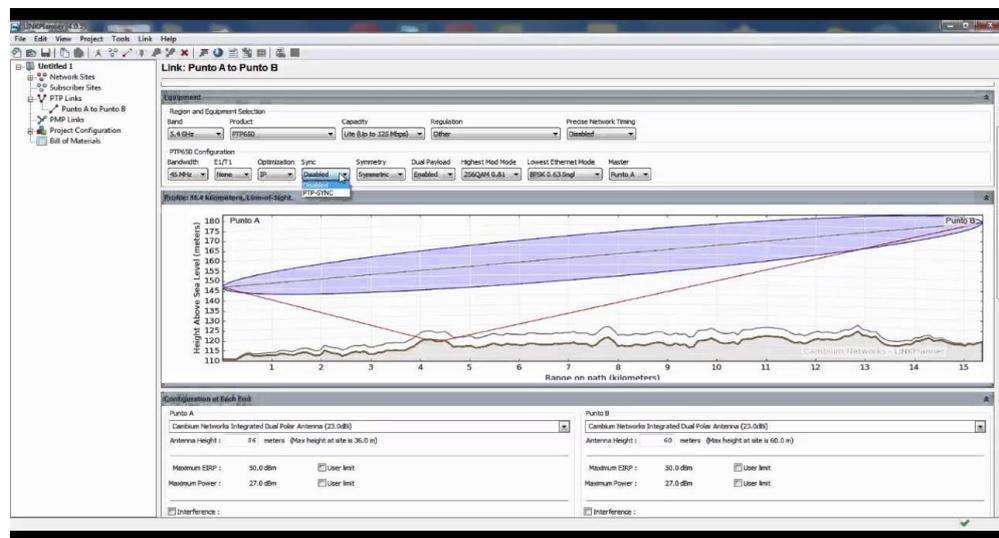


Figura 2. Simulación de enlace PTP con LinkPlanner

Características de LINKPlanner

- Permite planificar y optimizar un solo enlace o varios enlaces simultáneamente
- Muestra una descripción general completa de toda la conexión inalámbrica de red a través del servicio de mapas Google Earth.
- Crea situaciones hipotéticas basadas en la geografía, la distancia, altura de la antena y potencia de transmisión.
- Genera informes que validan el desempeño proyectado y sirven como pautas de implementación para ahorrar tiempo
- Crea una lista de materiales para las redes PMP y PTP, que incluye accesorios
- Planifica la asignación de torres multiselector y redes multitorre SM (módulos de suscriptor) al mejor punto de acceso (AP)
- Exporta una lista de SM y modos de modulación asociados a la herramienta de planificación de capacidad de Cambium
-

d. Marco Procedimental

Abrir un navegador web y nos dirigimos a la página oficial de CambiumNetworks <https://www.cambiumnetworks.com/>, en la opción de **PRODUCTS** escribir **LINKPLANNER**.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

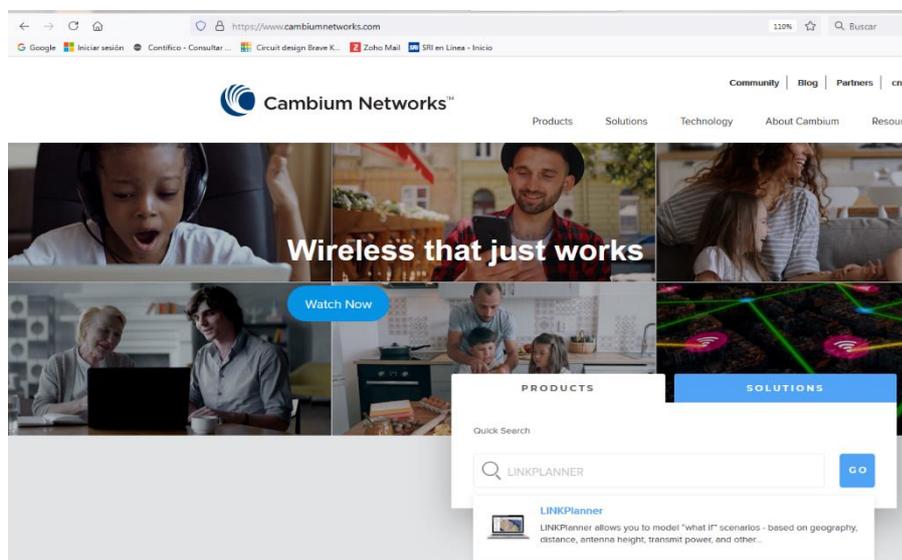


Figura 3. Página de Cambium Networks

Se despliega el software disponible, dar clic sobre el y se abrirá la página de descarga. Clic en **Download Now**

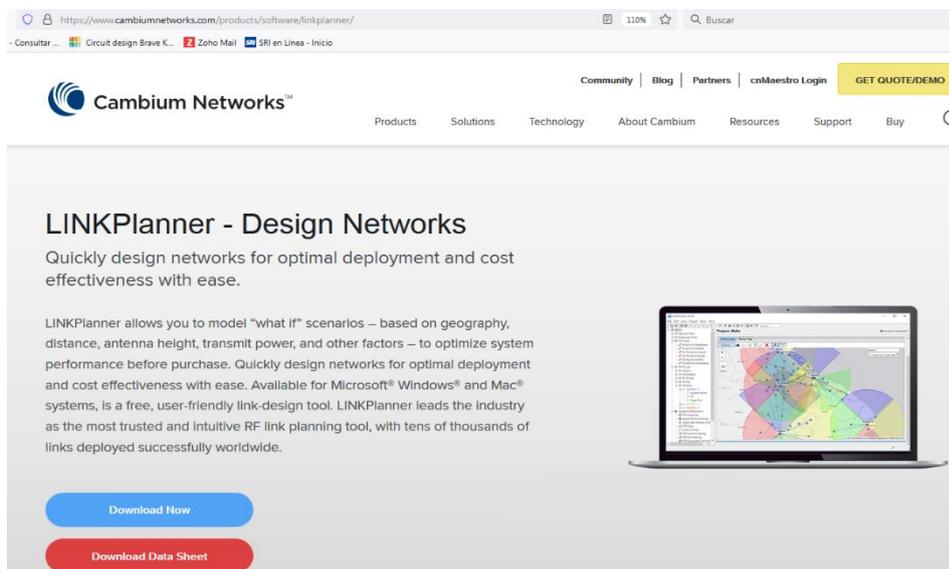


Figura 4. Download LinkPlanner

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Para acceder a la descarga del software se debe registrar con la cuenta de Cambium



Please sign in

nbelduma@est.ups.edu.ec 

.....

Remember me

[Click here to reset your password.](#) If you don't have an account yet, [click here to register.](#)

[Sign in](#)

Figura 5. Inicio de sesión

Para Windows de 64 bits la última versión disponible del Software es 5.4.5, si nuestro computador es de 32 bits podemos instalar la versión 4.9.1

Para la realización de esta práctica se trabajará con la última versión.

5.4.5 / 07-May-21

NOTE: LINKPlanner v5.x.x releases no longer support PTP 300, PTP 400, PTP 500 or PTP 600. To plan for these products please use v4.9.1.

Files saved in this version of LINKPlanner can be opened in earlier versions but the predictions may be incorrect in v5.4.0 and earlier. You must set the prediction model to "ITU-R" or "Vigants-Barnett".

If you attempt to save in the earlier version without setting the prediction model then you will get an error.

Release Notes	804.3 kB	Download
User Guide (PDF)	11.6 MB	Download
Windows Installer	61.3 MB	Download

This software is for Windows 64-bit only

Figura 6. Instalador para Windows

1. Descargar y ejecutar LinkPlannerSetup.5.4.5.exe (donde 5.4.5 es la identidad de la versión).

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

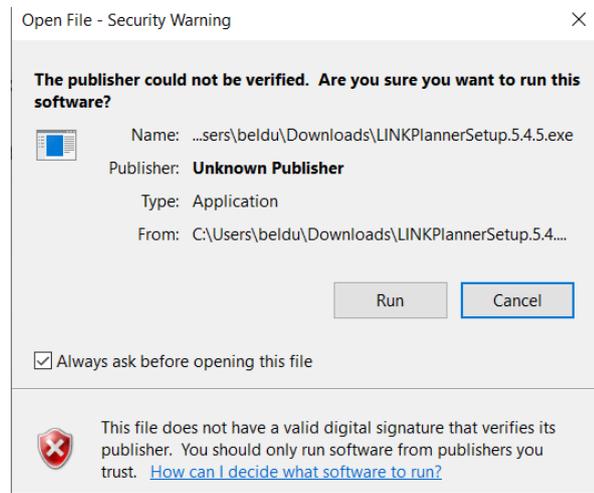


Figura 7. Ejecución de Software

2. Se muestra la página "Bienvenido al asistente de configuración de Cambium LINKPlanner" desplegado. Hacer clic en Siguiente.

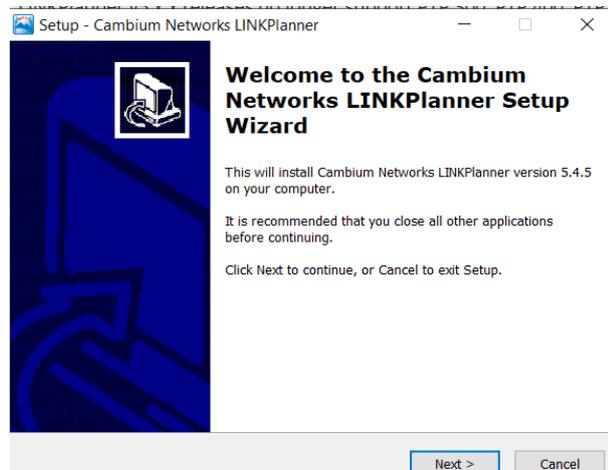


Figura 8. Asistente de configuración de LINKPlanner

3. Se muestra la página "Seleccionar ubicación de destino". Si una carpeta diferente es necesaria, dar clic en Examinar y elegir la carpeta requerida. Dar clic en Siguiente.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

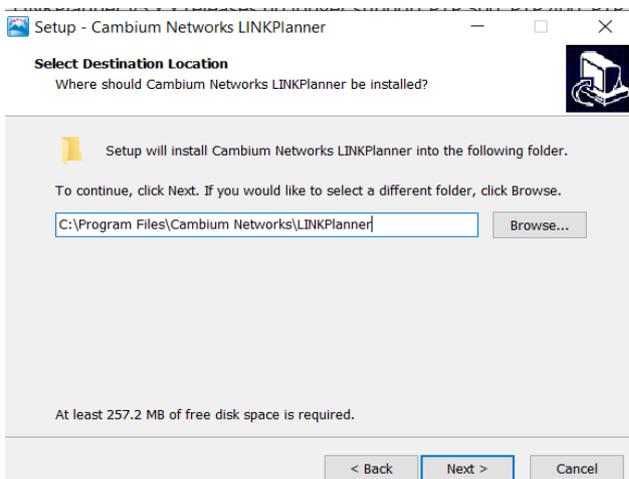


Figura 9. Seleccionar ubicación de destino

- Se muestra la página “Seleccionar carpeta del menú Inicio”. Si una carpeta diferente es requerida para los accesos directos, dar clic en Examinar y elegir la carpeta requerida. Hacer clic Siguiente para continuar.

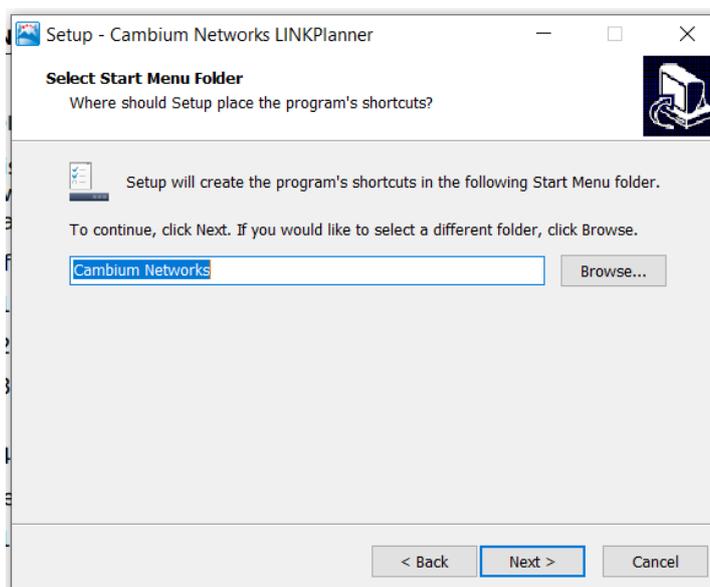


Figura 10. Seleccionar carpeta del menú Inicio

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

- Se muestra la página "Listo para instalar". Si la ubicación de destino y la carpeta del menú Inicio es correcta, haga clic en Instalar, de lo contrario, haga clic en Atrás.
- Se muestra la página de progreso de la instalación, seguida de "Completando la página del asistente de configuración de Cambium LINKPlanner. Clic en Finalizar. Software la instalación ya está completa.

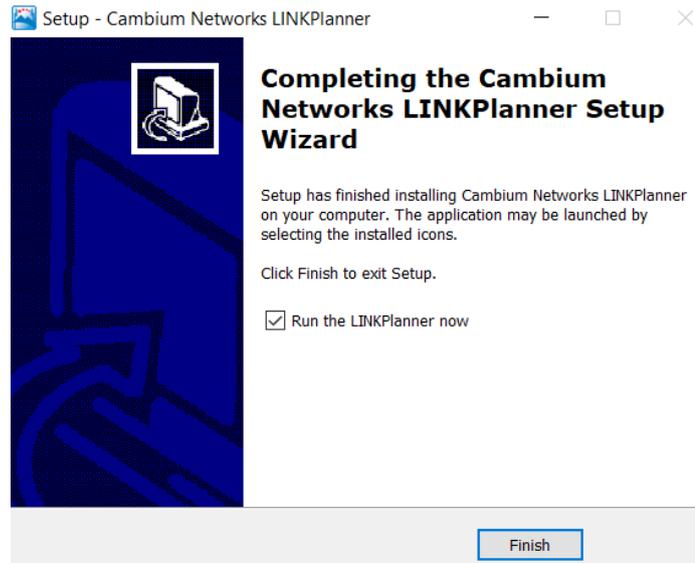


Figura 11. Software instalado

La pantalla principal consta de dos paneles: El panel de la izquierda contiene el árbol de navegación del proyecto. Este panel está en blanco hasta que se abran uno o más proyectos. El panel de la derecha es para ver y editar proyectos, sitios y enlaces. El panel muestra inicialmente información sobre la aplicación. También hay secciones de información que puede mostrar noticias y enlaces a videos de Cambium.

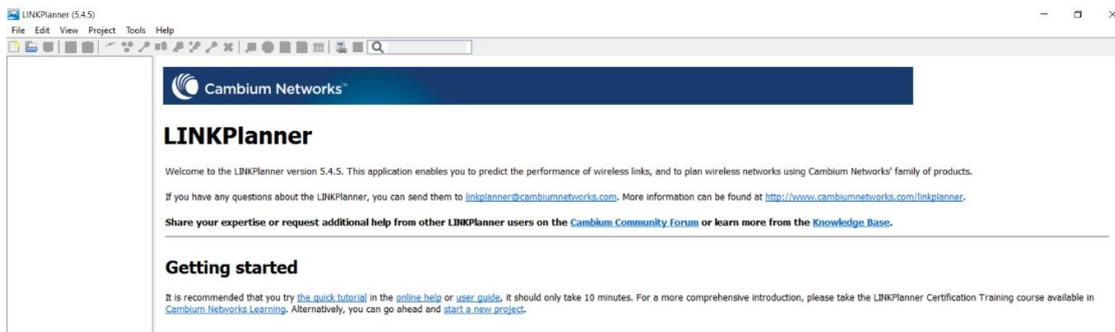


Figura 12. pantalla principal LINKPlanner

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Antes de usar LINKPlanner, usar la página de Opciones para ingresar información personal, seleccionar unidades y elegir la configuración de red, para que la herramienta realice un funcionamiento adecuado.

Para abrir la página Opciones: En Windows, clic en **Tools, Options**

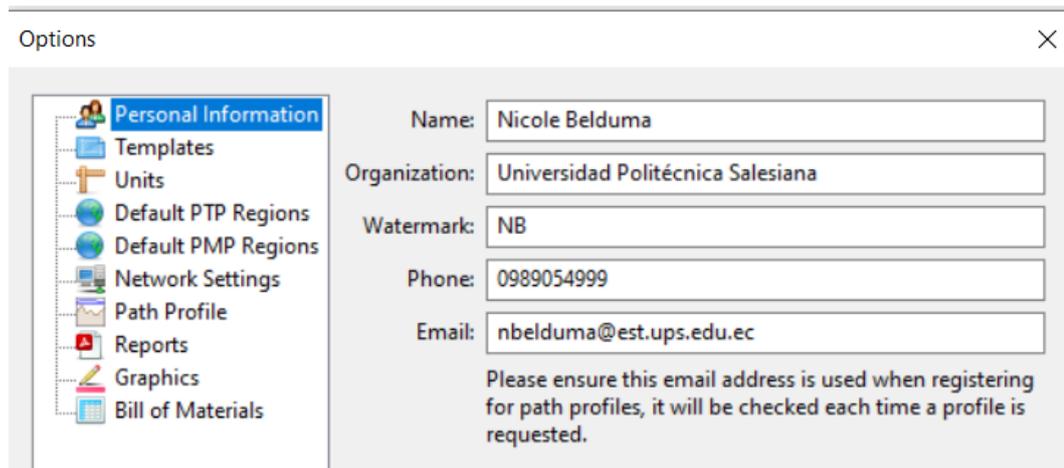


Figura 13. Personal Information

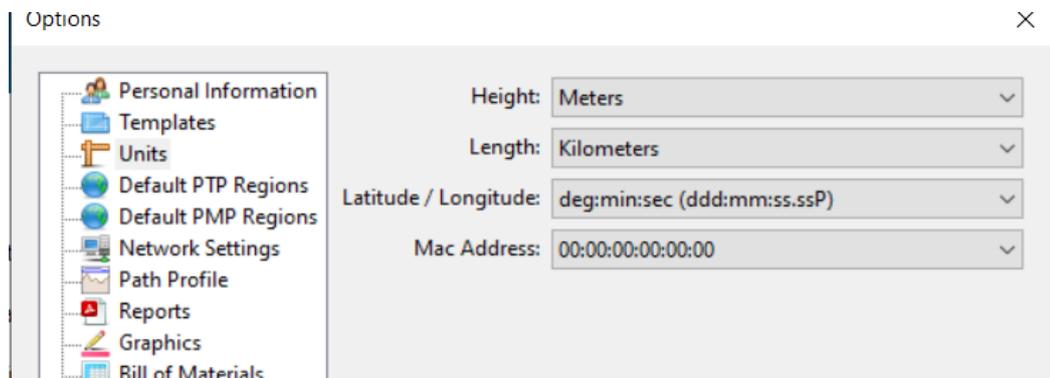


Figura 14. Units

Dar clic en **Register with the path profile service** para ir a la página web de soporte de Cambium. Iniciar sesión con su cuenta de Cambium y dar clic en **Generate New Token**. El token de acceso se muestra en la parte superior de la página y también se enviará por correo electrónico. Copie y pegue el token.

Para probar el servicio de perfiles, dar clic en Test Profile Service. Si la respuesta no es "El nombre de usuario y el token de acceso son correctos", verificar que la dirección de correo electrónico ingresada en la información personal es la misma que

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

se ingresó en el formulario de registro del perfil y el token de acceso se ha copiado correctamente

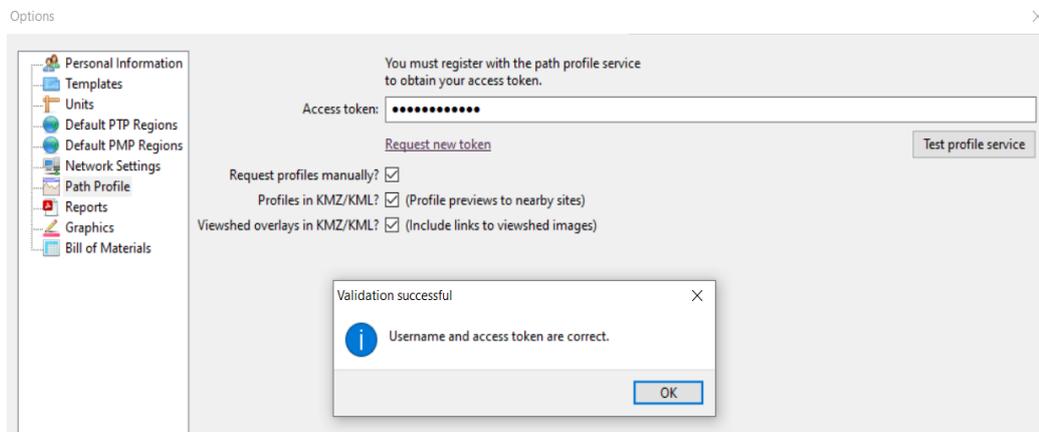


Figura 15. Path Profile

Seleccionar la fuente y el tamaño de página necesarios para los informes de LINKPlanner. Seleccionar la opción para generar informes detallados. Presionar OK.

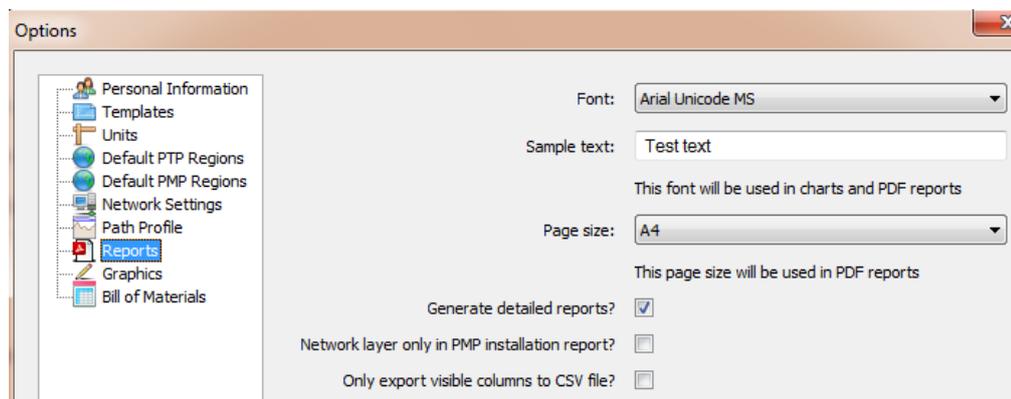


Figura 16. Options – Reports

Realizar cálculos PTP

Hacer clic en **New Project**, se muestra la página del proyecto. Introduzca la información del cliente y la configuración predeterminada para los nuevos enlaces.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

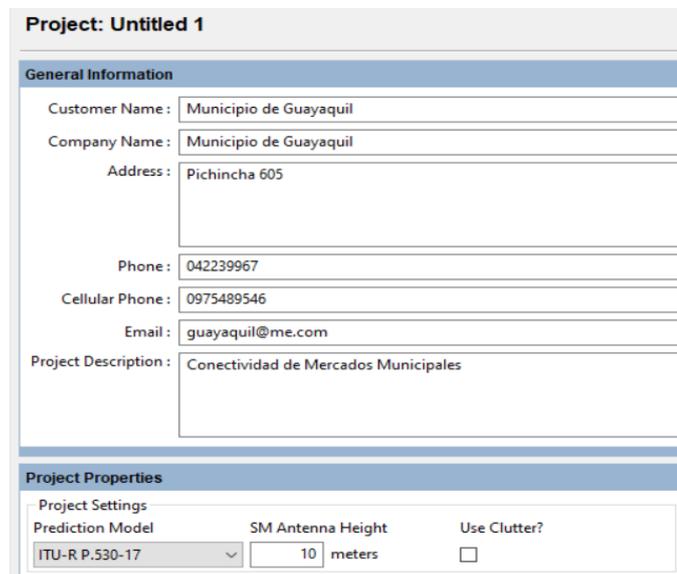


Figura 17. General Information

Dar clic en Guardar  proyecto. Guardar el proyecto como Prueba_PTP.lpp.
 Dar clic en **New Network Sit.**  Ingresar los datos del primer punto, luego presione OK

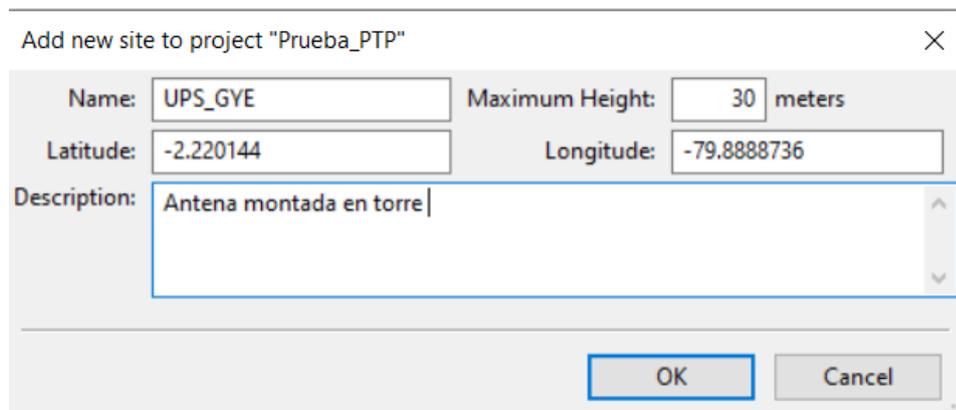


Figura 18. Fijar punto 1

Dar clic en **New Network Sit.**  Ingresar los datos del segundo punto, luego presione OK

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Add new site to project "Prueba_PTP" ✕

Name:	MERCADO 4 MZ	Maximum Height:	15 meters
Latitude:	-2.198721379665837	Longitude:	-79.88958482988772
Description:	Antena montada en mercado		

Figura 19. Fijar punto 2

En la opción **New PTP Link** se muestra la página Agregar nuevo enlace PTP. Seleccionar los dos sitios que desea vincular: UPS_GYE y MERCADO 4 MZ, el resultado será igual a la figura 20.

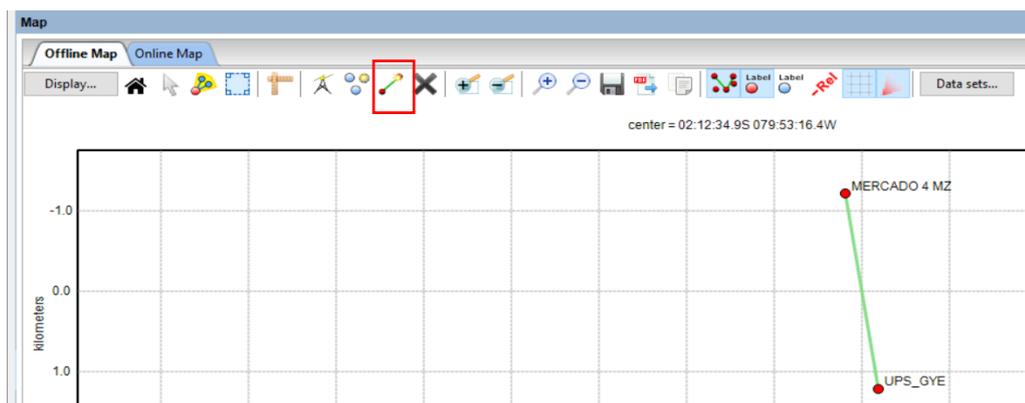


Figura 20. Enlace PTP

Dando doble clic sobre la línea verde configurar el método de equipamiento, regulación y optimización para este enlace. Guardar el proyecto y a continuación el perfil de ruta para el enlace.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

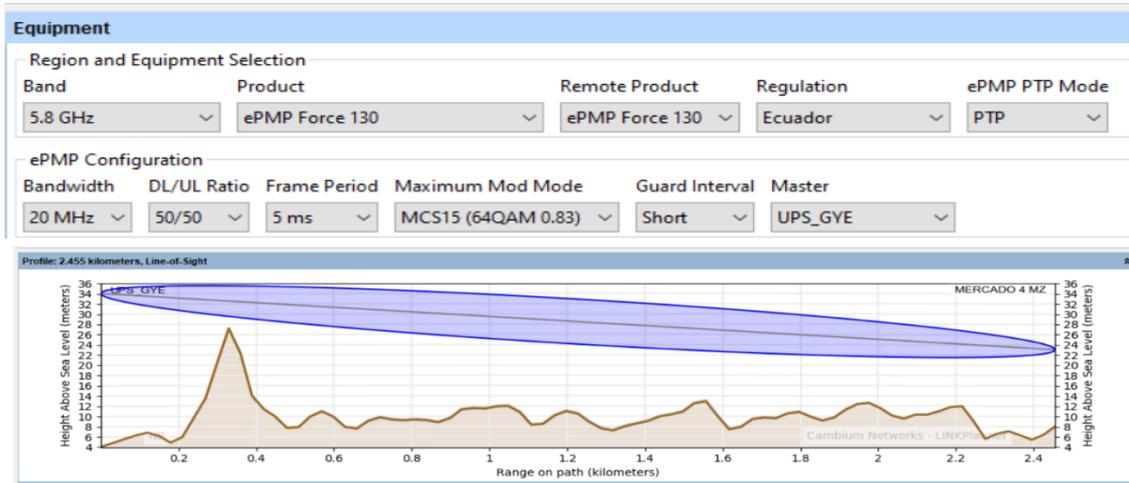


Figura 21. Perfil de ruta

Actualizar el perfil con obstrucciones que puedan afectar la calidad del enlace. Doble clic sobre el perfil. Cree obstrucciones que se verán representadas en color amarillo.

Es importante verificar las alturas de la antena, para medir interferencia e identificar obstrucciones cerca de ambos extremos de la zona de Fresnel.

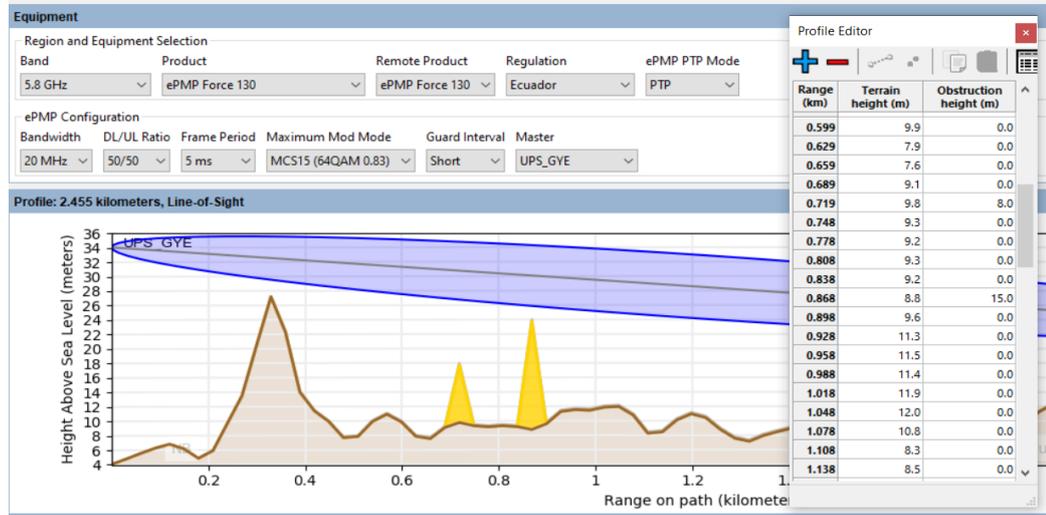


Figura 22. Perfil de ruta con obstrucciones

Ajustar las antenas en ambos extremos del enlace y confirmar el equipo seleccionado que cumple con los requisitos de rendimiento.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Introducir los valores necesarios en los campos de entrada de datos para compararlos con los datos predichos. Si un campo está resaltado en rojo, su valor está fuera del rango permitido. Obtenga un resumen de predicción de la potencia de recepción, el rendimiento y la disponibilidad en cada extremo del enlace, según el equipo y los datos de rendimiento ingresados. Establezca la disponibilidad mínima requerida al 99,9% en ambos extremos del enlace.

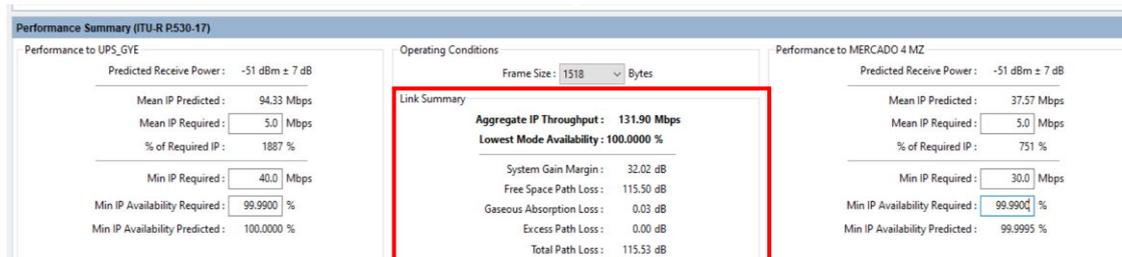


Figura 23. Performance Summary

Si los valores de rendimiento y disponibilidad previstos caen por debajo de los valores requeridos, se muestran en rojo. Si cumplen o superan los valores requeridos, se muestran en negro. Clic **Save Project**.

LINKPlanner calcula automáticamente la lista de materiales del proyecto a partir de los datos de configurados, puede obtener más opciones mediante la pestaña New Extra.

Bill of Materials for Link			
New Extra Delete Extra View in Spreadsheet			
P/N	Description	Qty	Notes
600SS	SURGE SUPPRESSOR	2	
C050900C505	ePMP 5GHz Force 130 SM (ROW) (US cord)	2	Kit includes radio with antenna, power supply, line cord and mounting bracket

Figura 24. Lista de materiales para el proyecto

Finalmente puede obtener un informe de su propuesta de PTP o un reporte de instalación, seleccionando su enlace desde el árbol de navegación y luego elija obtener reporte.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

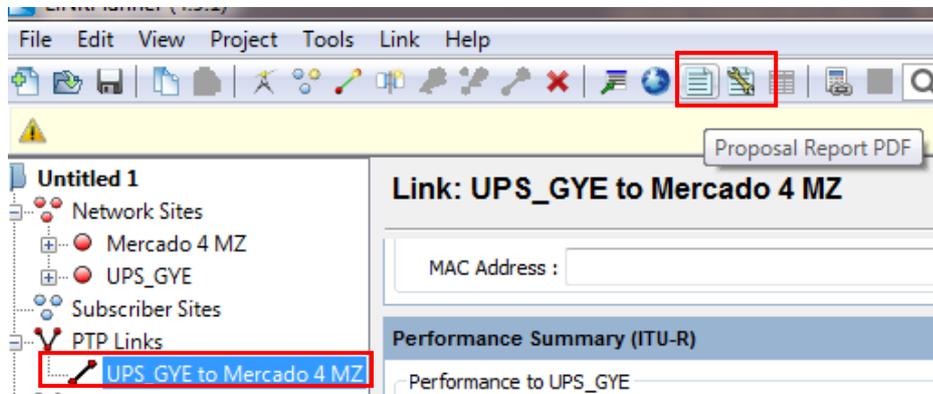


Figura 25. Obtener reporte del enlace

e. Recursos Utilizados

- PC
- Software LinkPlanner

f. Resultados Obtenidos

- Se realizó la instalación y configuración del software.
- Se muestra el rendimiento y la disponibilidad previstos y requeridos en cada extremo del enlace para un proyecto PTP previos a su montaje
- Finalmente, un reporte obtenido en PDF del proyecto.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

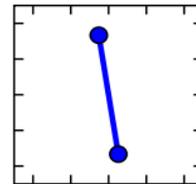
		REVISION 1/1	Página 17 de 17
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



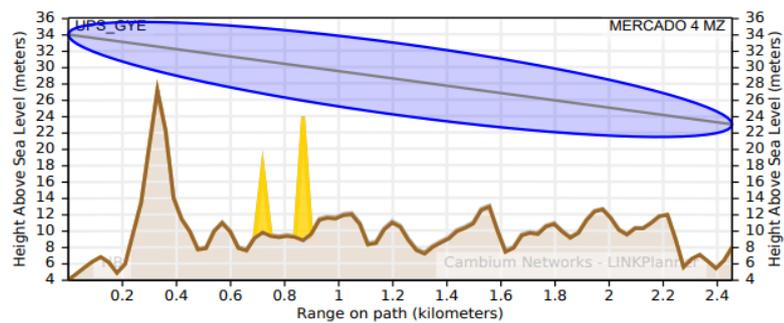
Project Prueba_PTP



UPS_GYE to MERCADO
4 MZ



Equipment: Cambium Networks ePMP Force 130 Integrated
Cambium Networks 1ft ePMP Force 130 @ 30 m Cambium Networks 1ft ePMP Force 130 @ 15 m



	Performance to UPS_GYE	Performance to MERCADO 4 MZ
Mean IP	66.06 Mbps	65.79 Mbps
IP Availability	99.9985 % for 40.0 Mbps	99.9985 % for 40.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	2.455 km	System Gain Margin	25.31 dB
Band	5.8 GHz	Mean Aggregate Data Rate	131.85 Mbps
Regulation	Ecuador	Annual Link Availability	100.0000 %
Modulation	Adaptive	Annual Link Unavailability	1 secs/year
Bandwidth	20 MHz	Frame Size	1518 Bytes
Total Path Loss	115.53 dB	Prediction Model	ITU-R P.530-17
System Gain	140.84 dB		

Figura 26. Reporte de propuesta generado

g. Bibliografía

<https://www.cambiumnetworks.com/products/software/linkplanner/>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 5

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Configuración de enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Configurar un enlace Punto a Punto (PtP) usando equipos ePMP Force 130.

b. Objetivos Específicos:

- Comprender el funcionamiento de un enlace PtP
- Realizar las configuraciones básicas mediante interfaz web para enlazar un AP y CPE

c. Marco Teórico

Enlace Punto a Punto (PTP)

Los enlaces punto a punto transmiten datos de un punto o nodo a otro concreto de forma inalámbrica, está conformado por tres componentes básicos: Transmisor, Receptor y Canal Aéreo. El trasmisor modula la señal digital a la frecuencia que se va a transmitir, el canal aéreo representa el medio utilizado para la transmisión de dicha señal y el receptor capta la señal transmitida y la lleva nuevamente a señal digital.

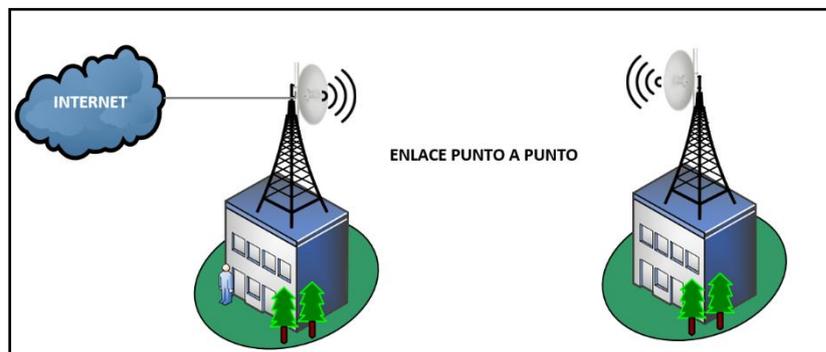


Figura 1. Enlace punto a punto (PTP)

Una conexión punto a punto puede ser creada a partir de dispositivos AP (maestro) y CPE (esclavo), los cuales soportan el modo de punto de acceso y de modo de estación o transmisión. Con la tecnología de Cambium Networks se puede realizar enlaces PTP de forma sencilla, considerando los siguientes parámetros:

Línea de vista: No debe existir obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ancho de banda a transportar: Es importante un rango de frecuencia sobre las cuales la operación de la antena sea satisfactoria, este ítem permite definir el tamaño del canal, el alcance y la calidad del enlace.

Distancia del enlace: El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces punto a punto es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor.

Frecuencia de transmisión: Los equipos ePMP Force 130 de Cambium, disponibles para esta práctica trabajan en la frecuencia de 5 GHz, la cual es de uso libre en Ecuador.

d. Marco Procedimental

Para realizar esta práctica es necesario configurar el Router del AP y CPE como se indica en la práctica # 2 y # 3 respectivamente, que servirá para verificar el correcto funcionamiento del enlace PTP.

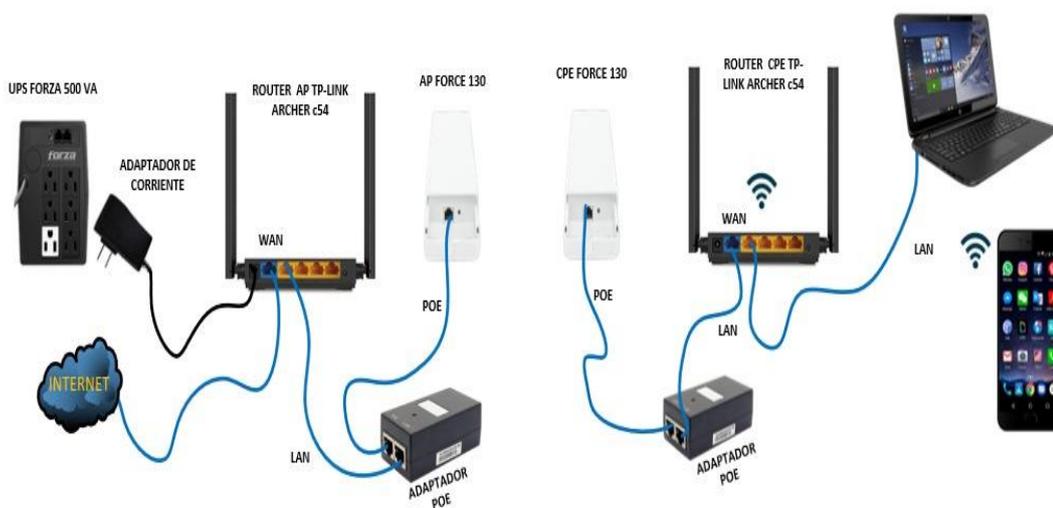


Figura 2. Diagrama de conexión de equipos para enlace Punto a Punto

Configuración Force 130 AP

Abrir el Centro de Redes y Recursos Compartidos, clic en Propiedades, despliega la ventana de propiedades Ethernet del equipo conectado, seleccionar el elemento Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4) y verificamos la casilla.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

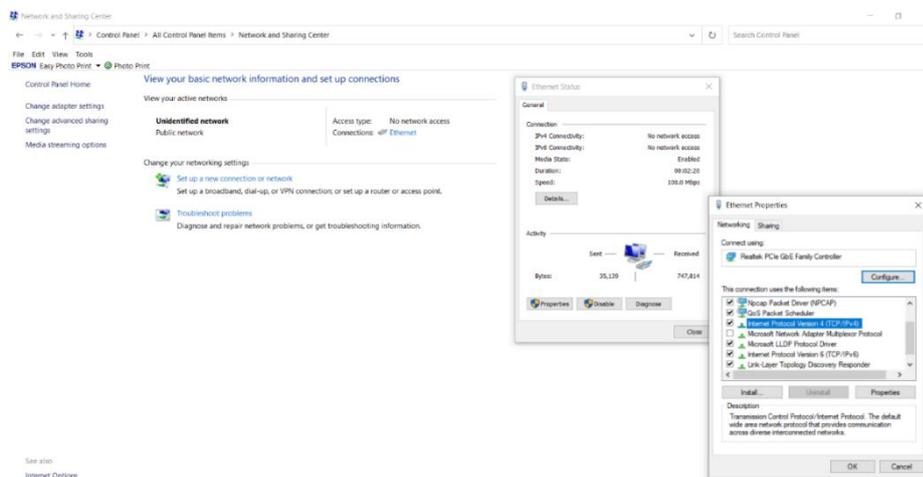


Figura 3. Centro de Redes y Recursos Compartidos

Ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, exceptuando: 192.168.0.1, 192.168.0.2 y 192.168.0, un ejemplo podría ser 192.168.0.10.

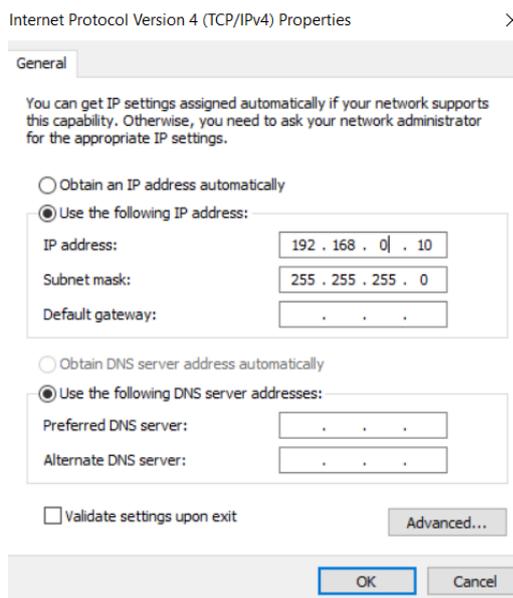


Figura 4. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Desde el navegador web Mozilla Firefox, acceder al dispositivo por defecto tiene la IP 192.168.0.2, **login:** admin y como **password:** admin



Figura 5. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo AP.

En la pestaña HOME observar que la antena no tiene configurados ninguno de sus parámetros.

