



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la
Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP**

AUTOR:

Ing. Santacruz Zárate, Edwin Jacinto

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de

MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

MSc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

Guayaquil, 5 julio del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Ing. **Santacruz Zárate, Edwin Jacinto** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Romero Paz, Manuel de Jesús

Guayaquil, 5 julio del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Santacruz Zárate, Edwin Jacinto**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “**Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP**”, previo a la obtención del Grado Académico de **Magíster en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado; respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación del Grado Académico en mención.

EL AUTOR

Santacruz Zárate, Edwin Jacinto

Guayaquil, 5 julio del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Santacruz Zárate, Edwin Jacinto**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación de Maestría: **“Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

EL AUTOR

Santacruz Zárate, Edwin Jacinto

Guayaquil, 5 julio del 2019

REPORTE DE URKUND

The screenshot displays the URKUND interface. On the left, a sidebar shows document metadata: 'Documento: Edwin Santacruz.docx (053067752)', 'Presentado: 2019-05-28 14:13 (-06:00)', 'Presentado por: Luis Córdova Rivadeneira (l.cordova@yahoo.com)', and 'Recibido: luis.cordova.ucsg@analysis.arkund.com'. A yellow highlight indicates '2% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.' The main area features a 'Lista de fuentes' table with columns for 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists five sources, including 'Solozano Miguel EC FINAL 2018.docx' and several URLs from repositories like 'ucsg.edu.ec' and 'puca.edu.ec'. At the bottom, a navigation bar includes icons for 'Advertencias', 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'. Below the navigation bar, the report content is visible, including the university name 'UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES', the title 'TENA: Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP', the author 'AUTOR: Ing. Santacruz Zárate, Edwin Jacinto', and the tutor 'TUTOR: MSc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio'. A 'CERTIFICACIÓN' section at the bottom states that the work was completed by the author as a partial requirement for the degree.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TENA: Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP

AUTOR: Ing. Santacruz Zárate, Edwin Jacinto

Trabajo de Titulación

previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Telecomunicaciones

TUTOR: MSc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

Guayaquil, Ecuador

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Ing. Santacruz Zárate, Edwin Jacinto como requerimiento parcial para la obtención del

MSc. Luis Silvio Córdova Rivadeneira

Dedicatoria

A mi Madre Piedad Zárate Loyola por darme el valor moral y sus palabras de motivación, permitiéndome culminar una etapa más de mi formación profesional en la Telecomunicaciones. Su empeño y optimismo, siempre me impulsaron a seguir adelante, siendo los pilares que cultivaron valores de responsabilidad y sacrificio para cumplir mis metas.

A mis queridos profesores de la Maestría en Telecomunicaciones, catedráticos de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, por su aporte en mi desarrollo profesional, siempre dirigido hacia la excelencia.

Ing. Edwin Jacinto Santacruz Zárate.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por darme la vida y a todos los docentes de la Maestría en Telecomunicaciones por sus conocimientos transmitidos.

A mi familia, que con su consideración, amor y apoyo, me ha acompañado en este largo camino de sacrificios y me ha dado la fuerza y la motivación necesaria para seguir siempre adelante.

A mi tutor, el Ing. Luis Córdova Rivadeneira, por su Guía referente en este tema de investigación y su apoyo académico durante el desarrollo de la Tesis.

A la universidad UCSG, cómo institución educativa, que me ha permitido aprender técnicas académicas y las herramientas indispensables en el campo de las telecomunicaciones, contribuyendo de èsta manera, a la elaboración del proyecto de investigación.

Ing. Edwin Jacinto Santacruz Zárate.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

CÓRDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVIO

TUTOR

f. _____

RUILOVA AGUIRRE, MARIA LUZMILA

REVISOR

f. _____

ZAMORA CEDEÑO, NÉSTOR ARMANDO

REVISORA

f. _____

ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS

DIRECTOR DEL PROGRAMA

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas	XIII
Resumen	XIV
Abstract	XV
Capítulo 1: Descripción del proyecto	2
1.1.- Introducción.	2
1.2.- Antecedentes.	3
1.3.- Definición del Problema.	3
1.4.- Justificación del Problema a Investigar.	3
1.5.- Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos	4
1.6. Hipótesis.	4
1.7. Metodología de Investigación.....	5
Capítulo 2: Fundamentación Teórica	6
2.1.- Comunicaciones Inalámbricas.	6
2.2.- Estándares de Capa OSI L2 de Comunicación Inalámbrica.....	8
2.3.- Estándares de Capa OSI L3 de Comunicación Inalámbrica.....	9
2.4.- Regulación del servicio de telecomunicaciones.	11
2.5.- Red WISP.	12
2.6.- Interfaz de gestión de red WISP.	14
Capítulo 3: Diseño del sistema de gestión de WISP.	16
3.1.- Diseño de WISP del proyecto.	16
3.2. Estándar de comunicación inalámbrica de WISP.	17
3.3.- Equipos de comunicación inalámbrica de WISP.	17
3.4.- Equipo Router Principal de WISP.	21

3.5. Equipo Access Point de WISP.	23
3.6.- Equipos Clientes de WISP.....	25
3.7.- Diseño de Interfaz de Gestión de WISP del proyecto.	27
3.8.- Equipo Servidor Web de WISP.	28
3.9.- Tecnologías web de desarrollo de la interfaz de gestión del WISP.....	33
Capítulo 4: Funcionamiento del sistema de gestión de WISP	42
4.1. Sistema de gestión de clientes del WISP.	42
4.2.- Políticas de administración a configurar del WISP.	48
4.3.- Diagrama funcional del sistema de gestión del WISP.	50
Conclusiones	51
Recomendaciones.....	52
Glosario	53
Anexos.....	54
Bibliografía	55

Índice de Figuras

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

Figura 2.1 Distribución de frecuencias no licenciadas según ITU.....	11
Figura 2.2 Diseño general de una Red WISP.....	13

Capítulo 3: Diseño del sistema de gestión WISP

Figura 3.1 Diseño de WISP del proyecto.	16
Figura 3.2 Interfaz Gráfica de administración Mikrotik WinBox	19
Figura 3.3 Configuración por defecto y en blanco de equipo Mikrotik	20
Figura 3.4 Configuración automática Quickset.....	21
Figura 3.5 RouterBoard Mikrotik del modelo RB951Ui-2HnD	22
Figura 3.6 Enmascaramiento IP pública del RB951Ui-2HnD.....	23
Figura 3.7 RouterBoard Mikrotik modelo SXTG-5HPnD-SAr2.	24
Figura 3.8 Configuración Quickset de Access PointSXTG-5HPnD-SAr2 .	25
Figura 3.9 RouterBoard Mikrotik modelo SXT5nDr2.	26
Figura 3.10 Configuración Quickset de CPE SXT5nDr2	27
Figura 3.11 Diseño de Interfaz de Gestión del WISP del proyecto	28
Figura 3.12 PcDuino3A	29
Figura 3.13 Acceso al usuario root de Lubuntu	31
Figura 3.14 Verificación de la interfaz Wireless de Lubuntu	31
Figura 3.15 Configuración de la interfaz Wireless WLAN0	32
Figura 3.16 Configuración del nombre de dominio del Router Principal ...	32
Figura 3.17 Proceso de instalación de PHP	36
Figura 3.18 Confirmación de instalación de PHP	36
Figura 3.19 Crear y Habilitar paquetes de conexión php5 con sqlit3	37
Figura 3.20 Identificación de archivos de dependencia de sqlite3	38
Figura 3.21 Archivo de base de datos formulariodb.sql.....	39
Figura 3.22 Importación de la librería para la Base de datos SQLite3	40
Figura 3.23 Creación e Instalación la base de datos SQLite3	40
Figura 3.24 Descripción de tablas de la base de datos SQLite3	40
Figura 3.25 Representación de las entidades de la base de datos SQLite3	41