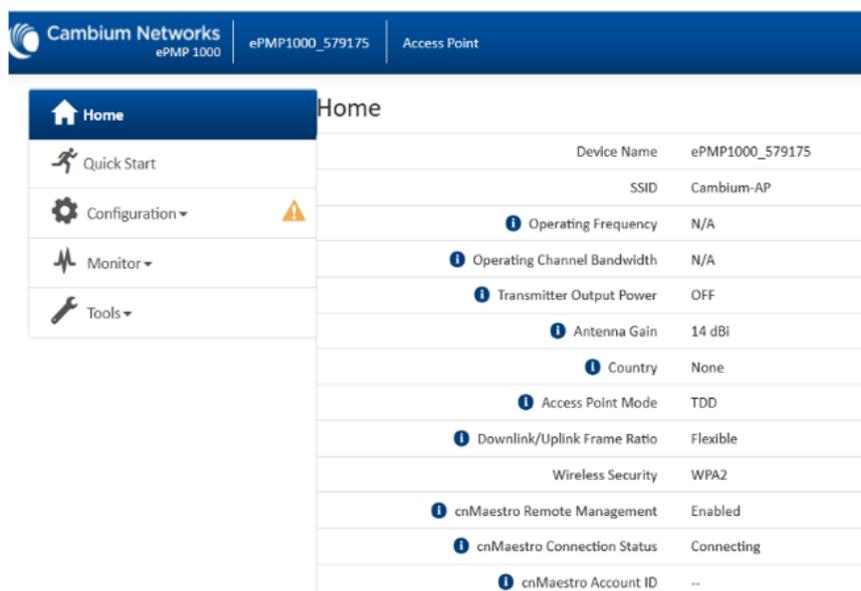


Figura 6. Pestaña Home del equipo Force 130

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Wireless MAC Address	00:04:56:57:91:76
Ethernet MAC Address	00:04:56:57:91:75
IP Address	192.168.0.1
Date and Time	01 Sep 2015, 00:15:16 GMT
System Uptime	15 minutes, 22 seconds
System Description	--
Device Coordinates	--
DFS Status	Not Available
Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up
Registered Subscriber Modules	0
Registered Elevate Subscriber Modules	0

Figura 7. Vista general de configuración del equipo Force 130

Realizar la **actualización de software** de los equipos a la versión más reciente, revisar práctica # 1.

Dar clic en la pestaña **Configuration**, se despliega un nuevo menú y escoger **Networks**, observamos que la dirección IP del equipo es 192.168.0.1, esta debe ser modificada por una nueva dirección que se encuentre en nuestro mismo segmento de red para poderla administrar.

Configurar manualmente los campos Dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace, servidor DNS preferido y servidor DNS alternativo como se muestra en la Figura 8.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

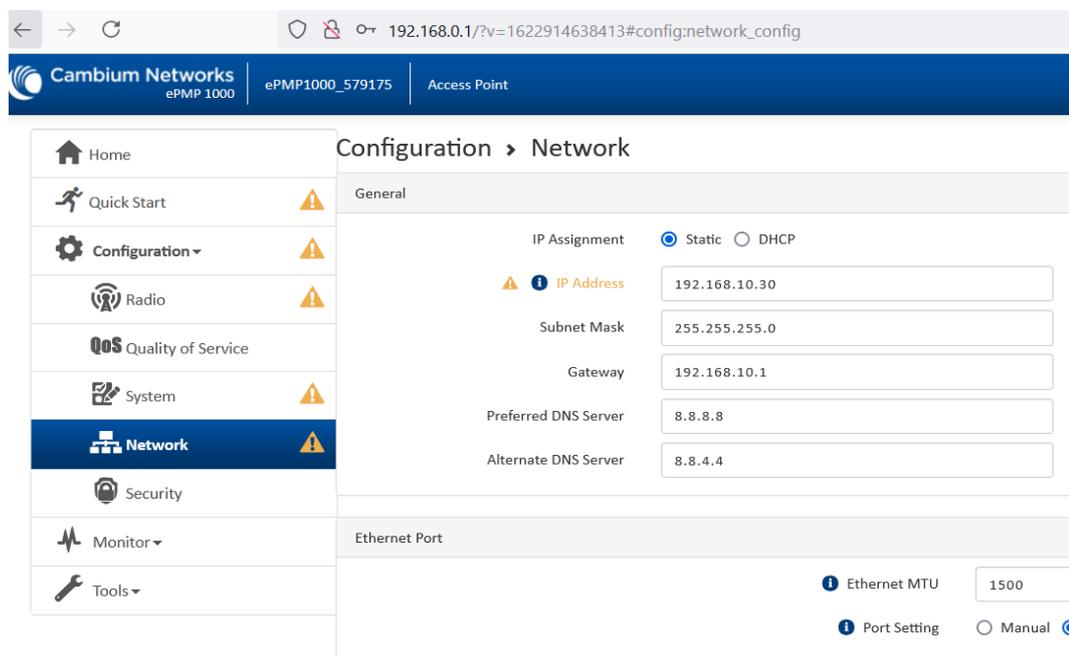


Figura 8. Nuevo direccionamiento IP para el equipo

Un mensaje indica que después del reboot la dirección IP cambiará a la 192.168.10.30, de la misma manera la máscara de subred, Gateway, y DNS preferido y alternativo, luego dar clic en Aceptar

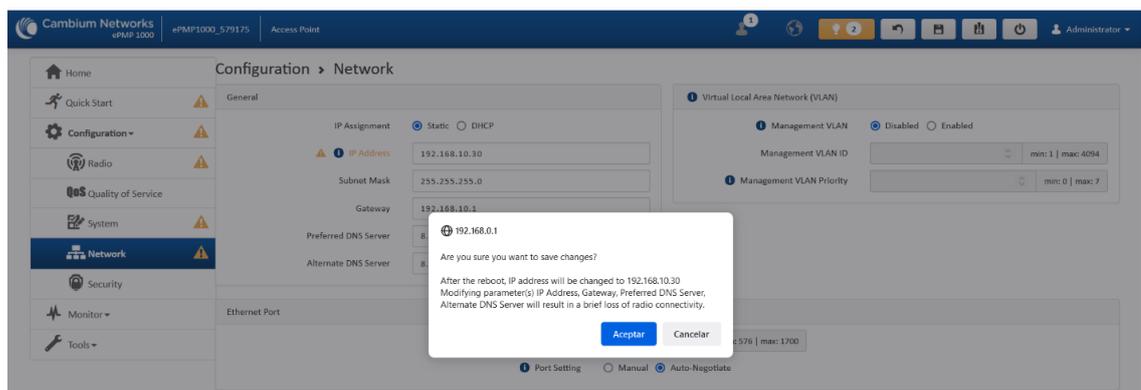


Figura 9. Cambio en las configuraciones de red

Al guardar los cambios saldrá un mensaje que la modificación se ha realizado, luego redireccionarse a la dirección 192.168.10.30.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

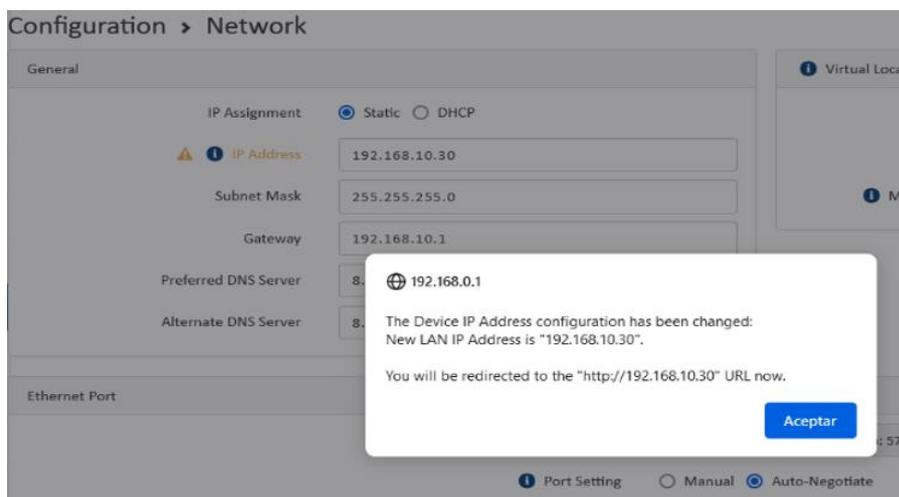


Figura 10. Cambio de dirección en el módulo.

Hacer un Reboot al radio para cargar los cambios realizados, clic en Aceptar

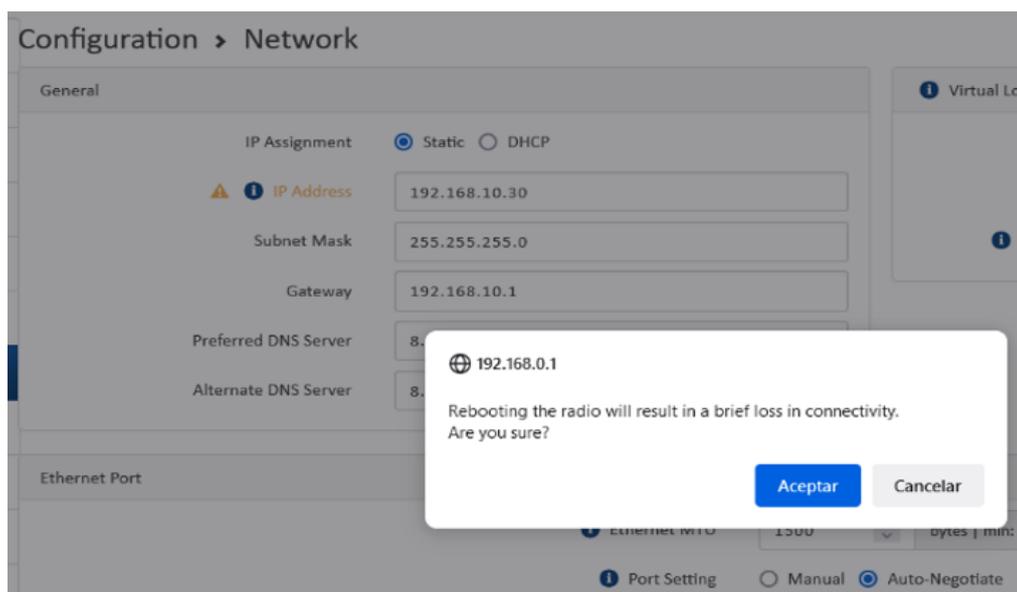


Figura 11. Reboot al radio

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

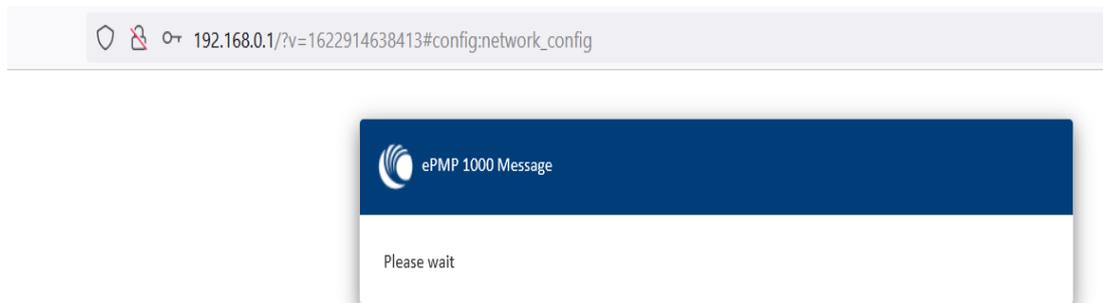


Figura 12. Guardando información en el módulo

Modificar la dirección IP en el computador, que esté dentro del mismo segmento de red que se encuentra la antena Force 130.

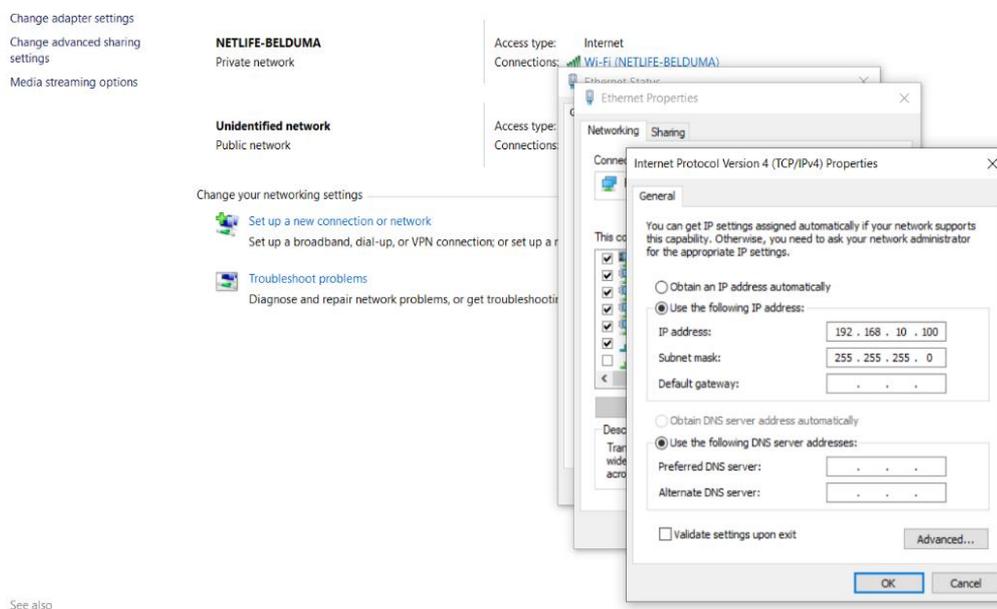


Figura 13. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Hacer un ping a la IP 192.168.10.30 y verificar que existe conexión a la antena.

```

C:\Users\beldu>ping 192.168.10.30

Pinging 192.168.10.30 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.10.30:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms

C:\Users\beldu>

```

Figura 14. Ping a la nueva dirección de la Antena AP

Ingresar a la interfaz web del equipo desde el navegador web usando como usuario y contraseña admin.

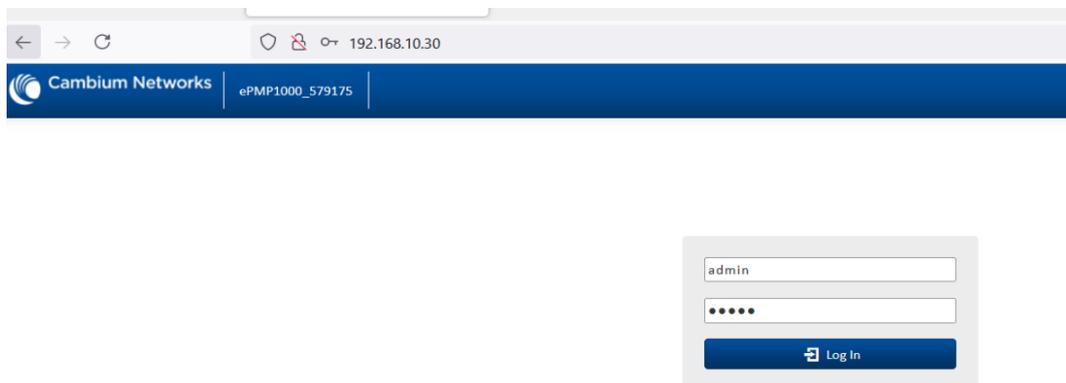


Figura 15. Ingreso a la interfaz web de la antena con la nueva dirección IP

En el panel del lado izquierdo escoger **Configuration** y luego **Radio**, configurar el equipo de acuerdo con los siguientes parámetros:

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Driver Mode escoger **TDD PTP**: Mediante esta programación el punto de acceso está funcionando en modo punto a punto (PTP).

Point-To-Point Access: Esto define cómo el modo punto a punto permitirá que se configure el enlace remoto.

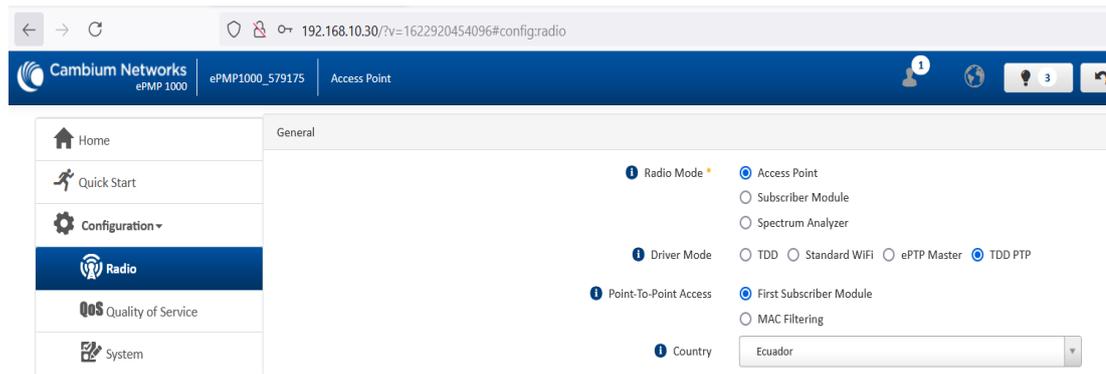


Figura 16. Configuración parámetro Radio

Country: Ecuador.

En **SSID** colocar un nombre que será el identificador único para la LAN inalámbrica, en este caso es EnlaceCambium-AP

Max Range representa el radio de cobertura de la celda, en este caso como las pruebas son en laboratorio, es suficiente con colocar 1 Km.

Desactivar la selección automática de canal

Configurar el tamaño del canal utilizado por la radio para la transmisión de RF en 20 MHz.

Configurar la portadora de frecuencia para la transmisión de RF. Esta lista se ajusta dinámicamente a las restricciones regionales en función de la configuración del país, una buena opción sería 5265 MHz.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Access Point Configuration

i SSID

i Max Range kilometers | min: 1 | max: 200

i Range Unit Miles Kilometers

i Automatic Channel Selection Disabled Enabled

Channel Bandwidth 40 MHz 20 MHz 10 MHz 5 MHz

Frequency Carrier

Figura 17. Configuración Access Point

Por default la potencia de transmisión total del AP es 7dBm.

Ganancia de la antena: 14 dBi

Nivel de potencia de recepción deseado en el AP de los SM registrados: -60 dBm

Downlink/Uplink Ratio: 50/50

Frame Size: 5ms

Downlink Max Rate: MCS 15- 64 QAM 5/6

Guard Interval: Short

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Power Control

Transmitter Output Power dBm | min: 3 | max: 30

Antenna Gain dBi | min: 0 | max: 40

Subscriber Module Target Receive Level dBm | min: -80 | max: -40

Scheduler

Downlink/Uplink Ratio 75/25 50/50 30/70 Flexible

Frame Size 2.5 ms 5 ms

Downlink Max Rate

Guard Interval Long Short

Figura 18. Configuración Power Control y Scheduler

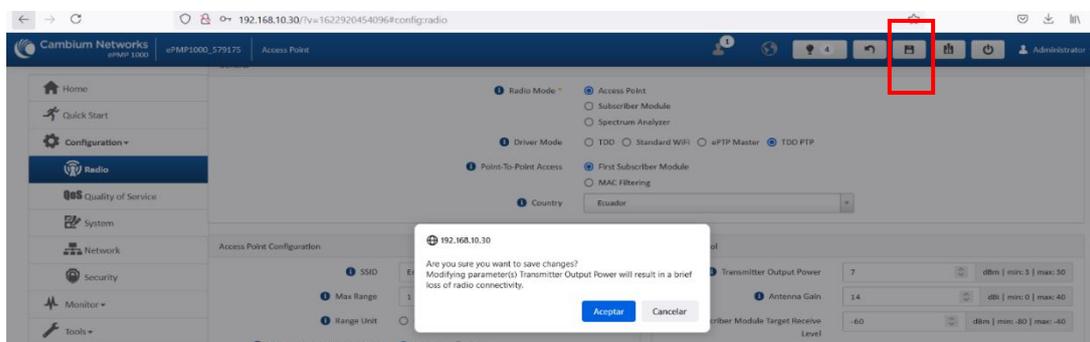


Figura 19. Guardar los cambios efectuados., clic en aceptar.

En la pestaña **Security**, se escogió WPA2 y se modificó la contraseña en este caso Prueba12345

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

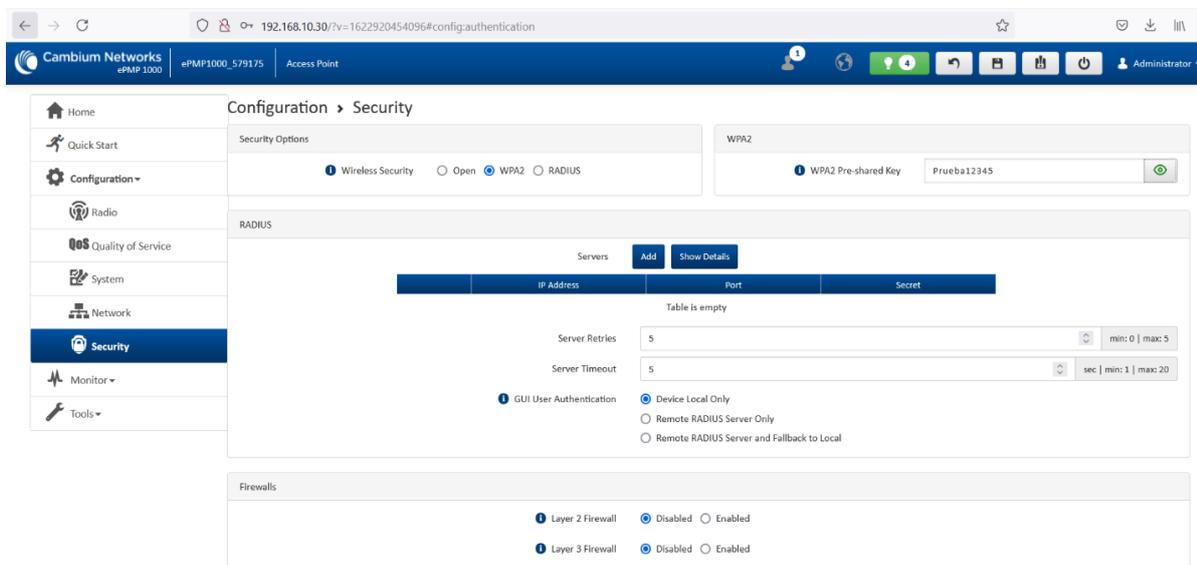


Figura 20. Configuración de Seguridad

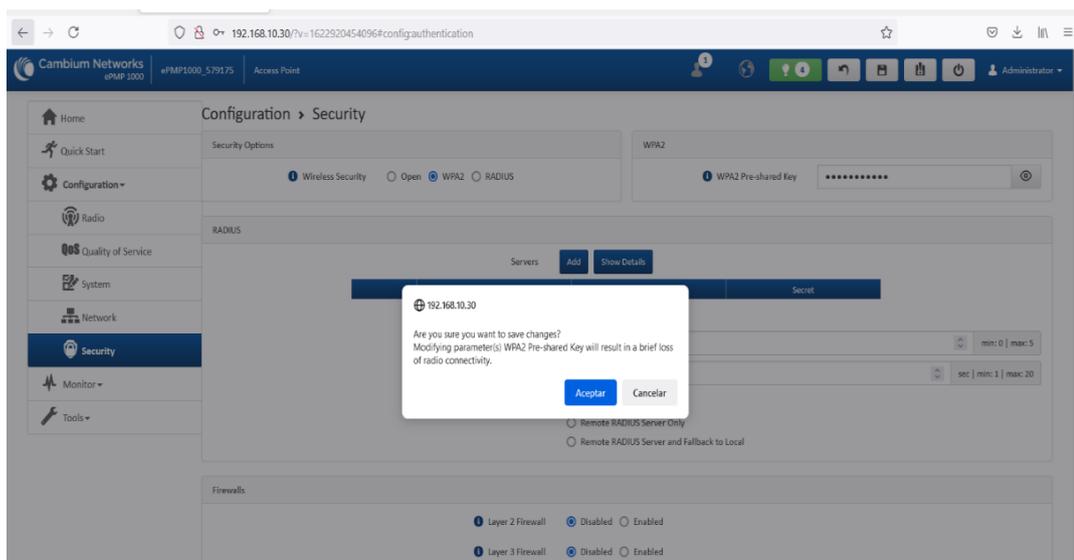


Figura 21. Guardar los cambios efectuados, clic en aceptar.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

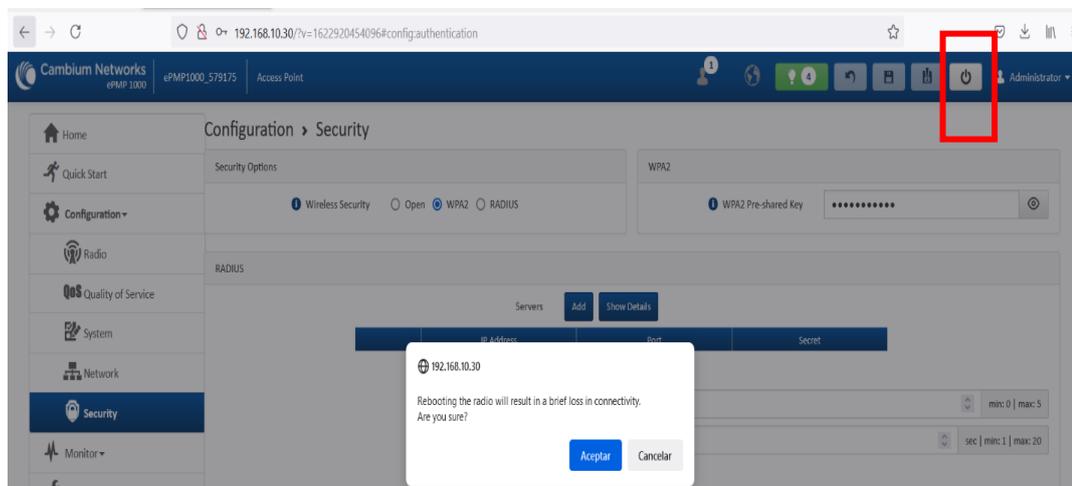


Figura 22. Finalmente hacer un Reebot para cargar toda la configuración al equipo.

Esperar a que el equipo se restablezca



Figura 23. Reboot de equipo

Regresará a la página inicial e ingresar con el usuario y contraseña admin.



Figura 24. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

En la pestaña HOME se observa que todos los parámetros de la antena se encuentran configurados correctamente para el AP

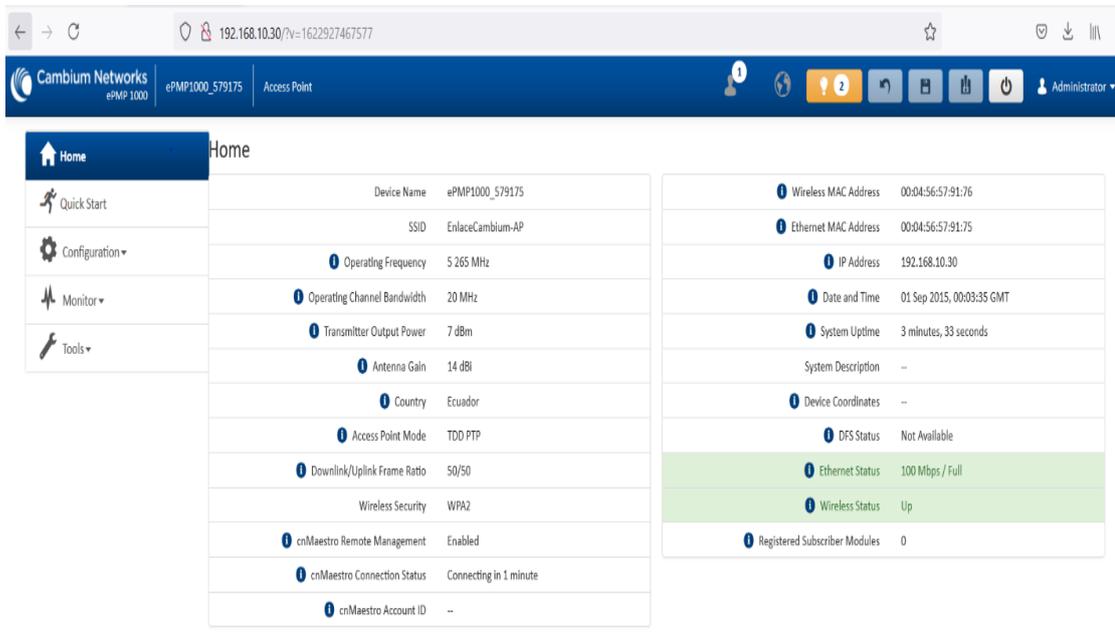


Figura 25. Verificación del AP configurado

Configuración módulo Force 130 modo CPE.

Ahora conectar el módulo Force 130 que será configurado como Suscriptor 1 y realizar las siguientes configuraciones.

Desde el centro de recursos y redes compartidos, en Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130, ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, un ejemplo podría ser 192.168.0.100.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

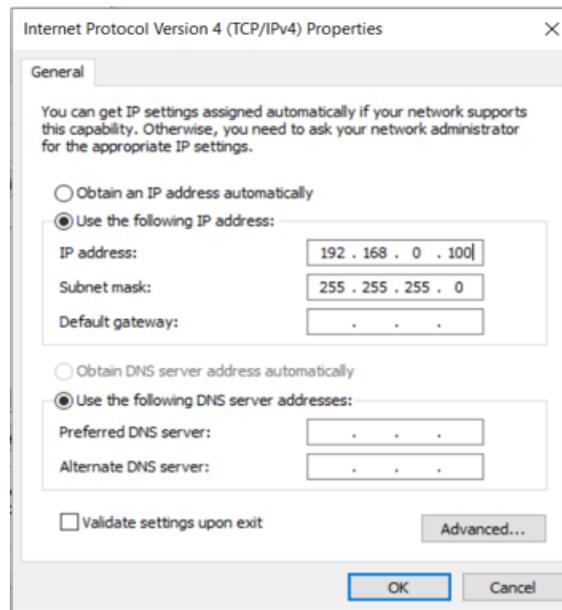


Figura 26. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Iniciar el navegador web de preferencia, escribir la dirección IP 192.168.0.2 en la barra de direcciones. La dirección IP predeterminada de fábrica para el equipo ePMP Force130 es 192.168.0.2 (Modo Suscriptor). Presionar Enter.



Figura 27. Navegador web Mozilla Firefox

Se muestra la entrada de inicio de sesión. Ingresar Username (default: admin) and Password (default: admin). Click Login in.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 18 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

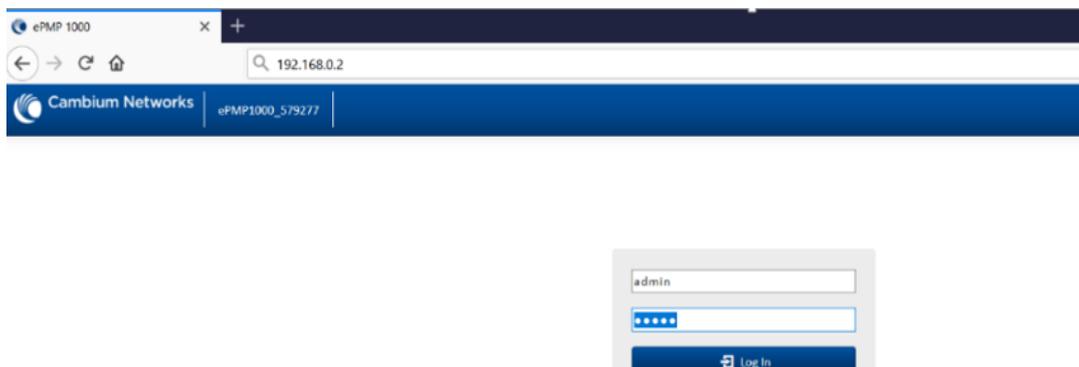


Figura 28. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

Configurar manualmente los campos Dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace, servidor DNS preferido y servidor DNS alternativo como se muestra en la Figura 29.

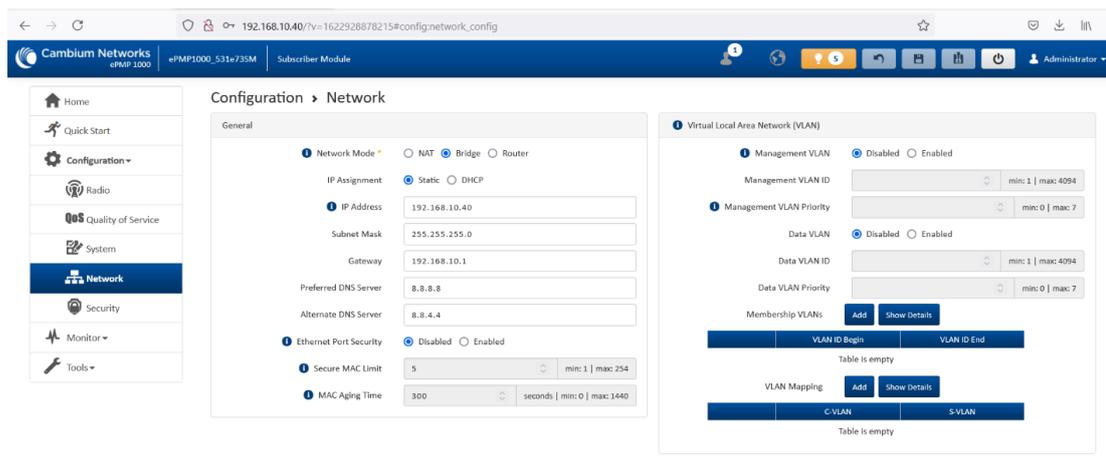


Figura 29. Configuración de Red

En la pestaña **RADIO**, elegir Modulo Suscriptor, colocar el SSID que se había creado anteriormente para el AP, la seguridad WPA2 y la contraseña que era Prueba 12345

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

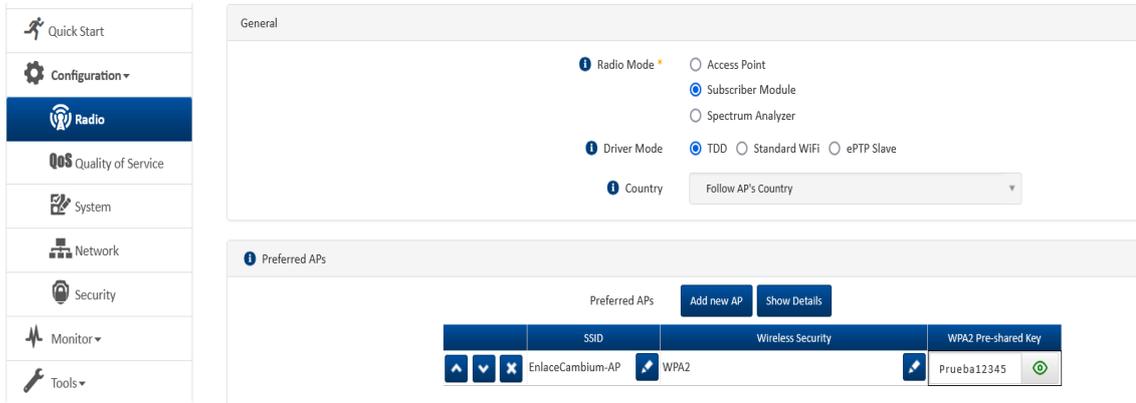


Figura 30. Configuración General de Radio

Escoger un ancho de canal de 20 MHz y seleccionar el canal portador que es 5265 MHz.

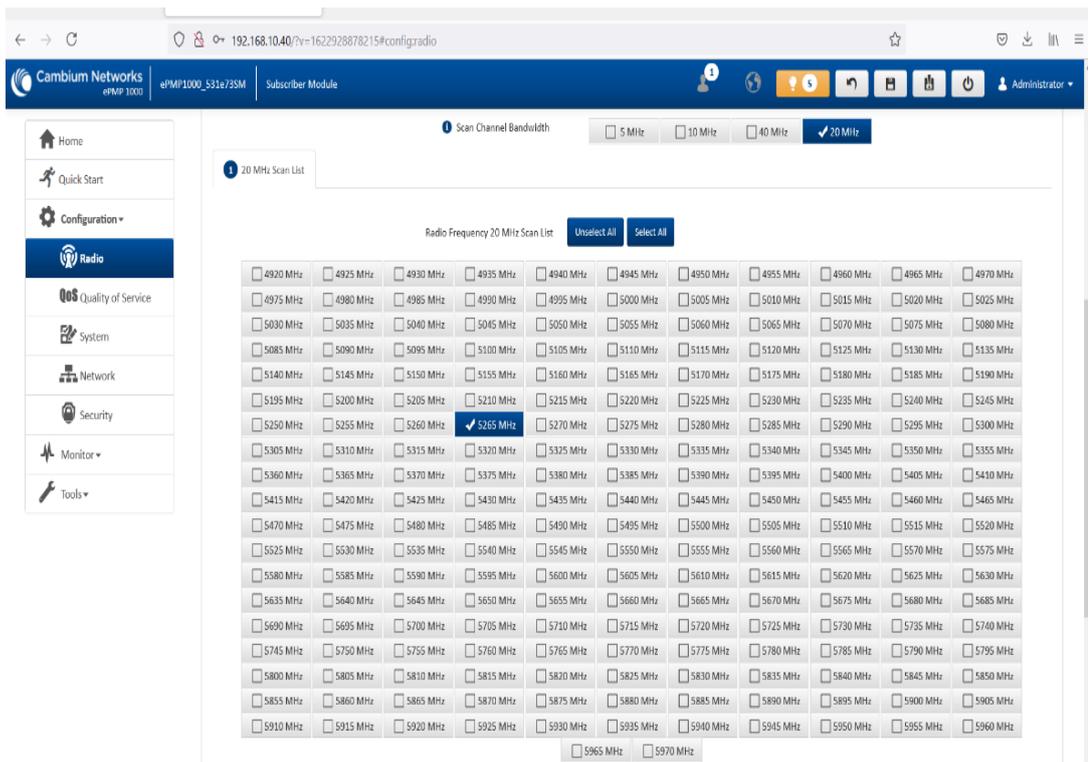


Figura 31. Escaneo del módulo de abonado

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

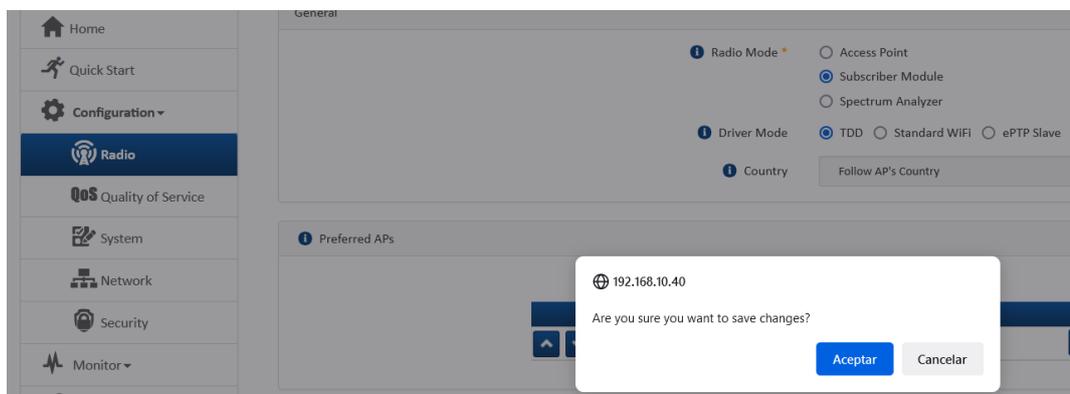


Figura 32. Guardar los cambios realizados, clic en Aceptar

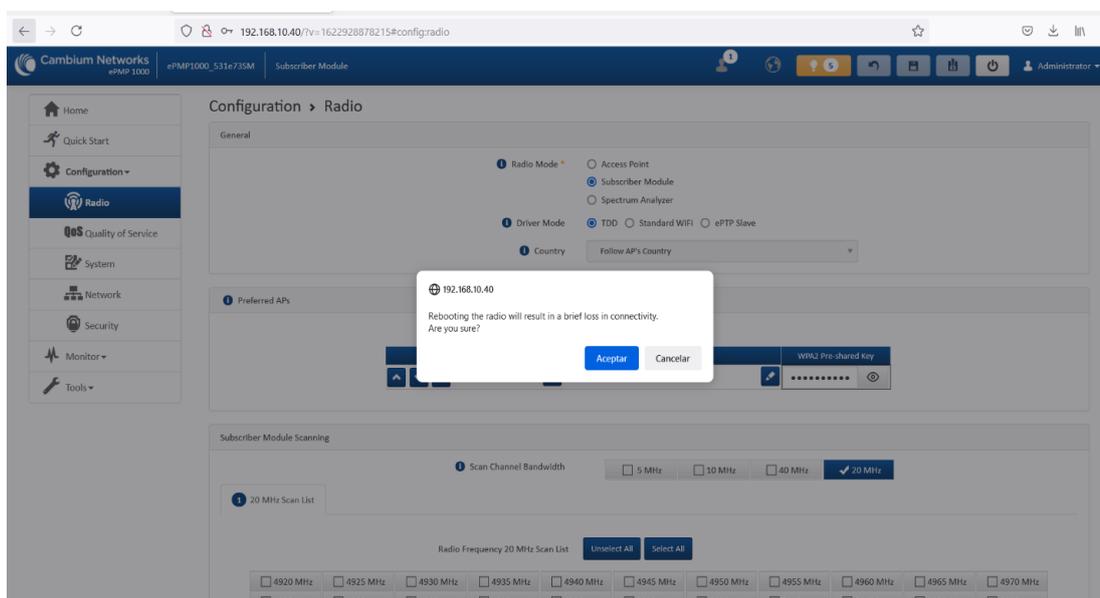


Figura 33. Hacer un Reboot al equipo, clic en Aceptar y esperar que se restablezca

e. Recursos Utilizados

- Antenas Force 130
- Adaptadores PoE
- Cables Ethernet CAT6
- PC

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 21 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

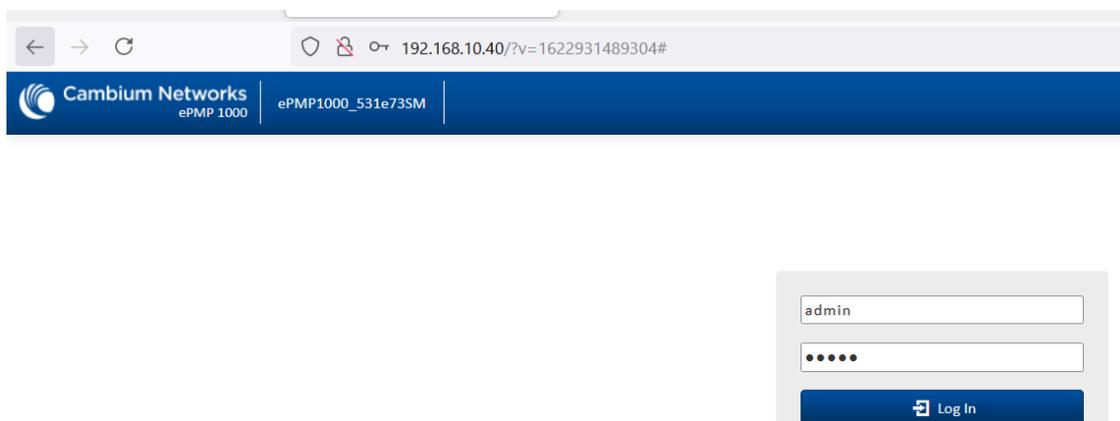


Figura 34. Volver a ingresar a la interfaz web

f. Registro de Resultados

Verificar que los cambios se han efectuado correctamente y que la interfaz inalámbrica al AP esté "Arriba".

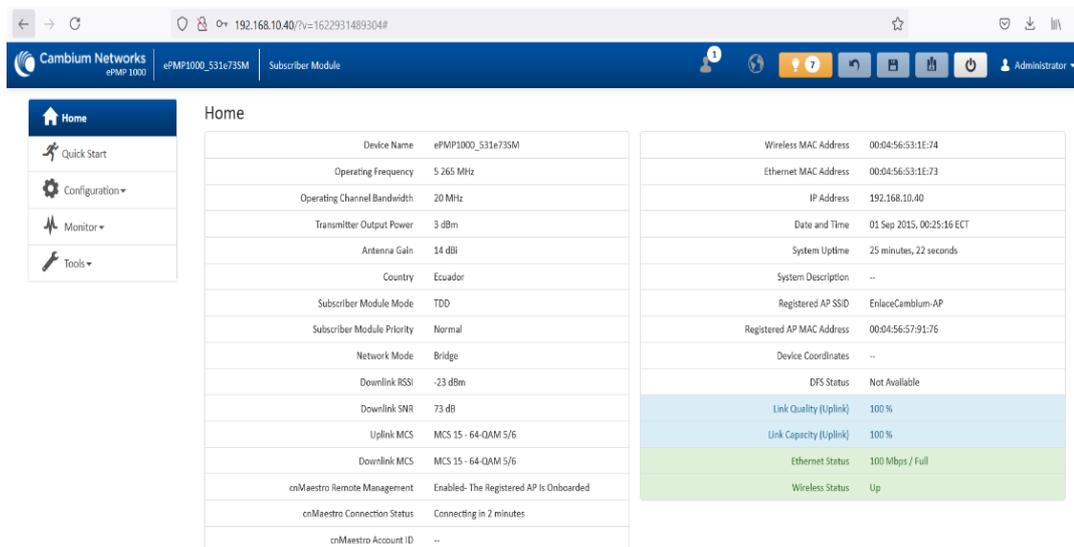


Figura 35. Verificación de CPE configurado

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 22 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %

Figura 36. Porcentajes de la capacidad y calidad del enlace PtP

Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up

Figura 37. Estado Ethernet y Wireless



Figura 38. Enlace Punto a Punto establecido.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 23 de 23
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 39. Conexión de equipos necesarios para establecer el radio enlace punto a punto.

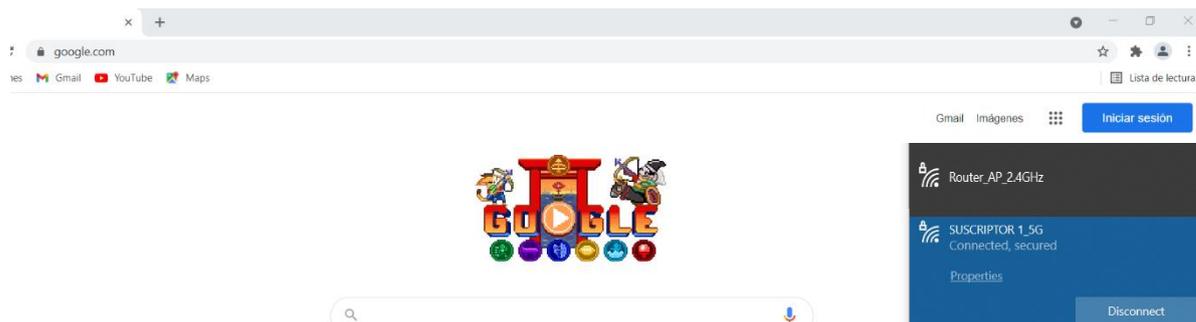


Figura 40. Pruebas de transmisión de datos, se observan las redes creadas para el AP y el suscriptor 1.

g. Bibliografía

https://www.ecured.cu/Comunicaci%C3%B3n_v%C3%ADa_microondas

<http://www.alfatelecom.mx/enlaces-punto-a-punto/>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 6

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Configuración de enlace Punto a Multipunto (PtMP) usando equipos ePMP Force 130.”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Realizar un enlace PtMP usando equipos ePMP Force 130.

b. Objetivos Específicos:

- Comprender el funcionamiento de un enlace PtMP.
- Realizar las configuraciones básicas mediante interfaz web para enlazar un AP y 2 CPE.

c. Marco Teórico

Enlace Punto a Multipunto (PtMP)

Los sistemas punto a multipunto conectan una estación central dotada de una antena multidireccional que cumple la función de transmisor, a un gran número de posibles receptores con antenas direccionales.

Uno de los beneficios que aportan las soluciones multipunto es su flexibilidad de configuración. Los radioenlaces se adaptan para satisfacer las necesidades y expectativas de entorno de diferentes clientes, que incluyen, por ejemplo, redes gubernamentales, comunitarias, empresariales y escolares.

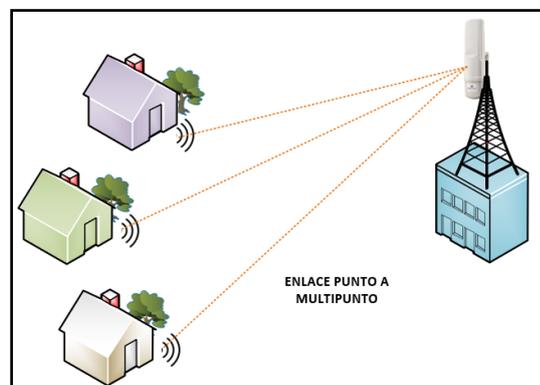


Figura 1. Enlace punto a punto a Multipunto (PMP)

El ePMP Force 130 es la segunda generación de radio ePMP integrada, se destaca por ser un módulo suscriptor asequible particularmente adecuado para mercados donde el precio es clave.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Gracias a su tecnología MIMO 2X2 en la banda de 5 GHz, con capacidad de 140+ Mbps con antena integrada de 14 dBi los enlaces son sumamente más rápidos alcanzando mayor distancia. Cuenta con 630 mW (28 dBm) de potencia; considerando que la potencia de salida es más importante que la ganancia de la antena en ambientes ruidosos aquí es donde el FORCE130 no tiene competencia.

Con la tecnología de Cambium Networks se puede realizar enlaces PMP de forma sencilla, considerando los siguientes parámetros.

Línea de vista: No debe existir obstrucciones, entre las antenas transmisoras y receptoras

Ancho de banda a transportar: Es importante un rango de frecuencia sobre las cuales la operación de la antena sea satisfactoria, este ítem permite definir el tamaño del canal, el alcance y la calidad del enlace.

Distancia del enlace: El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces punto a punto es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor.

Frecuencia de transmisión: Los equipos ePMP Force 130 de Cambium, disponibles para esta práctica trabajan en la frecuencia de 5 GHz, la cual es de uso libre en Ecuador.

d. Marco Procedimental

Para realizar esta práctica es necesario configurar el Router del AP y CPE como se indica en la práctica # 2 y # 3 respectivamente, que servirá para verificar el correcto funcionamiento del enlace PTP.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

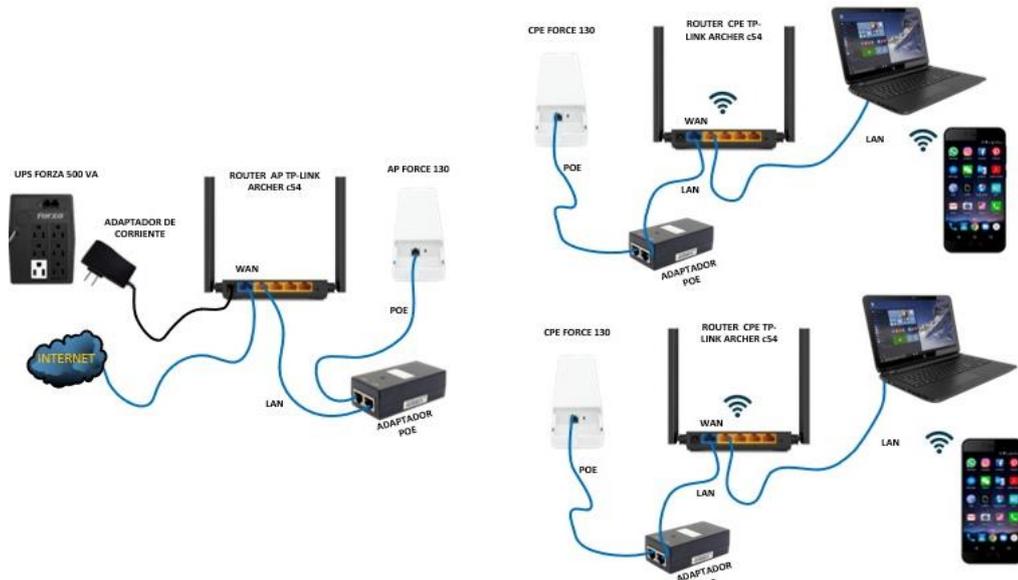


Figura 2. Diagrama de conexiones de equipos para un enlace Punto – Multipunto.

Configuración Force 130 AP

Abrir el Centro de Redes y Recursos Compartidos, dar clic en Propiedades, se despliega la ventana de propiedades Ethernet del equipo conectado, seleccionar el elemento Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4), y verificar la casilla.

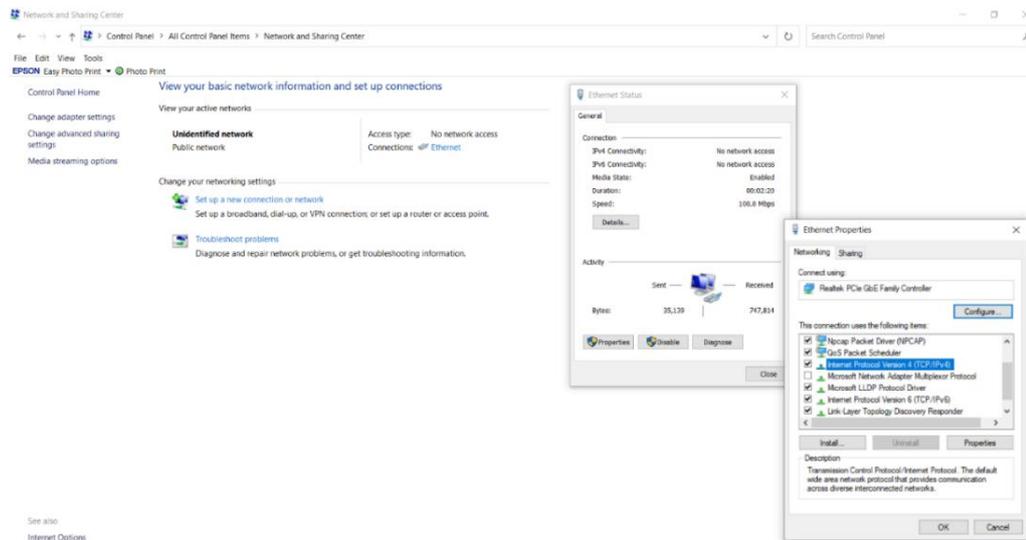


Figura 3. Centro de Redes y Recursos Compartidos

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, exceptuando: 192.168.0.1, 192.168.0.2 y 192.168.0, un ejemplo podría ser 192.168.0.10.

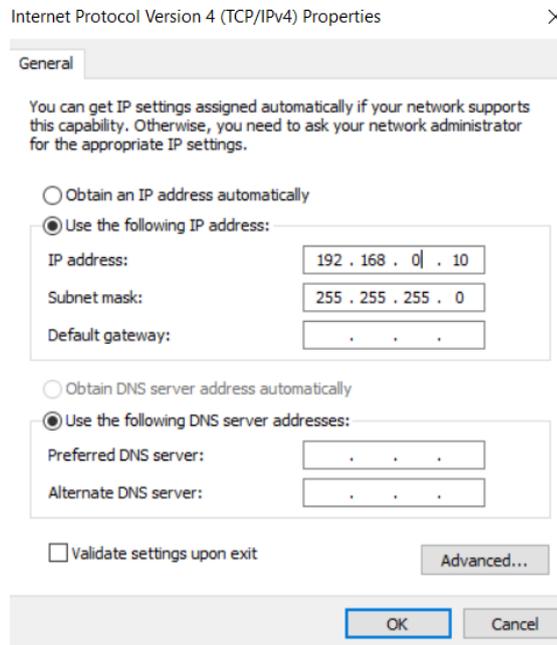


Figura 4. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4)

Desde el navegador web Mozilla Firefox, acceder al dispositivo por defecto tiene la IP 192.168.0.2, **login:** admin y como **password:** admin.

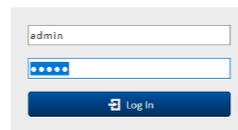


Figura 5. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

Realizar la **actualización de software** de los equipos a la versión más reciente, revisar práctica # 1

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Configurar manualmente los campos Dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace, servidor DNS preferido y servidor DNS alternativo como se muestra en la Figura 6.

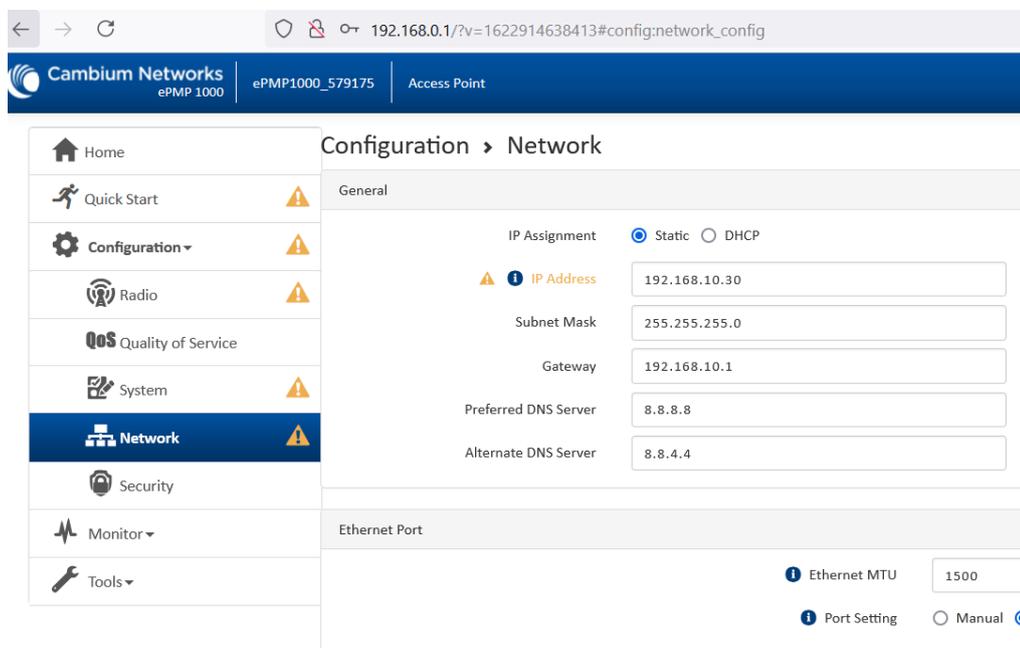


Figura 6. Nuevo direccionamiento IP para el equipo

Un mensaje mostrará que después del reboot la dirección IP cambiará a la 192.168.10.30, de la misma manera la máscara de subred, Gateway, y DNS preferido y alternativo, luego dar clic en Aceptar.

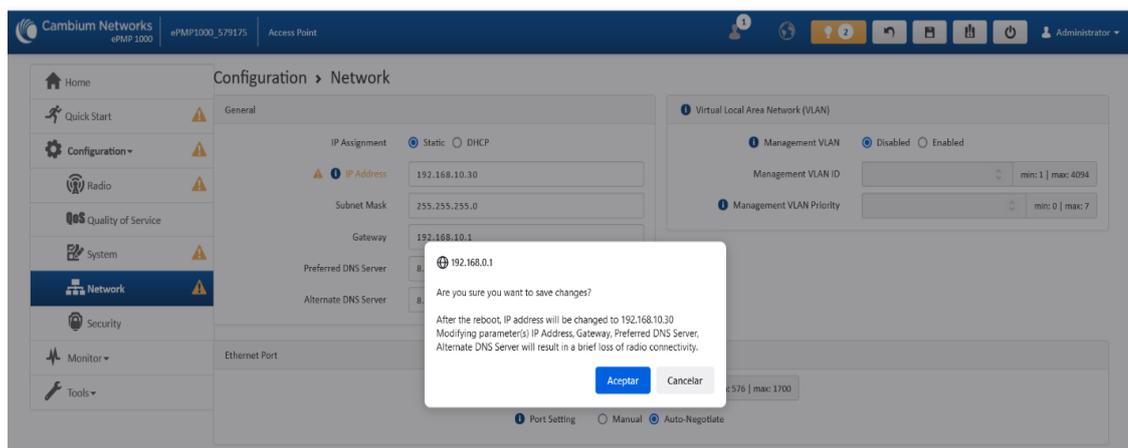


Figura 7. Clic en Guardar y luego en Aceptar.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Al guardar los cambios saldrá un mensaje que la modificación se ha realizado, luego redireccionarse a la dirección 192.168.10.30.

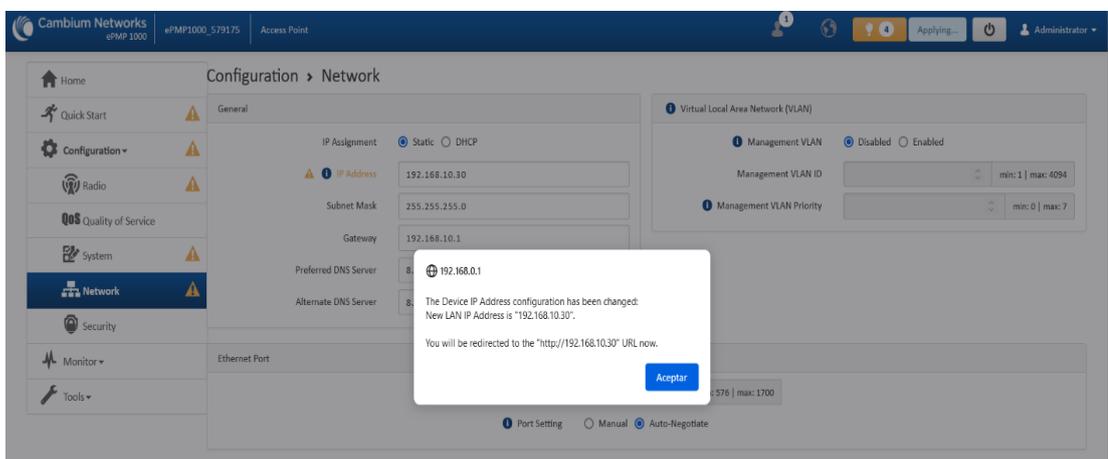


Figura 8. Cambio de dirección IP.

Hacer un Reboot al radio, para cargar los cambios realizados, clic en Aceptar

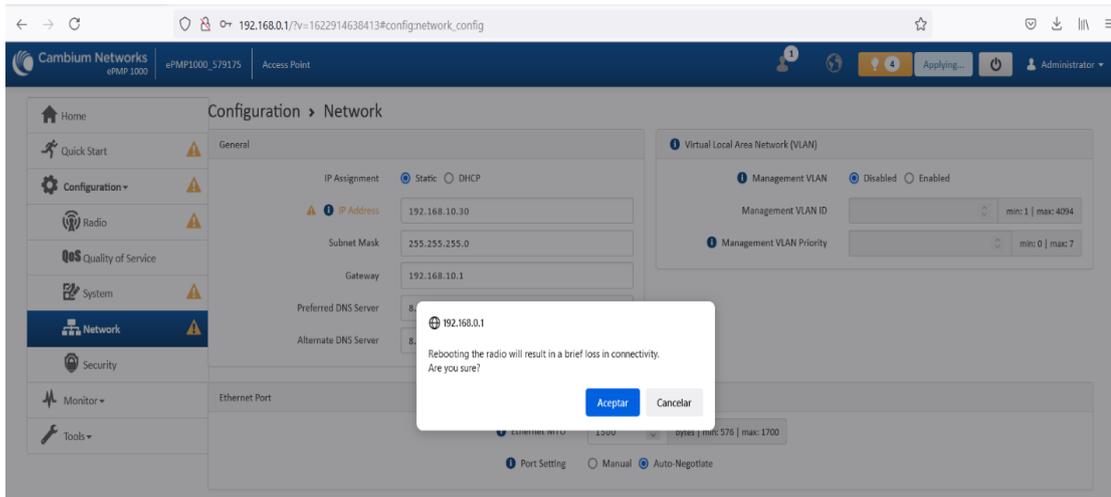


Figura 9. Reboot al radio

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

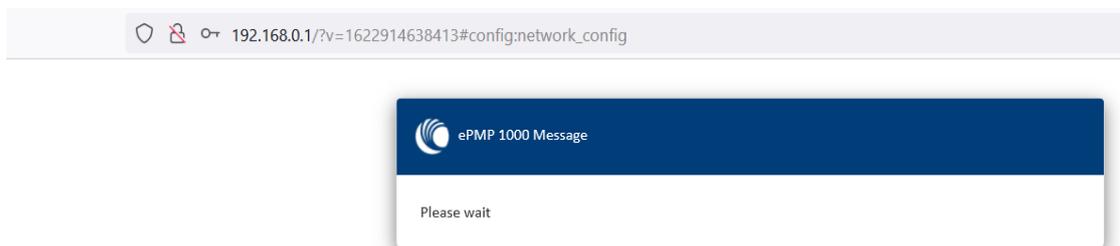


Figura 10. Guardando información en el módulo

Modificar la dirección de red en el computador, que se encuentre en el mismo segmento de red que vamos a manejar para el equipo Force 130.

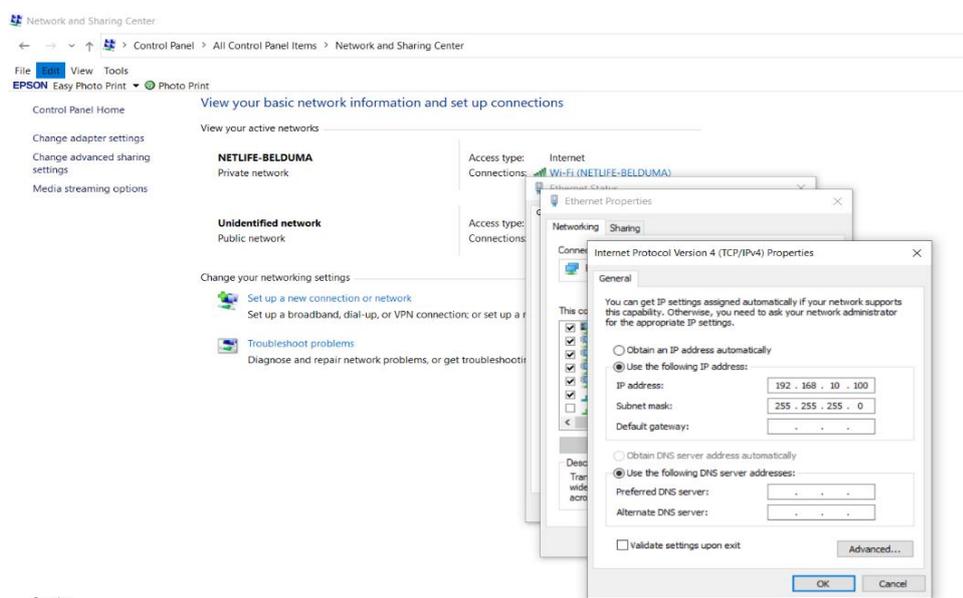


Figura 11. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Hacer un ping a la IP 192.168.10.30 y verificar que existe conexión a la antena

```

Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.985]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\beldu>ping 192.168.10.30

Pinging 192.168.10.30 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.10.30: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.10.30:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms

```

Figura 12. Ping a la nueva dirección de la Antena AP

Ingresar a la interfaz web del equipo desde el navegador web usando como usuario y contraseña admin

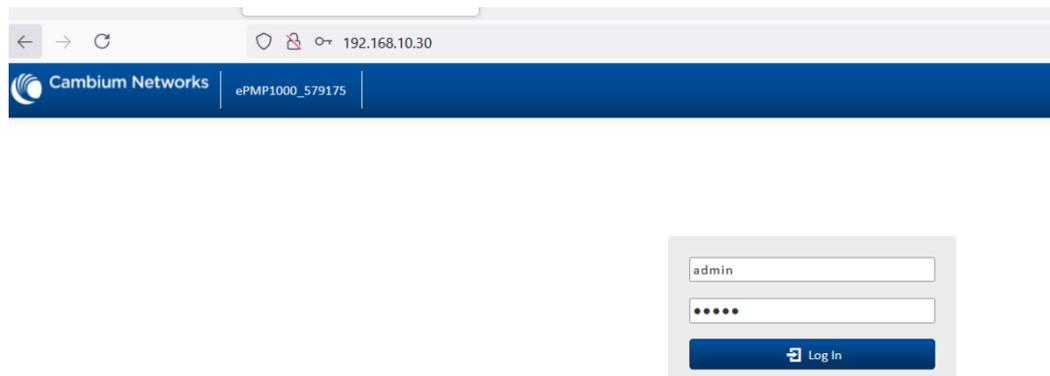


Figura 13. Ingreso a la interfaz web de la antena con la nueva dirección IP

En el panel del lado izquierdo escoger **Configuration** y luego **Radio**, configurar el equipo de acuerdo con los siguientes parámetros:

Driver Mode escoger **TDD**: Mediante esta programación el punto de acceso está funcionando en modo Punto a Multipunto (PtMP).

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

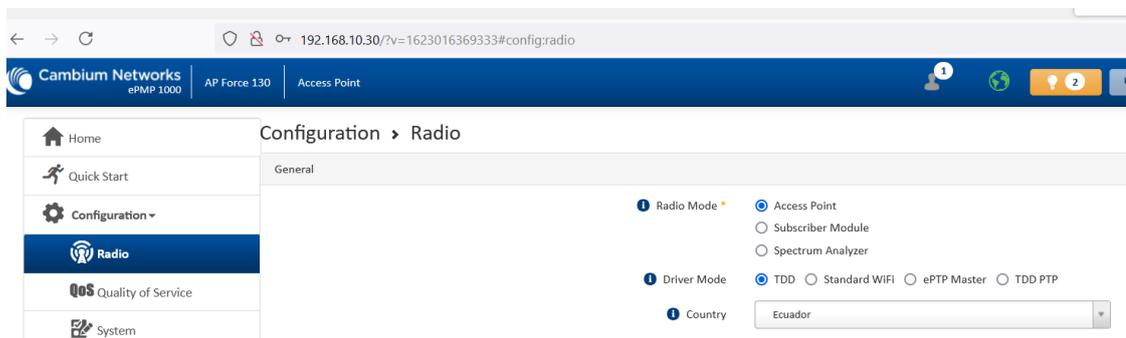


Figura 14. Configuración parámetro Radio

Country: Ecuador

En **SSID** colocar un nombre que será el identificador único para la LAN inalámbrica, una opción podría ser EnlaceCambium-AP

Max Range representa el radio de cobertura de la celda, en este caso como las pruebas son en laboratorio, es suficiente con colocar 1 Km

Desactivar la selección automática de canal

Configurar el tamaño del canal utilizado por la radio para la transmisión de RF en 20 MHz. **Configurar** la portadora de frecuencia para la transmisión de RF. Esta lista se ajusta dinámicamente a las restricciones regionales en función de la configuración del País, una buena opción sería 5265 MHz.

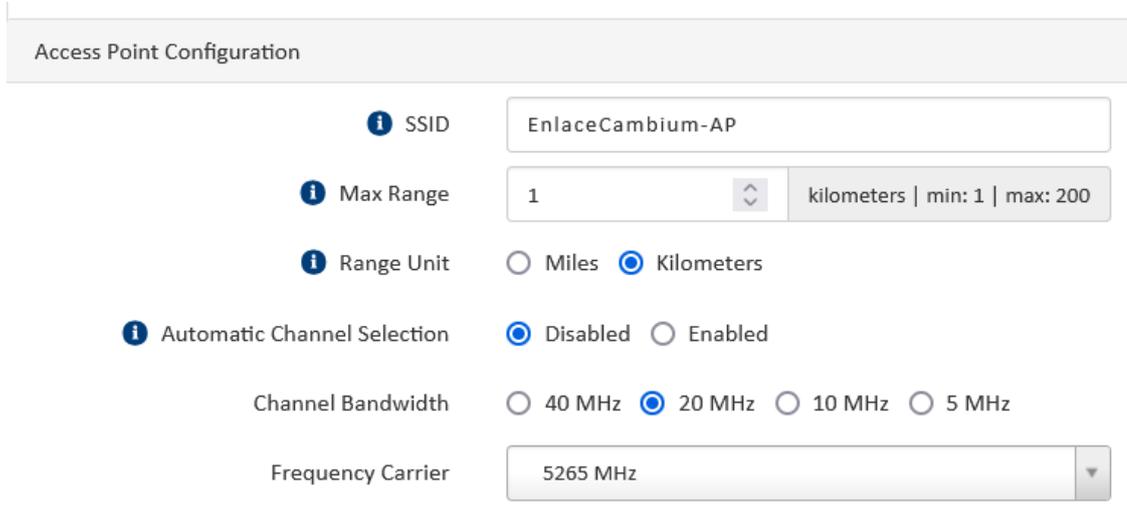


Figura 15. Configuración Access Point

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Por default la potencia de transmisión total del AP es 7dBm

Ganancia de la antena: 14 dbi

Nivel de potencia de recepción deseado en el AP de los SM registrados: -60 dBm

Downlink/Uplink Ratio: 50/50

Frame Size: 5ms

Downlink Max Rate: MCS 15- 64 QAM 5/6

Guard Interval: Short

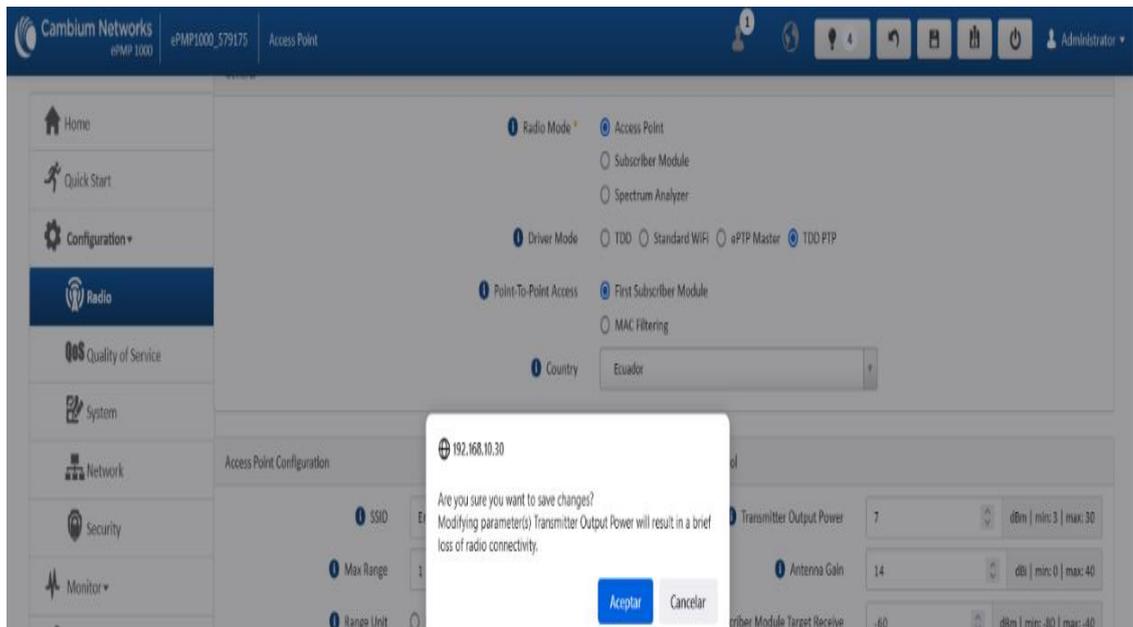


Figura 16. Configuración Power Control y Scheduler

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

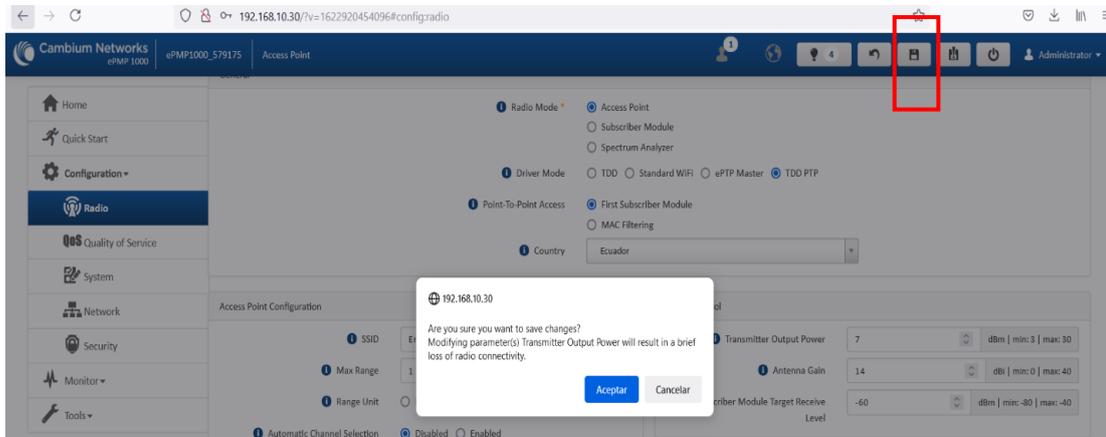


Figura 17. Guardar los cambios efectuados, clic en aceptar

En la pestaña **Security**, escogemos WPA2 y modificar la contraseña en este caso Prueba12345

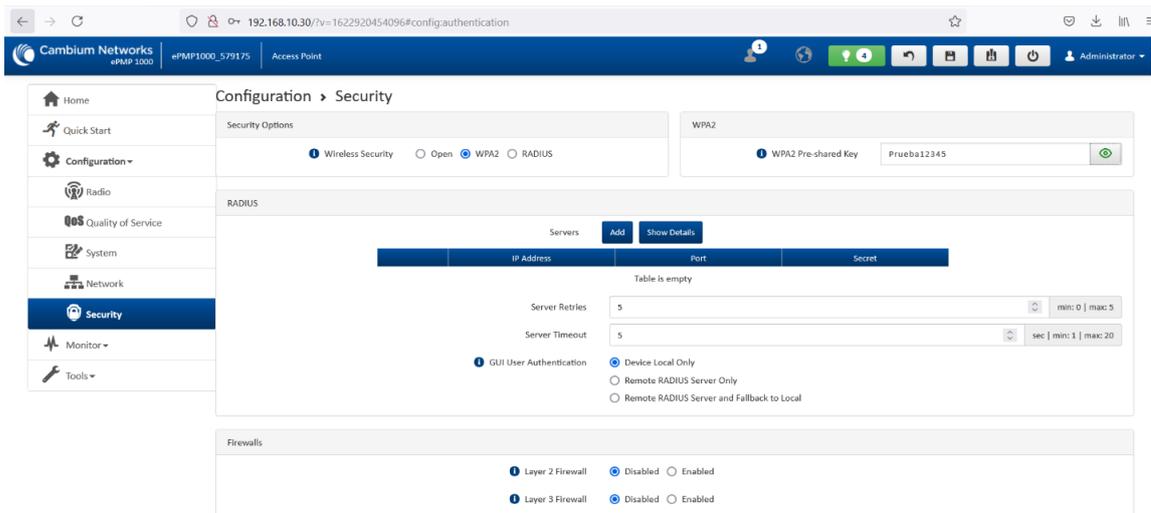


Figura 18. Configuración de Seguridad

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

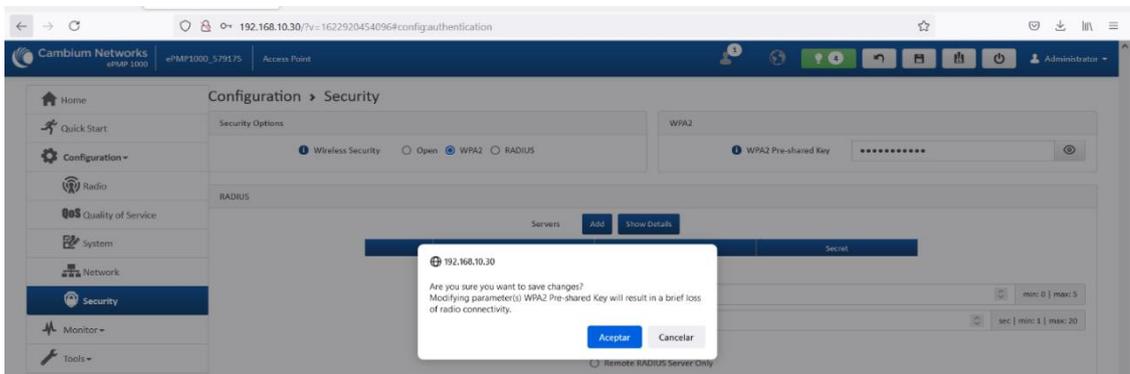


Figura 19. Guardar los cambios efectuados, clic en aceptar

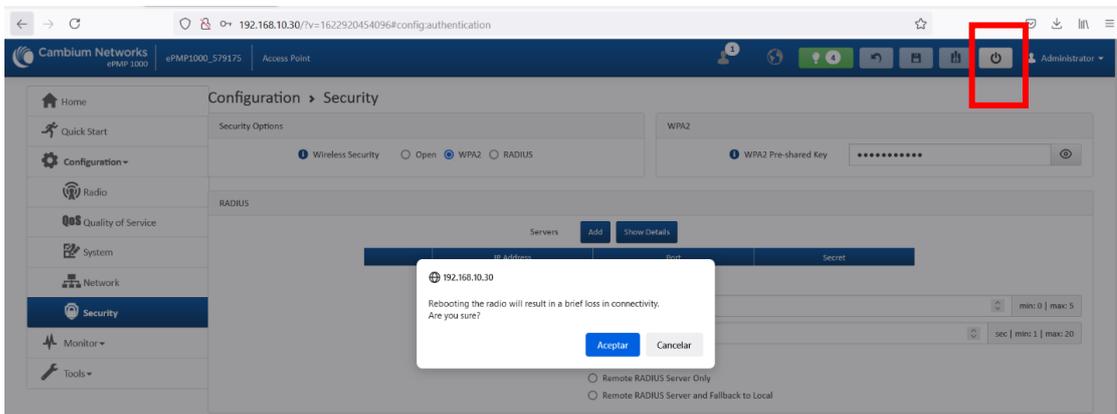


Figura 20. Finalmente hacer un Reboot al equipo para cargar toda la configuración.

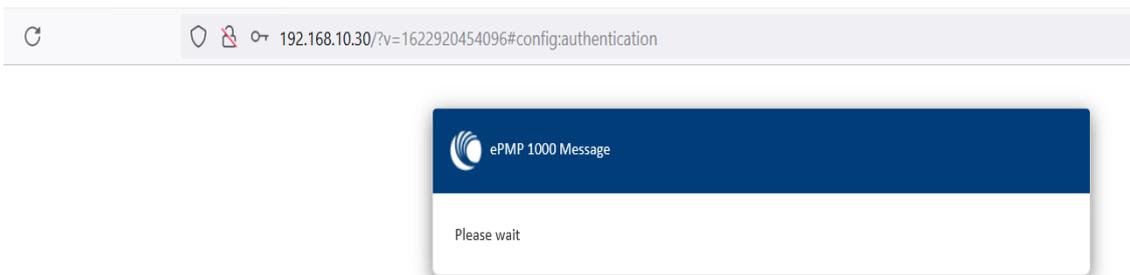


Figura 21. Esperar que el equipo se restablezca

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Volverá a la página inicial, ingresar con el usuario y contraseña admin

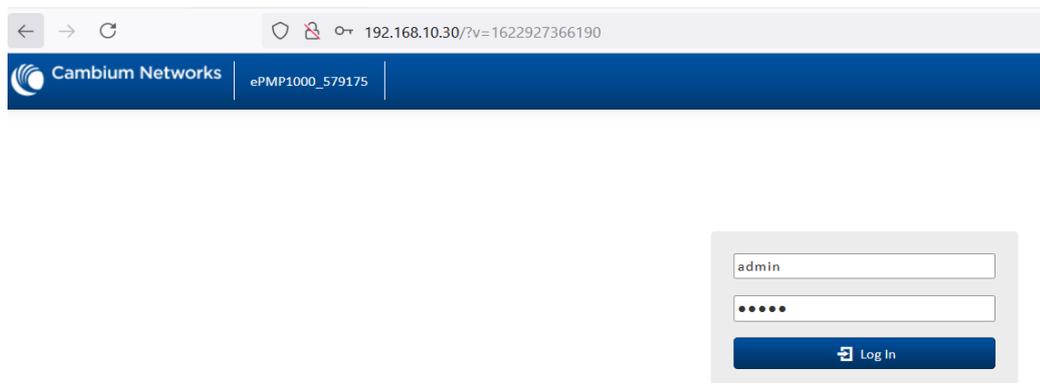


Figura 22. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP

En la pestaña HOME se observa que todos los parámetros de la antena se encuentran configurados correctamente para el AP

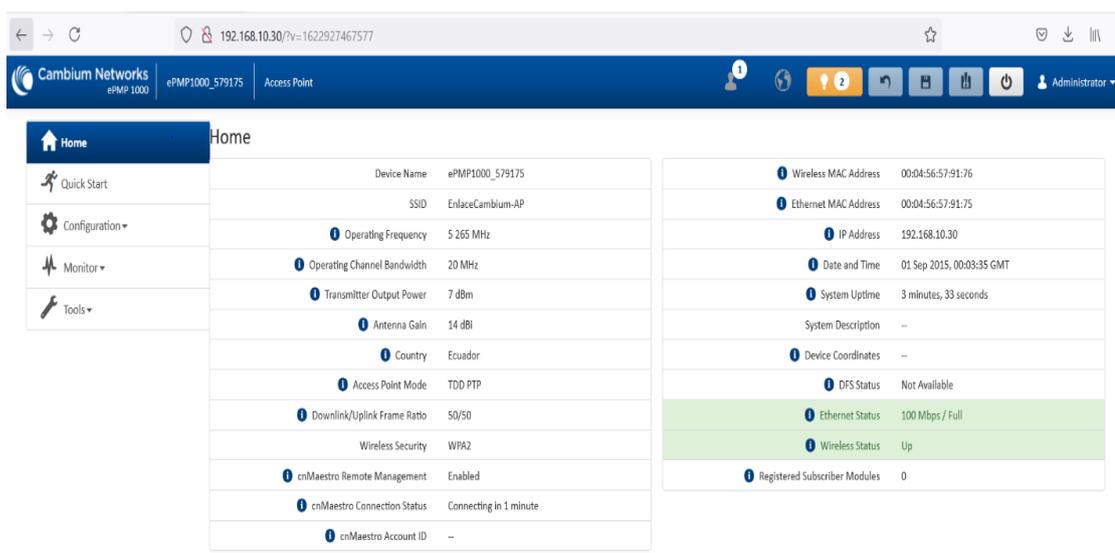


Figura 23. AP configurado

CONFIGURACION FORCE 130 CPE 1

Ahora, conectar el módulo Force 130 que será configurado como Suscriptor 1 y realizamos las siguientes configuraciones.

Desde el centro de recursos y redes compartidos, en Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130, ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, un ejemplo podría ser 192.168.0.100

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

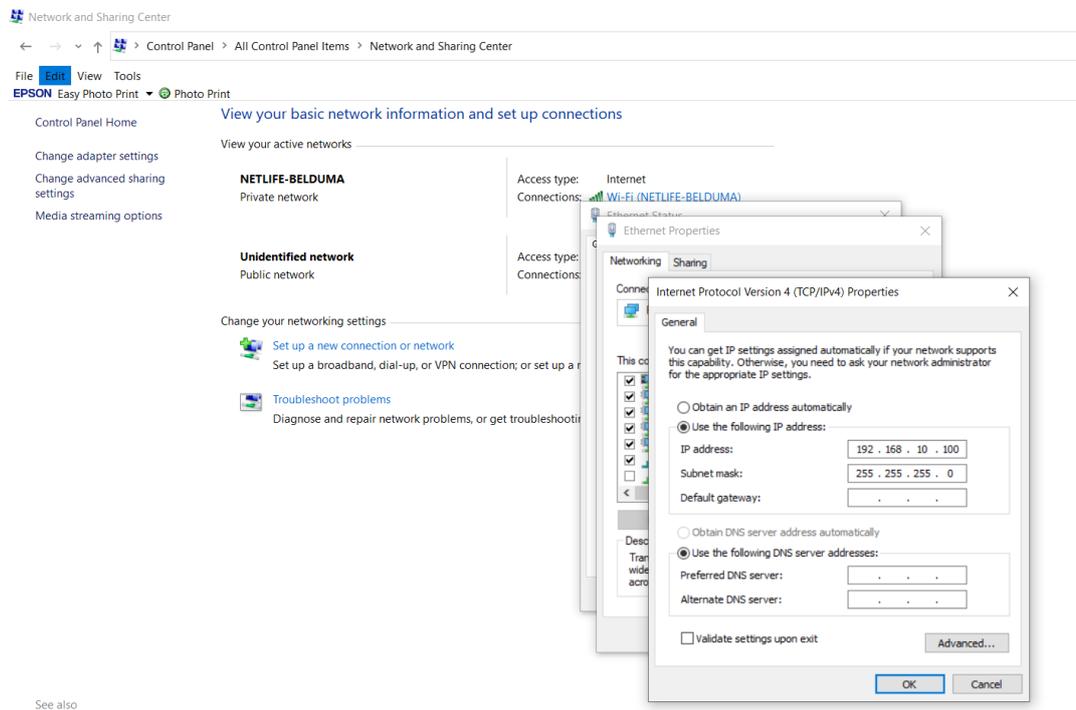


Figura 24. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Iniciar el navegador web Mozilla Firefox, escribir la dirección IP 192.168.0.2 en la barra de direcciones. La dirección IP predeterminada de fábrica para el equipo ePMP Force130 es 192.168.0.2 (Modo Suscriptor). Presionar Enter.

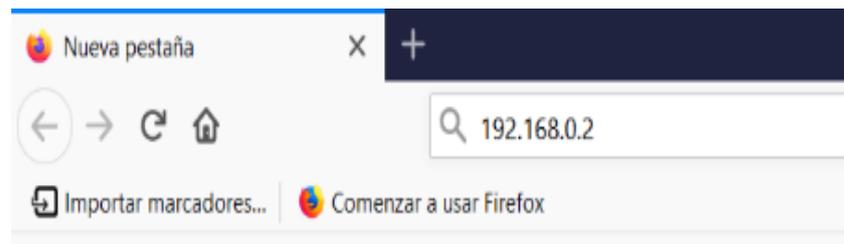


Figura 25. Navegador web Mozilla Firefox

Se muestra la entrada de inicio de sesión. Ingresar Username (default: admin) and Password (default: admin). Click Login in

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

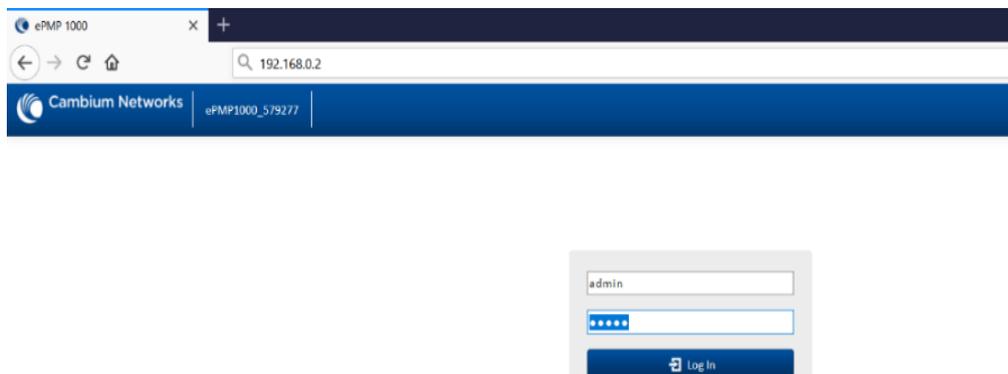


Figura 26. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

Configurar manualmente los campos Dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace, servidor DNS preferido y servidor DNS alternativo como se muestra en la Figura 27.