Capítulo 4: Funcionamiento del sistema de gestión de WISP

Figura 4.1 Autenticación de usuario y contraseña.	42
Figura 4.2 Menú de opciones del WISP	43

Figura 4.3 Funcionalidad Configurar Router	43
Figura 4.4 Archivo de conexión a base de datos conex.php.	43
Figura 4.5 Acceso al sistema de gestión del WISP por IP	44
Figura 4.6 Acceso al panel de control del sistema de gestión del WISP ..	44
Figura 4.7 Formulario de la creación de Contrato	45
Figura 4.8 Archivo de creación de contrato nuevo.php	45
Figura 4.9 Disponibilidad de Usuarios del WISP	46
Figura 4.10 Creación de administrador en el sistema de gestión del WISP	46
Figura 4.11 Archivo de interfaz de creación de usuario <<usuario.php.>>	47
Figura 4.12 Archivo repositorio de la creación de usuario recibe.php	47
Figura 4.13 Configuración de Contraseña del WISP	48
Figura 4.14 Asignación de nombre y cifrado del WISP (Antes)	48
Figura 4.15 Asignación de nombre y cifrado del WISP (Después)	48
Figura 4.16 Identificación de MACs conectadas del WISP (Antes)	49
Figura 4.17 Protección de MACs conectadas del WISP (Después)	49
Figura 4.18 Diagrama funcional del Diseño del Sistema de gestión del WISP	50

Índice de Tablas

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

Tabla 2.1 Modelo de comunicación de estándares inalámbricos..... 7

Tabla 2.2 Especificaciones de Estándares LAN Inalámbricos..... 8

Capítulo 3: Diseño del sistema de gestión de WISP

Tabla 3.1 Estructura de la base de datos 38

Resumen

La presente investigación se enfoca en el diseño de un Sistema de Gestión de Clientes, de un Proveedor Inalámbrico de Servicios de Internet (WISP), donde su Administrador lleve el control de los contratos de clientes que les brinda inalámbricamente el servicio de Internet, especializarse en el estudio de las razones por las que se estudian estos sistemas, leyes, estándares y equipos utilizados en un WISP, y las tecnologías y configuraciones que permiten integrar este Sistema de Gestión con el WISP, para monitorear de forma eficiente a los clientes. En el capítulo 1, se describe en forma general el proyecto realizado y las razones por las que se estudian los sistemas de gestión de WISP junto a los objetivos y metodologías de investigación del proyecto. En el capítulo 2, se detallan los fundamentos teóricos en los que se basan las redes inalámbricas, estándares y equipos que conforman un WISP, así como las tecnologías que se utilizan de forma general para diseñar el sistema. En el capítulo 3, se detallan los estándares y el diseño del WISP y del sistema de gestión en el diagrama de flujo referente a su metodología utilizada. En el capítulo 4, se explica el funcionamiento del Sistema de Gestión del WISP del presente proyecto, mediante un diagrama funcional del software que interviene el administrador y los clientes del WISP, además de sus conclusiones y recomendaciones obtenidas en el diseño del sistema de gestión del WISP.

Palabras claves: Sistema, Gestión, WISP, Estándares, Inalámbrico, MAC.

Abstract

This research focuses on the design of a Customer Management System, of a Wireless Internet Service Provider (WISP), where its Administrator takes control of client contracts that are provided wirelessly by the Internet service, specializing in the study of the reasons why these systems, laws, standards and equipment used in a WISP are studied, and the technologies and configurations that allow integrating this Management System with the WISP, to efficiently monitor clients. In chapter 1, a general description is given of the project carried out and the reasons why the management systems of WISP are studied together with the research objectives and methodologies of the project. Chapter 2 details the theoretical foundations on which the wireless networks, standards and equipment that make up a WISP are based, as well as the technologies that are used in general to design the system. In chapter 3, the standards and design of the WISP and the management system are detailed in the flowchart referring to the methodology used. In Chapter 4, the operation of the WISP Management System of the present project is explained, through a functional diagram of the software that involves the administrator and the clients of the WISP, in addition to its conclusions and recommendations obtained in the design of the management system of the WISP.

Keywords: System, Management, WISP, Standards, Wireless, MAC.

Capítulo 1: Descripción del proyecto

1.1.- Introducción.

En la actualidad la mayoría de Proveedores del Servicio de Internet (ISP), ha considerado brindar su servicio a través de redes inalámbricas o Wireless denominándose Wireless ISP (WISP); al ser un medio de transmisión eficiente, rentable y de fácil instalación, que ha evolucionado rápidamente con el pasar de los años, para no ser una alternativa a las redes tradicionales de medios cableados, para llegar a sustituirlos, debido a esfuerzos de organizaciones técnicas internacionales como el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) y la International Telecommunication Union (ITU) que promueven y certifican varios estándares, conceptos, equipos y protocolos de comunicación inalámbrica.

Actualmente hay varias interfaces propietarias y libres en el mercado que permite al administrador de la red WISP gestionar remotamente la información de sus clientes, visualizando una solución de software, como destaca Mikrorocket y MikroWisp, donde el administrador debe instalar en un equipo dedicado a la gestión de los clientes de esta red WISP o basándose en una solución de infraestructura en internet o en la nube virtual, como destaca ISP Gestion o MicrosysWeb. Y el administrador va gestionar la base de datos de la manera sencilla y eficiente.

Por estas razones el presente proyecto tiene la finalidad de mostrar un diseño innovador de un sistema de control para la gestión y administración de clientes de la red WISP; disponiendo de la infraestructura de WISP, con una interfaz de control y acceso a varios equipos de diferentes marcas permitiendo mejorar el uso del sistema y privilegios por parte del administrador, basándose en el Diseño de Software amigable y versátil.

1.2.- Antecedentes.

En la actualidad está presente la tendencia de los ISP especialmente los WISP, los mismos que brindan el servicio de Internet a sus clientes mediante redes inalámbricas, como una alternativa eficiente, rentable y de fácil instalación con relación a redes cableadas, debido a la constante evolución de su capacidad en velocidad y cobertura y al gran volumen de información sobre los clientes de WISP. En Ecuador se presentan grandes operadoras globales de telecomunicaciones tales como, Claro, Movistar y CNT, que junto a sistemas existentes de gestión de clientes de WISP, pueden realizar estudios de diseños innovadores que permitan un control fácil, amigable y eficiente.

1.3.- Definición del Problema.

Actualmente existe un amplio mercado de sistemas de gestión de clientes de WISP que integran una infraestructura escalable e interfaz sencilla, eficiente y adaptable a diversos dispositivos, debido a las grandes capacidades de equipos y tecnologías de programación empleadas. Sin embargo estos sistemas presentan una serie de problemas como: planes de pago, sistemas no escalables, gastos innecesarios por sobrecargas de opciones innecesarias que afecta su rendimiento a ciertas funcionalidades requeridas por el Administrador y tolerancia a fallos, que no explotan al máximo sus capacidades, esto no implica un rendimiento no aceptable; a la demanda, acorde a su funcionalidad.

1.4.- Justificación del Problema a Investigar.

Actualmente, para los problemas mencionados, ya presentan soluciones de software de gestión; pero éstas afectan notablemente a pequeños WISP que no dispone con una infraestructura robusta ni presupuesto elevado; en contraste con las grandes operadoras globales, que se justifica la constante innovación del diseño de un sistema de gestión de WISP usando una adecuada infraestructura de equipos y tecnologías de programación que ofrezca una interfaz sencilla mejorando la experiencia del uso.

1.5.- Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un Sistema de Control de Equipos Wireless Mikrotik, que le permita al Administrador de un WISP gestionar de manera remota, eficiente y segura, la información de los Clientes que contraten su servicio de Internet, mediante programas desarrollados con tecnologías web.

1.5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Estructurar una red de WISP, que proporcione eficiencia al servicio de internet de sus clientes que lo han contratado, con medidas de seguridad del lado del administrador como de los clientes del WISP.
- ✓ Estructurar una base de datos que almacene eficientemente la información de los clientes que contraten el servicio del WISP.
- ✓ Diseñar un software que le permita al administrador del WISP tener control eficiente y acceso remoto seguro a la base de datos de sus clientes, mediante programas desarrollados con tecnologías web.