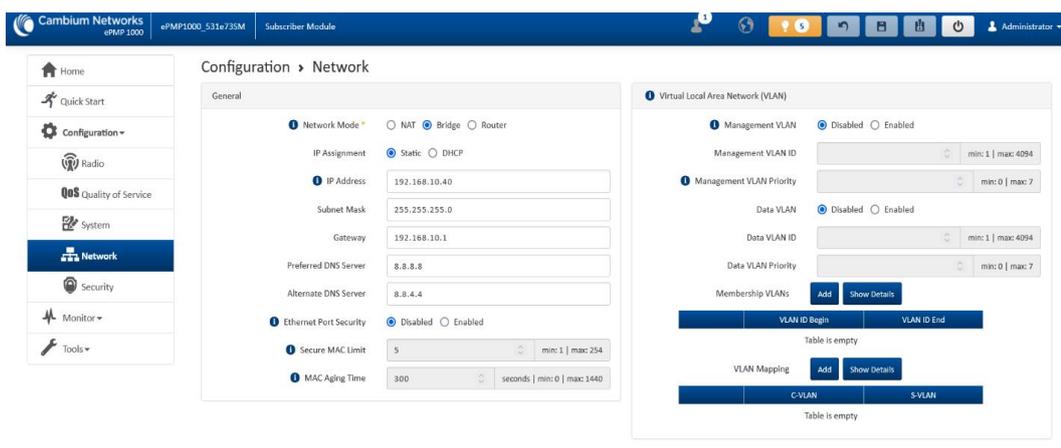


Figura 27. Configuración de Red

En la pestaña de **RADIO**, elegir Modulo Suscriptor, colocamos el SSID que habíamos creado anteriormente para el AP, la seguridad WPA2 y la contraseña que era Prueba 12345

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

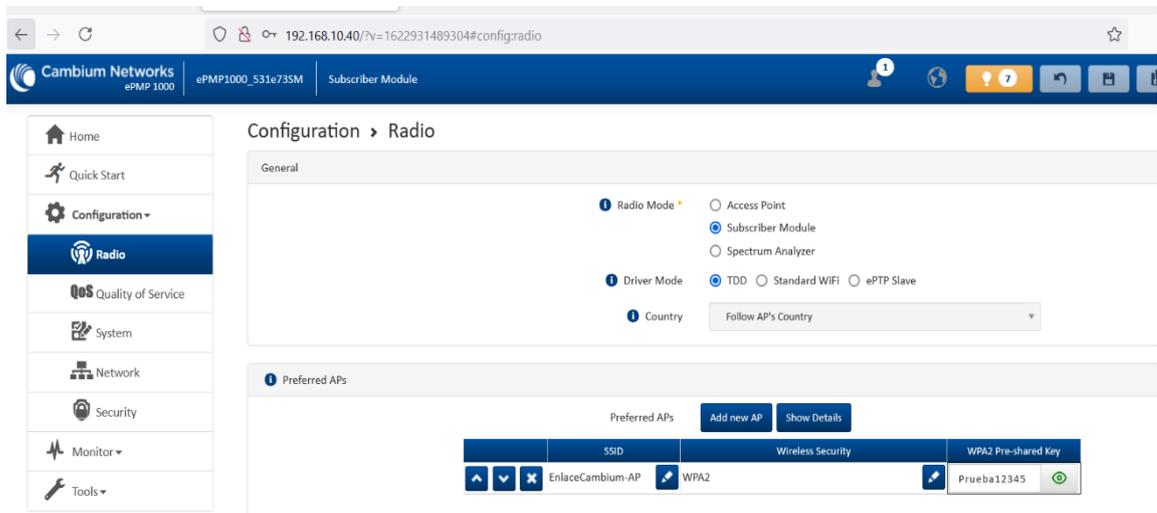


Figura 28. Configuración General de Radio

Escoger un ancho de canal de 20 MHz y seleccionamos el canal portador que es 5265 MHz.

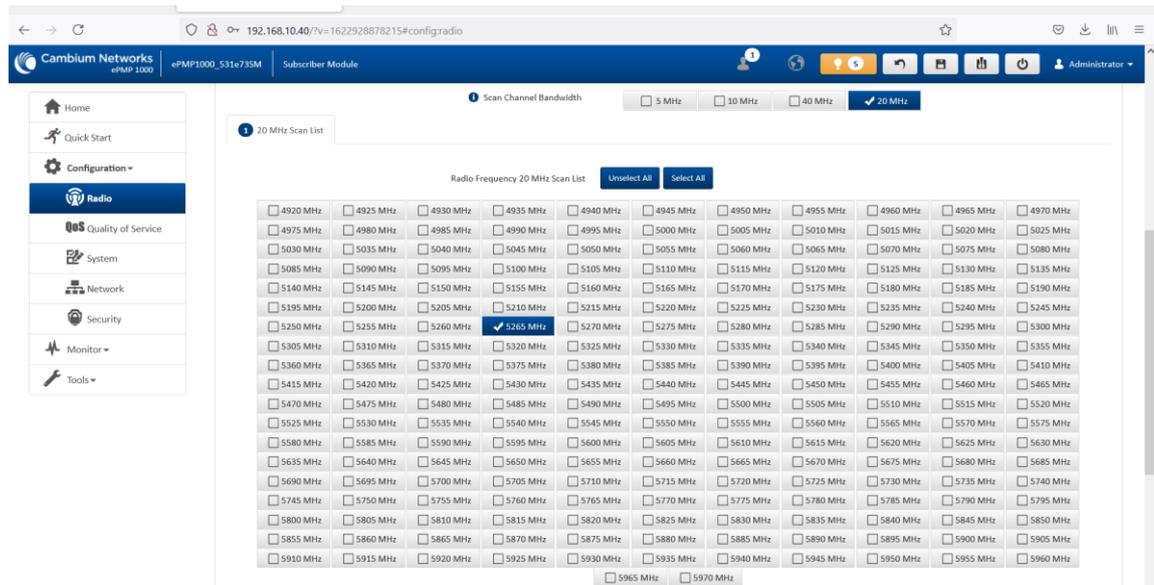


Figura 29. Escaneo del módulo de abonado

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 18 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

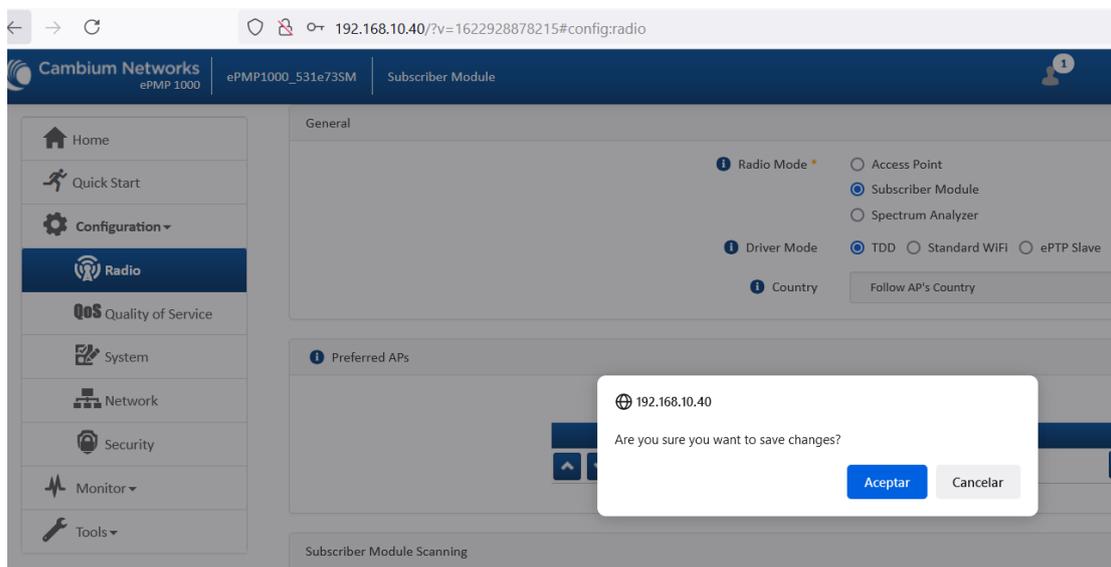


Figura 30. Guardar los cambios realizados, clic en Aceptar

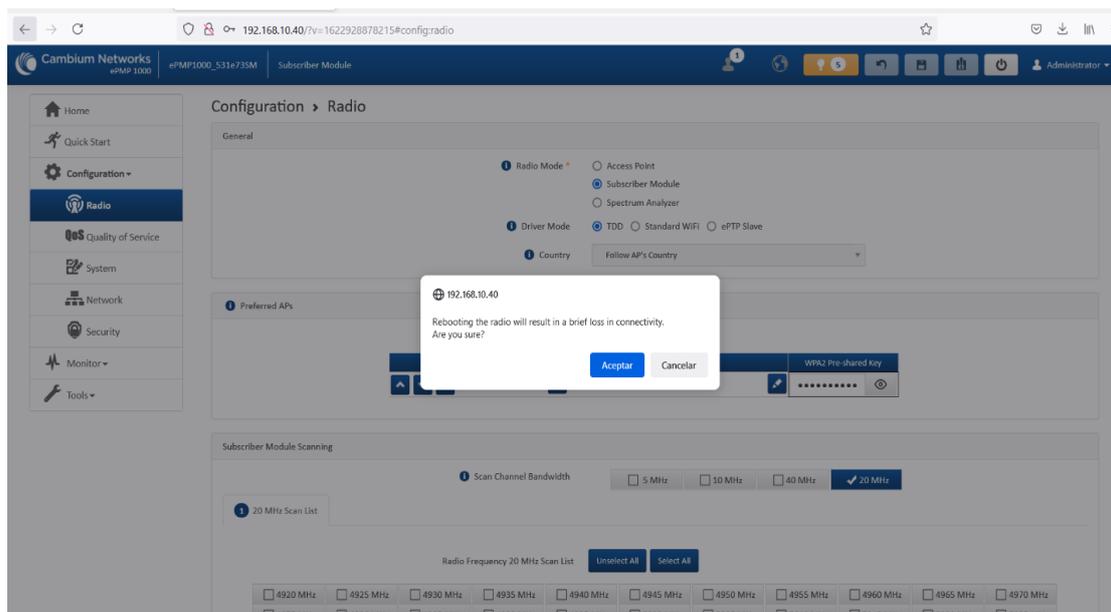


Figura 31. Hacer un Reboot al equipo, clic en Aceptar y esperar que se restablezca el equipo

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 19 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

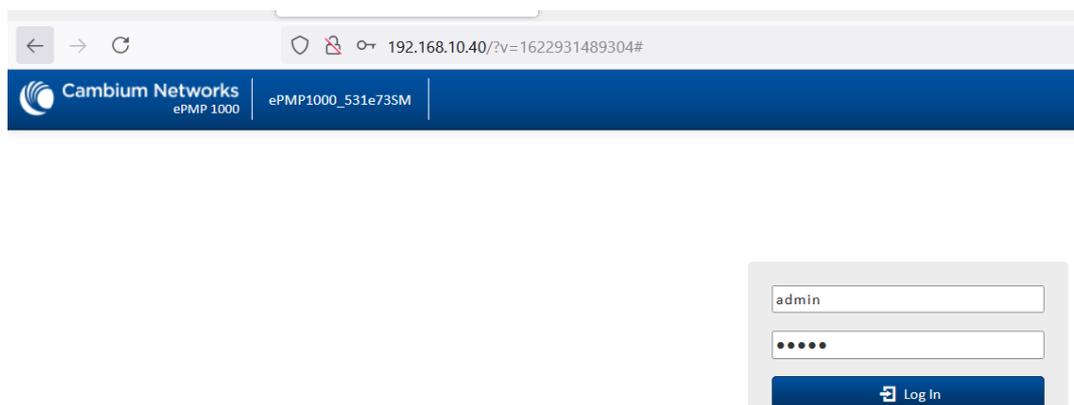


Figura 32. Volver a ingresar a la interfaz web

Verificar que los cambios se han efectuado correctamente y que la interfaz inalámbrica al AP esté "Arriba"

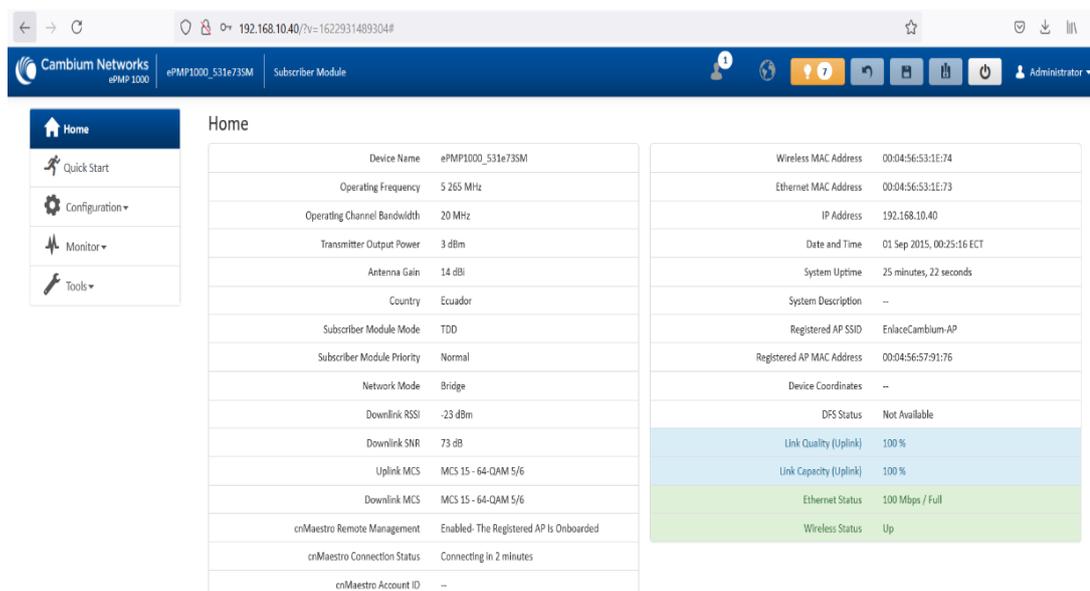


Figura 33. CPE 1 configurado

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %

Figura 34. Porcentajes de la capacidad y calidad del enlace PtMP

Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up

Figura 35. Estado Ethernet y Wireless

CONFIGURACION FORCE 130 CPE 2

Ahora, conectar el módulo Force 130 que será configurado como Suscriptor 2 y realizar las siguientes configuraciones.

Desde el centro de recursos y redes compartidos, en Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130, ingresar una dirección IP que sea válida para la red 192.168.0.X, un ejemplo podría ser 192.168.0.100

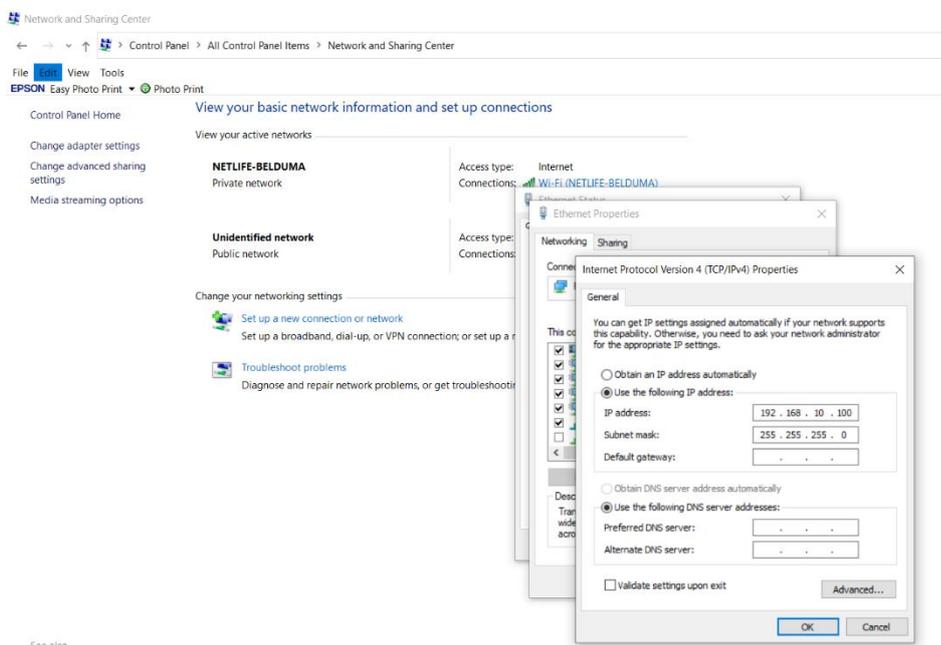


Figura 36. Propiedades de la interfaz Ethernet del equipo ePMP Force 130.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 21 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Iniciar el navegador web de preferencia, escribir la dirección IP 192.168.0.2 en la barra de direcciones. La dirección IP predeterminada de fábrica para el equipo ePMP Force130 es 192.168.0.2 (Modo Suscriptor). Presionar Enter.

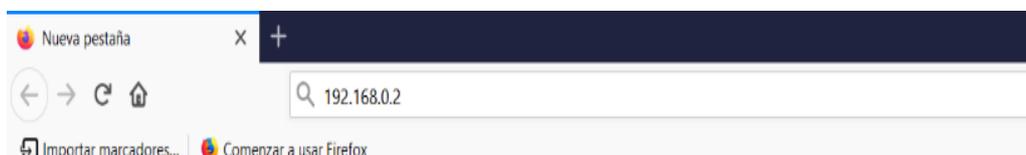


Figura 37. Navegador web Mozilla Firefox

Se muestra la entrada de inicio de sesión. Ingresar Username (default: admin) and Password (default: admin). Click Login in.

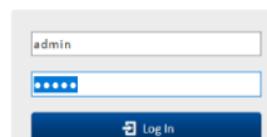


Figura 38. Interfaz web de inicio de sesión para equipos ePMP modo Suscriptor

Configurar manualmente los campos Dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace, servidor DNS preferido y servidor DNS alternativo como se muestra en la Figura 39

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

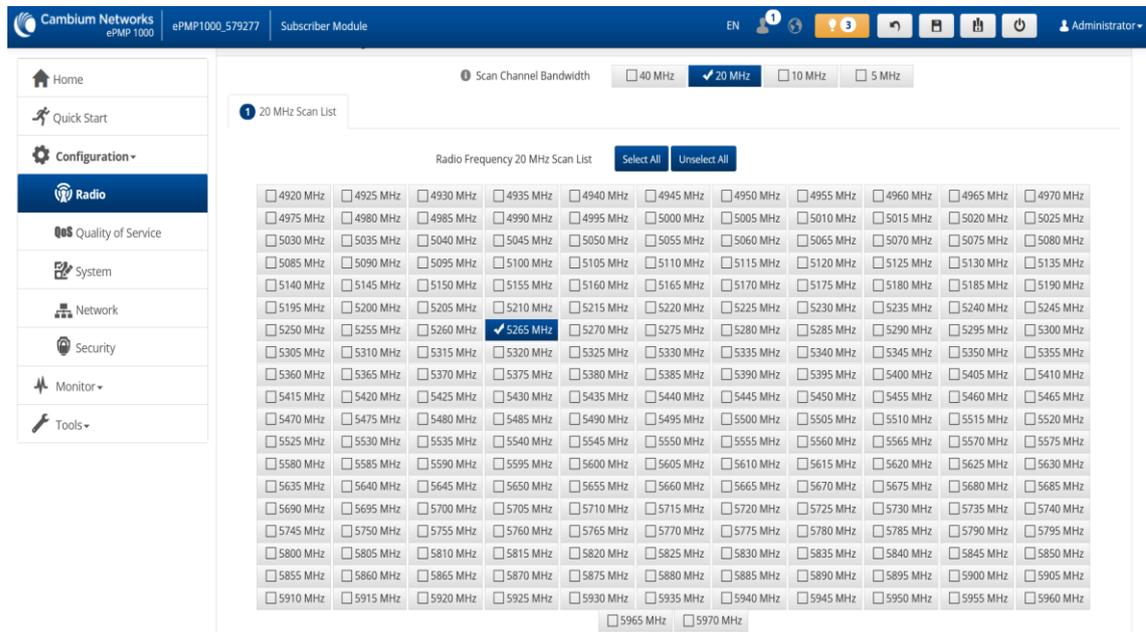


Figura 41. Escaneo del módulo de abonado

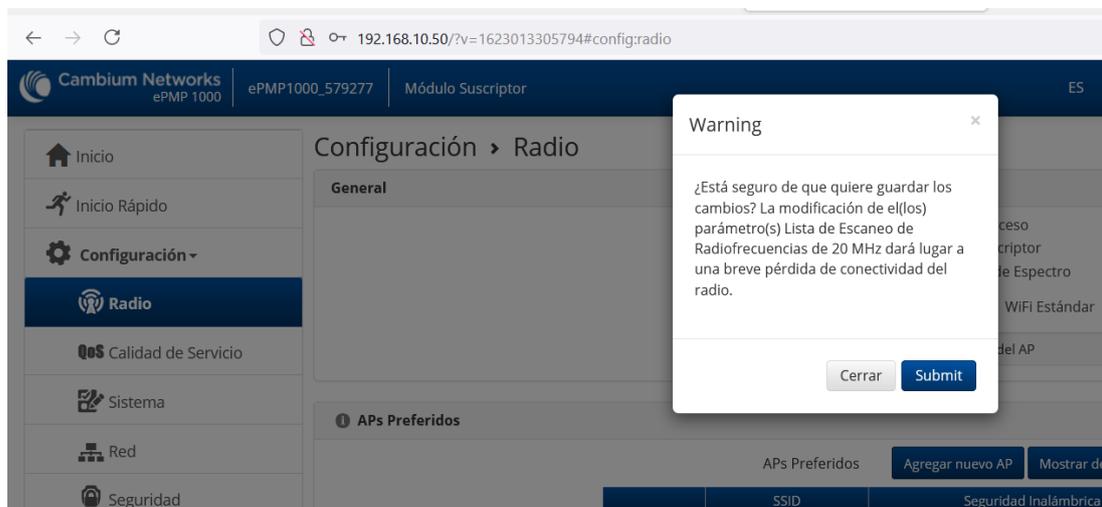


Figura 42. Guardar los cambios realizados

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 24 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

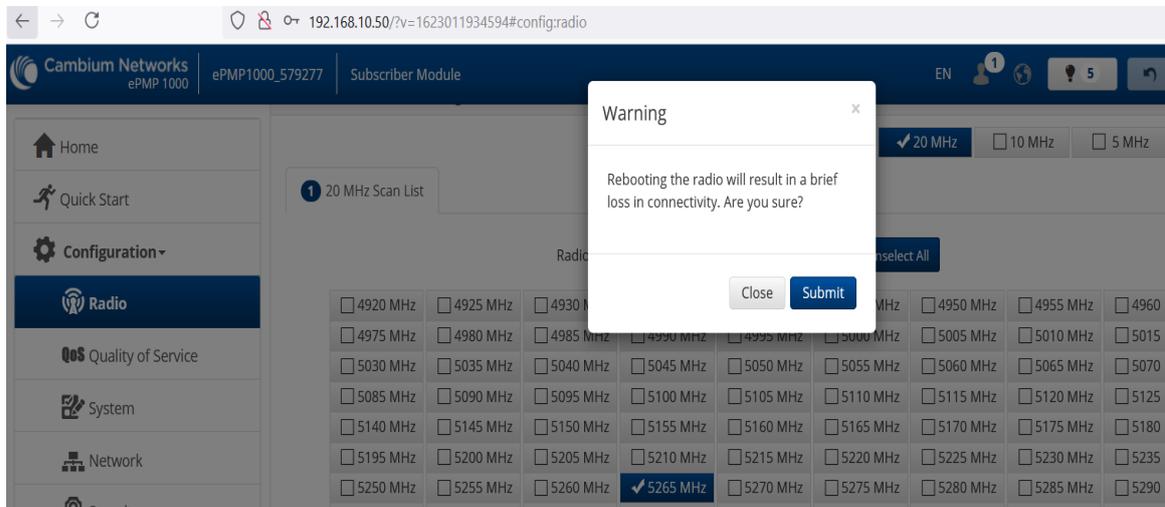


Figura 43. Hacer un Reboot al equipo para cargar la configuración y esperar a que se restablezca

Nos regresará a la interfaz de inicio del equipo, entramos con el usuario y contraseña admin y verificamos que el equipo se encuentra configurado correctamente

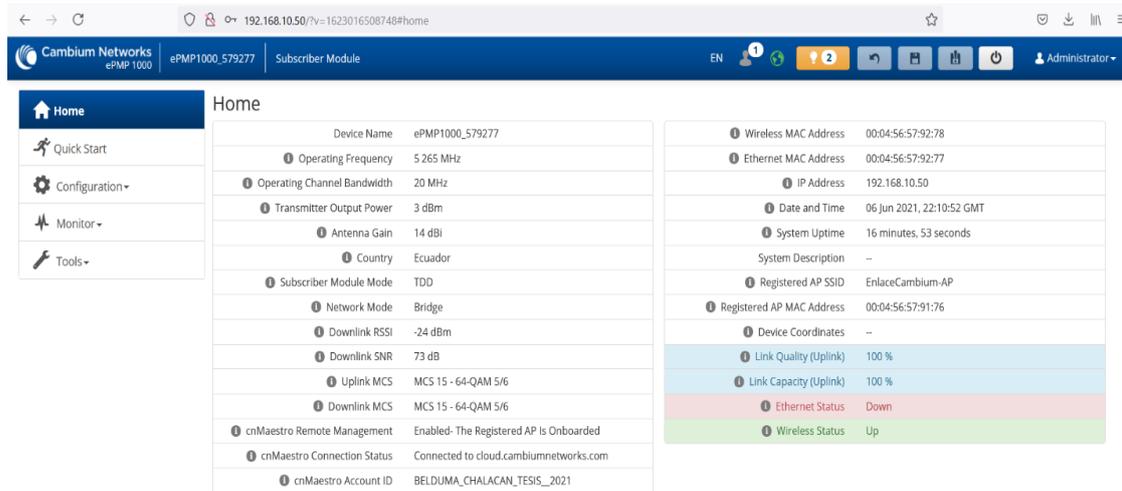


Figura 44. CPE 2 configurado

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 25 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %

Figura 45. Porcentajes de la capacidad y calidad del enlace PtMP

Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up

Figura 46. Estado Ethernet y Wireless

e. Recursos Utilizados

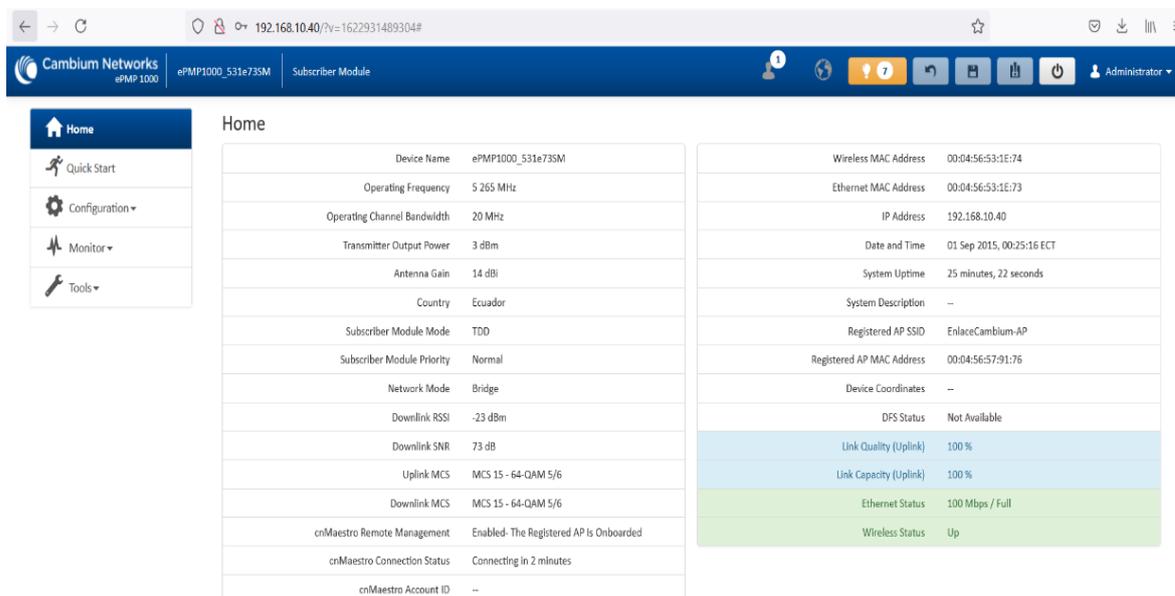
- Antenas Force 130
- Adaptadores PoE
- Cables Ethernet CAT6
- PC
-

f. Registro de Resultados

Configuración de un radioenlace Punto a Multipunto usando equipos Force 130 con sus respectivas pruebas de transmisión de datos.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 26 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

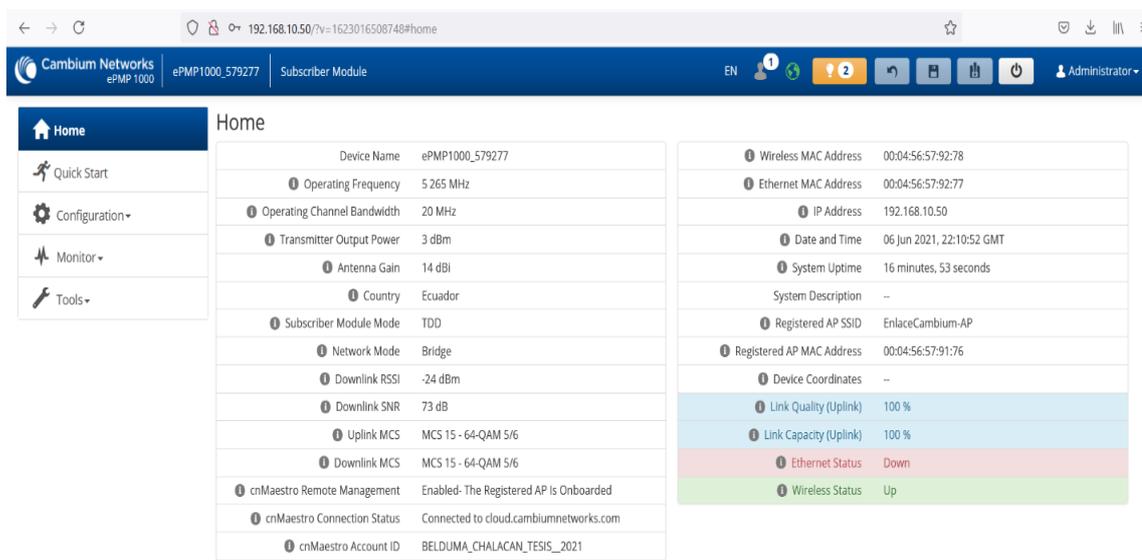


The screenshot shows the Cambium Networks ePMP 1000 Subscriber Module interface. The left sidebar contains navigation options: Home, Quick Start, Configuration, Monitor, and Tools. The main content area is titled 'Home' and displays two columns of data for device ePMP1000_531e735M.

Parameter	Value
Device Name	ePMP1000_531e735M
Operating Frequency	5 265 MHz
Operating Channel Bandwidth	20 MHz
Transmitter Output Power	3 dBm
Antenna Gain	14 dBi
Country	Ecuador
Subscriber Module Mode	TDD
Subscriber Module Priority	Normal
Network Mode	Bridge
Downlink RSSI	-23 dBm
Downlink SNR	73 dB
Uplink MCS	MCS 15 - 64-QAM 5/6
Downlink MCS	MCS 15 - 64-QAM 5/6
cnMaestro Remote Management	Enabled- The Registered AP Is Onboarded
cnMaestro Connection Status	Connecting in 2 minutes
cnMaestro Account ID	--

Wireless MAC Address	00:04:56:53:1E:74
Ethernet MAC Address	00:04:56:53:1E:73
IP Address	192.168.10.40
Date and Time	01 Sep 2015, 00:25:16 ECT
System Uptime	25 minutes, 22 seconds
System Description	--
Registered AP SSID	EnlaceCambium-AP
Registered AP MAC Address	00:04:56:57:91:76
Device Coordinates	--
DFS Status	Not Available
Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %
Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up

Figura 47. Verificación de CPE 1 configurado



The screenshot shows the Cambium Networks ePMP 1000 Subscriber Module interface for device ePMP1000_579277. The left sidebar contains navigation options: Home, Quick Start, Configuration, Monitor, and Tools. The main content area is titled 'Home' and displays two columns of data for device ePMP1000_579277.

Parameter	Value
Device Name	ePMP1000_579277
Operating Frequency	5 265 MHz
Operating Channel Bandwidth	20 MHz
Transmitter Output Power	3 dBm
Antenna Gain	14 dBi
Country	Ecuador
Subscriber Module Mode	TDD
Network Mode	Bridge
Downlink RSSI	-24 dBm
Downlink SNR	73 dB
Uplink MCS	MCS 15 - 64-QAM 5/6
Downlink MCS	MCS 15 - 64-QAM 5/6
cnMaestro Remote Management	Enabled- The Registered AP Is Onboarded
cnMaestro Connection Status	Connected to cloud.cambiumnetworks.com
cnMaestro Account ID	BELDUMA_CHALACAN_TESIS_2021

Wireless MAC Address	00:04:56:57:92:78
Ethernet MAC Address	00:04:56:57:92:77
IP Address	192.168.10.50
Date and Time	06 Jun 2021, 22:10:52 GMT
System Uptime	16 minutes, 53 seconds
System Description	--
Registered AP SSID	EnlaceCambium-AP
Registered AP MAC Address	00:04:56:57:91:76
Device Coordinates	--
Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %
Ethernet Status	Down
Wireless Status	Up

Figura 48. Verificación de CPE 2 configurado

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 27 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %

Figura 49. Porcentajes de la capacidad y calidad del enlace PtMP CPE 1.

Ethernet Status	100 Mbps / Full
Wireless Status	Up

Figura 50. Estado Ethernet y Wireless CPE 1.

Link Quality (Uplink)	100 %
Link Capacity (Uplink)	100 %

Figura 51. Porcentajes de la capacidad y calidad del enlace PtMP CPE 2.

 Ethernet Status	Down
 Wireless Status	Up

Figura 52. Estado Ethernet y Wireless CPE 2.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 28 de 28
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



Figura 53. Enlace Punto Multipunto establecido.

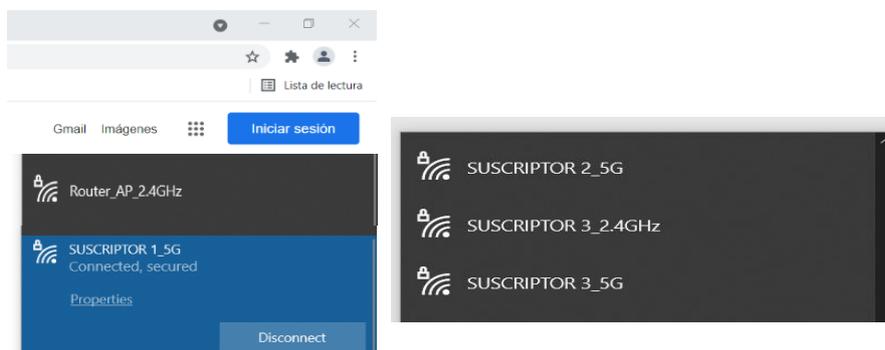


Figura 54. Comprobación de las redes creadas en el enlace Punto Multipunto, Router_AP_2.4GHz, SUSCRIPTOR 1_5G, SUSCRIPTOR2_5G

g. Bibliografía

<https://www.syscom.mx/producto/FORCE-130-CAMBIUM-NETWORKS-167000.html>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 7

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Incorporación de equipos ePMP a la plataforma cnMaestro”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Incorporar equipos ePMP en la plataforma cnMaestro

b. Objetivos Específicos:

- Crear una cuenta en la nube de cnMaestro
- Comprender las diferentes formas de incorporar equipos de la familia ePMP a cnMaestro

c. Marco Teórico

cnMaestro es una plataforma de software local o basada en la nube para un control de red seguro de un extremo a otro. El administrador de red inalámbrica del programa simplifica la administración de dispositivos al ofrecer visibilidad total de la red y aprovisionamiento sin contacto.

Permite ver y realizar un conjunto completo de funciones de administración de redes inalámbricas en tiempo real, además de optimizar la disponibilidad del sistema, maximizar el rendimiento y satisfacer las necesidades emergentes de los clientes comerciales y residenciales.



Figura 1. cnMaestro, sistema multiplataforma.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Principales características:

- **Monitor**

Un solo panel para ver toda la red

- **Configurar**

Pre-configura los dispositivos compatibles para que se incorporen automáticamente cuando se les proporcione conectividad de red.

- **Funcionar**

Google y los mapas de suelo ofrecen visibilidad de toda la red con la funcionalidad de un clic.

- **Gestionar**

Cada dispositivo cuenta con paneles de control dedicados con flujos de trabajo de configuración de dispositivos y actualizaciones comunes y centralizadas.

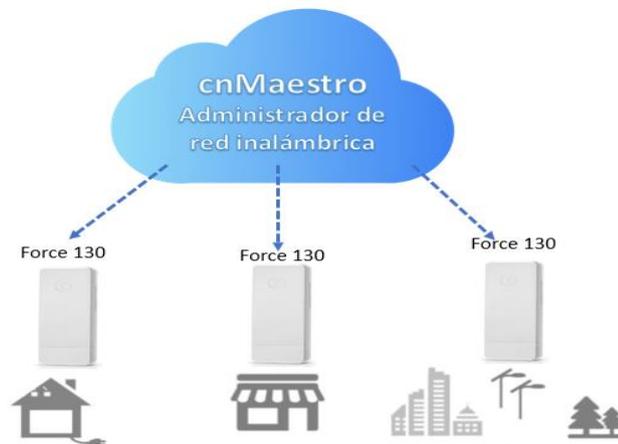


Figura 2. cnMaestro, alta capacidad y gestión en la nube

Posee un panel único para administrar una red completa, incluidos enlaces backhaul punto a punto (PTP), acceso punto a multipunto (PMP) y Wi-Fi. Además, cnMaestro cuenta con paneles de control dedicados para cada dispositivo, con actualización común y centralizada, aprovisionamiento sin contacto y flujos de trabajo de configuración de dispositivos para minimizar la curva de aprendizaje para los administradores de red.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

d. Marco Procedimental

Seguir los pasos de creación de una cuenta en la página oficial de Cambium Networks, se la encuentra en la práctica #1 de este manual. Dicha cuenta nos ayudara a ingresar a la plataforma de cnMaestro y posterior a crear una cuenta en la nube.

Creación de una cuenta en la nube de cnMaestro

Esta ventana aparecerá inmediatamente después de crear la cuenta en cnMaestro o ingresando con la cuenta de soporte de Cambium Networks.

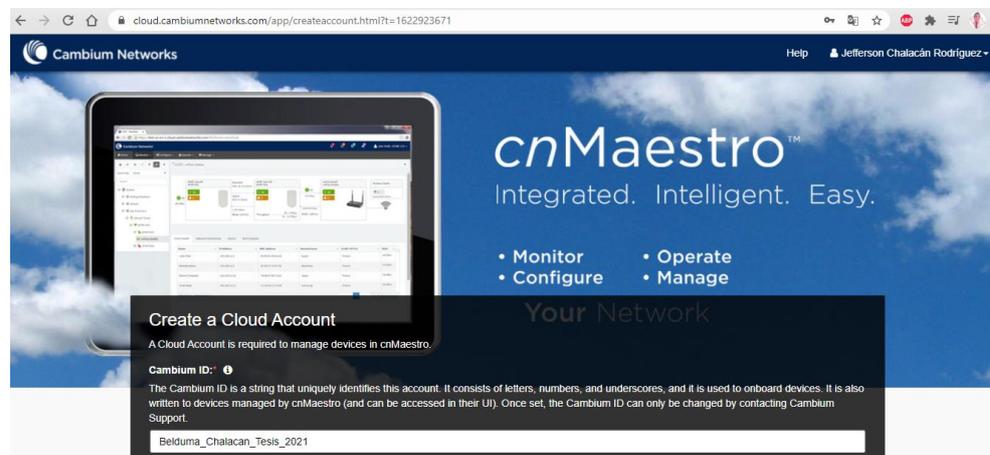


Figura 3. Cambium ID es el nombre único que identifica esta cuenta.

Llenar los datos como son el nombre de la cuenta en la nube o nombre de la compañía, País donde se encuentra localizada la cuenta, y la zona horaria

Cloud Account Name:
A friendly name for this account. This could be the name of the company.

Country:
The country where devices in this account are located.

Time Zone:
The time zone used to calculate daily statistics.

Figura 4. Ingreso de datos para la creación de la cuenta en la nube

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Seleccionar el tipo de cuenta y la vista de cuenta que se desea; en este apartado se escogió la cuenta tipo NMS para usar cnMaestro en la nube y para administración de dispositivos, además se escogió Access and Backhaul que da apoyo a diversos equipos entre los cuales se incluye ePMP.

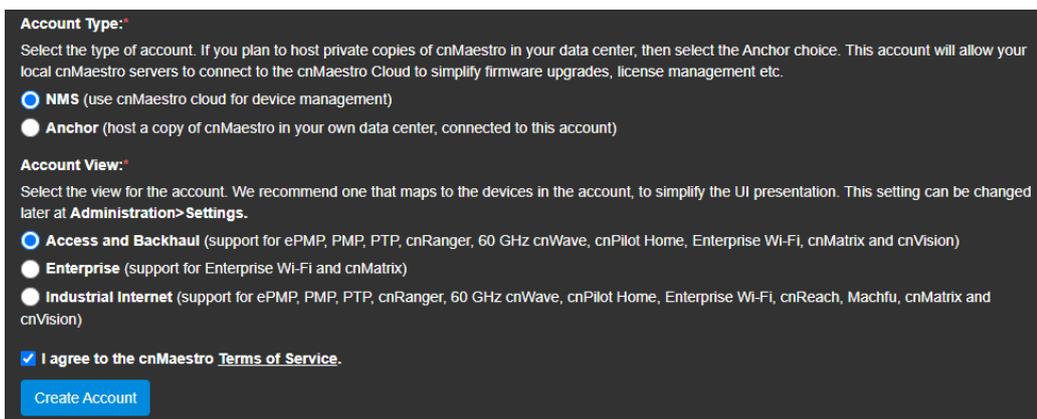


Figura 5. Cambium ID es el nombre único que identifica esta cuenta.

Al aceptar los términos y condiciones, clic en crear cuenta e inmediatamente se conectan a la cuenta en la nube.

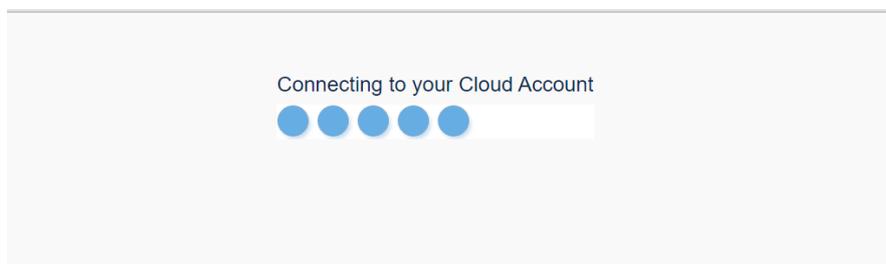


Figura 6. Conectando a la cuenta en la nube.

Al finalizar la conexión a la nube se muestra la interfaz de cnMaestro.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

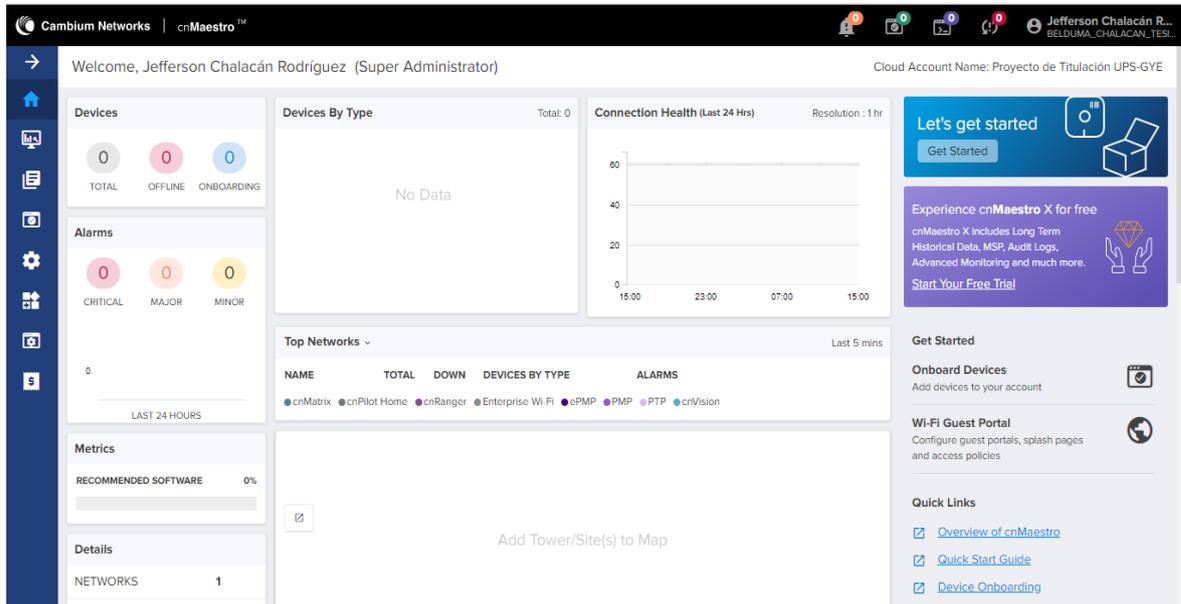


Figura 7. Dashboard del administrador cnMaestro.

Incorporación de equipos ePMP en la nube de cnMaestro

En los apartados a la izquierda de la interfaz, dar clic en Onboard Devices, en este apartado se verán los equipos que están incorporados a cnMaestro, en este caso aún no está registrado ninguno.

Seleccione Claim Device para agregar dispositivos al CnMaestro.

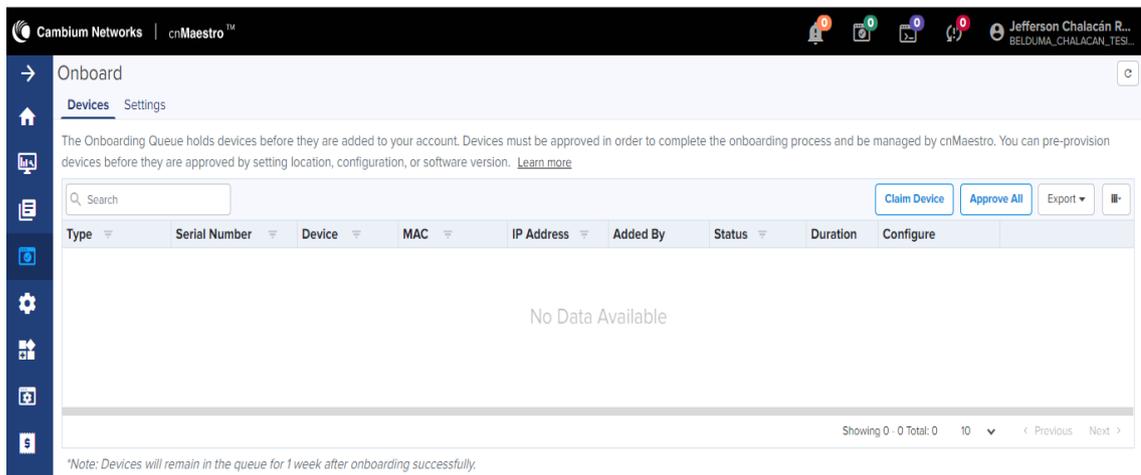


Figura 8. Apartado Onboard Devices.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar los números de serie (MSN) de los dispositivos que desea agregar a su cuenta (separados por comas o uno por línea). Una vez que se reclama un dispositivo, se coloca en la Cola de incorporación cuando está en línea.

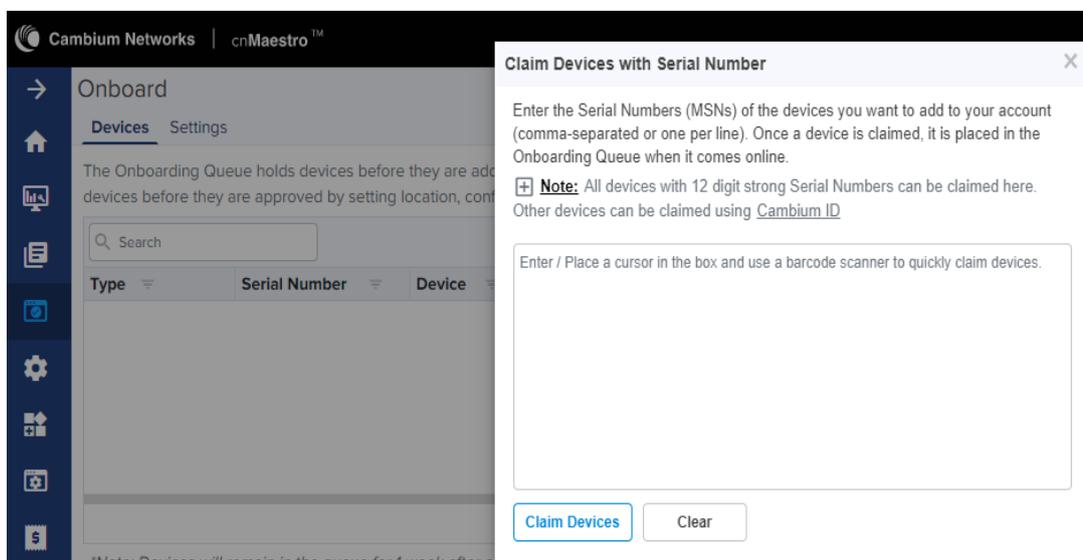


Figura 9. Ingreso de números de serie de los dispositivos.

El número de serie de los equipos se encuentran en la caja o de lado posterior de los dispositivos.

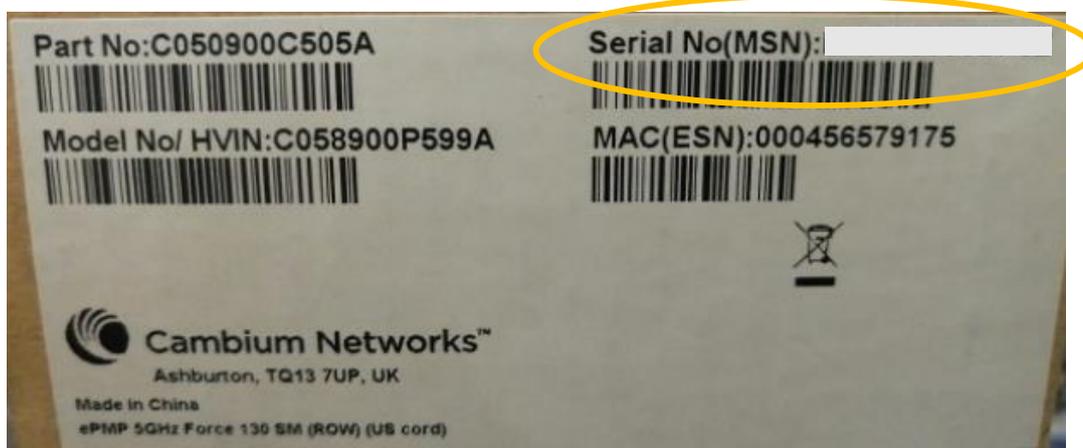


Figura 10. Información de un dispositivo suscriptor Force

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar el código MSN del módulo y hacer un clic en Claim Devices.

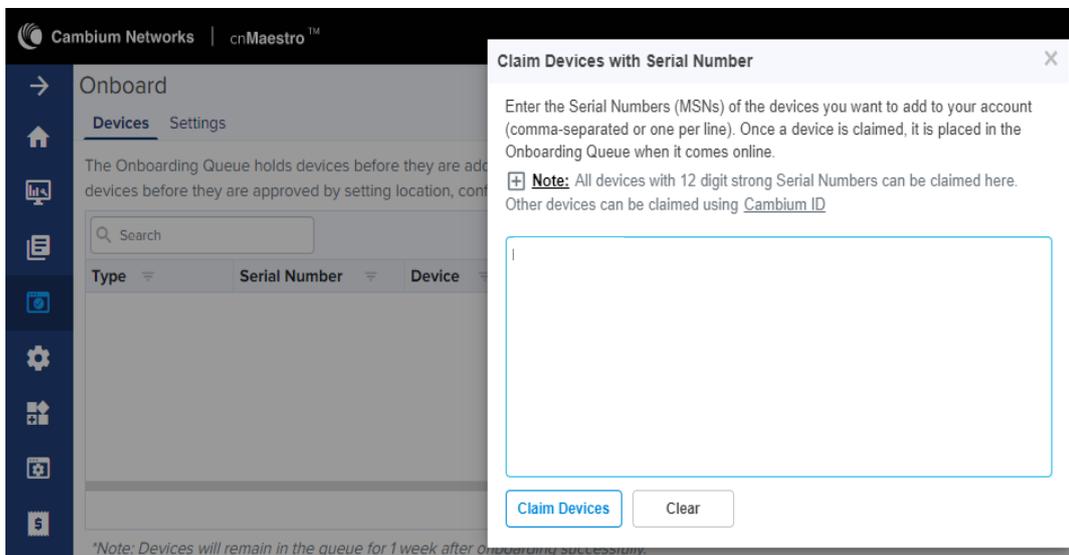


Figura 11. Número de serie del equipo a agregar

Al agregar el dispositivo se mostrará el mensaje de que se ha realizado con éxito la incorporación del equipo.

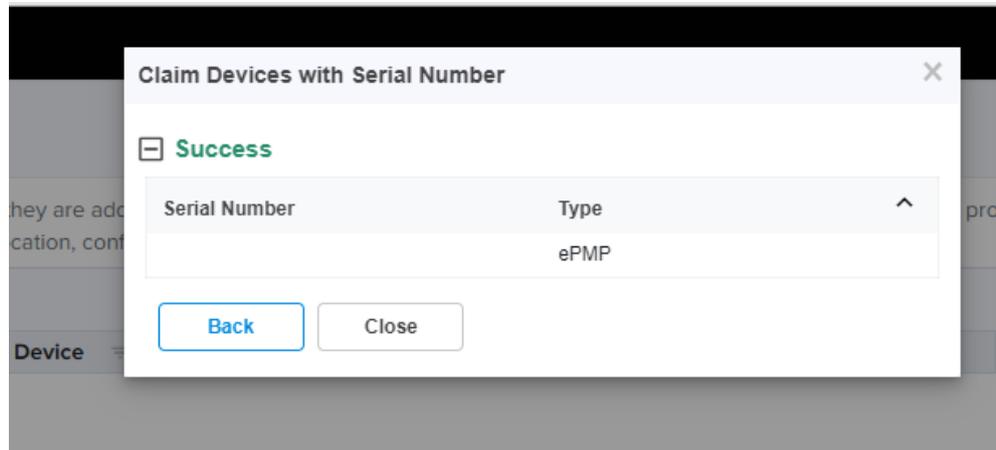


Figura 12. Equipo agregado satisfactoriamente.

Al agregar el dispositivo se podrá observar que aparecerá en el CnMaestro, el equipo se podrá identificar por su Serial Number y en Status se podrá observar que el equipo está a la espera de aprobación (Waiting for Approval).

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

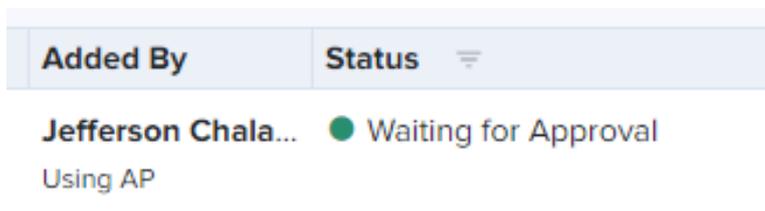


Figura 13. Equipo a la espera de aprobación.

Equipo agregado (Onboarded) al cnMaestro.

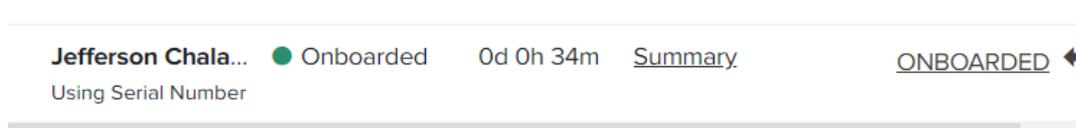


Figura 14. Equipo agregado con éxito

Dirigirse a la interfaz web del módulo ePMP Force 130 y verificar que el estado de la conexión con cnMaestro haya cambiado de “Conectando” a la URL de la nube de Cambium Networks y el nombre de la cuenta ID sea idéntica a la que aparece en las configuraciones de Onboard.

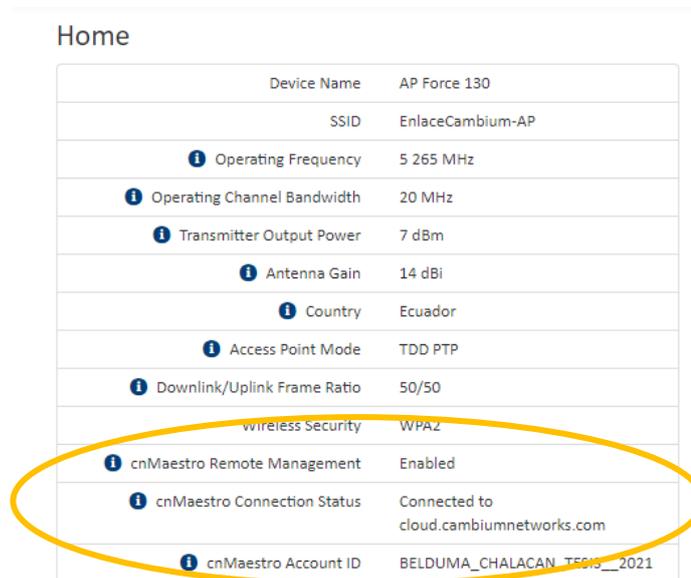


Figura 15. Apartado principal del módulo Force 130

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Otra forma de realizar este procedimiento es dar clic en Settings – Configuraciones, del apartado Onboard, aquí se puede agregar dispositivos a la cuenta iniciando sesión en la interfaz de usuario del dispositivo directamente e ingresando el ID de Cambium y la clave de incorporación (estos se establecieron cuando se creó la cuenta de empresa; se pueden modificar)

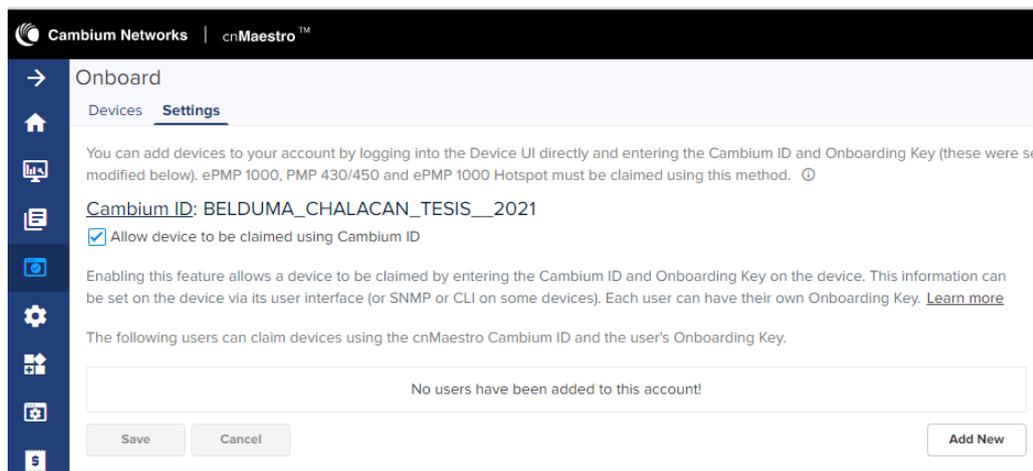


Figura 16. Apartado Settings del segmento Onboard.

Agregar un nuevo dispositivo y aparecerá dos apartados los cuales se deben llenar, éstos son: Usuario y Clave de incorporación.



Figura 17. Usuario y clave de incorporación para reclamar dispositivos ePMP.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Ingresar al dispositivo que se quiere incorporar, ya sea éste un AP o un CPE. Estos dispositivos vienen por defecto como clientes DHCP.

Dirigirse a Configuración al apartado Sistema, y buscamos la sección cnMaestro

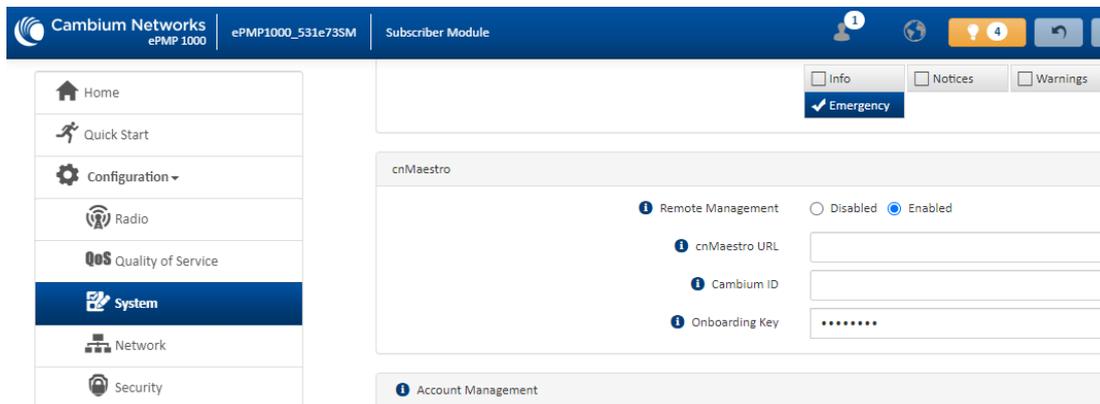


Figura 18. Sección cnMaestro ubicada en Sistema apartado Configuración.

Regresar a la página de cnMaestro a copiar el URL y el ID de Cambium para pegarlo en el ítem que se solicita en el módulo suscriptor.

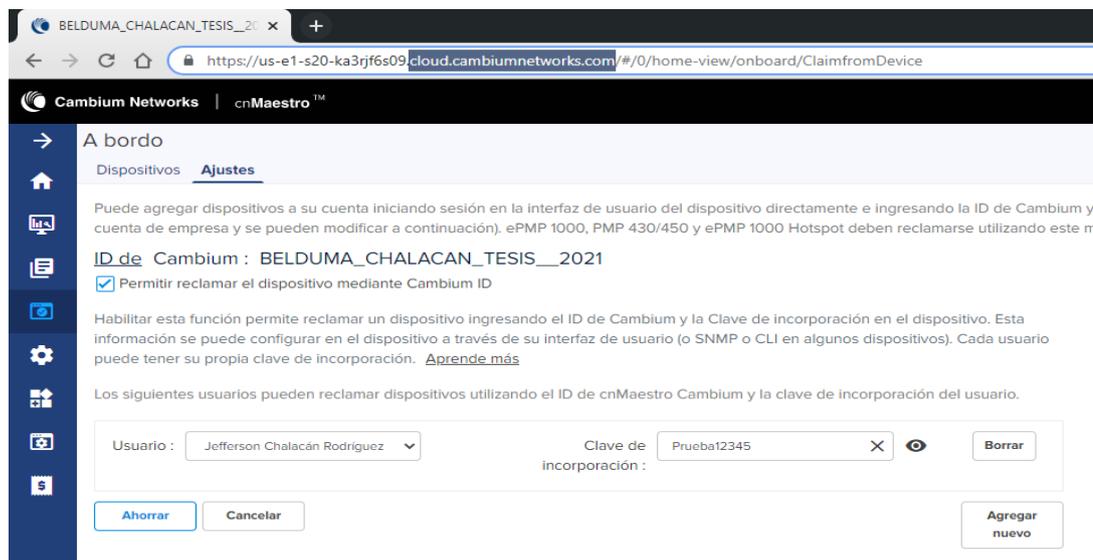


Figura 19. Copiamos el URL de la página de cnMaestro

En la siguiente imagen se observa el Remote Management Habilitado, el URL copiado de la página de cnMaestro, el ID y el Onboarding Key de la cuenta en la nube. Luego dar clic en Guardar.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Figura 20. Llenado de datos requeridos en el apartado cnMaestro

Ir a la página principal del módulo suscriptor y confirmar que el estado de conexión de cnMaestro se encuentra Conectando.

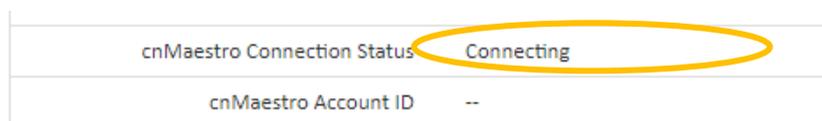


Figura 21. Estado de la conexión con cnMaestro

Regresar al cnMaestro, aquí el dispositivo se podrá identificar por su Serial Number y en Status se podrá observar que el equipo está a la espera de aprobación (Waiting for Approval).

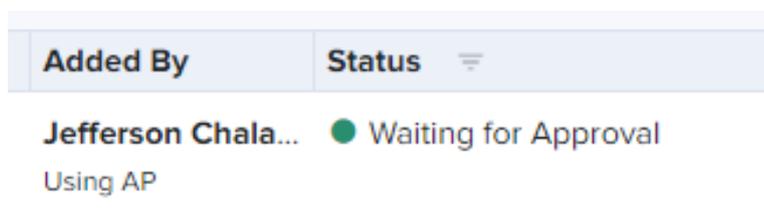


Figura 22. Equipo a la espera de aprobación.

Equipo agregado (Onboarded) al cnMaestro.

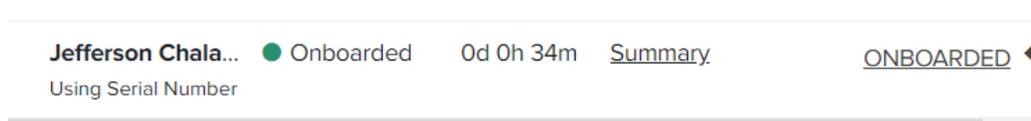


Figura 23. Equipo agregado con éxito

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 14
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Dirigirnos a la interfaz web del módulo ePMP Force 130 y verificar que el estado de la conexión con cnMaestro haya cambiado de “Conectando” a la URL de la nube de Cambium Networks y el nombre de la cuenta ID sea idéntica a la que aparece en las configuraciones de Onboard.

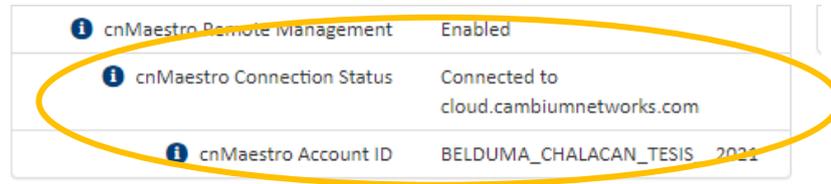


Figura 24. Apartado principal del módulo Force 130

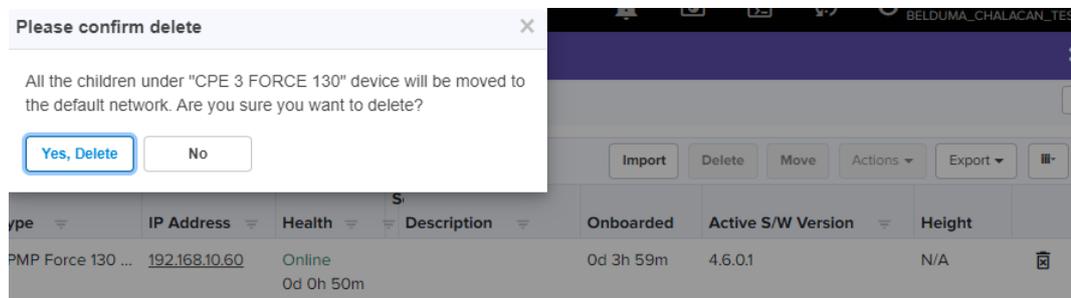


Figura 25. Eliminación de dispositivos

Advertencia: Una vez que los dispositivos se agregan a cnMaestro, deben eliminarse explícitamente al finalizar la práctica para que puedan agregarse a una segunda cuenta.

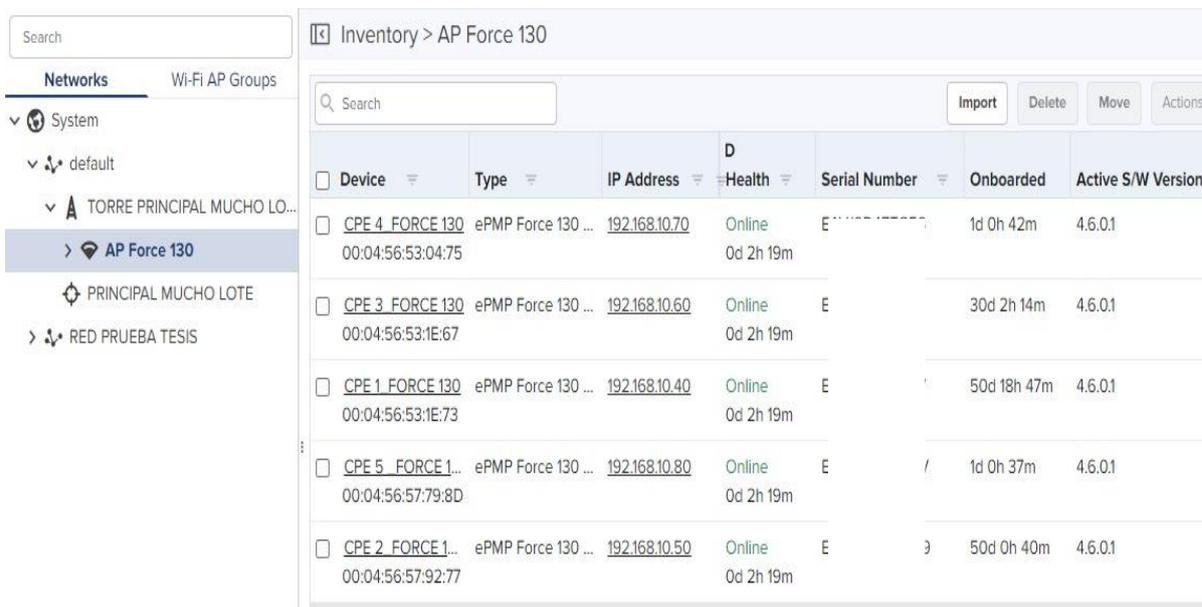
e. Recursos Utilizados

- Antenas Force 130
- Adaptadores PoE
- Cable Ethernet CAT6
- PC

f. Registro de Resultados

En esta práctica se llevaron a cabo dos procedimientos para la incorporación de dispositivos ya sean Access Point o Módulos Suscriptores en el administrador de redes inalámbricas cnMaestro. Los procedimientos son: Por medio de números seriales o por medio de URL e ID de Cambium.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03



Device	Type	IP Address	Health	Serial Number	Onboarded	Active S/W Version
<input type="checkbox"/> CPE 4_FORCE 130 00:04:56:53:04:75	ePMP Force 130 ...	192.168.10.70	Online 0d 2h 19m	E	1d 0h 42m	4.6.0.1
<input type="checkbox"/> CPE 3_FORCE 130 00:04:56:53:1E:67	ePMP Force 130 ...	192.168.10.60	Online 0d 2h 19m	E	30d 2h 14m	4.6.0.1
<input type="checkbox"/> CPE 1_FORCE 130 00:04:56:53:1E:73	ePMP Force 130 ...	192.168.10.40	Online 0d 2h 19m	E	50d 18h 47m	4.6.0.1
<input type="checkbox"/> CPE 5_FORCE 1... 00:04:56:57:79:8D	ePMP Force 130 ...	192.168.10.80	Online 0d 2h 19m	E	1d 0h 37m	4.6.0.1
<input type="checkbox"/> CPE 2_FORCE 1... 00:04:56:57:92:77	ePMP Force 130 ...	192.168.10.50	Online 0d 2h 19m	E	50d 0h 40m	4.6.0.1

Figura 26. Dentro del apartado Networks- AP Force 130, se pueden visualizar todos los dispositivos suscriptores agregados a la plataforma cnMaestro con un estado Online.

a. Bibliografía

<https://www.cambiumnetworks.com/products/software/cnmaestro-essentials/>

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 8

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Creación de una red de administración y configuración de WLAN’s y Grupos AP en la plataforma cnMaestro”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Crear una red de administración y configurar WLAN's y Grupos AP en la plataforma cnMaestro.

b. Objetivos Específicos:

- Comprender los parámetros relacionados a la creación de WLAN y grupos AP.
- Establecer un sistema jerárquico de dispositivos mediante redes, torres y sitios.

c. Marco Teórico

Claming Devices

Es el proceso a través del cual se agrega un dispositivo a la administración de la nube. El flujo de incorporación incluye reclamar el dispositivo (que lo asigna a la cuenta de administración correcta) y, opcionalmente, pre-aprovisionar el dispositivo mediante la actualización de su imagen y configuración de software. También permite configurar opciones de incorporación como el nombre del dispositivo, la ubicación, la versión de firmware de destino, la configuración de destino, etc. para aplicar como parte del proceso de incorporación.

Cuando se complete el proceso de incorporación, el dispositivo estará bajo la administración completa de la nube. La configuración de las empresas se maneja a través de grupos AP (dispositivos inalámbricos fijos, como ePMP y PMP, usan plantillas).

AP Groups

Los grupos de AP son agrupaciones lógicas de AP dentro de un área geográfica como un edificio, piso o sucursal remota que comparten configuraciones comunes.

Los grupos de AP constan de todos los parámetros relacionados con el país, la gestión, la radio y la red.

Los grupos de AP son útiles en una implementación de red inalámbrica porque permiten a los administradores de red asignar configuraciones específicas a diferentes grupos de AP. Por ejemplo, los grupos de AP se pueden usar para controlar que WLAN se anuncian en diferentes edificios de un campus, la interfaz o el grupo de interfaces que se asignan los clientes WLAN.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Configuration > WLANs and AP Groups

WLANs **AP Groups**

Search Device Type: All WLAN: All

Name	Type	AP Status	Clients Now	Clients 24 HR	Throughput (DL/UL)	WLANs	Auto Sync
WLAN TESIS	Enterprise Wi-Fi	0 of 0 offline	0	0	0 Kbps / 0 Kbps	WLAN TESIS	ON
Default Enterprise	Enterprise Wi-Fi	0 of 0 offline	0	0	0 Kbps / 0 Kbps	Default Enterprise	ON
Default Home	cnPilot Home (R-Series)	0 of 0 offline	0	0	0 Kbps / 0 Kbps	Default Home	OFF

Showing 1 - 3 Total: 3 10

Figura 1. AP Groups

d. Marco Procedimental

Creación de red de administración

Con las credenciales de acceso, ingresar a la plataforma cnMaestro y dirigirse a la pestaña de monitoreo y administración.

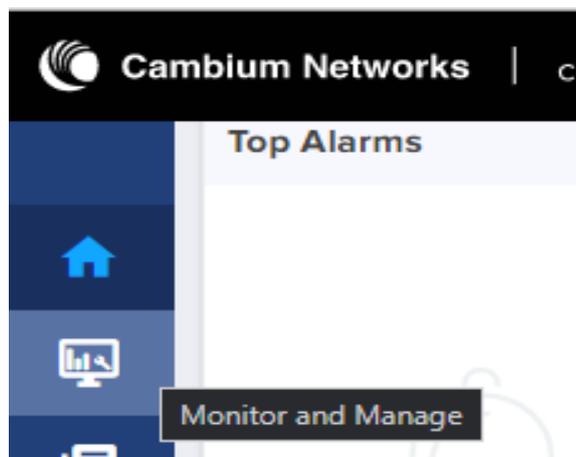


Figura 2. Pestaña de monitoreo y administración.

Por defecto viene un sistema integrado en el cnMaestro, desde aquí se puede refrescar el sistema, crear nuevas redes o actualizar el software, en esta ocasión se agregará una nueva red.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

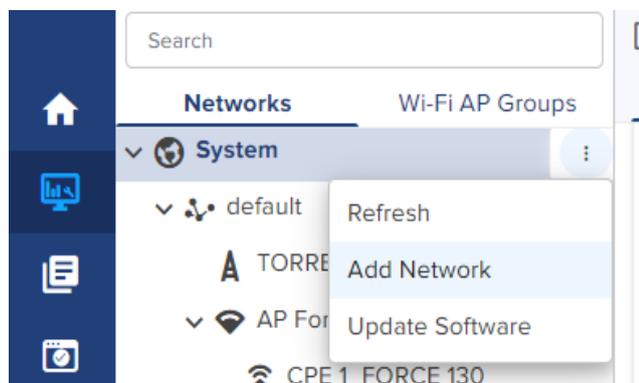


Figura 3. Agregar una nueva red

Escribir el nombre de la red

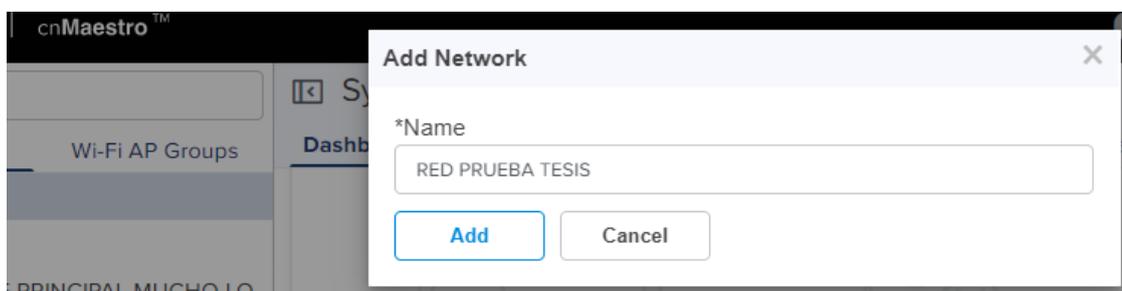


Figura 4. Agregar una nueva red

Creada la red con nombre RED PRUEBA TESIS, a su vez dentro de esta opción se puede refrescar la red, agregar torre, agregar sitio, editar la red, actualizar software o eliminar la red.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

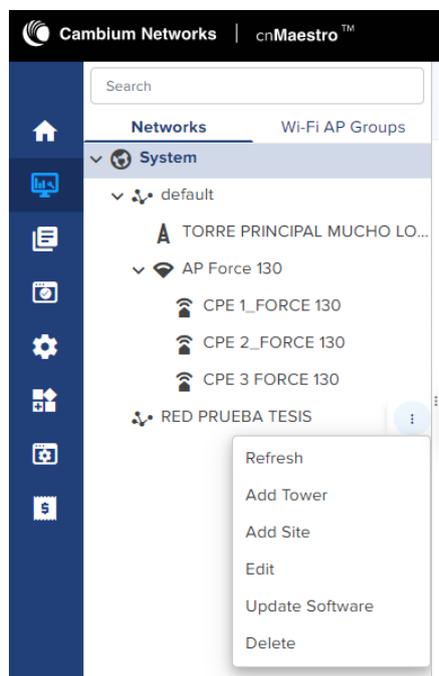


Figura 5. Red creada

Ingresar a la opción de agregar torre, aquí definir un nombre y coordenadas de latitud y longitud.

Otra manera de agregar las coordenadas de una manera sencilla es buscar la ubicación de la torre en el mapa y las coordenadas se cargarán automáticamente.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

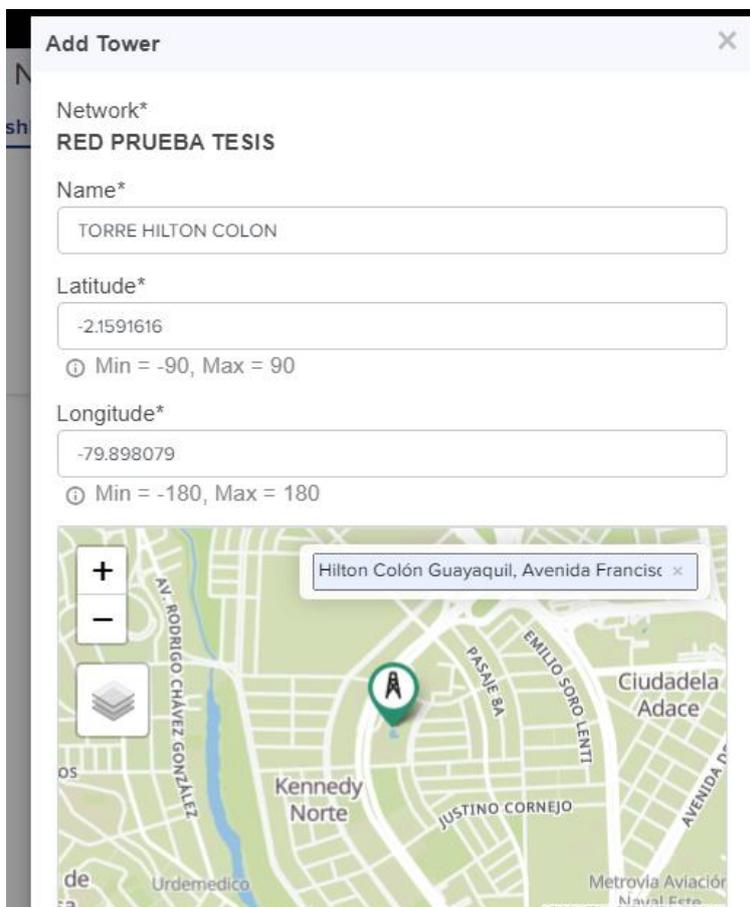


Figura 6. Torre agregada con sus coordenadas de ubicación

En la pestaña Home de la plataforma, se puede visualizar la torre que se ha creado junto con otras torres pertenecientes a distintas redes.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

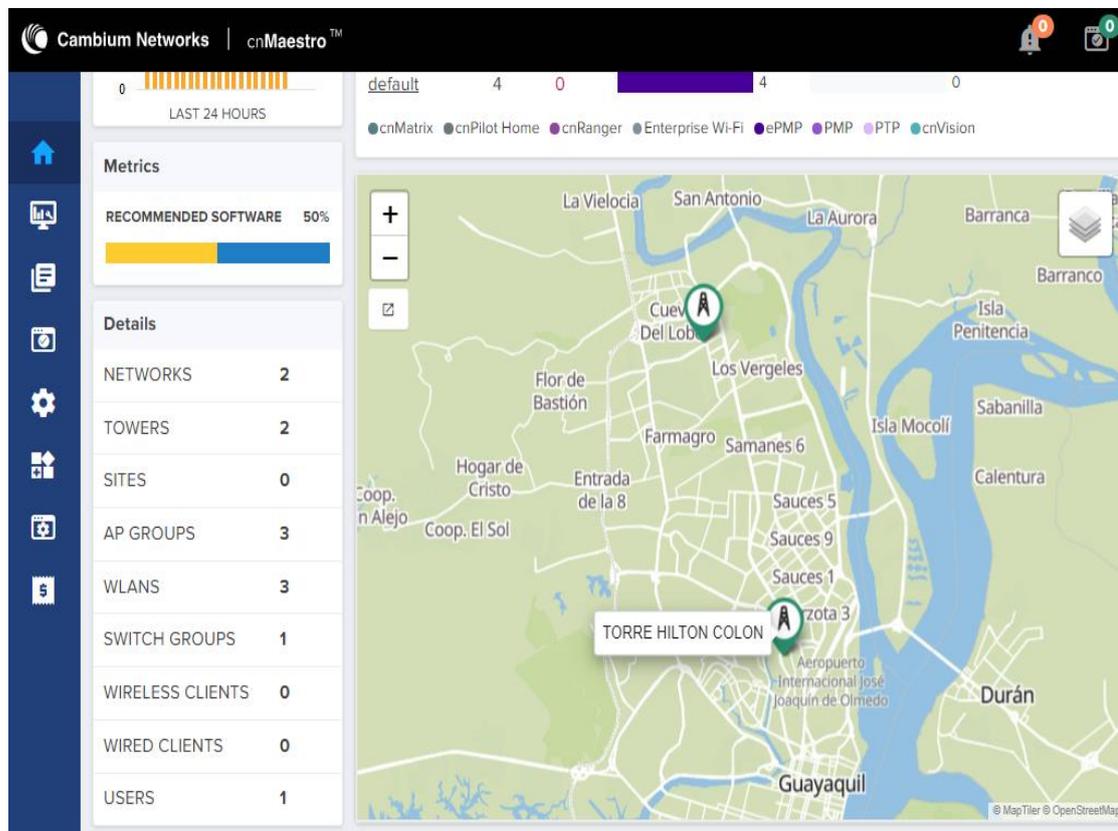


Figura 7. Torre agregada con sus coordenadas de ubicación

Dentro de las opciones de la red creada está la de agregar un sitio, en esta opción ingresar el nombre de la red, ID, dirección del sitio, latitud y longitud; de la misma manera como como se agregó la torre principal podemos buscar el sitio y las coordenadas saldrán automáticamente. Cabe destacar que en esta sección se puede subir un plano del sitio.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

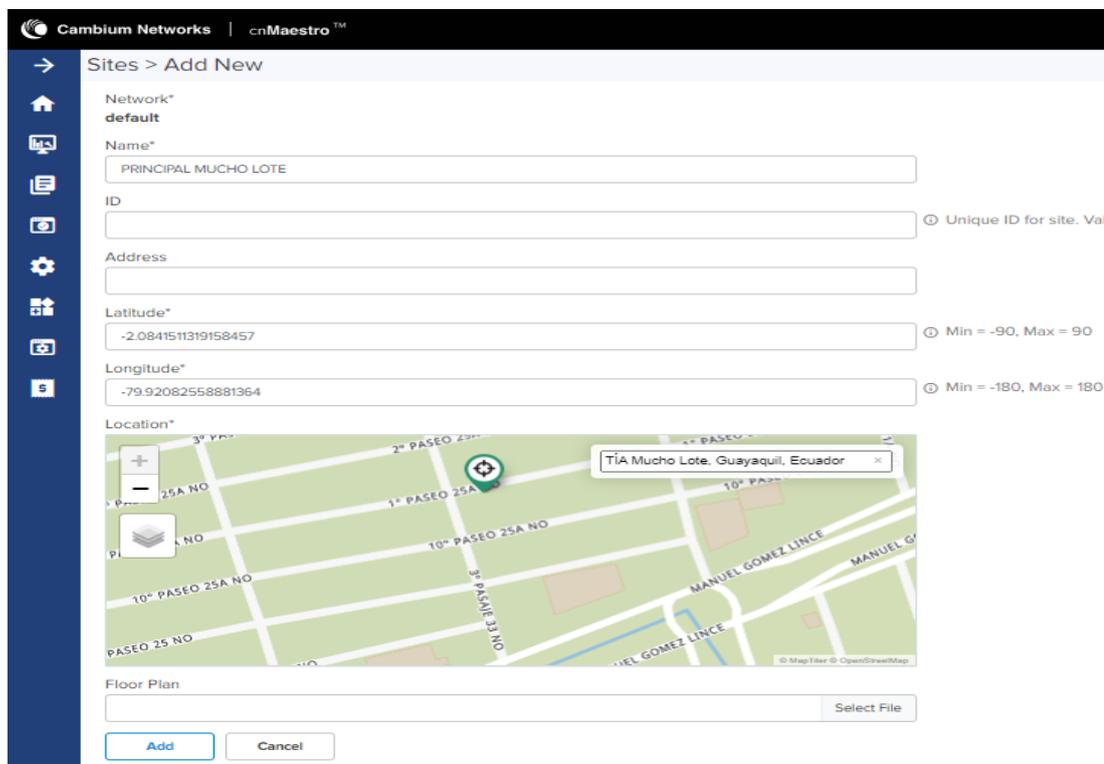


Figura 8. Agregar un nuevo sitio

Una de las últimas características dentro del apartado de red es el de actualizar el software de los equipos, tanto el del AP ó AP´s y los módulos suscriptores enlazados.

Elegir el tipo de dispositivo, en este caso se está trabajando con equipos ePMP, buscar la última versión de software, la 5.1.1 es la versión más reciente.

También se puede elegir si se actualiza solo el AP, los módulos suscriptores o todos a la vez.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

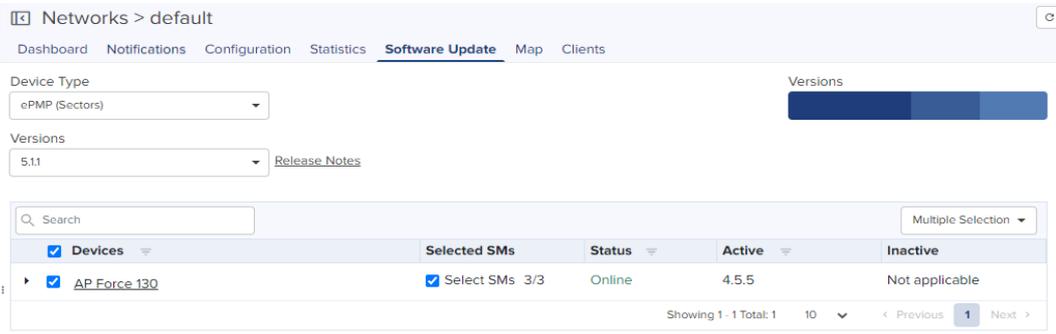


Figura 9. Actualización de software de los equipos

Se tiene la opción de seleccionar si la actualización es de inmediato o se lo puede programar con fecha y hora.

En las opciones de trabajo están las de parar la actualización en caso de un error crítico, y la de volver a intentar actualizar los dispositivos omitidos / sin conexión al conectarse nuevamente.

Se pueden actualizar primero los módulos suscriptores y luego el AP o viceversa.

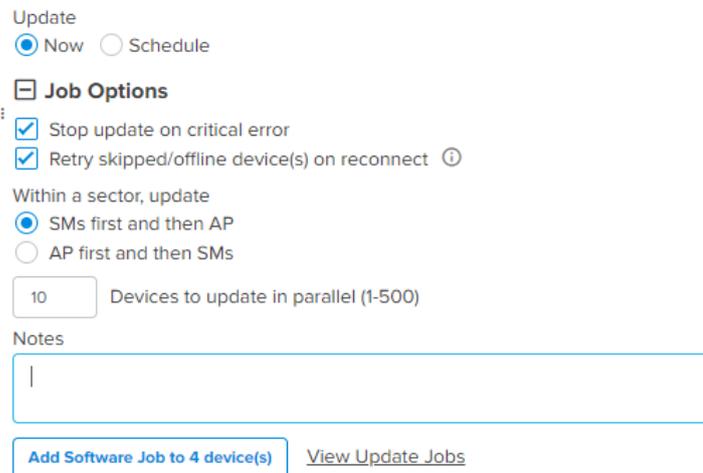


Figura 10. Opciones de actualización de software de los equipos

Al momento de dar clic en actualizar los dispositivos, podemos desplegar una tabla donde nos muestra los dispositivos, el modo de operación en el que se encuentran, el estado de operación, el resultado de la actualización, mensajes de estado, fecha de la última actualización realizada y la versión original.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Job #1 Details: 4 ePMP Device(s)
Created By Jefferson Chalcán Rodríguez (Jun 26 2021 18:14:55)

Target Software Version: 4.6.0.1
Parallel: 10
Stop on Error: true
Sector Priority: SM First
Update both partitions: false
Retry skipped/offline device(s) on reconnect: true
Perform sequential updates within a site: false

Device	Mode	Status	Result	Message	Last Updated	Original Version
AP Force 130	AP	Online			Jun 26, 2021 18:14	4.5.5
CPE 1_FORCE 130	SM	Online	Rebooting	Update finished, waiting for reboot	Jun 26, 2021 18:15	4.4
CPE 2_FORCE 130	SM	Online	Skipped	Device is already running same version!	Jun 26, 2021 18:15	4.6.0.1
CPE 3_FORCE 130	SM	Online	Skipped	Device is already running same version!	Jun 26, 2021 18:15	4.6.0.1

Showing 1 - 4 Total: 4 10 < Previous 1 Next >

Figura 11. Tabla de información sobre actualización de dispositivos

WLAN's

Para la creación de WLAN's Y GRUPOS AP vamos a configuración y damos clic en la última opción.

Dentro de la pestaña WLAN's, damos clic en New.