1.6. Hipótesis.

- ✓ El diseño de la interfaz de gestión del WISP requiere una cantidad mínima de opciones, que soluciona la sobrecarga y la escasez de funcionalidades de los planes de pago a los sistemas existente con la opción de tener la dirección de una gestión remota previa a la autenticación del administrador permitiendo el ingreso a las funcionalidades generales y de registros de clientes generando un rendimiento más eficiente ante los software administrativos actuales.
- ✓ El uso de tecnologías web en el desarrollo de la interfaz del sistema, por medio de una base de datos relativamente ligera, con capacidad de albergar la información de un contrato para cada cliente del WISP, este es un lenguaje de programación con capacidad comprobada y una amplia documentación bajo un estilo eficiente de codificación; brinda al administrador un rendimiento eficiente y eficaz.

1.7. Metodología de Investigación.

La presente indagación se aborda desde un enfoque cuantitativo-experimental al involucrar el proceso de configuración de un WISP genérico que será integrado por unos equipos de transmisión y recepción, para proveer el servicio de internet hacia sus clientes; además de abarcar el proceso de configuración de un equipo dedicado en albergar la interfaz, que permita gestionar los clientes del WISP; y el proceso de acceso a la interfaz en donde el administrador puede visualizar la base de datos de clientes junto a las opciones del menú principal.

Luego se describen las variables enfocadas a datos y códigos de programación para exponer cualitativamente el comportamiento del sistema de gestión administrativo WISP para referenciar a la metodología del proyecto como aporte a la investigación; describe cualitativamente el proceso de autenticación y acceso a la interfaz web de los clientes de la red WISP.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

Se explicarán los fundamentos que describen los estándares de comunicación inalámbrica con los que operan los proveedores de servicio de internet utilizados en una red inalámbrica (WISP) y las leyes que regulan sus operaciones; además de exponer las principales tecnologías que pueden utilizarse en un equipo informático, para diseñar un sistema de gestión de la base de datos de los clientes de un WISP.

2.1.- Comunicaciones Inalámbricas.

La comunicación inalámbrica es un sistema de equipos electrónicos capaces de transmitir información como video, voz y datos, entre otros, propagándose por el aire a una cierta distancia, hacia equipos capaces de recibir la información; basándose en el concepto de ondas electromagnéticas, las cuales son representaciones energéticas en el tiempo, del tipo de información que se desea transmitir o recibir inalámbricamente. Los equipos empleados requieren de una energía mínima denominada Potencia (expresada en Watts) para transmitir o recibir una onda sin perder la información que contiene. Las ondas se propagan con cierta intensidad repitiéndose en el tiempo con una frecuencia (expresada en Hertz), de preferencia debe ser igual en los equipos de transmisión y recepción de la información.

Las redes de comunicación inalámbrica nació como una alternativa a las redes de cable físico para sustituirlos, se mantiene en constante evolución en su tasa de transmisión y velocidad de información (expresadas en bits por segundo) y distancia de cobertura o alcance (expresada en metros o kilómetros). Actualmente destacan por su escalabilidad y fácil configuración en sectores tradicionales en los medios de cable físico y de difícil acceso, integrando las redes inalámbricas al sector de las telecomunicaciones como una forma versátil de diseñar y activar la red, destacando el despliegue de la infraestructura de un WISP (Vinuela, 2016).

El funcionamiento de una red inalámbrica está estructurado al estándar del sistema de las comunicaciones por Internet; esto se denomina Open System Infrastructure (OSI) describiendo la comunicación de información por Internet a través de 7 capas; en cada una interviene estándares de conceptos, equipos y protocolos específicos que logra la fluidez eficiente de la información por la red desde su origen hacia su destino. Esto se puede observar en el resumen del funcionamiento general de cada capa del modelo OSI en la tabla 2.1 (Perozo, 2017).

Tabla 2.1 Modelo de comunicación de estándares inalámbricos.

Aplicación (OSI L7)	Programas informáticos o software que brindan servicios a equipos en general que comparten datos en la red.
Presentación (OSI L6)	Traducción lógica de los datos compartidos al lenguaje de los equipos presentes en la red.
Sesión (OSI L5)	Establecimiento del enlace lógico que permite la comunicación eficiente entre los equipos presentes en la red.
Transporte (OSI L4)	Verificación de la fiabilidad de la información que se comunica lógicamente entre los equipos presentes en la red.
Red (OSI L3)	Enrutamiento de la información en forma de paquete lógico entre los equipos presentes en la red.
Enlace de datos (OSI L2)	Conmutación de la información en forma de trama física entre los equipos presentes en la red.
Física (OSI L1)	Adaptación de la información en forma de bits, para que fluyan por los diversos medios físicos de la red.

Fuente: (Perozo, 2017)

2.2.- Estándares de Capa OSI L2 de Comunicación Inalámbrica.

En una red inalámbrica intervienen estándares de conceptos, para comunicar información a nivel de capa de enlace de datos (OSI L2), destacando la dirección física (MAC) que es la dirección permanente de 48 bits de identificación única de cada equipo informático o de sus interfaces; estandarizada por la organización mundial de certificación de estándares Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE), conformada de 6 números hexadecimales de 8 bits separados entre sí por dos puntos. Adicionalmente intervienen varios estándares de protocolos inalámbricos para comunicar información a nivel de capa de enlace de datos (OSI L2) y física (OSI L1), según el área geográfica de cobertura; son estándares de red amplia (WAN), metropolitana (MAN), local (LAN) y personal (PAN), esto se muestra en la Tabla 2.2

Entre los protocolos inalámbricos existen estándares libres que son altamente compatibles con varios tipos de equipos, destacándose el IEEE 802.11 creado en 1997 por el IEEE como estándar predominante wireless (WLAN), debido a su evolución en tasas de bits por segundo (bps) y popularidad como Wireless Fidelity o Wifi, brindada por la organización Wi-Fi Alliance desde 1999, es una tecnología altamente compatible entre equipos; su versión 802.11a trabajaba en la banda de 5 GHz en una velocidad de 54 Mbps, 802.11b en 2.4 GHz a 11 Mbps, 802.11g en 2.4 GHz a 54 Mbps, 802.11n en 2.4 y 5 GHz a 600 Mbps, 802.11ac en 5 GHz a 1.3 Gbps. Además se incluye estándares propietarios, compatibles con equipos propios de cada marca fabricante de hardware; destacando los estándar propietario LAN de comunicación eficiente para cada marca, como se refiere a Nv2 y NStreme en equipos de marca Mikrotik, o AirMax en equipos de marca Ubiquiti; al ser un diseño híbrido con equipos de diversos fabricantes, pueden presentarse incompatibilidades (Hidalgo, 2014).

Tabla 2.2 Especificaciones de Estándares LAN Inalámbricos.

Estándares Libres	Estándares Proprietarios
IEEE 802.11	NV2, NSTREME AIR MAX

Fuente: (Perozo, 2017)

2.3.- Estándares de Capa OSI L3 de Comunicación Inalámbrica.

En una red inalámbrica intervienen estándares para comunicar información a nivel de capa de Red (OSI L3), destacando la dirección lógica (IP) de 32 bits para identificar una red y está formada de 4 grupos separados por puntos, donde cada uno presenta un número binario de 8 bits entre 00000000 y 11111111, normalmente mostrada en formato decimal, por ejemplo 192.168.88.1 /24 y se complementa con una máscara de la red por ejemplo: 255.255.255.0, esto identifica a la IP del primer equipo, denominada IP de subred, y la IP del último equipo, denominada IP de broadcast de la red que integra un equipo con su respectiva IP. La identificación de la red son los dos primeros octetos 192.168 y la identificación del host la define los dos últimos octetos 88.1, esta es una forma de expresar explícitamente cuáles son los bits que pertenecen a red y /24 representa los bits de red.

Además en una red inalámbrica intervienen estándares de equipos que comunican la información por capa OSI L3, destacando en una red a los equipos informáticos que son sistemas que organizan y ejecuta secuencias de instrucciones llamadas programas, con recursos de memoria principal y secundaria que son espacios de almacenamiento temporal y permanente de programas y datos, dispositivos de entrada y salida (I/O) conectados al equipo para ejecutar instrucciones como ingresar datos y mostrar resultados, y el procesador (CPU) que ejecuta secuencialmente los programas junto a los recursos requeridos para su análisis, estos últimos son gestionados por el sistema operativo (OS) del programa donde se almacena en la memoria secundaria y el mismo brinda un entorno eficiente.

El Kernel es un codificador principal para gestionar los recursos y facilitar instrucciones al equipo a través del hardware. El sistema de archivos es la codificación que organiza jerarquía de la información en la memoria secundaria para un fácil acceso al kernel. La interfaz es la interacción entre el usuario y los recursos de comandos (CLI) o gráficos (GUI).

El router envía paquetes de datos dentro de los equipos dedicado a enrutar la información entre varias redes LAN desde su origen a su destino, basándose en la IP origen e IP destino de la comunicación y ser administrado por CLI, con una autenticación de usuario y contraseña que brinda una consola terminal donde se ingresa comandos para configurar funcionalidades del equipo en texto plano o cifrado denominados telnet o ssh basado en GUI, mediante la autenticación del CLI, está brinda una interfaz gráfica a instalarse en el escritorio del equipo administrador o una interfaz directa empleada por internet, utilizando una dirección IP de administración o MAC del equipo.

Las funciones puntuales son requeridas e implementada en equipos informáticos entre la comunicación de la red inalámbrica, direccionada a la puerta de enlace Default Gateway entre un router de frontera direccionado a la red actual y otra red destinada a la información en caso de no identificar la ruta de transmisión a su destino.

Los equipos servidores web configurados en su LAN o Internet dedicados a albergar las páginas web en el domain name server (DNS), es un equipo destinado a traducir el nombre de páginas web escritas en el navegador a las respectivas IPs del servidor web donde reside los accesos a la página, servidor de dynamic host control protocol (DHCP), este es un equipo configurado para asignar parámetros dinámicos de la red principales (IP, máscara de red, DNS, default Gateway) de un rango de parámetros o pool especificado por el administrador de red, al equipo o interfaz configurado como Cliente DHCP, esto se realiza automáticamente o estáticamente desde el router y ofrece un servidor de network address translation (NAT); mostrando un mecanismo configurado para traducir su IP privada y es válida solamente de forma local en su LAN, a una IP Pública para direccionar la salida al internet y poder navegar a través de este último (Coronel,2014).

2.4.- Regulación del servicio de telecomunicaciones.

En una comunicación inalámbrica intervienen las ondas electromagnéticas utilizando el aire como un canal de comunicación integradas en el sistema estándar de frecuencias denominado espectro electromagnético, esta presenta un rango de frecuencias desde 3 KHz a 300 GHz banda Super High frequency (SHF) utilizada en redes de cableados y redes de comunicación inalámbrica, dedicada a un servicio de telecomunicaciones

Estas frecuencias SHF están reguladas universalmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y atribuye a las 3 Regiones, esto se observa en la figura 2.1; la Región 2 es la zona limitada, descrita en la línea B y al oeste la línea C, de la zona sombreada en color plomo representando a la zona tropical, situada el Ecuador; estas frecuencias de banda no licenciada permiten operar dispositivos de radiocomunicaciones sin autorización de frecuencia a cada estación de parte de la ITU, como 13.553-13.567 kHz (frecuencia central o fc 13.560 kHz), 26.957-27.283kHz (fc 27.120 kHz), 40, 66-40, 70MHz (fc 40,68 MHz), 902-928MHz en la Región 2 (fc 915MHz), 2.400-2.500MHz (fc 2.450 MHz), 5.725-5.875MHz (fc 5.800 MHz) y 24-24, 25GHz (fc 24,125 GHz), y distribuidas su uso libre en proyectos industriales, científicos y médicos.

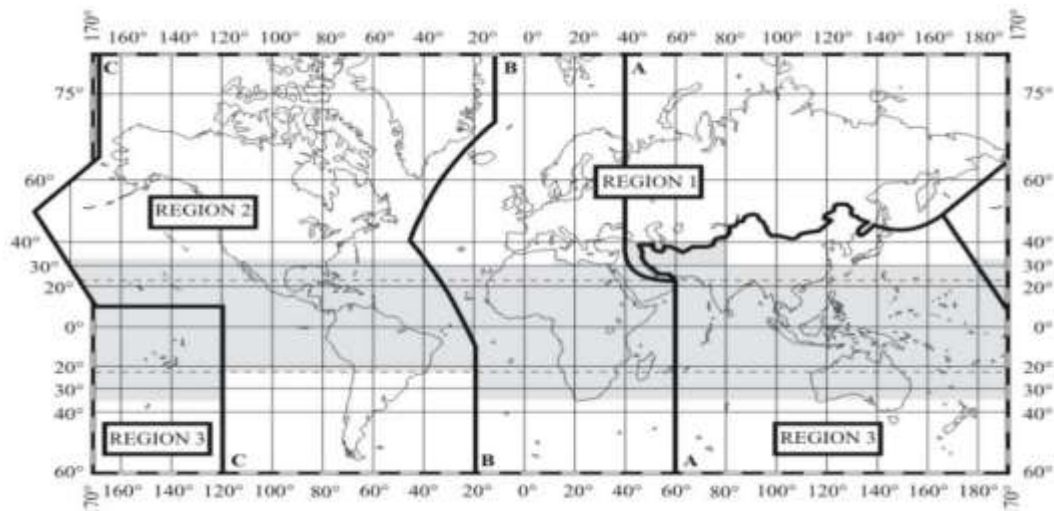


Figura 2.1 Distribución de frecuencias no licenciadas según ITU.

Fuente: (Perozo, 2017)

La frecuencia SHF está regulada por la Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones (ARCOTEL), encargada de cumplir la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT), fundada el 18 de Febrero del 2015; administrando el control y gestión en todo el Ecuador, principios y derechos constitucionales establecidos obligatoriamente para persona natural o jurídica, dedicadas a esta actividad, para garantizar el cumplimiento de derechos y obligaciones de prestadores de servicios (personas autorizadas a un permiso de la ARCOTEL para prestar servicios de telecomunicaciones) y usuarios (personas aprobada a ofrecer un mismo servicio de operadora), estas actividades de utilidad comercial y no comercial del espectro, estos establecimiento de redes alámbricas o inalámbricas que realizan servicios de telecomunicaciones, consideradas en el espectro radioeléctrico un dominio público y recurso natural limitado.

La atribución de frecuencias de Ecuador en el ARCOTEL, está regulada en las normas de la ITU y LOT, complementadas con el anexo del Plan Nacional de Frecuencias, esto establece que el rango de frecuencias para cada tipo de banda no licenciada, aplicada en redes privadas de bandas libres, requieren de un título habilitante de servicios de telecomunicaciones como asignación privada o asignación compartida a proveedores autorizados de permisos y los experimentales de investigación científica o pruebas temporales de equipo, que tendrán asignación de carácter temporal y no comercial de la banda de 2.4 GHz y 5 GHz, de utilidad libre en proyectos industriales, científicos y médicos en el Ecuador.

La banda de 2.4 GHz presenta una amplia compatibilidad con equipos de comunicación inalámbrica y cobertura, pero una alta interferencia, a relación de la banda de 5 GHz presenta baja interferencia, con escasa compatibilidad a equipos y cobertura menor a referencia de la banda de 2.4 GHz (Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador, 2015).

2.5.- Red WISP.