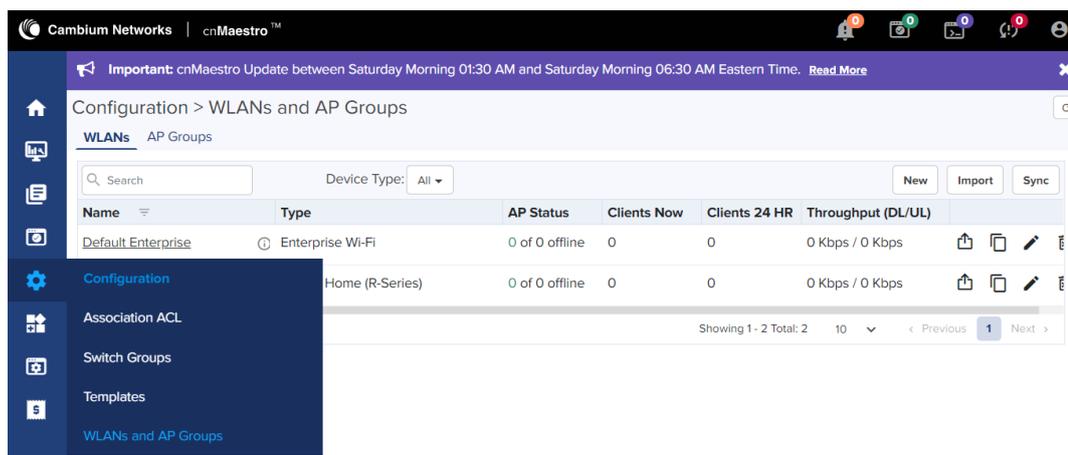


Figura 12. Pestaña para acceder a WLAN's y AP Groups

La información básica que nos solicita está el tipo de WLAN que puede ser Home (R-Series) o Enterprise Wi-Fi, nombre y descripción de esta.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

WLANs > Add New

WLAN

AAA Servers

Guest Access

Access Control

Passpoint

ePSK

Basic Information

Type*

Name*

Description

Figura 13. Información básica de WLAN

En las configuraciones básicas están el de habilitar o no el SSID, el nombre de SSID, Tipo de malla: base/cliente/modo Recovery, las VLAN asignadas a los clientes en la WLAN.

Basic Settings

SSID

Enable

SSID*

The SSID of this WLAN (up to 32 characters)

Mesh

Mesh Base/Client/Recovery mode

Figura 14. Configuraciones básicas de WLAN

Dentro de este mismo apartado están las propiedades de Seguridad, la frecuencia de radio y el aislamiento de los clientes.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Security
WPA2 Enterprise (802.1X) Set authentication and encryption type

Radios
5GHz Define radio types (2.4GHz, 5GHz) on which this WLAN should be supported

Client Isolation
Local

When selected, it prevents wireless clients connected to the same AP from communicating with each other in the same VLAN

cnMaestro Managed Roaming
Enable centralized Guest Access Session management of roaming for wireless clients through cnMaestro

Hide SSID Do not broadcast SSID in beacons

Figura 15. Configuraciones básicas de WLAN

En configuraciones avanzadas se puede editar el número de clientes, VLAN Pooling, hora de término de la sesión y el termino de sesión por inactividad.

Advanced Settings

Max Clients
127 Default maximum client assigned to this WLAN (1-256)

VLAN Pooling
Disable Configure VLAN Pooling

Session Timeout
28800 Session time in seconds (60 to 604800)

Inactivity Timeout
1800 Inactivity time in seconds (60 to 28800)

Drop Multicast Traffic Drop the send/receive of multicast traffic

UAPSD Enable UAPSD

QBSS Enable QBSS load element

DTIM Interval
1 Configure Delivery Traffic Indication Message (1 – 255 beacon count)

Figura 16. Configuraciones avanzadas de WLAN

Si se tiene un ambiente donde exista el famoso Internet de las cosas con dispositivos como: equipos de domótica es decir todo lo que se conecta de manera básica a nivel de Wi-Fi, lo que se hace es optimizar la petición de interfaz de aire de los servicios a nivel de DHCP. Para no crear tráfico basura desactivamos las opciones de Proxy ARP y Unicast DHCP.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

- Proxy ARP Respond to ARP requests automatically on behalf of clients
- Proxy ND Respond to ipv6 ND requests automatically on behalf of clients
- Unicast DHCP Convert DHCP-OFFER and DHCP-ACK to unicast before forwarding to clients
- Insert DHCP Option 82 Enable DHCP Option 82
- Tunnel Mode Enable tunnelling of WLAN traffic over configured tunnel
- Fast Roaming Protocol
 - OKC 802.11r Configure Roaming Protocol
 - RRM (802.11k) Enable Radio Resource Measurements (802.11k)
 - 802.11v Enable 802.11v BSS Transition Management

Figura 17. Configuraciones avanzadas de WLAN

Ahora esta WLAN creada se la puede asociar a los grupos de AP.

Grupos AP

Seguir en la última opción del apartado Configuración de la interfaz de cnMaestro. Dentro de la pestaña AP Groups dar clic en New.

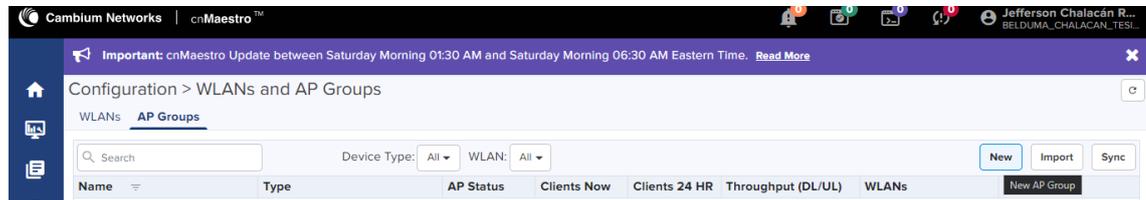


Figura 18. Creación de un nuevo grupo AP.

La información básica que nos solicita está el tipo de AP Group que puede ser Home (R-Series) o Enterprise Wi-Fi, nombre, país, locación, contacto, descripción.

Seleccionar Placement Outdoor ya que estos dispositivos se encontrarán fuera de las instalaciones ya sea de una casa, edificio, escuela, etc.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

AP Groups > Add New

- Basic**
- Management
- Radio
- Network
- Security
- Services
- User-Defined Overrides

Basic Information

Type: Enterprise Wi-Fi

Name*: WLAN TESIS

Auto Sync: Automatically push configuration changes to devices sharing this AP Group

Country*: Ecuador For appropriate regulatory configuration

Location: Guayaquil Location where this device is placed (max 64 characters)

Contact: Jefferson Chalacán - Nicole Belduma Contact information for the device (max 64 characters)

Description:

Placement: Indoor Outdoor Configure the AP placement details

Figura 19. Información básica de un grupo AP.

En esta instancia agregar la WLAN creada anteriormente o crear un nueva.

WLAN

Order	WLAN	Delete
No WLAN selected		

[Add WLAN](#) [Create WLAN](#)

Figura 20. Selección de la WLAN

Al agregar la WLAN aparecerán todas las que están disponibles.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 15 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

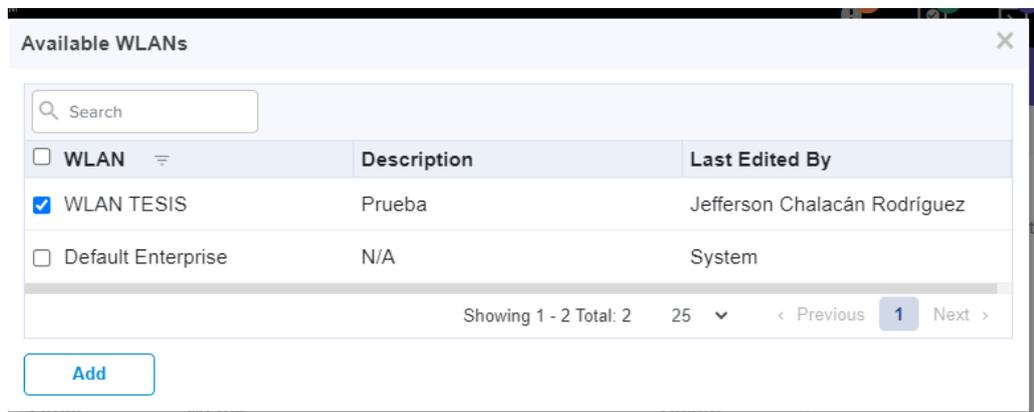


Figura 21. Selección de la WLAN

Se revisan parámetros de la administración del grupo AP.

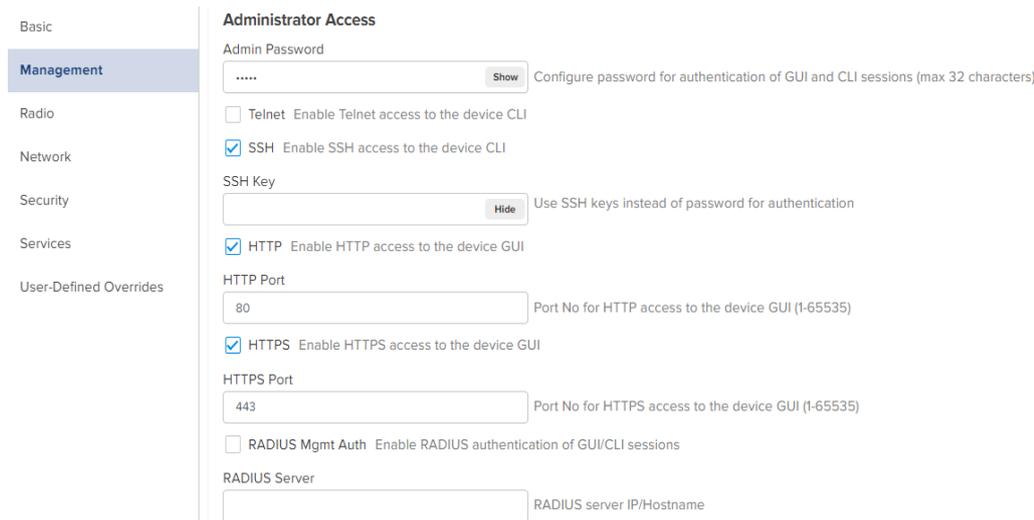
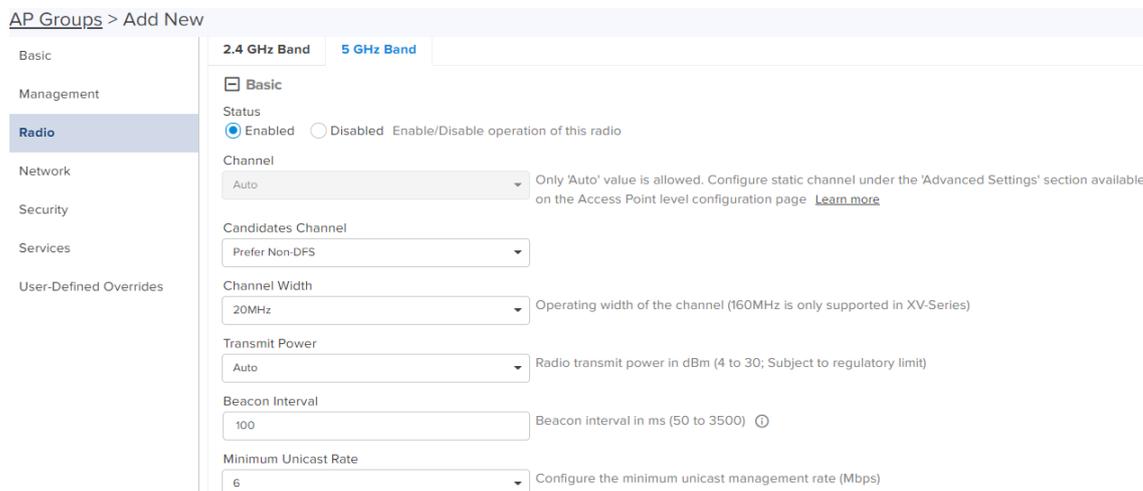


Figura 22. Administración del grupo AP

En Radio seleccionar la frecuencia en la que trabajan las antenas y editar los parámetros de ser necesario.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03



AP Groups > Add New

2.4 GHz Band | 5 GHz Band

Basic

Management

Radio

Network

Security

Services

User-Defined Overrides

Basic

Status
 Enabled Disabled Enable/Disable operation of this radio

Channel
 Auto Only 'Auto' value is allowed. Configure static channel under the 'Advanced Settings' section available on the Access Point level configuration page [Learn more](#)

Candidates Channel
 Prefer Non-DFS

Channel Width
 20MHz Operating width of the channel (160MHz is only supported in XV-Series)

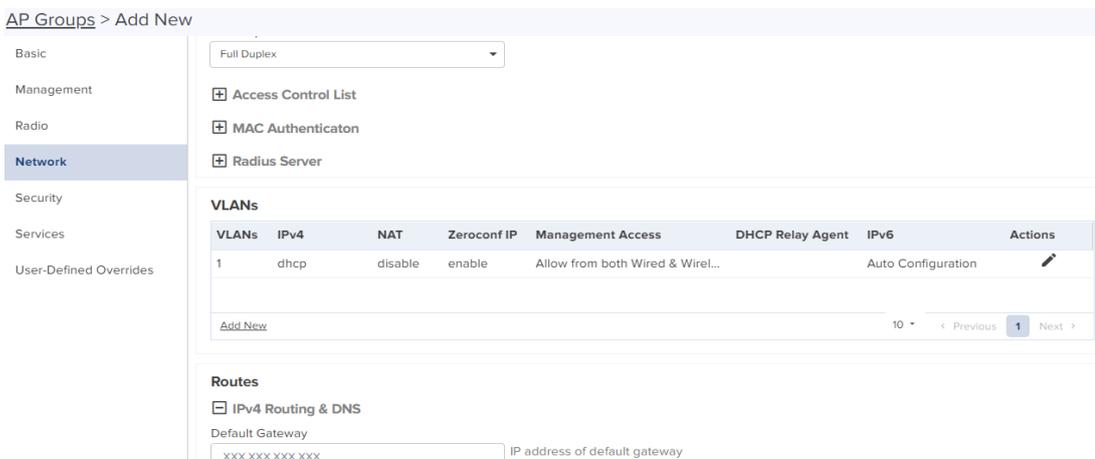
Transmit Power
 Auto Radio transmit power in dBm (4 to 30; Subject to regulatory limit)

Beacon Interval
 100 Beacon interval in ms (50 to 3500)

Minimum Unicast Rate
 6 Configure the minimum unicast management rate (Mbps)

Figura 23. Opciones del radio dentro del grupo AP

Opciones de red: lista de control de acceso, autenticación por MAC, servidor de radio, VLANs, rutas.



AP Groups > Add New

Basic

Management

Radio

Network

Security

Services

User-Defined Overrides

Full Duplex

Access Control List

MAC Authentication

Radius Server

VLANs

VLANs	IPv4	NAT	Zeroconf IP	Management Access	DHCP Relay Agent	IPv6	Actions
1	dhcp	disable	enable	Allow from both Wired & Wirel...		Auto Configuration	

Add New

10 < Previous 1 Next >

Routes

IPv4 Routing & DNS

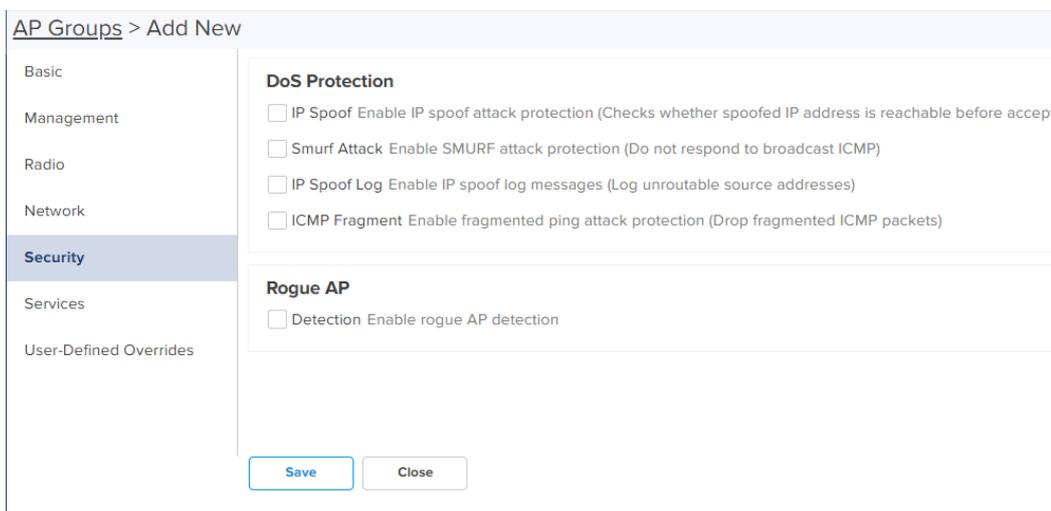
Default Gateway
 xxx.xxx.xxx.xxx IP address of default gateway

Figura 24. Opciones de red dentro del grupo AP

Se pueden habilitar las opciones de protección contra denegación de servicios y detección de AP's maliciosos

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



AP Groups > Add New

Basic

Management

Radio

Network

Security

Services

User-Defined Overrides

DoS Protection

IP Spoof Enable IP spoof attack protection (Checks whether spoofed IP address is reachable before accept)

Smurf Attack Enable SMURF attack protection (Do not respond to broadcast ICMP)

IP Spoof Log Enable IP spoof log messages (Log unroutable source addresses)

ICMP Fragment Enable fragmented ping attack protection (Drop fragmented ICMP packets)

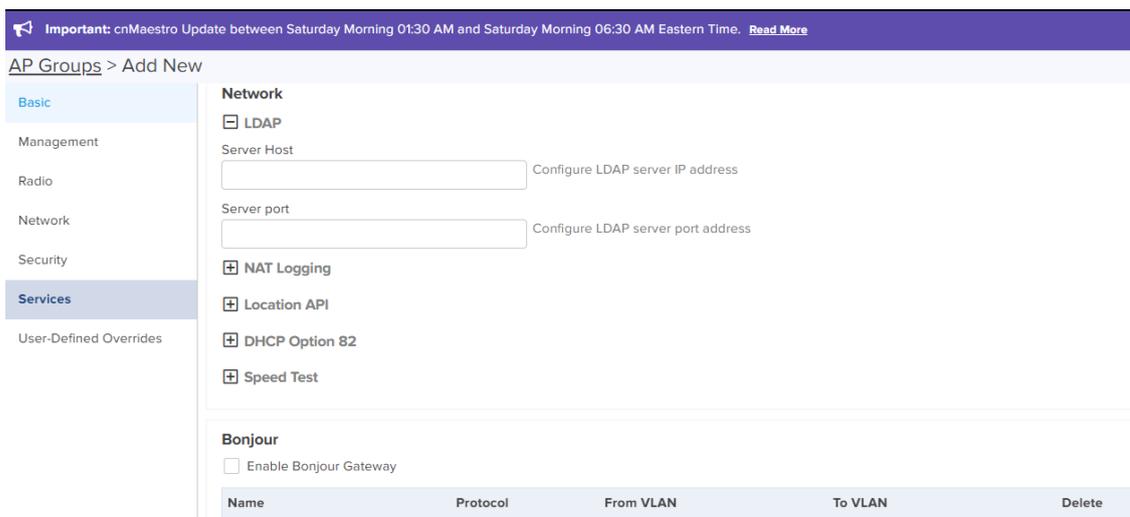
Rogue AP

Detection Enable rogue AP detection

Save Close

Figura 25. Opciones de seguridad dentro del grupo AP

Dentro de los servicios están LDAP, NAT Logging, Location API, DHCP Option y Speed Test.



Important: cnMaestro Update between Saturday Morning 01:30 AM and Saturday Morning 06:30 AM Eastern Time. [Read More](#)

AP Groups > Add New

Basic

Management

Radio

Network

Security

Services

User-Defined Overrides

Network

LDAP

Server Host Configure LDAP server IP address

Server port Configure LDAP server port address

NAT Logging

Location API

DHCP Option 82

Speed Test

Bonjour

Enable Bonjour Gateway

Name	Protocol	From VLAN	To VLAN	Delete
------	----------	-----------	---------	--------

Figura 26. Servicios del grupo AP

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 18 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Los ajustes de configuración ingresados en esta sección se aplicarán además de los ajustes del Grupo AP enviados al dispositivo. Esto permite aplicar configuraciones no admitidas en las pantallas anteriores.

AP Groups > Add New

Basic

Management

Radio

Network

Security

Services

User-Defined Overrides

User-Defined Overrides (Advanced)

Configuration settings entered below will be applied on top of the AP Group settings sent to the device. This allows you to apply configuration not supported in the previous screens. If there are conflicts, the below settings will take precedence. The format used is the same as a configuration file exported from the device via its web UI or the "View Device Configuration" link in the device level configuration page.

Variables and Macros

ⓘ Settings entered are not validated or error-checked (However, dollar (\$), period (.) or space characters are not allowed in a variable name and it should not be more than 64 characters long), and they may overwrite configuration made in previous screens, so please use them with caution. You are responsible for ensuring the resulting AP Group is valid and safe to use.

Save
Close

Figura 27. Anulaciones definidas por el usuario (Avanzado)

e. Recursos Utilizados

- PC
- cnMaestro

f. Resultados Obtenidos

- Actualización de los dispositivos y ubicación geográfica de los equipos
- Creación de un AP Group disponible para incorporación de nuevos dispositivos

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 19 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

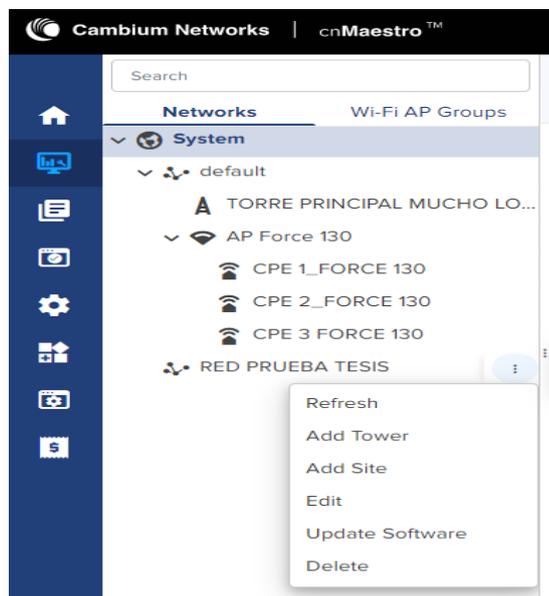


Figura 28. Red creada

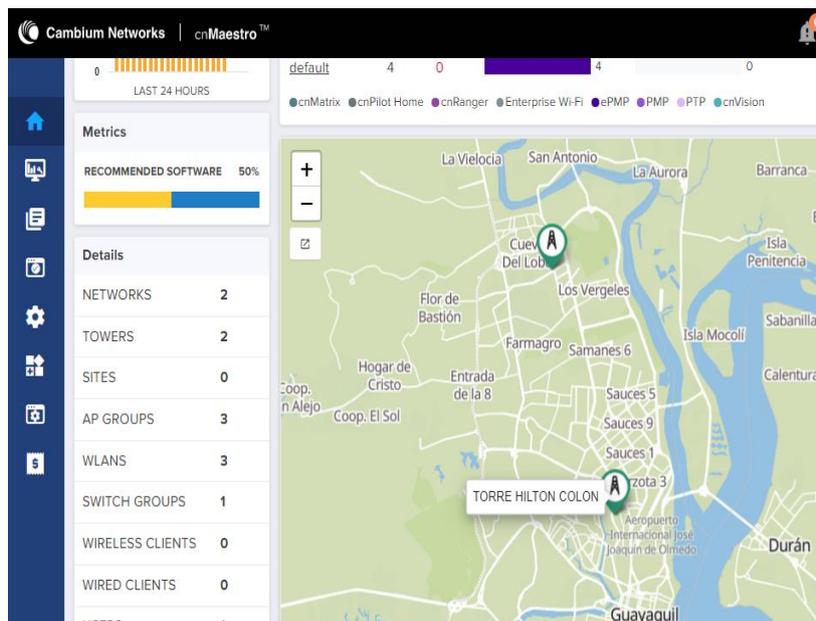


Figura 29. Torres con sus coordenadas de ubicación

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 20
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Job #1 Details: 4 ePMP Device(s)
Created By Jefferson Chalcán Rodríguez (Jun 26 2021 18:14:55)

Target Software Version: 4.6.0.1
Parallel: 10
Stop on Error: true
Sector Priority: SM First
Update both partitions: false
Retry skipped/offline device(s) on reconnect: true
Perform sequential updates within a site: false

Device	Mode	Status	Result	Message	Last Updated	Original Version
AP Force 130	AP	Online			Jun 26, 2021 18:14	4.5.5
CPE 1_FORCE 130	SM	Online	Rebooting	Update finished, waiting for reboot	Jun 26, 2021 18:15	4.4
CPE 2_FORCE 130	SM	Online	Skipped	Device is already running same version!	Jun 26, 2021 18:15	4.6.0.1
CPE 3_FORCE 130	SM	Online	Skipped	Device is already running same version!	Jun 26, 2021 18:15	4.6.0.1

Showing 1 - 4 Total: 4 10 < Previous 1 Next >

Figura 30. Actualización de dispositivos

Cambium Networks | cnMaestro™

Important: cnMaestro Update between Saturday Morning 01:30 AM and Saturday Morning 06:30 AM Eastern Time. [Read More](#)

Configuration > WLANs and AP Groups

WLANs AP Groups

Search [] Device Type: All

Name	Type	AP Status	Clients Now	Clients 24 HR	Throughput (DL/UL)
Default Enterprise	Enterprise Wi-Fi	0 of 0 offline	0	0	0 Kbps / 0 Kbps
Home (R-Series)	Home (R-Series)	0 of 0 offline	0	0	0 Kbps / 0 Kbps

Showing 1 - 2 Total: 2 10 < Previous 1 Next >

Figura 31. Acceso a WLANs y AP Groups

g. Bibliografía

<https://soporte.syscom.mx/es/articles/3835971-cnmaestro-creacion-de-wlans-grupos-y-agregado-de-aps-a-estos-grupos>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 9

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Creación de Perfiles MIR (Maximum Information Rate) para la administración de ancho de banda de los Suscriptores conectados al AP”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Crear perfiles MIR para limitar el consumo de Internet de los suscriptores asociados al AP.

b. Objetivos Específicos:

- Configurar diferentes anchos de banda para ser ofrecidos por el AP a los suscriptores.
- Definir en los CPE el perfil MIR a utilizar de acuerdo con los requerimientos de ancho de banda.

c. Marco Teórico

Las tecnologías de QoS disponen del control de ancho de banda, es decir permiten limitar la velocidad de descarga y subida de los datos de los clientes, tanto cableados como inalámbricos, de esta forma todo el ancho de banda no colapsará cuando se realicen descargas a través de redes punto a multipunto.

El control de ancho de banda no se realiza únicamente en routers o switches, pueden ser realizados en los puntos de acceso o AP, para priorizar paquetes.

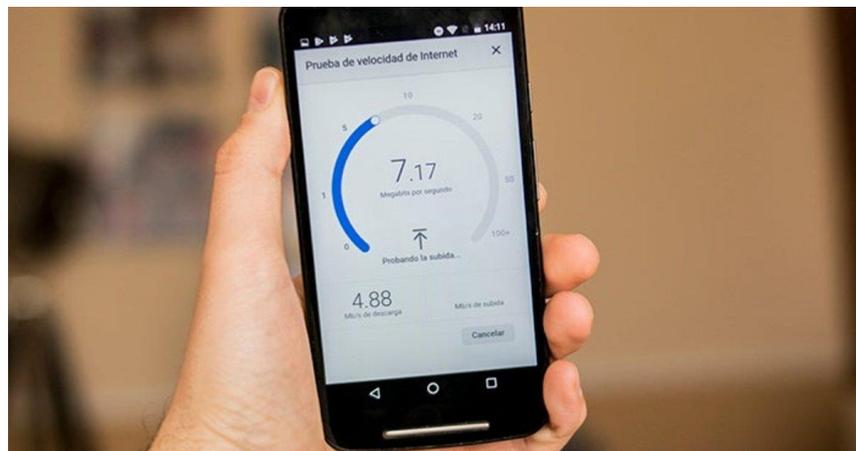


Figura 1. Prueba de velocidad de Internet

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Los equipos ePMP de Cambium Networks permiten mediante su interfaz la creación de perfiles de velocidad de información máxima (MIR, por sus siglas en inglés) para limitar la velocidad máxima de transferencia de datos de un suscriptor por SSID y otras configuraciones avanzadas; muchos proveedores utilizan estos perfiles para ofrecer diferentes niveles de servicio de sus redes.

Los perfiles MIR pueden configurarse por separado para cada suscriptor. Esta característica permite al AP administrar el ancho de banda asignado a cada CPE.

Se pueden crear varios perfiles con diferentes limitantes de velocidad para Downlink y Uplink.

d. Marco Procedimental

Creación de perfiles MIR

Dirigirse a la interfaz web principal de la antena AP, con los procedimientos aprendidos en prácticas anteriores.

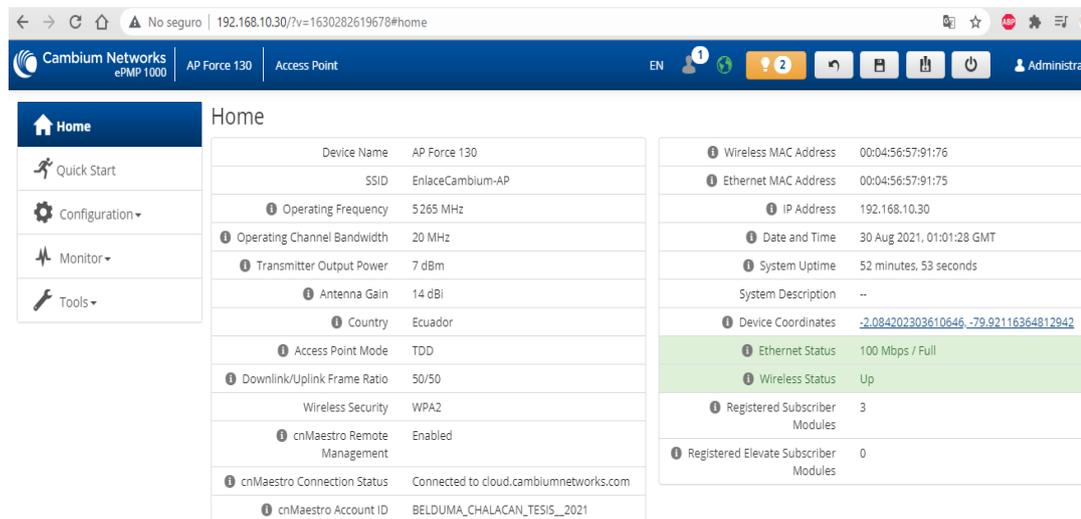


Figura 2. Interfaz web de la antena AP

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Buscar en el panel de navegación la opción Configuración y dar click en Quality of Service. Aparecerá el menú de configuración de los perfiles MIR, como primer paso se debe habilitar la opción MIR para que sean visibles para los módulos suscriptores.

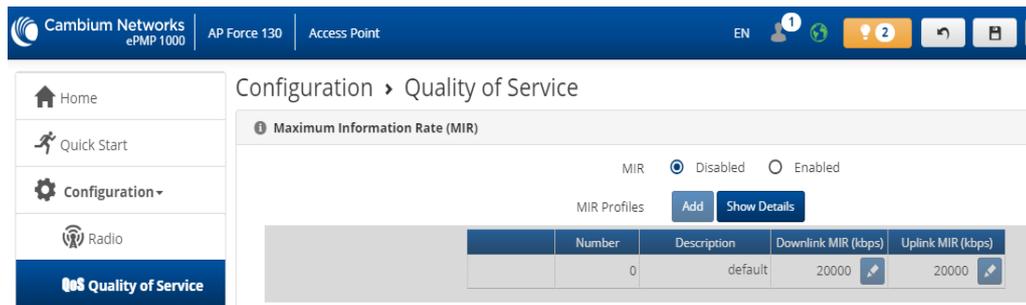


Figura 3. Habilitación de los perfiles MIR

Por default se tiene un perfil MIR número 0 el cual se pueden modificar los valores de Downlink y Uplink dado en kbps, en este perfil no se puede editar el apartado Descripción.

A continuación se agregaron dos perfiles MIR definidos de la siguiente manera.

Perfil MIR 0:

Descripción: default
Downlink MIR (kbps): 10000
Uplink MIR (kbps): 7000

Perfil MIR 1:

Descripción: PLAN ULTRA
Downlink MIR (kbps): 20000
Uplink MIR (kbps): 20000

Perfil MIR 2:

Descripción: PLAN ADVANCED
Downlink MIR (kbps): 30000
Uplink MIR (kbps): 30000

Guardar los cambios y reiniciar el equipo.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

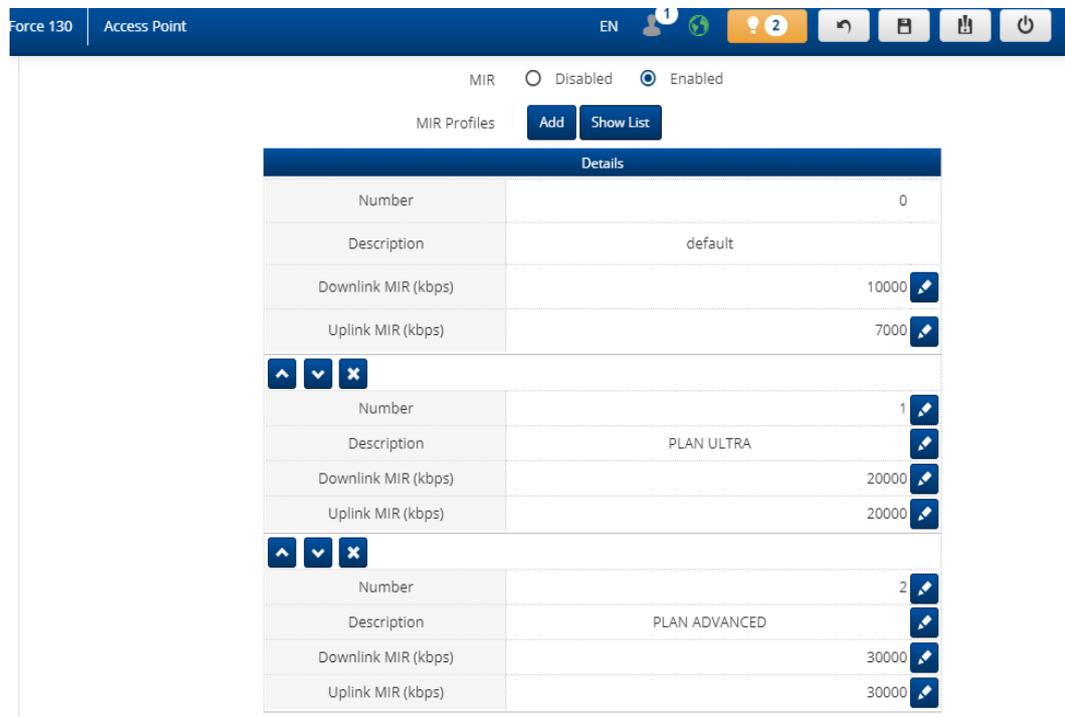


Figura 4. Definición de los perfiles MIR con sus respectivos valores de Dowlink y Uplink.

El siguiente paso es definir el perfil MIR de acuerdo con los requerimientos de velocidad en cada uno de los dispositivos suscriptores.

Ir a la interfaz web principal de todas las antenas suscriptoras.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Asignación de perfiles MIR

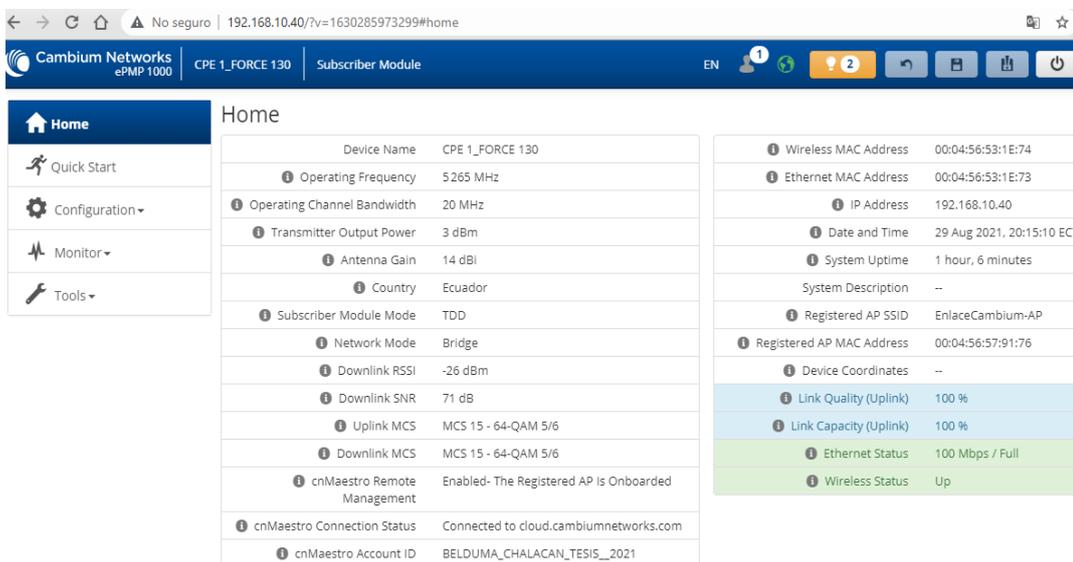


Figura 5. Interfaz web de la antena suscriptor 1

Buscar en el panel de navegación la opción Configuración y dar click en Quality of Service. Aparecerá el menú de configuración de los perfiles MIR, elegir el perfil que se adapte a lo requerido por el cliente de acuerdo con lo configurado en el módulo AP.

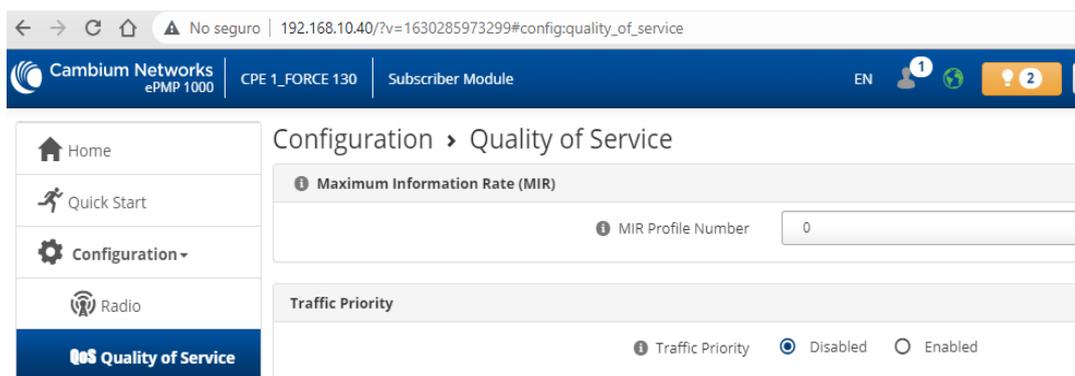


Figura 5. Perfil MIR 0 definido en el CPE 1

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Guardar el cambio realizado y reiniciar el equipo para cargar la información en la antena.

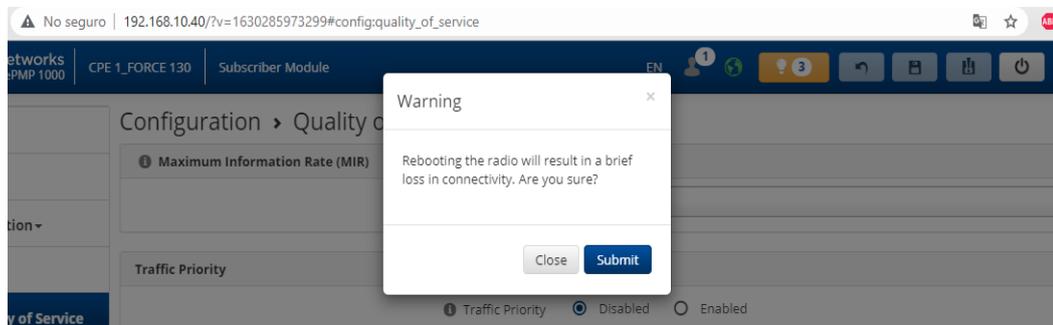


Figura 6. Reinicio de dispositivos suscriptores

El módulo CPE 2 está configurado con el perfil MIR #1

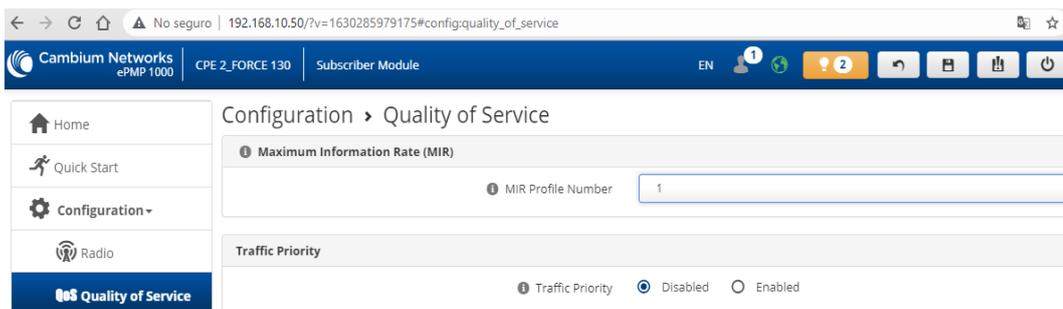


Figura 7. Perfil MIR 1 definido en el CPE 2

El módulo CPE 3 está configurado con el perfil MIR #2



Figura 8. Perfil MIR 2 definido en el CPE 3

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

e. Recursos Utilizados

- PC
- Dispositivos ePMP Force 130

f. Resultados Obtenidos

- Se realizó la configuración y el funcionamiento de los perfiles MIR para administrar el ancho de banda suministrado a los clientes

Para confirmar que los perfiles MIR funcionan de manera correcta, conectar diversos dispositivos a las distintas redes de los clientes finales y hacer un SpeedTest, en este caso el ISP principal es NETLIFE por lo tanto se lo realizó con su herramienta de medición.