Una red wireless internet service provider (WISP) es una infraestructura de red de área metropolitana (MAN) que permite a un ISP,

comunicarse a un estándar de comunicación inalámbrica (IEEE 802.11), que ofrece el servicio de acceso a internet a sus clientes, mediante un contrato previo, apreciándose en el diseño general de la figura 2.2.

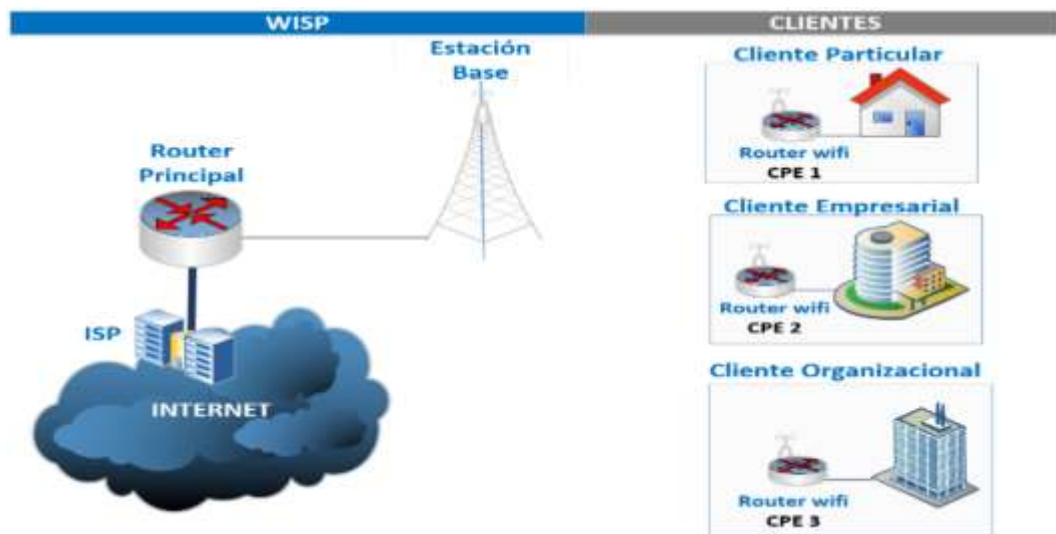


Figura 2.2 Diseño general de una Red WISP.
Elaborado por: Autor

La infraestructura del ISP de salida a Internet se conecta a un equipo router principal (RP), que funciona como un servidor DHCP, que provee parámetros de red a los clientes del WISP y un servidor NAT, que traduce las IPs privadas de clientes a IPs públicas para acceder a internet y se conecta por un cable a un access point (AP), es una antena de alta potencia, que trabaja a un estándar inalámbrico, brindando a los clientes una cobertura de acceso a Internet, configurado su direccionamiento en bridge que implica que el AP y el RP se encuentren en la misma red, y el AP es un medio de transmisión transparente de los parámetros que provee el RP.

Al cliente, es identificado por ser usuario particular o empresa que desea conectarse a Internet y dispone de un Custom Program Equipment (CPE) que es un Router suministrado en la modalidad de contrato al ISP, que comunica inalámbricamente, en direccionamiento router con el AP, que implica que el CPE tenga un direccionamiento propio, o en modo de direccionamiento bridge con el AP, que implica que el CPE tenga el mismo direccionamiento que el AP (Yacelga, 2017).

2.6.- Interfaz de gestión de red WISP.

En varias infraestructuras de redes WISP, se incorpora un equipo servidor web dedicado a albergar una interfaz libre o propietario de control de la red que permite a su administrador gestionar remotamente la información de sus clientes, basándose en una solución de software en la que una capa de base de datos (integrada por una base de datos vía online) es accedida por una capa de aplicación (integrada por las funcionalidades que me permite realizar la aplicación con la base de datos), donde el administrador debe instalarlo en un equipo servidor web dedicado a gestionar a los clientes del WISP, o constituir soluciones de infraestructura en la Nube, con las que el administrador no debe preocuparse de configuración alguna, sino solo de hacer uso de la solución, recordando que ambas soluciones están limitadas por un plan de pago, según la cantidad de clientes a administrar, que no siempre resulta en una interfaz sencilla y eficiente para la gestión de la información de los clientes.

Regularmente el administrador del WISP, crea en el servidor web un portal cautivo, que es un interfaz para interactuar con los clientes, esto define a un cliente a través de su CPE del enlace del WISP para adquirir acceso a Internet, antes de navegar es forzado a ver una página informativa con un mensaje de bienvenida, condiciones de acceso a red (políticas de privacidad, puertos permitidos, responsabilidad legal de usuarios, entre otras condiciones) y contenido de marketing, de esta manera la página se implementa en el Router Principal de la red WISP, sin embargo en ocasiones esta página está implementada en un equipo servidor web, y se redirecciona al cliente desde la página informativa a una página de autenticación solicitando contraseña de la red del WISP, y el cliente aprueba ceder a Internet los parámetros entre WISP y cliente, teniendo al portal limitado acorde a su implementación con tecnologías adecuadas. (Delgado, 2014).

Debido a las limitaciones en estas interfaces de gestión, se exploran constantemente diversos tipos de tecnologías, estándares de software y lenguajes de diseño de base de datos, lenguajes como SQL y softwares

como SQLite, lenguaje de diseño visual del sistema, lenguajes HTML/CSS, lenguaje de programación que permiten integrar la lógica de funcionalidades al sistema, lenguaje PHP, software de publicación del sistema a Internet, software de servicio web como Apache, y explorar constantemente estilos de codificación en el desarrollo de estos sistemas, que brinde una sencillez y eficiencia al sistema.

Desde el nacimiento de Internet se han destacado las interfaces de gestión de escritorio que apruebe el administrador gobernar el control de la red del WISP con escasa portabilidad en tipos de equipos (tablet, smartphone, entre otros) y OS específicos (Linux, Mac, entre otros), esto se instale y se conecte a través de Internet con la base de datos de los clientes del WISP, que promete una rapidez de integración eficaz del diseño visual, lógico, base de datos, lenguajes de desarrollo y capacidad y con la desventaja de diseñar un sistema automático de gestión de actualizaciones que permita mantener actualizada la interfaz.

En la actualidad las interfaces de gestión web, permiten al administrador fiscalizar el control de la red del WISP disponible desde cualquier equipo y OS situado un navegador web (Firefox, Chrome, entre otros) y se conecta por Internet con la base de datos de los clientes del WISP, con la ventaja de no requerir un diseño de un sistema automático de gestión de actualizaciones, el navegador web ya incorpora estas actualizaciones de su tecnología para el desarrollo y mantenimiento de la interfaz, con la desventaja de implementar una tecnología que no integra capacidades extensas como una de escritorio (Bástian, 2017).

Capítulo 3: Diseño del sistema de gestión de WISP.

Se detalla la parte técnica de los equipos utilizados en la infraestructura del WISP del proyecto, las configuraciones establecidas en su diseño, y luego se detallan las tecnologías de bases de datos, servidor web y lenguajes utilizadas en el diseño del sistema de control de los clientes de la red WISP.

3.1.- Diseño de WISP del proyecto.

El diseño del WISP del presente proyecto (integra una infraestructura de salida a internet con un ancho de banda específico), esto es proporcionada por el ISP de Netlife, por medio un equipo router wifi de marca Huawei suministrado en un plan con un ancho de banda de 20 Mbps, y se conecta a un equipo Router Principal (RP), que funciona como Servidor DHCP y NAT, identificado en un equipo de marca Mikrotik RouterBoard RB951Ui-2HnD, conectado por un cable a un access point (AP), ejerce un estándar inalámbrico, a los clientes del WISP, para direccionar a internet, su configuración de bridge con el que AP y RP, que se encuentra en la misma red y el AP es su medio de transmisión, que provee al RP integrar un equipo de marca Mikrotik RouterBoard SXTG-5HPnD-SA, esto alberga al cliente particular o empresa, deseando conectarse a internet y se facilita la opción de Router Custom Program Equipment (CPE), accediendo a un contrato por el WISP, se comunica inalámbricamente en direccionamiento bridge, estos parámetros de salida a Internet se enlaza al CPE y se distribuye en el aire la información hacia los equipos de usuario final conectados, esto de marca Mikrotik RouterBoard SXT5nDr2, como se ilustra en la figura 3.1.