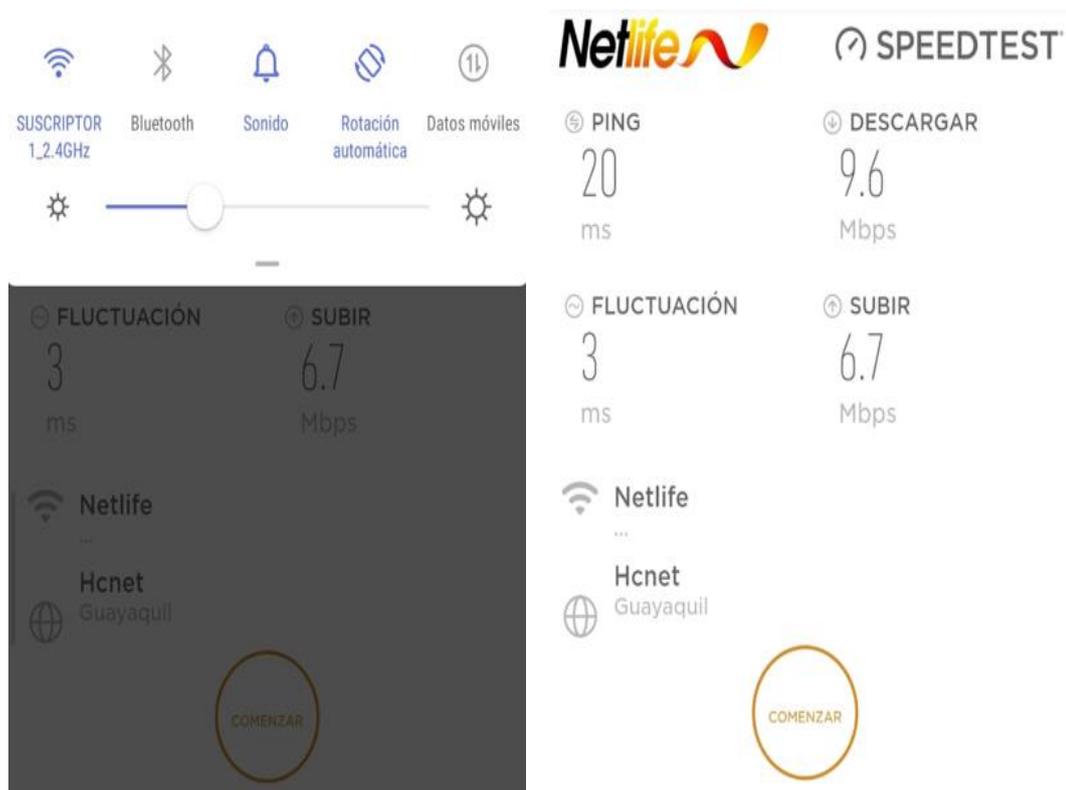


Figura 9. Red Suscriptor1_2.4GHz, se observa que la velocidad de carga y descarga son las correctas de acuerdo con la configuración en el perfil MIR 0.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

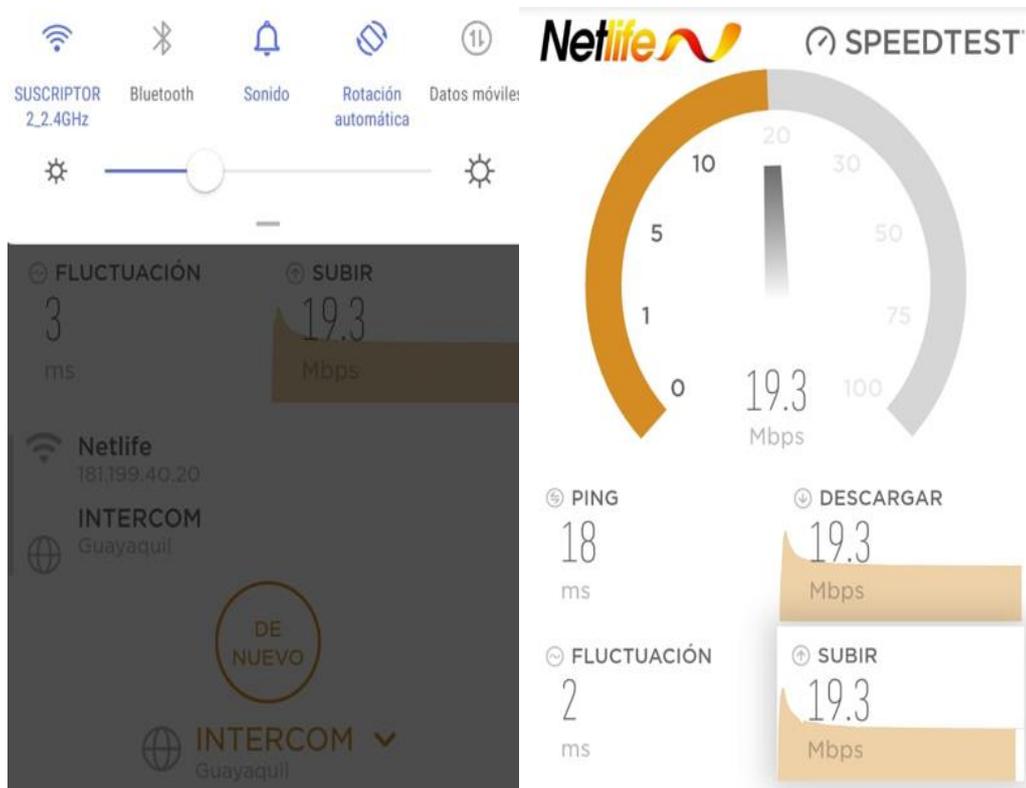


Figura 10. Red Suscriptor2_2.4GHz, se observa que la velocidad de carga y descarga son las correctas de acuerdo con la configuración en el perfil MIR 1.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

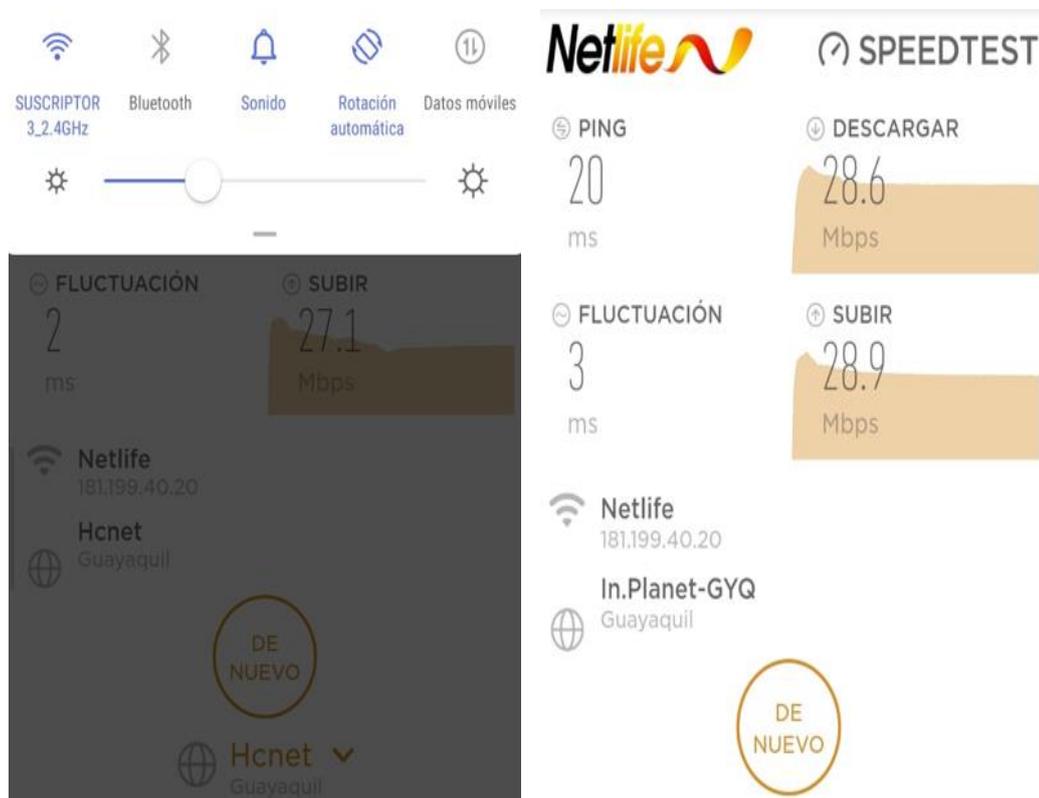


Figura 11. Red Suscriptor3_2.4GHz, se observa que la velocidad de carga y descarga son las correctas de acuerdo con la configuración en el perfil MIR 2

g. Bibliografía

<https://soporte.syscom.mx/es/articles/2659491-cambium-networks-traffic-shaping-como-limitar-ancho-de-banda-en-clientes-cpe-sm>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 1 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

RADIOENLACES Y REDES INALÁMBRICAS

PRÁCTICA # 10

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 20

DOCENTE

ING. CARLOS PÉREZ

TIEMPO ESTIMADO:

2 HORAS

TEMA: “Administración y monitoreo de equipos Cambium Networks con la plataforma cnMaestro”

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 2 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

a. Objetivo General:

- Administrar y monitorear equipos Cambium Networks con la Plataforma cnMaestro.

b. Objetivos Específicos:

- Comprender las diferentes interfaces de administración en tiempo real con que cuenta cnMaestro.
- Conocer las opciones de monitoreo para optimizar la disponibilidad del sistema con equipos ePMP.

c. Marco Teórico

La administración de red se define como el proceso de administración, monitoreo, configuración y posibles fallos en el rendimiento de la red, mediante la utilización de diversas herramientas y tecnologías. El objetivo de la administración de red es lograr una red libre de errores.

Hay cuatro aspectos críticos de un software de administración de red:

- Identificación de fallos
- Administración del rendimiento
- Aprovisionamiento de red

El mayor desafío con las soluciones de administración de redes actuales es identificar fallos de manera proactiva antes de que afecte a los usuarios finales.



Figura 1. cnMaestro, administrador de red oficial de la marca Cambium Networks
Cambium Networks ofrece una plataforma eficaz, segura y con soporte de primer

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 3 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

mundo, ofreciendo total visibilidad de la red como es Cn Maestro, la cual permite la administración remota, monitoreo, configuración, operación, entre otras, de las familias EPMP, PMP y PTP (BackHaul).

d. Marco Procedimental

cnMaestro proporciona varias formas de navegar por sus dinámicas, interactivas y amigables interfaces que permiten administrar y monitorear las distintas redes, torres, sitios, grupos de AP, WLAN's, notificaciones, configuraciones, estadísticas, actualizaciones y clientes.

Home Page

La página de inicio es la primera página que se muestra cuando el usuario inicia sesión en cnMaestro. Se puede acceder desde cualquier página de la interfaz de usuario seleccionando la pestaña Inicio.

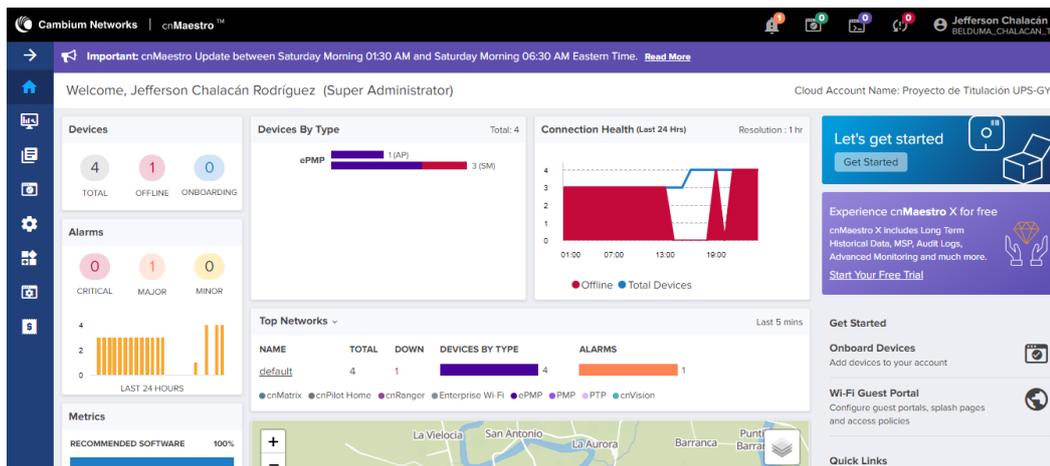


Figura 2. Home Page de cnMaestro

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 4 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Proporciona acceso a las áreas funcionales principales de la interfaz de usuario, así como al Centro de soporte, la comunidad y la documentación de Cambium Networks.

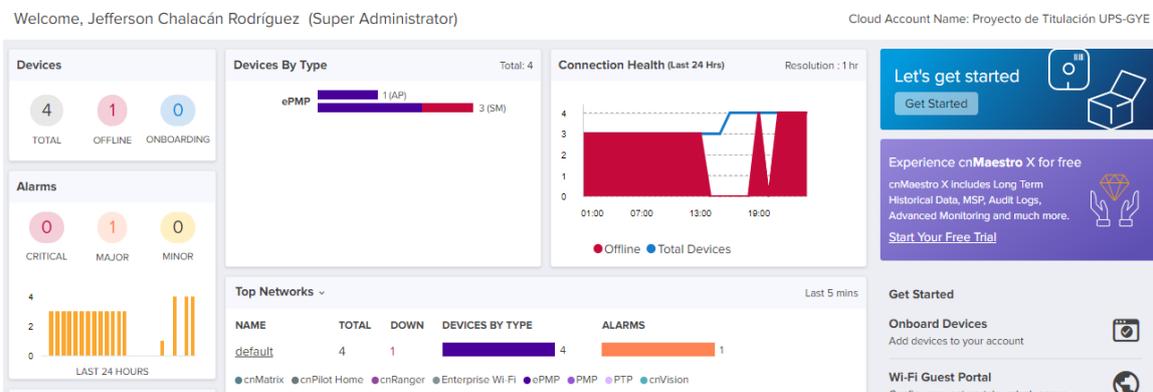


Figura 3. Home Page de cnMaestro

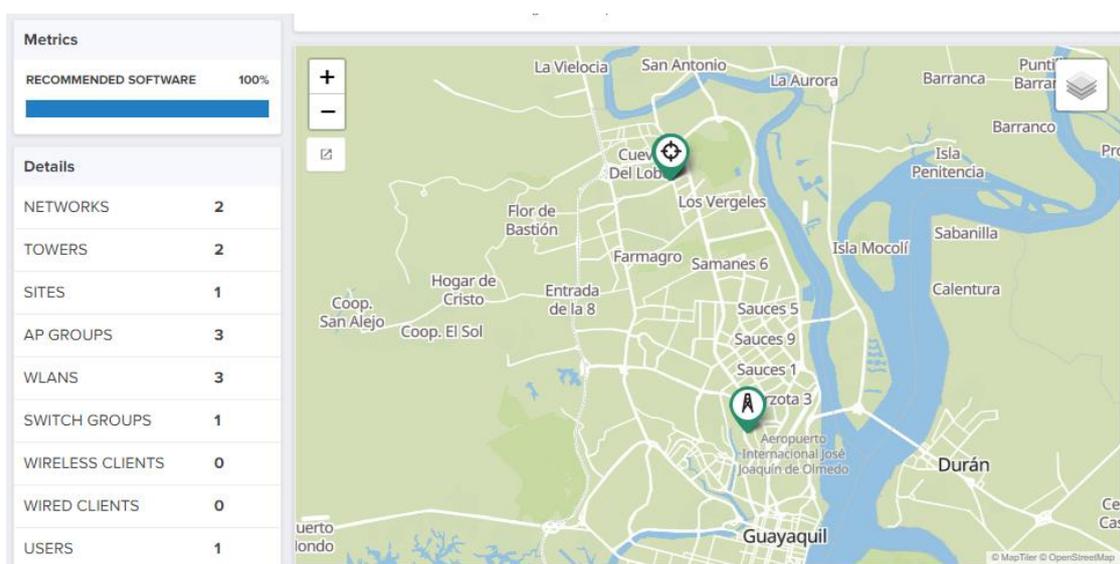


Figura 4. Home Page de cnMaestro

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 5 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

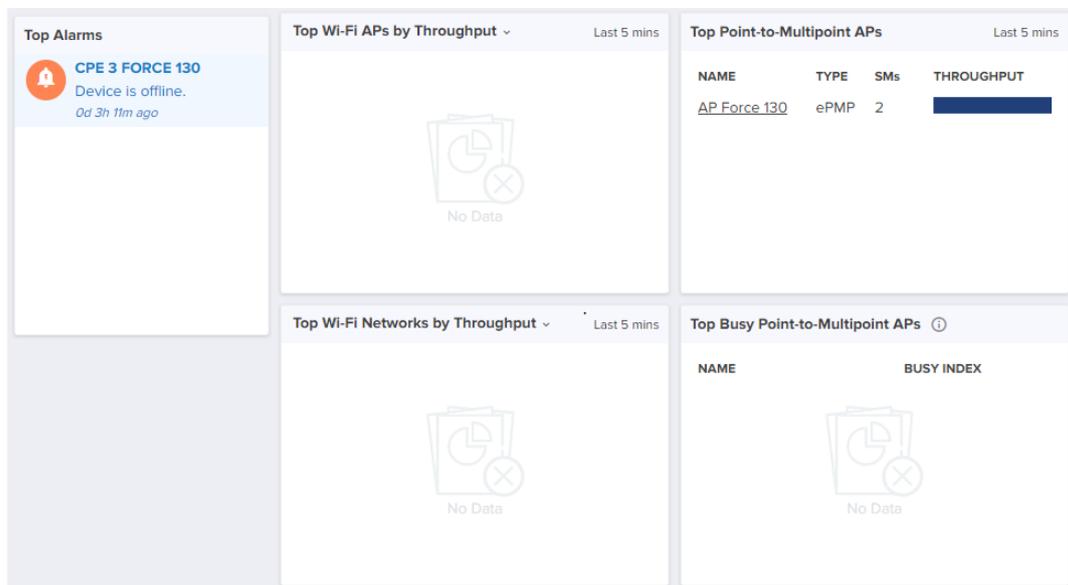


Figura 5. Home Page de cnMaestro

Dentro de la pestaña Monitor and Manage e tendrá las opciones de administración y monitoreo, en tres distintos niveles: Sistema, Access Points conectados y Suscriptores conectados.

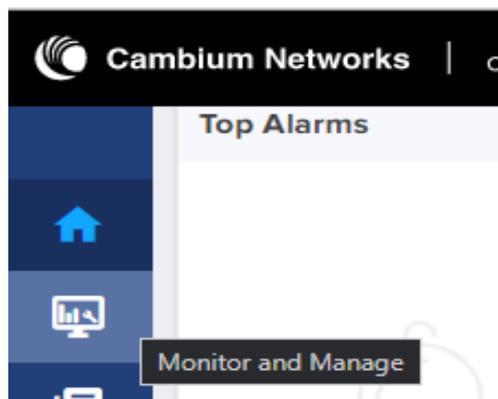


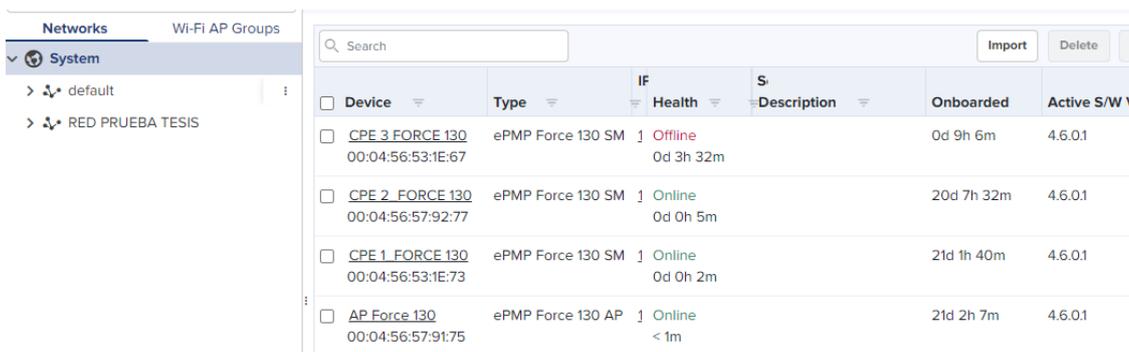
Figura 6. Home Page de cnMaestro

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 6 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Sistema

Se encuentran los dispositivos del sistema detallados con su respectiva información: Como nombre de dispositivo, tipo de dispositivo, estado, descripción, IP, número de serie, dirección MAC, entre otros.



Device	Type	IP	Health	S	Description	Onboarded	Active S/W V
CPE 3 FORCE 130 00:04:56:53:1E:67	ePMP Force 130 SM		Offline			0d 9h 6m	4.6.0.1
CPE 2 FORCE 130 00:04:56:57:92:77	ePMP Force 130 SM		Online			20d 7h 32m	4.6.0.1
CPE 1 FORCE 130 00:04:56:53:1E:73	ePMP Force 130 SM		Online			21d 1h 40m	4.6.0.1
AP Force 130 00:04:56:57:91:75	ePMP Force 130 AP		Online			21d 2h 7m	4.6.0.1

Figura 7. Dispositivos conectados al Sistema

Para visualizar de otra manera esta información, se pueden exportar estos datos en formatos CSV y PDF.

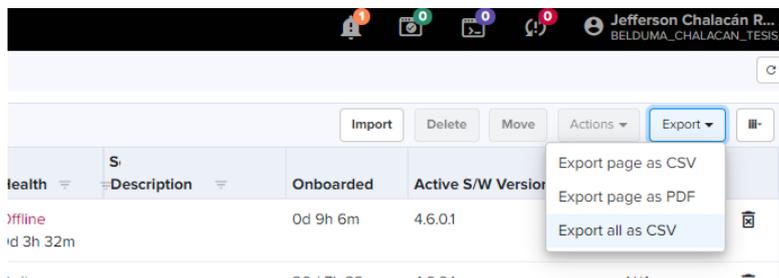


Figura 8. Home Page de cnMaestro

Al exportarlos como PDF se nos descarga un archivo, como se muestra en la Figura 9.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 7 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Inventory Details Report

Date: Sun Jun 27 2021

Cambium ID: BELDUMA_CHALACAN_TESIS__2021

Report generated by: Jefferson Chalacán Rodríguez

MAC	Device Name	IP Address	IPv6 Address	Device Type	Serial Number	Description	Active S/W Version	Duration	Status	Status Time	Status Time (Seconds)	Height
	CPE 3 FORCE 130	192.168.10.60	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	0d 9h 10m	Offline	0d 3h 35m	12937	N/A
	CPE 2 FORCE 130	192.168.10.50	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	20d 7h 35m	Online	0d 1h 21m	4897	N/A
	CPE 1 FORCE 130	192.168.10.40	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	21d 1h 43m	Online	0d 1h 21m	4902	N/A
	AP Force 130	192.168.10.30	N/A	ePMP Force 130 AP			4.6.0.1	21d 2h 11m	Online	0d 1h 21m	4891	N/A

Figura 9. Reporte detallado de los dispositivos conectados

Dashboard

Las páginas del tablero se personalizan para cada tipo de dispositivo y nivel de agregación (como Sistema, Red, Torre y Sitio). Las páginas que representan los dispositivos proporcionan información sobre la ubicación, los parámetros de configuración importantes y el rendimiento. Los nodos Sistema, Red, Torre y Sitio agregan datos del tablero para los dispositivos que contienen.

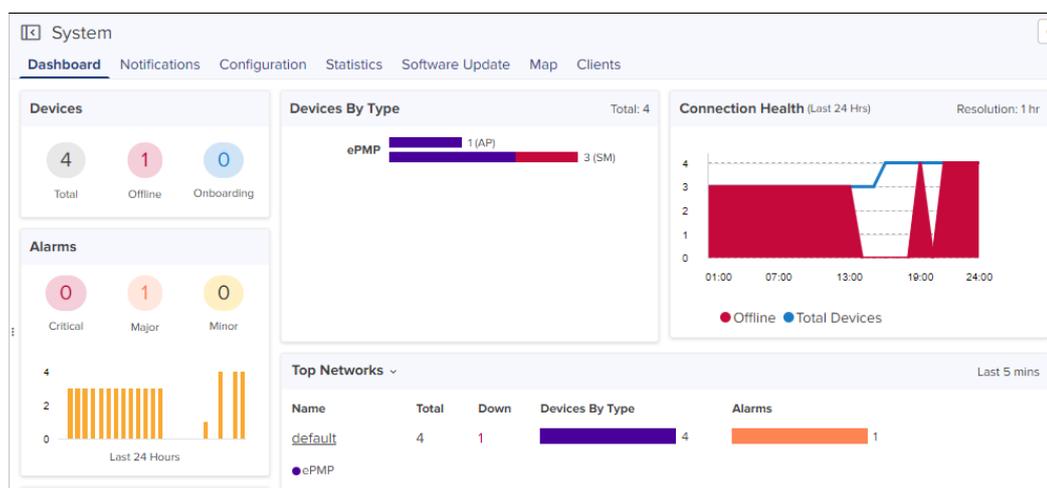


Figura 10. Dashboard del Sistema

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 8 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

- **Devices:** Se muestra el total de dispositivos, dispositivos online y dispositivos en estado de Onboarding.
- **Devices By Type:** Dispositivos agrupados por el tipo de equipo y a su vez si son AP o módulos suscriptores.
- **Connection Health:** Total de dispositivos y dispositivos Offline.
- **Alarms:** Nos muestran alarmas críticas, importantes y menores.
- **Top Networks:** Explica a manera de resumen el nombre de la red, el total de equipos instalados, equipos desconectados y el número y tipo de alarma por color.

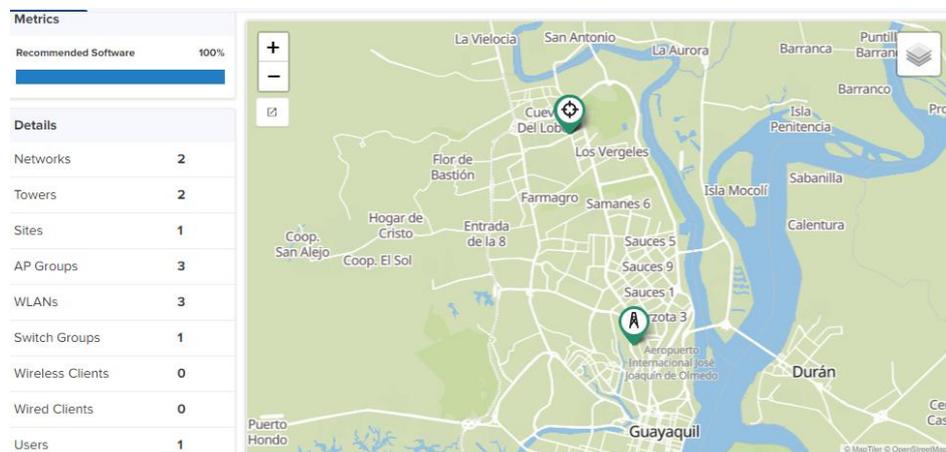


Figura 11. Dashboard del Sistema

- **Metrics:** Porcentaje de software recomendado
- **Details:** Resumen global de redes, torres, sitios, AP Groups, WLANs, Switch Groups, Clientes Wireless, Clientes por cable y usuarios.
- **Mapa:** Se muestran las distintas torres y sitios.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 9 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

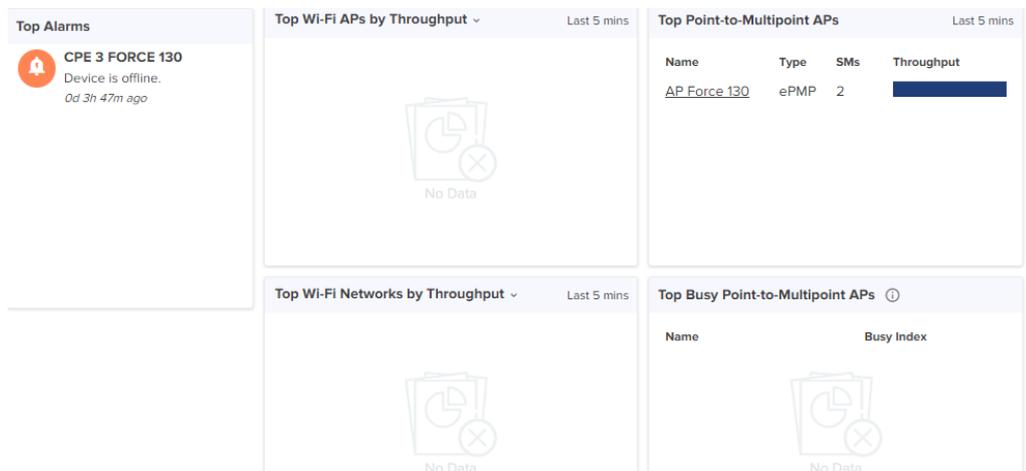


Figura 12. Dashboard del Sistema

- **Top Alarms:** Muestra las alarmas presentadas en cada dispositivo, estado del dispositivo y hora en que ocurrió.
- **Top Wi-Fi APs by Throughput:** Indica los principales Access Points de acuerdo con su rendimiento.
- **Top Point-to-Multipoints APs:** Muestra los APs que están desempeñando la función de punto-multipunto.
- **Top Wi-Fi Networks by Throughput:** Indica las principales redes Wi-Fi de acuerdo con su rendimiento.
- **Top Busy Point-to-Multipoints APs:** Muestra los APs ocupados que están desempeñando la función de punto-multipunto.

Notificaciones

Las notificaciones constan de alarmas, historial de alarmas y eventos. Son mensajes sincrónicos que proporcionan el estado del sistema en tiempo real

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 10 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

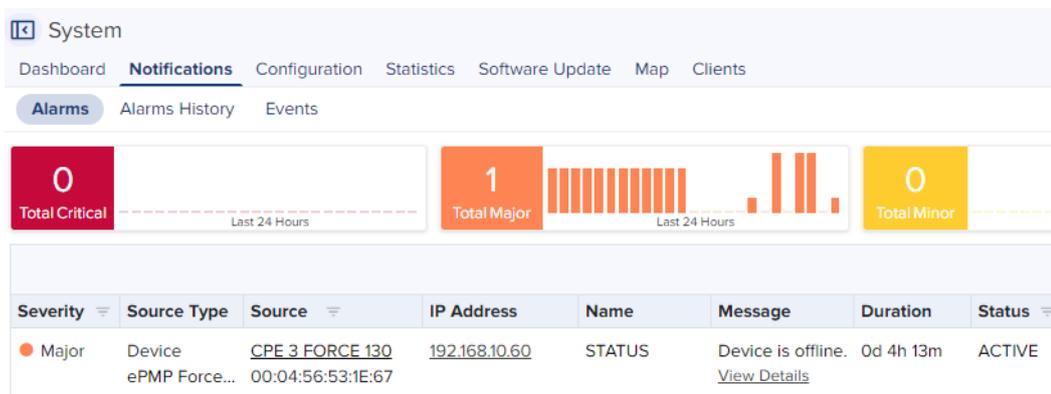


Figura 13. Notificaciones del sistema

- **Alarms:** Presenta el total de alarmas ya sean críticas, importantes o menores.

Alarm History (Last Week)

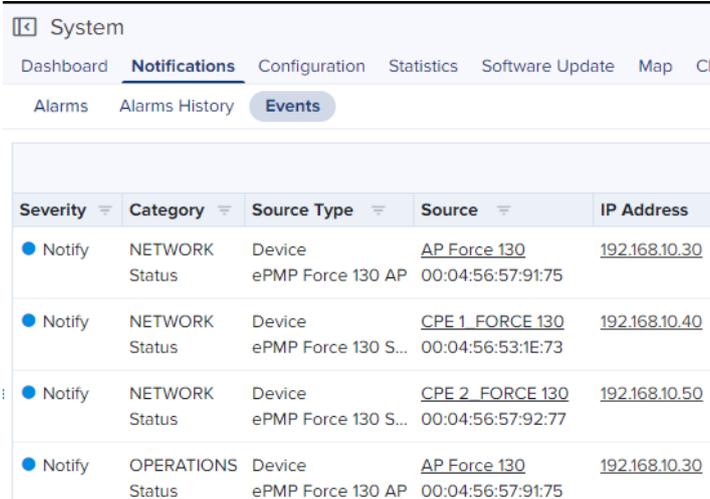
Severity	Source Type	Source	IP Address
Major	Device ePMP Force ...	CPE 3 FORCE 130 00:04:56:53:1E:67	192.168.10.60
Major	Device ePMP Force ...	CPE 2 FORCE 130 00:04:56:57:92:77	192.168.10.50
Major	Device ePMP Force ...	AP Force 130 00:04:56:57:91:75	192.168.10.30
Major	Device ePMP Force ...	CPE 1 FORCE 130 00:04:56:53:1E:73	192.168.10.40
Major	Device ePMP Force ...	CPE 3 FORCE 130 00:04:56:53:1E:67	192.168.10.60
Major	Device ePMP Force ...	AP Force 130 00:04:56:57:91:75	192.168.10.30
Major	Device ePMP Force ...	CPE 2 FORCE 130 00:04:56:57:92:77	192.168.10.50
Major	Device	CPE 1 FORCE 130	192.168.10.40

Figura 14. Historial de alarmas

- **Alarm History:** Se muestran todas las alarmas de la última semana con información de la severidad de la alarma, el tipo de dispositivo, nombre, dirección MAC y dirección IP.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 11 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		



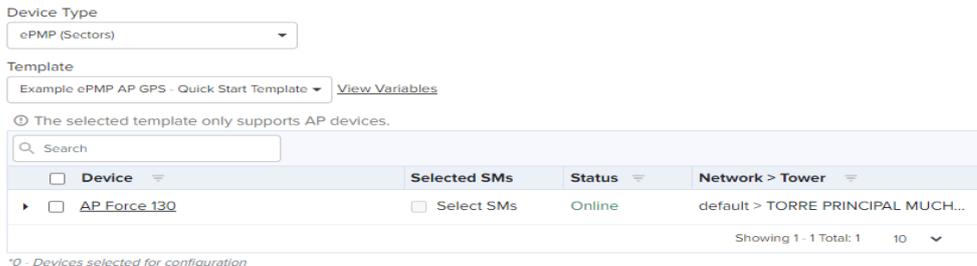
Severity	Category	Source Type	Source	IP Address
Notify	NETWORK Status	Device ePMP Force 130 AP	AP Force 130 00:04:56:57:91:75	192.168.10.30
Notify	NETWORK Status	Device ePMP Force 130 S...	CPE 1_FORCE 130 00:04:56:53:1E:73	192.168.10.40
Notify	NETWORK Status	Device ePMP Force 130 S...	CPE 2_FORCE 130 00:04:56:57:92:77	192.168.10.50
Notify	OPERATIONS Status	Device ePMP Force 130 AP	AP Force 130 00:04:56:57:91:75	192.168.10.30

Figura 15. Eventos presentados

- **Events:** Se muestran todos los eventos con información de la severidad del evento, categoría, el tipo de dispositivo, nombre, dirección MAC y dirección IP.

Configuración

En el apartado de configuración se pueden editar los parámetros de acuerdo a las necesidades del enlace inalámbrico que se quiere obtener.



Device	Selected SMs	Status	Network > Tower
<input type="checkbox"/> AP Force 130	<input type="checkbox"/> Select SMs	Online	default > TORRE PRINCIPAL MUCH...

Figura 16. Configuración del sistema

- **Device Type:** Seleccionar los diferentes tipos de dispositivos que soporta la plataforma.
- **Template:** Existe la opción de seleccionar diferentes tipos de plantillas que podemos activarlas ya sea solo en el AP o junto con sus suscriptores.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 12 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Update
 Now Schedule

Job Options
 Stop update on critical error

Within a sector, update
 SMs first and then AP
 AP first and then SMs

Devices to update in parallel (1-500)

Notes

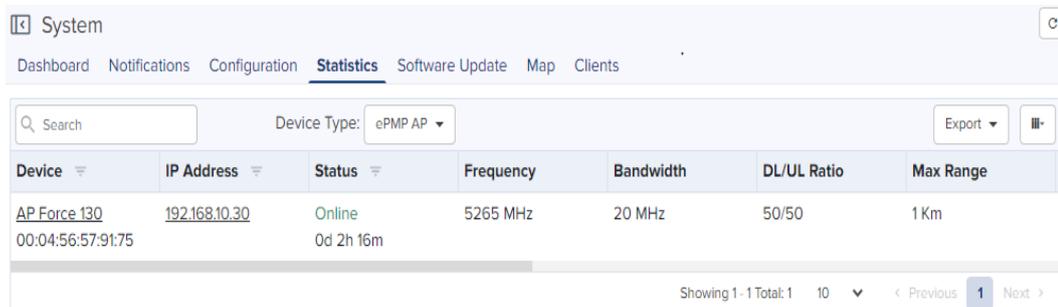
[View Configuration Jobs](#)

Figura 17. Configuración del sistema

- **Update:** Elegir si actualizamos la plantilla Ahora o de manera programada de acuerdo con una fecha y hora.
- **Job Options:** Seleccionar si parar la actualización si sucede algún error crítico y si primero actualizamos el AP y luego los suscriptores o viceversa.

Estadísticas

Las estadísticas proporcionan una agregación tabular de datos, incluida información general sobre los dispositivos monitoreados, así como métricas inalámbricas, de red y de tráfico. Las páginas de detalles proporcionan información sobre un solo dispositivo, generalmente en formato de página.



Device	IP Address	Status	Frequency	Bandwidth	DL/UL Ratio	Max Range
AP Force 130 00:04:56:57:91:75	192.168.10.30	Online 0d 2h 16m	5265 MHz	20 MHz	50/50	1 Km

Figura 18. Estadísticas del sistema

- Nos brinda la opción de buscar información o estadísticas de acuerdo con el tipo de equipo, en este caso se está trabajando con dispositivo ePMP.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 13 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

Actualización de Software

Interfaz muy parecida a la pestaña de configuración, lo único que cambia son las actualizaciones a las versiones recientes de software.

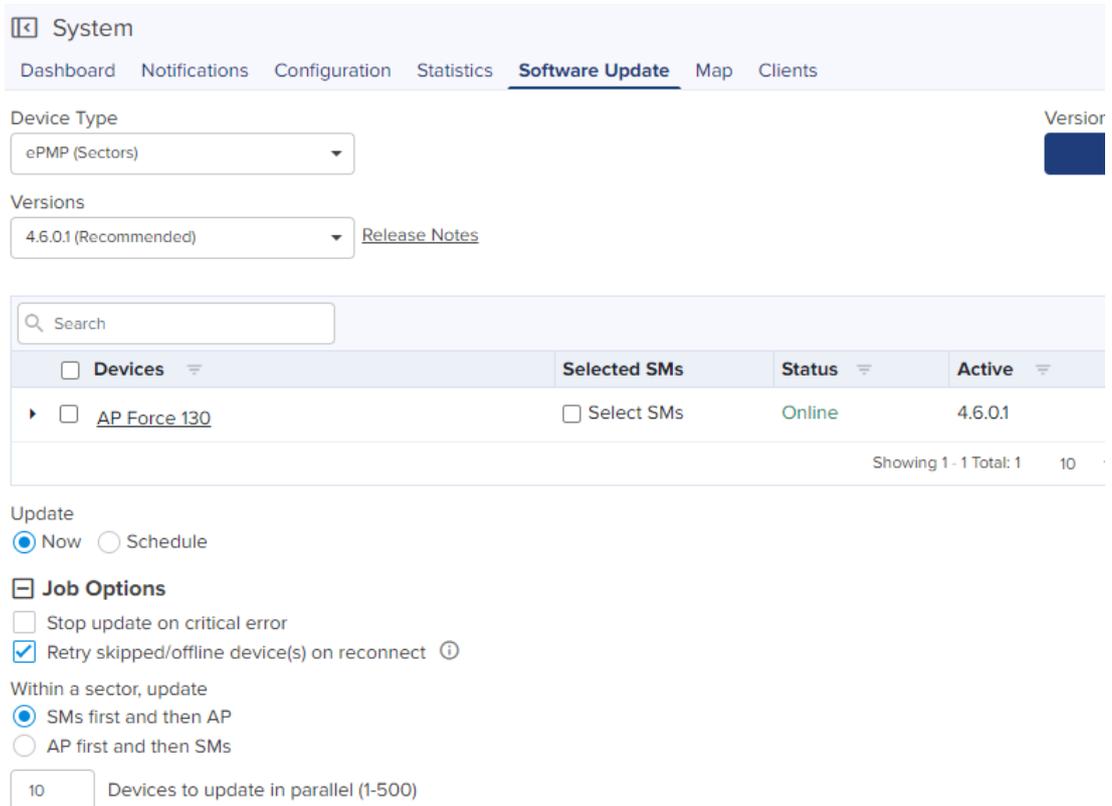


Figura 19. Actualización de software del sistema

Mapas

Los mapas proporcionan visualización para torres, sitios y dispositivos. Muestran proximidad a otros dispositivos, conectividad entre dispositivos, estado del dispositivo y parámetros de estado seleccionables.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 14 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

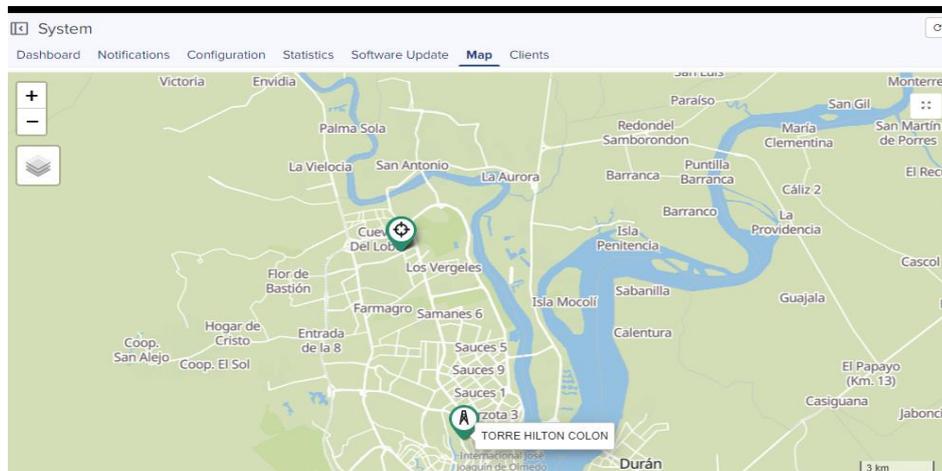


Figura 20. Pestaña Maps incluida en el Sistema.

Se admiten dos vistas en los mapas del sistema y los mapas del panel de red / torre:

- Vista de calle
- Vista de satélite

Cientes

La sección muestra los detalles de todos los clientes inalámbricos y cableados.

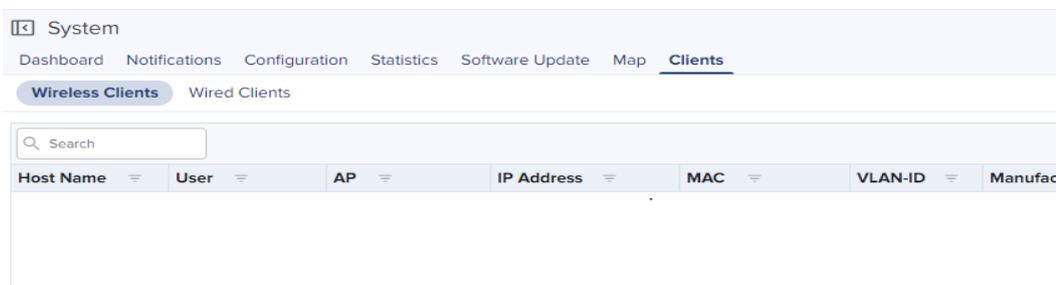


Figura 21. Clientes registrados en el Sistema.

AP

En el Dashboard se muestran las opciones de monitoreo a manera de resumen como, por ejemplo: estado del AP, módulos suscriptores conectados y rendimiento del enlace, además el estado de las alarmas, los detalles del Access Point, gráfico de rendimiento y detalles del radio.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

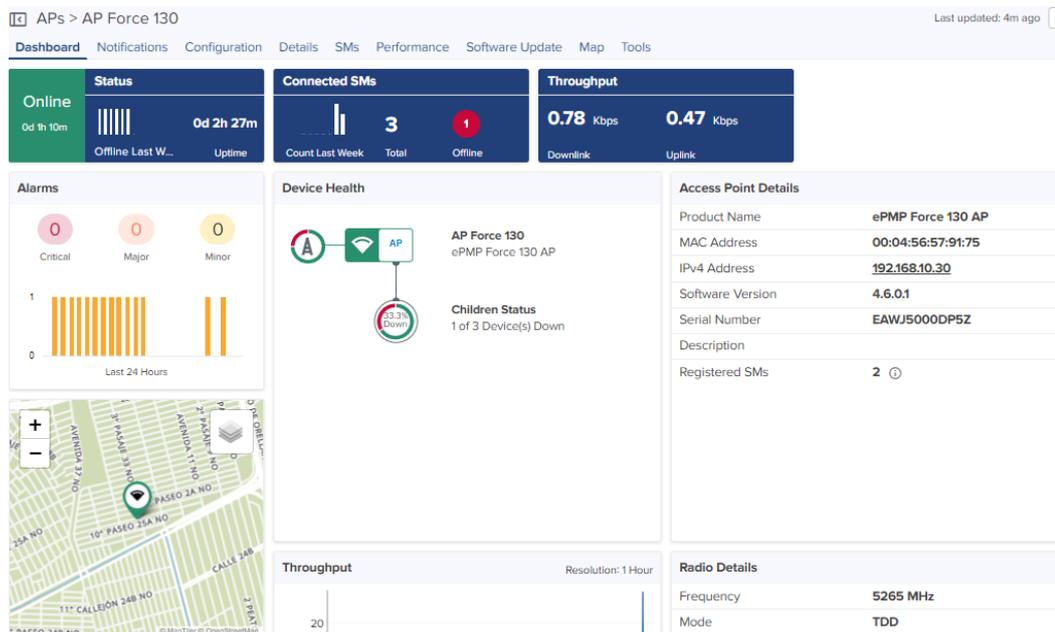


Figura 22. Dashboard del AP Force 130

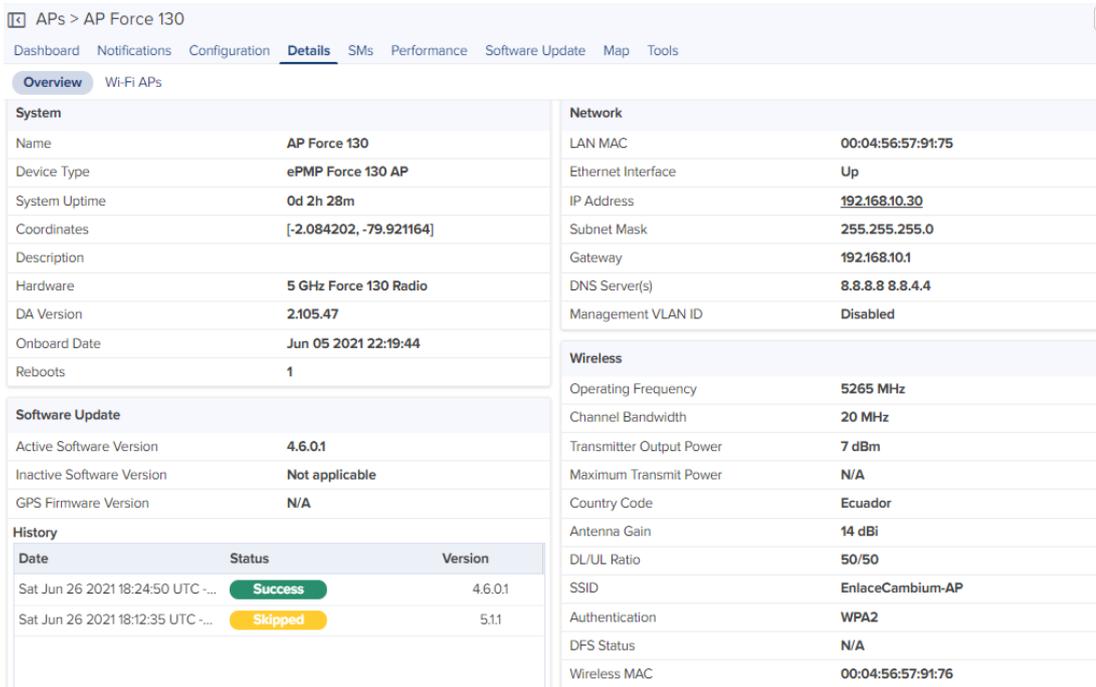


Figura 23. Detalles del AP Force 130

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 16 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

- **System:** Indica información acerca del sistema.
- **Network:** Muestra las configuraciones realizadas a nivel de red.
- **Software Update:** Versión de software instalada en los equipos.
- **Wireless:** Expone todos los parámetros configurados en la antena AP.
- **History:** Historia de las actualizaciones realizadas en los equipos.
- **Limits:** Número máximo configurado de suscriptores y numero rango máximo configurado en kilómetros.