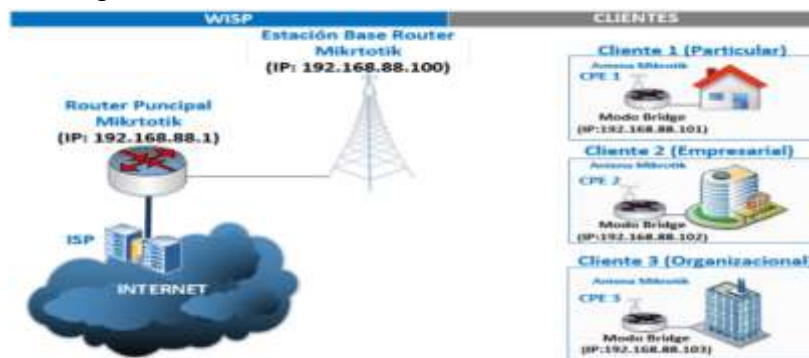


Figura 3.1 Diseño de WISP del proyecto.
Elaborado por: Autor.

3.2. Estándar de comunicación inalámbrica de WISP.

En el diseño del WISP del presente proyecto, el AP y CPE, utiliza el estándar LAN, que es protocolo de comunicación inalámbrica IEEE 802.11, es el estándar predominante en redes WLAN gracias a su constante evolución desde 1999 de la mano de la organización Wi-Fi Alliance, como una tecnología compatible entre equipos inalámbricos denominada Wireless Fidelity o Wifi, que proporcionado a equipos wireless de diversas marcas, demostrando una ventaja sobre los protocolos LAN de comunicación inalámbrica propietarios.

En su mayoría presentan una eficiencia de comunicación con equipos de la misma marca propietaria utilizada, referenciando a Nv2 y NStreme en equipos wireless de la marca Mikrotik, apertura una compatibilidad parcial o total incompatibilidad respectivamente con otras marcas de fabricantes o AirMax en equipos wireless de la marca Ubiquiti, su compatibilidad parcial con otras marcas.

La versión del estándar del protocolo IEEE 802.11 utilizada en el AP y el CPE del WISP del presente proyecto es la versión 802.11n debido al año 2017, trabaja en un frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz, con una tasa de bits por segundo (bps) de 600 Mbps, no limita al WISP a utilizar equipos que trabajen una sola bandas exclusiva.

Su compatibilidad con equipos de versiones anteriores al estándar IEEE 802.11n y no su última versión IEEE 802.1ac o WiFi 5G, a pesar de esta última versión su tasa alta en bits por segundo (bps) de hasta 1.3 Gbps, solo trabaja en la banda de frecuencia de 5 GHz, que no facilita la compatibilidad con equipos de estándares que operen en la banda de 2.4 GHz como se mencionaron los IEEE 802.11b e IEEE 802.11g.

3.3.- Equipos de comunicación inalámbrica de WISP.

Los equipos de comunicación inalámbrica a utilizar en la infraestructura de red del WISP, el router principal, access point y los clientes CPE, son los RouterBoard (RB), de la compañía Mikrotik fabricante

de equipos de redes, sus características principales son el OS RouterOS basado en el kernel Linux 3.3.5, mediante el RB ejecuta diversas funciones en la red, reguladas por una licencia única preinstalada, destacando a la licencia L3, al RB funcionalidades de CPE de WISP y a L4 funciones de infraestructura de red de WISP, además de que la mayoría de RB, presenta memoria principal de capacidad baja (64 MB) o grande (128 MB), CPU con frecuencia baja o grande, y memoria secundaria de 128 MB.

Estos RB presentan un formato de nombramiento de equipo que define (características cableadas) - (características inalámbricas) – (conectores) – (encapsulamiento), que admite funcionalidades en un WISP, las características cableadas, esto define una tecnología específica denominada OmniTK, SXT, entre otras nomenclatura de 3 dígitos, serie, interfaces cableadas o ethernet (denominándose eth1, eth2, etc.), la cantidad de interfaces inalámbricas (denominados wlan0, wlan1, etc.), y modelos de conectores representados por su simbología en puerto USB (U), gran capacidad de CPU (H), puerto de potencia sobre internet o PoE (i), y capacidad de velocidad gigabit en interfaces cableadas (G); mientras las <características inalámbricas> define su simbología de la banda en 2.4 GHz (2), 5 GHz (5) o ambas (52), potencia de onda considerada alta (H) o muy alta (HP), estándar de protocolo de comunicación IEEE 802.11 soporta la versión IEEE 802.11n (n) o IEEE 802.11ac (ac) y propagación de ondas eficiente (D) o muy eficiente (T); para especificar las variedades de conectores y encapsulamiento que soporta la arquitectura del equipo RB (Routerboard, s.f.).

Todo RB es administrable, esto físicamente se alimenta de la energía pública pasa a la fuente de alimentación o cargador, que conecta al router y otro cable de red desde uno de sus puertos ethernet (excepto el primer puerto o eth1 que es destinado a la conexión externa a Internet), se logrará acceder a la configuración del RB consiguiendo la autenticación de usuario y contraseña de administración (de fábrica el RB tiene usuario admin y contraseña vacía), mediante el software del fabricante winbox o la nube virtual llamada WebFig ambos poseen interfaz gráfica, que accede al RB

ejecutándose la autenticación de usuario y contraseña junto a la dirección IP de administrador del RB, ingresa a un navegador del equipo administrador (de fábrica con la IP 192.168.88.1).

Su condición de pertenecer al mismo segmento de la red del RB (de fábrica su segmento es 192.168.88.0/24), interfaz gráfica puede ser <<de Escritorio>> que se destaca Mikrotik el WinBox, en la que se accede al RB mediante la autenticación junto a la MAC del RB (en caso de pérdida de contraseña) o dirección IP de administración, verificando el acceso por WinBox en la Figura 3.2a y la interfaz de administración y en la figura 3.2b, sin requerir al administrador pertenezca al segmento de red del RB, en el presente proyecto se utilizó la interfaz Mikrotik WinBox para facilidad de configuración del WISP.

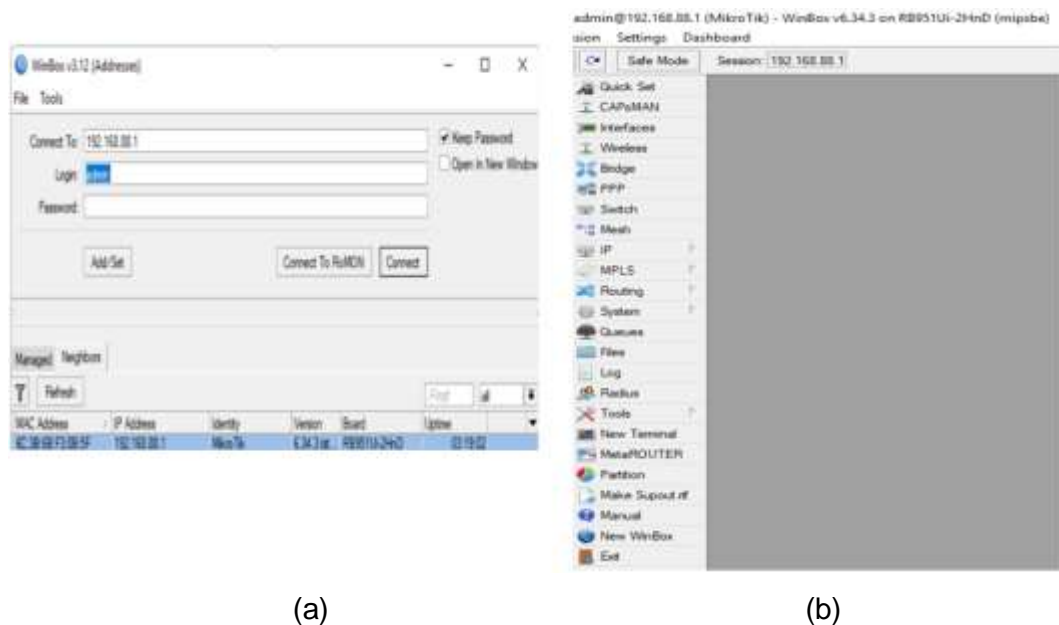


Figura 3.2 Interfaz Gráfica de administración Mikrotik WinBox

Fuente: (Mikrotik, 2013)