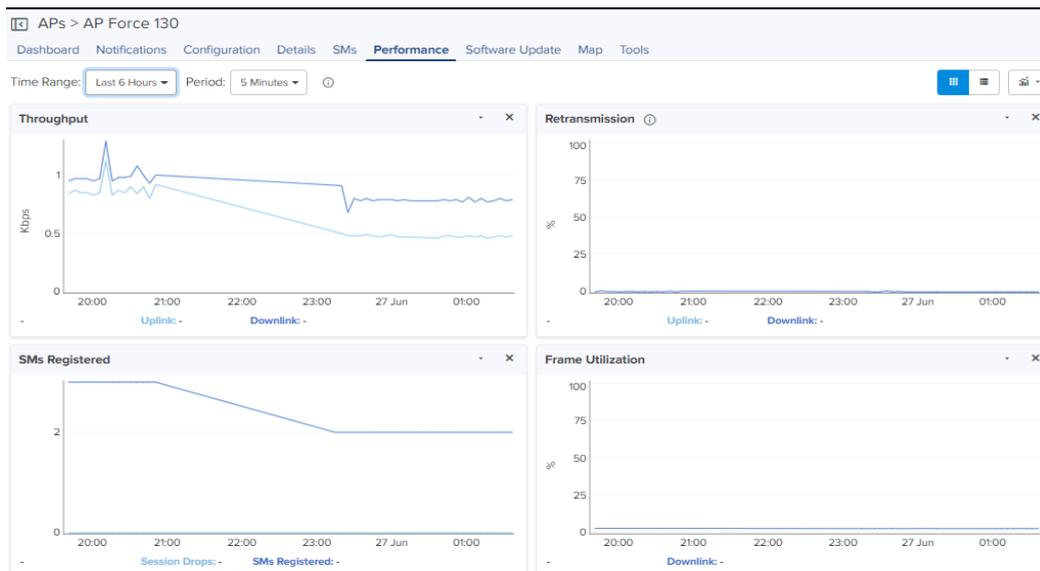


Figura 24. Desempeño del AP Force 130

- **Throughput:** Rendimiento del enlace mostrado en gráficos de Uplink y Downlink
- **Retransmission:** El enlace ascendente solo está disponible para conexiones de más de 24 horas de duración.
- **SMs Registered:** Número de módulos suscriptores registrados.
- **Frame Utilization:** Uso de trama.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 17 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

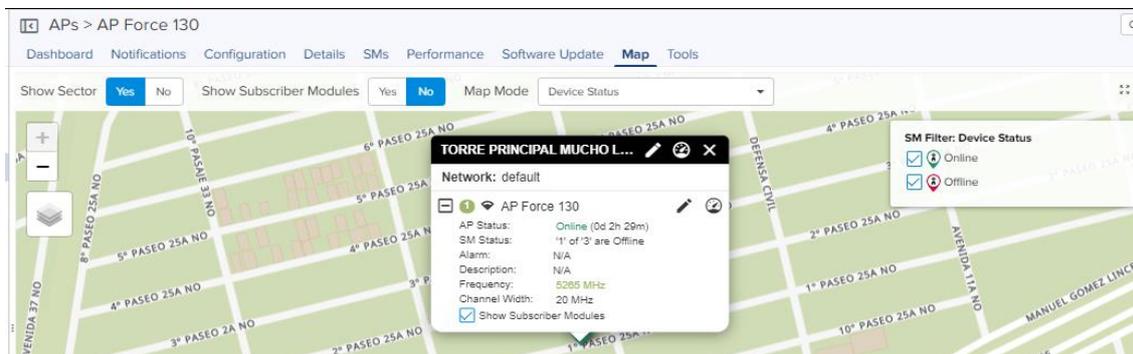


Figura 25. Ubicación del AP en la torre principal

En el mapa se tiene la opción de mostrar los sectores y módulos suscriptores.

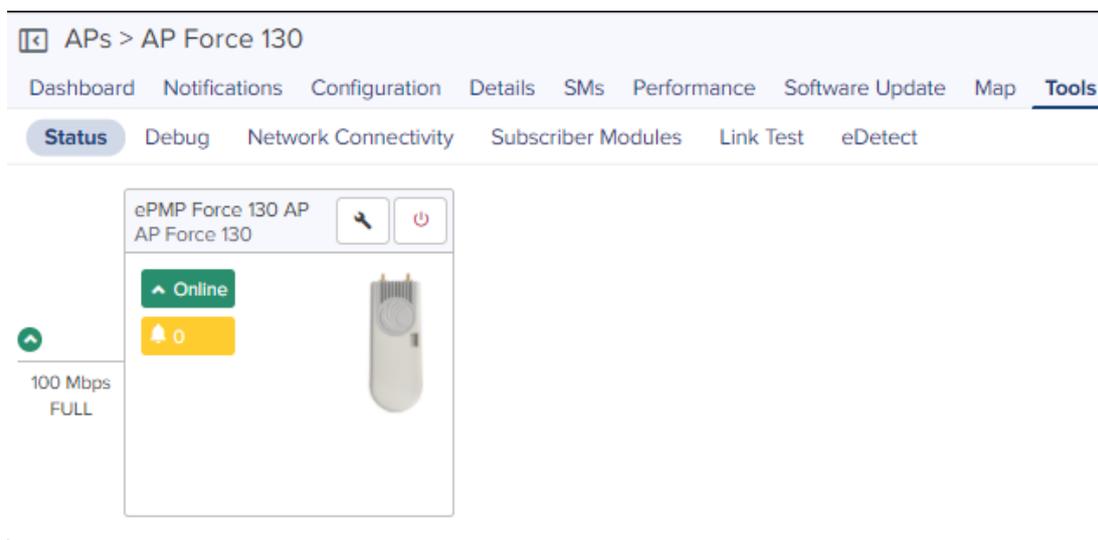


Figura 26. Herramientas del AP

- **Tools:** Se indican diferentes características: como el estado del AP, Debug, Conectividad de la red, módulos suscriptores, test de enlaces, eDetect.

MODULOS SUCRIPTORES

En el Dashboard se muestran las opciones de monitoreo a manera de resumen como, por ejemplo: estado del suscriptor, tiempos de sesión, rendimiento del enlace y calidad de RF, y los detalles del suscriptor.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 18 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

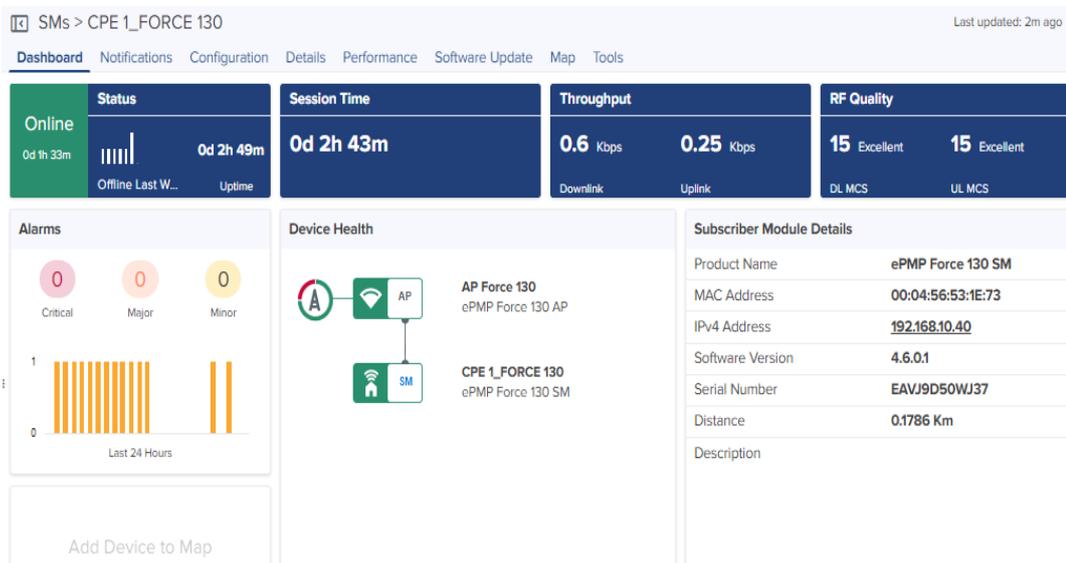


Figura 27. Dashboard de módulo suscriptor

Alarmas principales, gráfico de barras del uso en la semana actual, gráfico de rendimiento y detalles del radio.

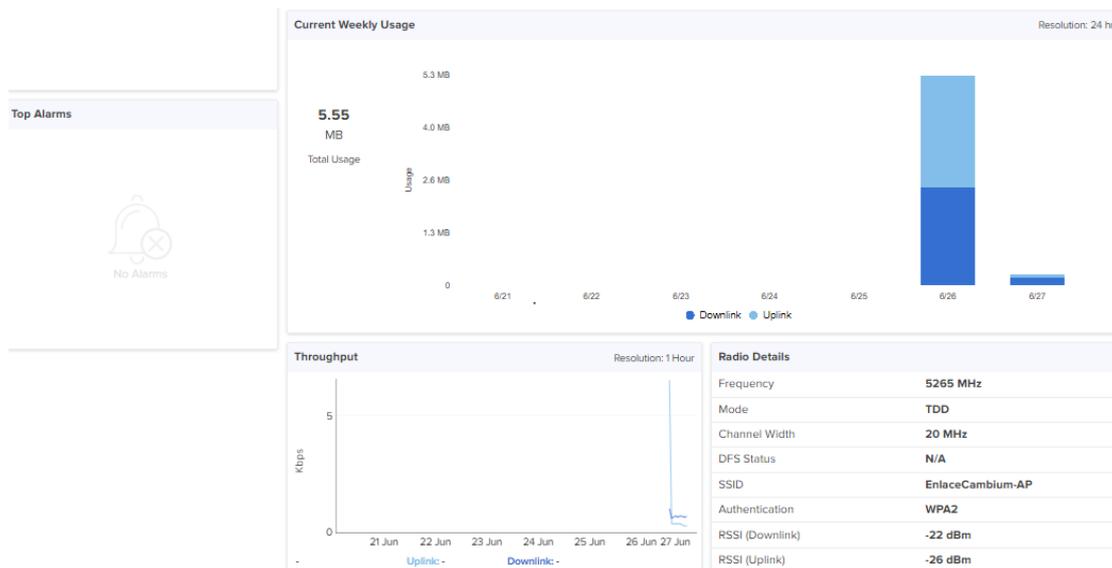


Figura 28. Dashboard de módulo suscriptor

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 19 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

SMs > CPE_1_FORCE 130

Dashboard Notifications Configuration **Details** Performance Software Update Map Tools

Overview Wi-Fi APs

System		Network	
Name	CPE_1_FORCE 130	LAN MAC	00:04:56:53:1E:73
Device Type	ePMP Force 130 SM	Ethernet Interface	Down
System Uptime	0d 3h 1m	IP Address	192.168.10.40
Coordinates	[0, 0]	Subnet Mask	255.255.255.0
Description	.	Gateway	192.168.10.1
Hardware	5 GHz Force 130 Radio	DNS Server(s)	8.8.8.8 8.8.4.4
DA Version	2.105.47	Management VLAN ID	Disabled
Onboard Date	Jun 05 2021 22:47:20		
Reboots	1		
Software Update		Wireless	
Active Software Version	4.6.0.1	Operating Frequency	5265 MHz
Inactive Software Version	Not applicable	Channel Bandwidth	20 MHz
GPS Firmware Version	N/A	Transmitter Output Power	3 dBm
		Maximum Transmit Power	N/A
		Country Code	Ecuador
		Antenna Gain	14 dBi
		SSID	EnlaceCambium-AP
		AP MAC	00:04:56:57:91:75
		Authentication	WPA2
		DFS Status	N/A
		Wireless MAC	00:04:56:53:1E:74
History			
Date	Status	Version	
Sat Jun 26 2021 18:19:20 UTC ...	Success	4.6.0.1	
Sat Jun 26 2021 18:12:35 UTC ...	Skipped	5.1.1	

Figura 29. Detalles del módulo suscriptor Force 130

- **System:** Indica información acerca del sistema.
- **Network:** Muestra las configuraciones realizadas a nivel de red.
- **Software Update:** Versión de software instalada en los equipos.
- **Wireless:** Expone todos los parámetros configurados en la antena AP.
- **History:** Historia de las actualizaciones realizadas en los equipos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 20 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

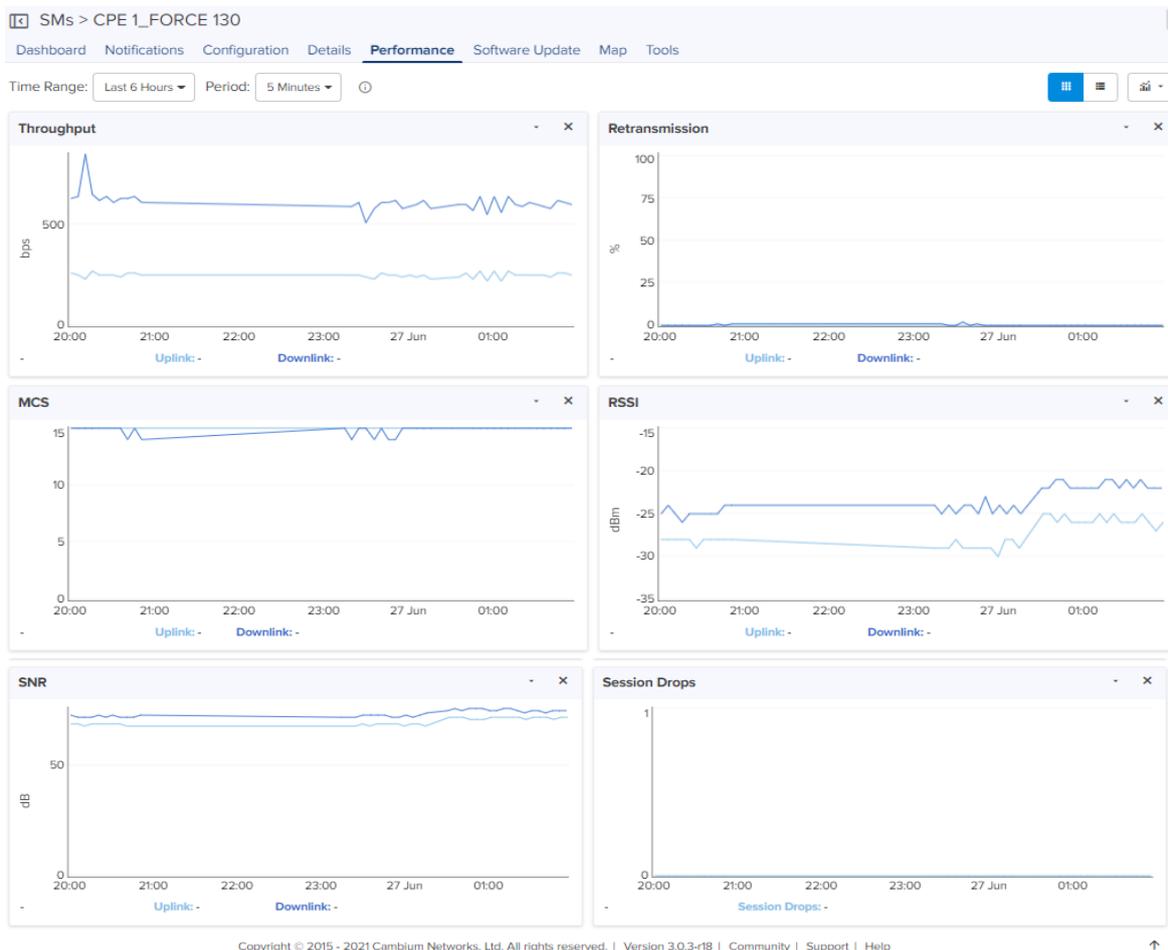


Figura 30. Desempeño del suscriptor

- **Throughput:** Rendimiento del enlace mostrado en gráficos de Uplink y Downlink
- **Retransmission:** Retransmisión de datos
- **MCS:** Sistema de Modulación y Codificación
- **RSSI:** Indicador de fuerza de la señal recibida
- **SNR:** Relación señal a ruido
- **Session Drops:** Caídas de sesiones

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 21 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

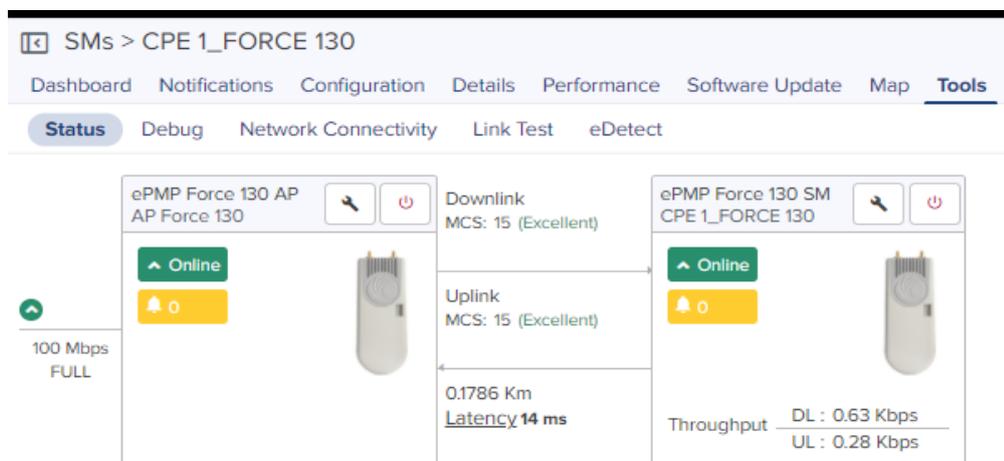


Figura 31. Herramientas del módulo suscriptor Force 130.

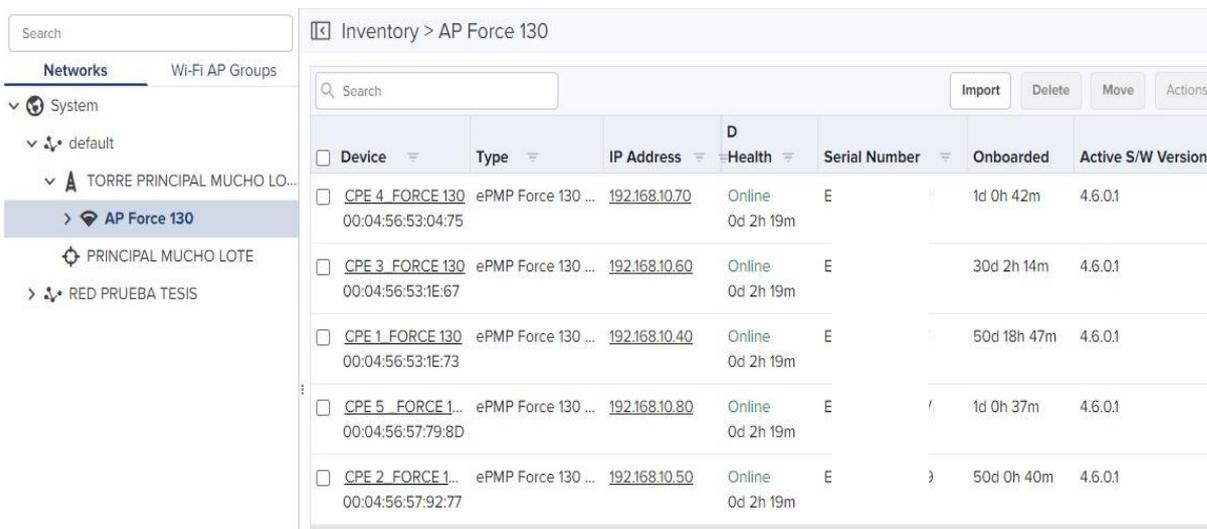
e. Recursos Utilizados

- PC
- cnMaestro
- Dispositivos ePMP Force 130

f. Resultados Obtenidos

- Se comprendió el funcionamiento de las diferentes interfaces de administración y monitoreo que proporcionan el estado del sistema y los dispositivos implementados en tiempo real.

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03



Device	Type	IP Address	Health	Serial Number	Onboarded	Active S/W Version
CPE 4_FORCE 130 00:04:56:53:04:75	ePMP Force 130 ...	192.168.10.70	Online 0d 2h 19m	E	1d 0h 42m	4.6.0.1
CPE 3_FORCE 130 00:04:56:53:1E:67	ePMP Force 130 ...	192.168.10.60	Online 0d 2h 19m	E	30d 2h 14m	4.6.0.1
CPE 1_FORCE 130 00:04:56:53:1E:73	ePMP Force 130 ...	192.168.10.40	Online 0d 2h 19m	E	50d 18h 47m	4.6.0.1
CPE 5_FORCE1... 00:04:56:57:79:8D	ePMP Force 130 ...	192.168.10.80	Online 0d 2h 19m	E	1d 0h 37m	4.6.0.1
CPE 2_FORCE1... 00:04:56:57:92:77	ePMP Force 130 ...	192.168.10.50	Online 0d 2h 19m	E	50d 0h 40m	4.6.0.1

Figura 32. Dispositivos vinculados a la plataforma de monitoreo cnMaestro

Inventory Details Report
 Cambium ID: BELDUMA_CHALACAN_TESIS__2021
 Report generated by: Jefferson Chalacán Rodríguez

MAC	Device Name	IP Address	IPv6 Address	Device Type	Serial Number	Description	Active S/W Version	Duration	Status	Status Time	Status Time (Seconds)	Height
	CPE 3 FORCE 130	192.168.10.60	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	0d 9h 10m	Offline	0d 3h 35m	12937	N/A
	CPE 2 FORCE 130	192.168.10.50	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	20d 7h 35m	Online	0d 1h 21m	4897	N/A
	CPE 1 FORCE 130	192.168.10.40	N/A	ePMP Force 130 SM			4.6.0.1	21d 1h 43m	Online	0d 1h 21m	4902	N/A
	AP Force 130	192.168.10.30	N/A	ePMP Force 130 AP			4.6.0.1	21d 2h 11m	Online	0d 1h 21m	4891	N/A

Figura 33. Ejemplo de reporte generado por cnMaestro para control de dispositivos vinculados

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 23 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

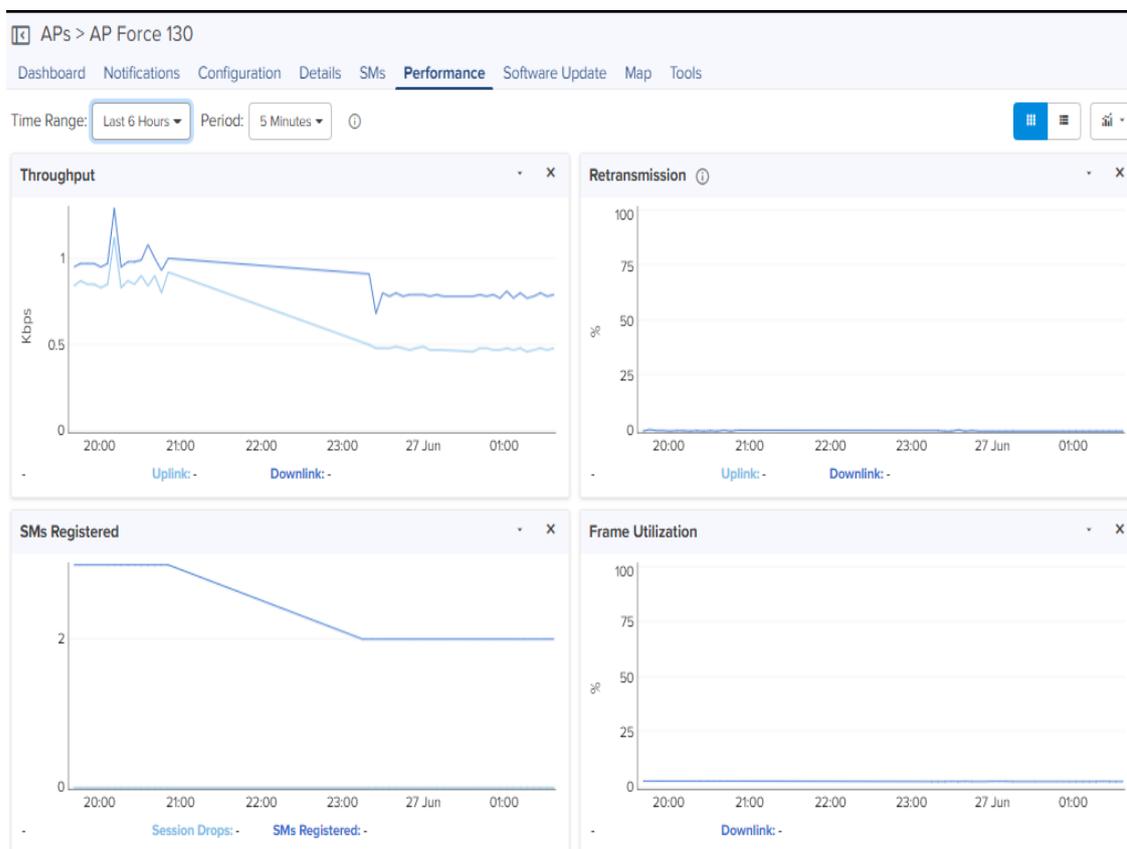


Figura 34. Desempeño del equipo AP

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

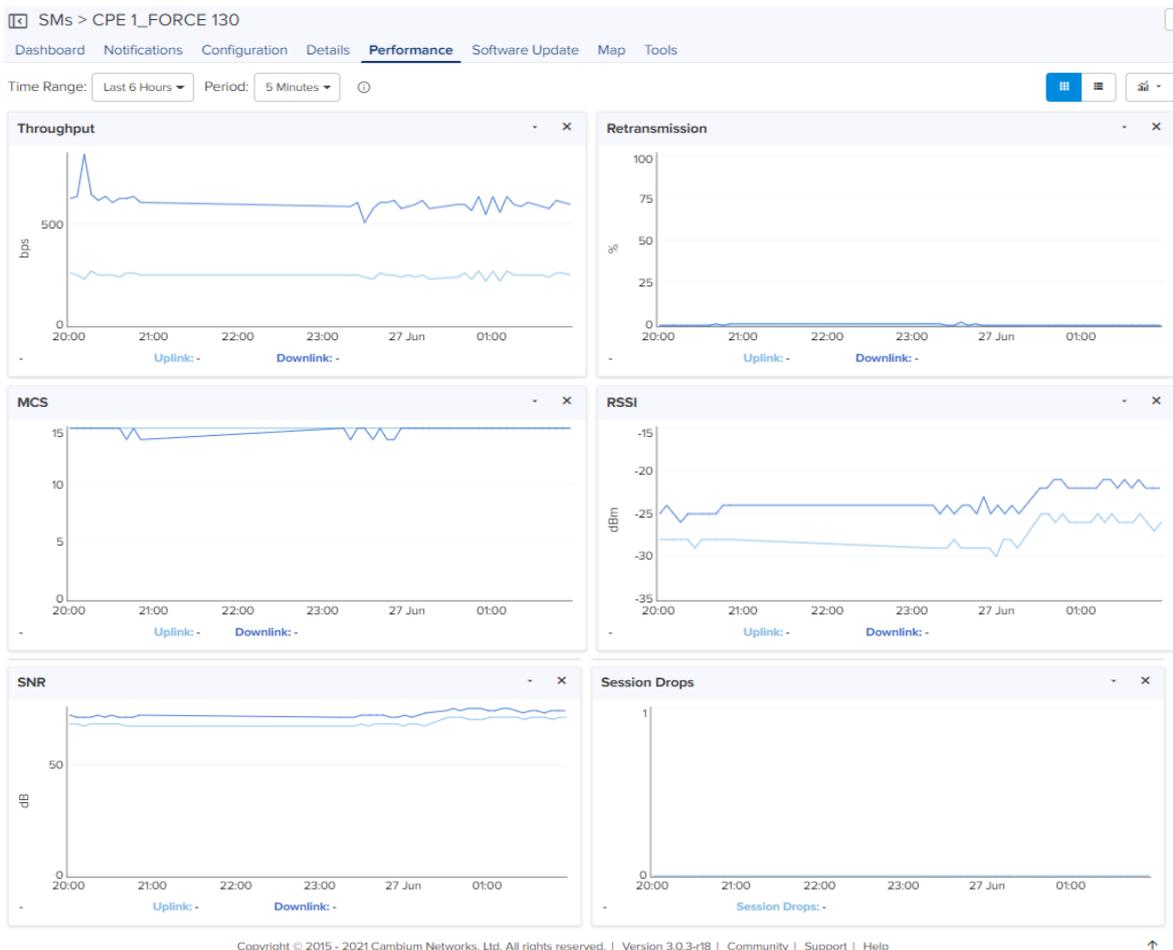


Figura 35. Desempeño del equipo suscriptor 1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Carlos Pérez	Ing. Diego Freire	MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración	Fecha de Revisión	Número de Resolución Consejo de Carrera:
10/07/2021	08/09/2021	433-011-2016-06-03

		REVISION 1/1	Página 25 de 25
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	TELECOMUNICACIONES		
CARRERA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
SEDE	GUAYAQUIL		

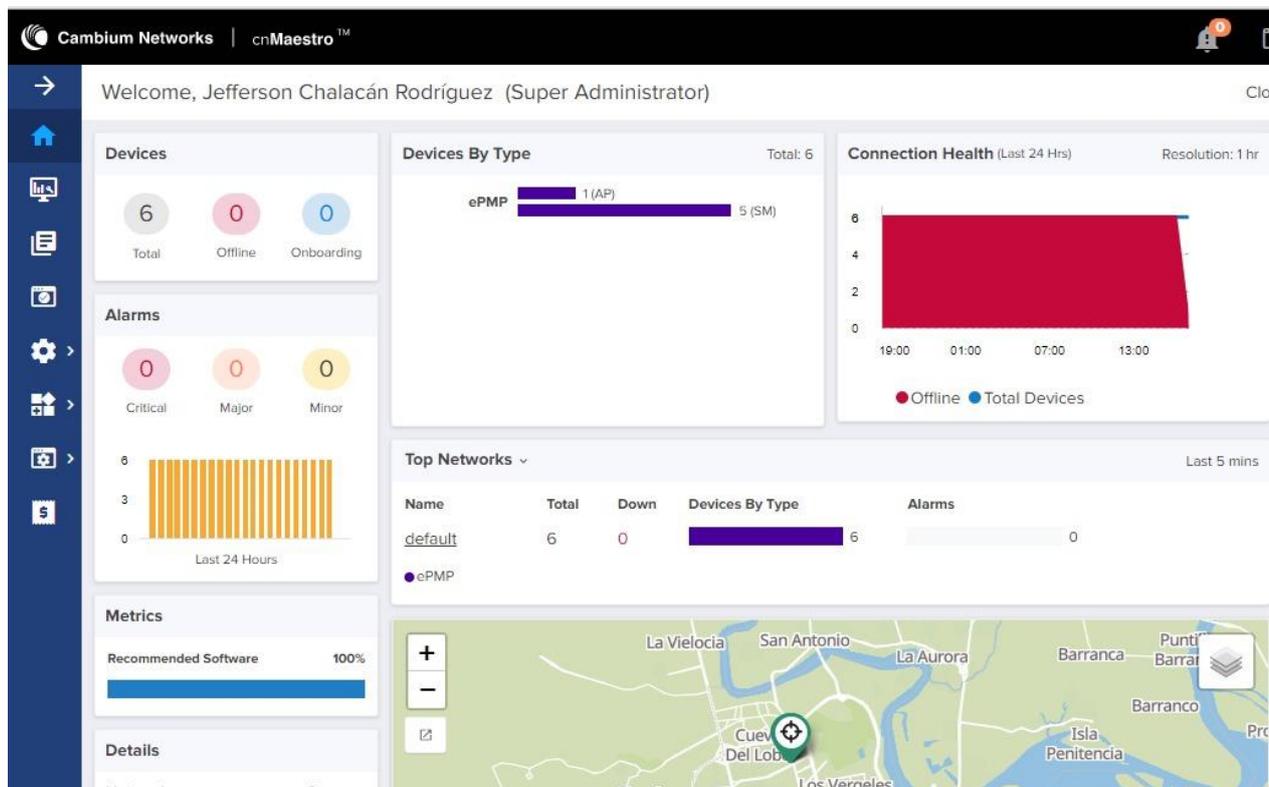


Figura 36. Interfaz principal que muestra el resultado final de 6 dispositivos en total: 1 dispositivo AP y 5 módulos suscriptores.

g. Bibliografía

<https://www.cambiumnetworks.com/products/software/cnmaestro-essentials/>

Elaborado por: Ing. Carlos Pérez	Revisado por: Ing. Diego Freire	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración 10/07/2021	Fecha de Revisión 08/09/2021	Número de Resolución Consejo de Carrera: 433-011-2016-06-03

ANEXO B

Hoja de especificaciones técnicas equipo ePMP Force 130.



**ePMP™
Force 130**

5 GHz models



Wireless service providers and enterprises around the globe are challenged to deliver reliable connectivity in overcrowded RF environments. As spectrum increasingly becomes a scarce commodity, finding the right broadband connectivity solution is vital for all low and high density types of deployments.

FEATURES:

- Cambium Networks' ePMP™ Force 130 is an affordable subscriber module particularly well-suited for markets where price is key.
- The ePMP Force 130 is designed to operate in high interference environments and provides throughput of up to 140 Mbps with bi-directional traffic of real user data.
- Configurable Modes of operation ensure robust adaptivity to both symmetrical and asymmetrical traffic while providing high performance and round-trip latency as low as 2 - 3 ms.
- QoS management offers outstanding quality for triple play services – VoIP, video and data and provides three levels of traffic priority.
- The ePMP Force 130 is available in both 5 GHz and 2.4 GHz options. (See 2.4 GHz spec sheet for additional details on that band.)
- Installation is a breeze for pole and wall mounting.
- The ePMP Force 130 is compatible with ePMP 1000 and ePMP 2000 Access Points. It also inter-operates with the ePMP 3000 in backwards compatible 802.11n mode.

SPECTRUM

Channel Spacing	Configurable on 5 MHz increments
Frequency Range	5150- 5970 MHz
Channel Width	5 10 20 40 MHz

INTERFACE

MAC (Media Access Control) Layer	Cambium Proprietary
Physical Layer	2x2 MIMO/OFDM
Ethernet Interface	10/100 BaseT
Protocols Used	IPv4, IPv6, UDP, TCP, IP, ICMP, SNMPv2c, HTTPS, STP, SSH, 24V POE, IGMP Snooping
Network Management	HTTPS, SNMPv2c, SSH
VLAN	802.1Q with 802.1p priority

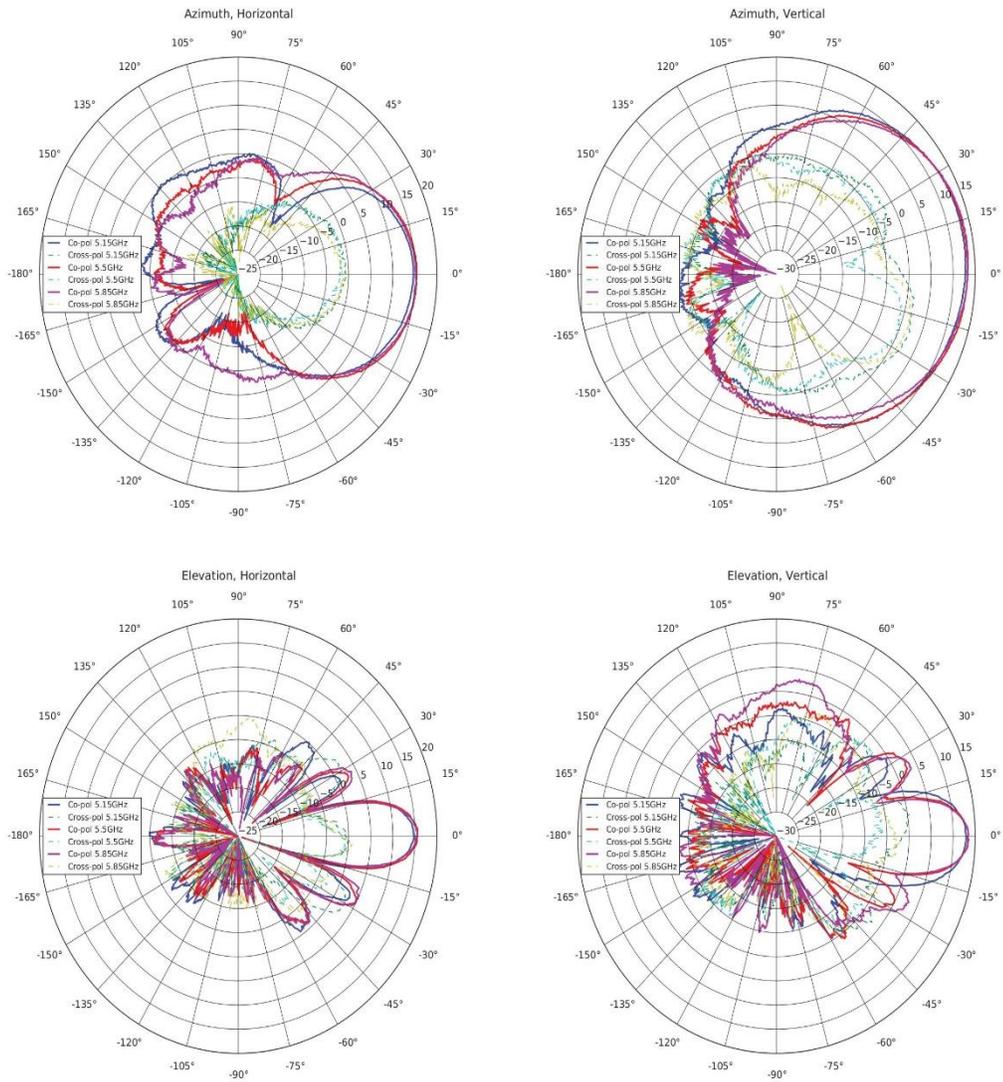
SPECIFICATIONS

PERFORMANCE	
ARQ	Yes
Nominal Receive Sensitivity (w/FEC) @20 MHz Channel	MCS0 -88 dBm to MCS15 = -70 dBm at MCS7 for 20 MHz
Nominal Receive Sensitivity (w/FEC) @40 MHz Channel	MCS0 = -86 dBm to MCS15 = -68 dBm at MCS7 for 40 MHz
Modulation Levels(Adaptive)	MCS0 (BPSK) to MCS15 (64QAM 5/6)
Quality of Service	Three level priority (Voice, High, Low) with packet classification by DSCP, COS, VLAN ID, IP & MAC Address, Broadcast, Multicast and Station Priority
Transmit Power Range	0 to 28 dBm (combined, to regional EIRP limit) (1 dB interval)
Antenna Gain	14 dBi
PHYSICAL	
Surge Suppression	1 Joule Integrated
Environmental	IP55
Temperature	-30°C to +55°C (-22°F to +122°F)
Weight	0.35 kg (0.88 lbs)
Wind Survival	125 km/hour (78 mi/hour)
Dimensions (H x W x D)	235 x 77 x 58 mm
Pole Diameter Range	3.8 cm – 6.4 cm (1.5 in – 2.5 in)
Power Consumption	8 W Maximum, 5 W Typical
Input Voltage	24 V
SECURITY	
Encryption	128-bit AES (CCMP mode)
CERTIFICATIONS	
FCCID	TBD
Industry Canada Cert	TBD
CE	TBD
PART NUMBER	DESCRIPTION
C050900C502A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (EU) (EU cord)
C050900C503A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (EU) (UK cord)
C050900C504A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (no cord)
C050900C505A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (US cord)
C050900C506A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (EU cord)
C050900C507A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (UK cord)
C050900C508A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (India cord)
C050900C509A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (India) (India cord)
C050900C510A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (China cord)
C050900C511A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (Brazil cord)
C050900C512A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (Argentina cord)
C050900C513A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (ANZ cord)
C050900C514A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (South Africa cord)
C050900C515A	ePMP 5 GHz Force 130 SM (ROW) (No PSU)

SPECIFICATIONS

ANTENNA SPECIFICATIONS 5 GHZ SPECIFICATION	
Frequency Range	5.150 - 5.970 MHz
Antenna Type	Flat panel
Peak Gain	14 dBi
3dB Beamwidth-Azimuth	45 degrees
3dB Beamwidth-Elevation	15 degrees

ANTENNA PATTERNS



ANEXO C

Hoja de especificaciones técnicas Router Wi-Fi Dual – Band AC 1200 Archer C54

[HOME](#)[SMART HOME](#)[BUSINESS](#)[SERVICE PROVIDER](#)[Wi-Fi Router](#) | Archer C54[Overview](#)[Specifications](#)[Support](#)

WIRELESS

Standards	Wi-Fi 5 IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz
WiFi Speeds	AC1200 5 GHz: 867 Mbps (802.11ac) 2.4 GHz: 300 Mbps (802.11n)
WiFi Range	3 Bedroom Houses 4× Fixed Antennas Multiple antennas form a signal-boosting array to cover more directions and large areas Beamforming Concentrates wireless signal strength towards clients to expand WiFi range
WiFi Capacity	Medium Dual-Band Allocate devices to different bands for optimal performance MU-MIMO Simultaneously communicates with multiple MU-MIMO clients
Working Modes	Router Mode Access Point Mode Range Extender Mode

HARDWARE

Processor	Single-Core CPU
Ethernet Ports	1× 10/100 Mbps WAN Port 4× 10/100 Mbps LAN Ports
Buttons	WPS/Reset Button
Power	9 V = 0.85 A

SECURITY

WiFi Encryption	WEP WPA WPA2 WPA/WPA2-Enterprise (802.1x)
Network Security	SPI Firewall Access Control IP & MAC Binding Application Layer Gateway

Guest Network	1× 5 GHz Guest Network 1× 2.4 GHz Guest Network
---------------	--

SOFTWARE

Protocols	IPv4 IPv6
Parental Controls	URL Filtering Time Controls
WAN Types	Dynamic IP Static IP PPPoE PPTP L2TP
Quality of Service	QoS by Device
NAT Forwarding	Port Forwarding Port Triggering DMZ UPnP
DHCP	Address Reservation DHCP Client List Server
DDNS	NO-IP
WiFi Reception Sensitivity	5GHz: 11a 6Mbps:-93dBm; 11a 54Mbps:-78dBm; 11ac HT20 mcs8:69dBm; 11ac HT40 mcs9:-66dBm; 11ac HT80 mcs9:-62dBm; 2.4GHz: 11g 54Mbps:-78dBm; 11n HT20 mcs7:-74dBm; 11n HT40 mcs7:-71dbm;

OTHER

System Requirements	Internet Explorer 11+, Firefox 12.0+, Chrome 20.0+, Safari 4.0+, or other JavaScript-enabled browser Cable or DSL Modem (if needed) Subscription with an internet service provider (for internet access)
Certifications	FCC, CE, RoHS
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F ~104°F) Storage Temperature: -40°C~60°C (-40°F ~140°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing

TEST DATA

WiFi Transmission Power	CE EIRP: <20dBm(2.4GHz) <23dBm(5GHz) FCC: <30dBm(2.4GHz & 5GHz)
-------------------------	---

ANEXO D

Hoja de especificaciones técnicas de UPS NT-511- NT-511D

Ambiente	
Temperatura de funcionamiento	0-40°C
Temperatura de almacenamiento	-15-45°C
Humedad relativa	De 0 a 90% no condensada
Nivel de ruido	<40 dB a un metro de distancia de cualquier superficie

MPN	NT-511	NT-511D
Características físicas		
Interruptor de encendido	Sí (Iluminado)	
Carcasa	Plástico retardador de llama	
Color	Negro	
Longitud del cable	1,2m	
Dimensiones	279x101x142mm	
Peso	4,8kg	
Información adicional		
Garantía	3 años**	

MPN	NT-511	NT-511D
Aspectos generales		
Capacidad	500VA/250W	
Entrada		
Tensión nominal	120V	
Margen de tensión	78-145VCA	
Frecuencia	45-65Hz (detección automática)	40Hz - ∞ (detección automática)
Tipo de enchufe	NEMA 5-15P	
Salida		
Tensión nominal	120V +/- 10%	
Frecuencia	50/60Hz	
Estabilidad de frecuencia	+/- 1Hz en modo de batería	
Forma de onda	Onda sinusoidal modificada	
Número total de salidas	6 (NEMA 5-15R)	
Respaldo total con batería y protección contra sobrecargas	4	
Protección exclusiva contra sobretensión	2	
Protección para teléfono/módem/fax	RJ-11	
Batería		
Tipo y número de baterías	12V 4.5Ah (1)	
Tiempo de autonomía	18 min*	
Tiempo de recarga	Hasta el 90 % de su capacidad en 6 horas	
Regulación de tensión		
Regulación de tensión (120/220V)	120V	
Característica de refuerzo (120/220V)	Vin x 1.18	
Característica de compensación (120/220V)	Vin x 0.85	
Regulación de frecuencia		
Selección de frecuencia automática	Sí	
Transferencia a línea/batería		
Tiempo de transferencia típico	2-4ms	
Transferencia por baja tensión de línea a batería (120/220V)	78VCA	
Transferencia por alta tensión de línea a batería (120/220V)	145VCA	

Alarmas/Indicadores	
Indicadores visuales	<p>Modo de CA: azul fijo</p> <p>Modo de batería: azul intermitente</p> <p>Modo de falla: luz azul apagada</p>
Alarma audible	<p>Modo de batería: se activa cada 10 segundos</p> <p>Bajo voltaje de la batería: se activa cada 1 segundo</p> <p>Sobrecarga: se activa cada 0,5 segundo</p> <p>Falla: sonido continuado</p>
Protección	
Protección total	<p>Regulación de tensión de línea: 110%+20%/-10%; después de 5 minutos interrumpe el paso de corriente y pasa al modo de falla. 120%+20%/-10%; interrumpe de inmediato el paso de corriente y pasa al modo de falla.</p> <p>Modo de batería: 120%+20%/-0%; interrumpe de inmediato el paso de corriente</p>
Joules	200J
Características especiales	
Opción de arranque en frío	Sí
Recarga automática	Sí

ANEXO E

Hoja de especificaciones técnicas Rack Beaucoup 3ur

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- ◆ Fabricado en acero laminado en frío, todos sus componentes en espesor de 1.5mm. (Material validado bajo norma JIS 3141)
- ◆ Constituido por tres elementos fácilmente armables: 2 laterales y 1 pieza de fondo.
- ◆ Los soportes laterales disponen de tuercas tubulares remachadas M6, uno de ellos es abisagrado en toda su longitud, permitiendo fácil acceso para realizar conexiones y mantenimiento.
- ◆ Base posterior presenta perforaciones que facilitan su ubicación en la pared, también dispone de una sección para el ingreso y salida de cables.

ACABADOS:

- ◆ Se realiza proceso de desengrase y forfatzado previo a recubrimiento con pintura electrostática en polvo de alta adherencia, dureza y durabilidad, acabado texturizado procesado en 180° a 200° C., color negro mate texturado RAL 9011, cuya capa mínima de aplicación de 65µm. No agrede el medio ambiente, resistente a aceites, derivados de petróleo, soluciones ácidas alcalinas en concentraciones de hasta 10%.
- ◆ Otros tipos de dimensiones, terminados y recubrimientos son fabricados bajo pedido.

ACCESORIOS INCLUIDOS:

- ◆ Tornillería para su ensamble y soporte de equipos o elementos a contener.
- ◆ Empaque cubre fillos.