Al encender el RB por primera vez o dentro de la sesión puede escoger cargarle una configuración totalmente en blanco y que luego el administrador lo configure a su gusto, a través del menú System/Reset-Configuration del WinBox chequeando las opciones No default configuration y No backup como se puede ver en la figura 3.3a, o puede escoger cargarle al RB una configuración por defecto, a través del menú System/Reset-Configuration del WinBox dejando en blanco las tres

opciones de check como se puede ver en la figura 3.3b, que cede el acceso a Internet sin que el administrador realice configuración alguna, de manera que el RB viene habilitado un cliente DHCP en la interfaz eth1 denominado puerto WAN, destinado a esperar por parámetros de configuración que le provee al RB de una salida a Internet, que por seguridad es protegido por un Firewall que evita a cualquier equipo fuera de la red local acceder al RB.

Además de tener configurada una interfaz virtual denominada bridge que agrupa lógicamente a las demás interfaces ethernet e inalámbricas denominadas puertos LAN, bajo la dirección IP 192.168.88.1, y al bridge se habilita un Servidor DHCP que entrega parámetros de red dinámicamente en el rango de IP 192.168.88.2 y 192.168.88.254 a equipos conectados a estos puertos LAN.

Además el RB queda habilitado un mecanismo NAT para que los equipos conectados a los puertos LAN del RB traduzcan sus IP Privadas asignadas a IP Publicas que les permitan acceder a Internet, de modo que en el presente proyecto se dejaron en blanco inicialmente todos los equipos RB (RP, AP, CPE) para luego configurarlos, debido a que en cada nueva versión de RouterOS esta configuración por default se actualiza y dejándolo en blanco para configurar todo equipo y evitar que estas actualizaciones generen alguna funcionalidad no deseada en cada equipo (Mikrotik, 2013).

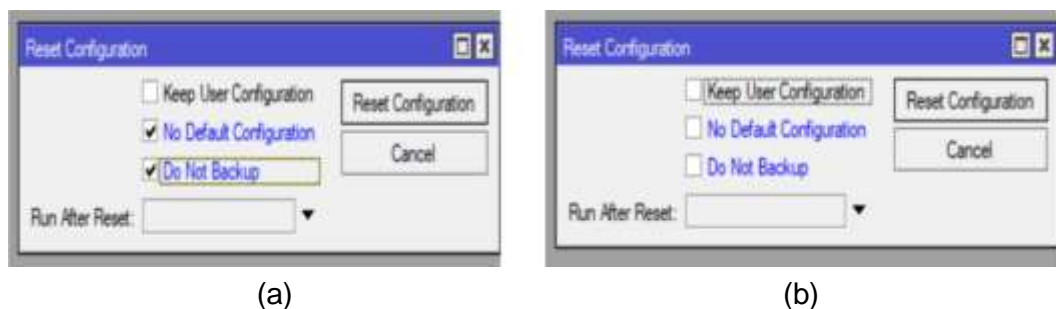


Figura 3.3 Configuración por defecto y en blanco de equipo Mikrotik
Fuente: (Mikrotik, 2013)

Al acceder vía WinBox al RB del WISP del presente proyecto, por el lado del cliente (CPE) y el lado del WISP (Router Principal, AP), estos son configurables de forma manual mediante funcionalidades de red del RB, destacando el menú IP/Addresses para asignarle de forma estática o

dinámica sus respectivas direcciones IP a la interfaz WAN eth1, a las interfaces cableadas LAN y las interfaces inalámbricas LAN a través del menú Wireless, con sus configuración, reglas de Firewall, NAT específicas para una administración segura y efectiva del equipo RB, estos RB del WISP son configurables automáticamente mediante el menú de QuickSet, le admite a un RB configurar un perfil específico de WISP, se referencia un AP o un CPE las configuraciones descritas en su menú de IP/Addresses, Wireless, Firewall y NAT, se efectúan con un formulario en resumen que engloba a todas las funciones de cross-conexión, como se ve en la figura 3.4, sin embargo no presenta un perfil de enrutamiento al RB con salida a Internet.

El presente proyecto en el Router Principal (RP), se estableció en blanco, su configuración manualmente para proporcionar una salida hacia Internet, destinado al AP, mientras los equipos AP y CPE, luego de dejarlos en blanco, se configuran automáticamente mediante el menú QuickSet por facilidad de configuración de los perfiles.

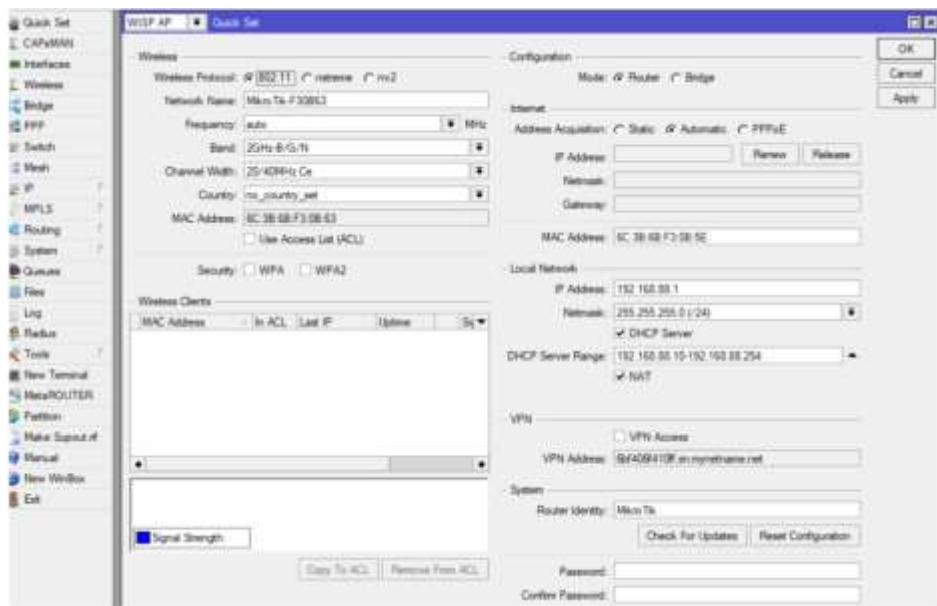


Figura 3.4 Configuración automática Quickset.
Fuente: (Mikrotik, 2013)

3.4.- Equipo Router Principal de WISP.

El Router Principal (RP) de la infraestructura de red del WISP, funciona como Servidor DHCP que provee los parámetros de red (IP,

default Gateway, DNS) a los clientes del WISP y como Servidor NAT que traduce las IPs Privadas de los clientes a IPs públicas de acceso a internet, se utilizó el equipo de marca (Mikrotik RB951Ui-2HnD).

El equipo Mikrotik RB951Ui-2HnD, lo define como un RouterBoard Serie 9 con 5 interfaces de las cuales 4 son cableadas visualizadas de color celeste (eth1, eth2, eth3, eth4), donde eth1 es PoE, y 1 interfaz es inalámbrica visualizada de color amarillo (wlan1), que opera en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, transmite la potencia de la onda considerada alta y su propagación eficiente, se utilizó el estándar de protocolo de comunicación IEEE 802.11n, se dispone de un puerto USB, como se puede apreciar en la figura 3.5, maneja una licencia L4 preinstalada, que le brinda funcionalidades de equipo de infraestructura de WISP y su ficha técnica está descrita en la hoja de nexos. (Routerboard, s.f.).



Figura 3.5 RouterBoard Mikrotik del modelo RB951Ui-2HnD
Fuente: (Mikrotik, 2013)

Al acceder vía WinBox a este Mikrotik RB951Ui-2HnD, para el presente proyecto se lo configura como Router Principal del WISP, su identidad de “RP” asignada mediante el menú System/Identity, y puerto eth1 destinado como su interfaz WAN, que está habilitado un cliente DHCP, previamente por IP/DHCP Client, su proceso de recibir parámetros de red pública de salida a Internet, recibiendo la IP 192.168.100.245/24 y default Gateway 192.168.100.1, provenientes de la infraestructura del ISP del proveedor Netlife presente, conectado al Router Wifi Huawei a través de un cable con el puerto WAN eth1 del RB.

Mientras que el puerto eth2 del RB actúa como una interfaz LAN, que habilita un servidor DHCP en el menú IP/DHCP server mediante la RB recibe parámetros de red privados en un rango especificado, disponiendo de direcciones IP libres para nuevos usuarios de la base de datos entre 192.168.88.3 y 192.168.88.254, asignando una IP de administrador 192.168.88.1 al puerto eth2 del RB mediante el menú IP/Addresses y finalmente al RB se configura como un servidor NAT en el menú IP/Firewall-NAT, así todo paquete de datos se enruta a la IP de una red privada (LAN) y se enmascara en una IP pública que cede la salida a un Internet (WAN) al equipo conectado al puerto LAN eth2, como se ve en la figura 3.6.

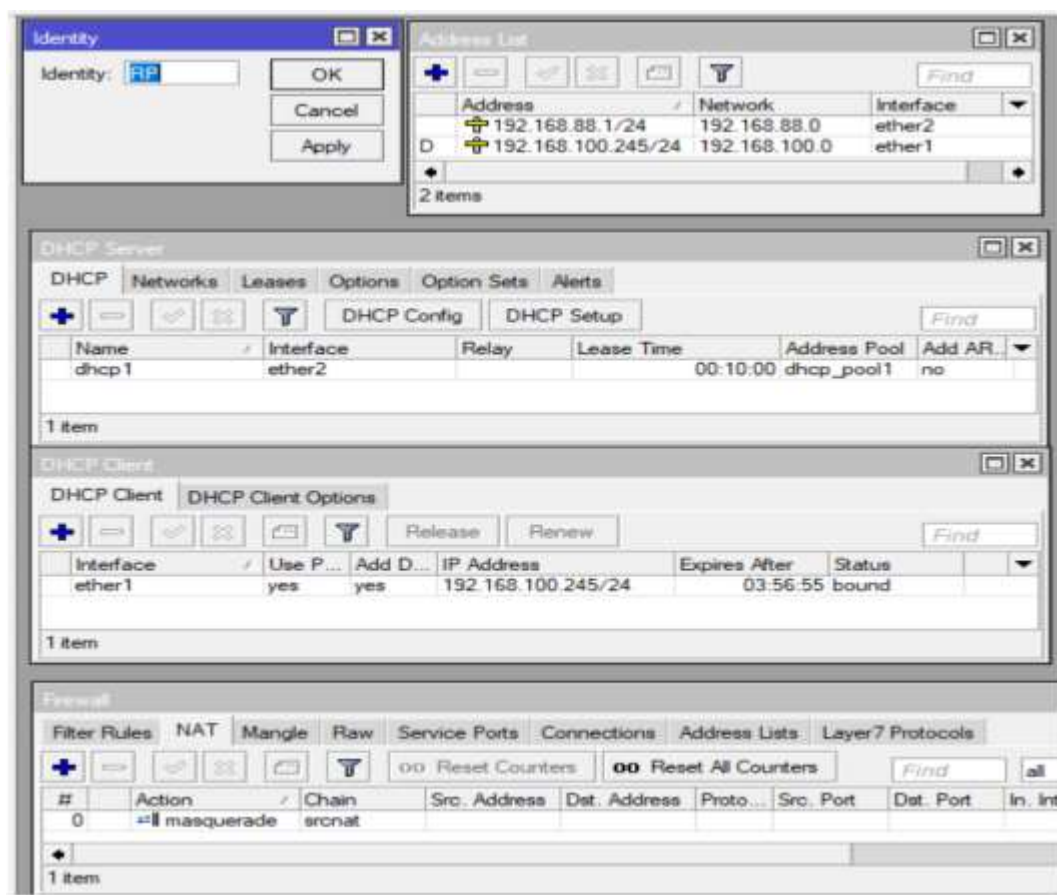


Figura 3.6 Enmascaramiento IP pública del RB951Ui-2HnD.
Fuente: Elaborado por el Autor

3.5. Equipo Access Point de WISP.

El access point (AP) de la infraestructura de la red de un WISP, fue descrita en el capítulo anterior, consta de una antena de alta potencia con una frecuencia estándar de comunicación inalámbrico (IEEE 802.11), y se conecta al Router Principal para brindarle a sus clientes del WISP, una

amplia área de cobertura específica con acceso a Internet, su direccionamiento bridge que indica que el access point y el router principal se encuentre en la misma red, el AP funcionando como vía de transmisión de los parámetros de red que provee el RP, se utilizó el equipo de marca Mikrotik SXTG-5HPnD-SAr2, que opera con una licencia L4 preinstalada para brindar funcionalidad de infraestructura de WISP y su ficha técnica está descrita en la hoja de nexos.

El equipo Mikrotik SXTG-5HPnD-SAr2, es un RouterBoard de tecnología SXT, presenta una interfaz cableada con capacidad de velocidad Gigabit, se eligió la banda de frecuencia de 5 GHz con una potencia de onda considerada muy alta y de propagación eficiente, del estándar de comunicación IEEE 802.11n y un tipo específico de carcasa SAr2, se aprecia en la figura 3.7, opera con una licencia L4 preinstalada, que ofrece funcionalidades de infraestructura de red de un WISP la descripción técnica está ubica en los anexos (Routerboard, s.f.).



Figura 3.7 RouterBoard Mikrotik modelo SXTG-5HPnD-SAr2.
Fuente: (Routerboard, s.f)

Al acceder al WinBox para ingresar a la consola terminal lógica del Mikrotik SXTG-5HPnD-SAr2, se configura de forma automática con el menú QuickSet por medio del WISP AP que enruta a un formulario de configuración de identidad del equipo “AP” y parámetros de comunicación inalámbrica de un access point de WISP utilizando el estándar inalámbrico LAN libre IEEE 802.11, estableciendo la compatibilidad de diversas marcas de equipos, a diferencia de los estándares propietarios de Mikrotik nv2 y NStreme, que dirige compatibilidad parcial o no compatible.

Algunas versiones de protocolo es B/G y N, debido a su opción de operar con AP y CPE que trabajen en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, las que funciona trabaja en 5 GHz, posee una baja interferencia y baja cobertura, a relación de 2.4 GHz, que sostiene interferencia y alta cobertura, se asigna el AP para el país Ecuador.

Checkbox, se encarga de en listar los acceso por MAC, delegando activo su AP, cediendo la apertura a Internet a Wireless Clients con sus MAC registradas en el menú Wireless/Connect List, nombre de red y contraseña de 8 caracteres mínimo de la red del AP, del presente nombre de la red es AP-Sistel y se configura en bridge para su transmisión de red (IP, default Gateway, DNS) brindados por el RP a cada CPE, y al AP se le asigna estáticamente una IP de administración 192.168.88.2/24 y una interfaz virtual bridge que engloba los puertos LAN del AP y default Gateway 192.168.88.1, como se ve en la figura.3.8.

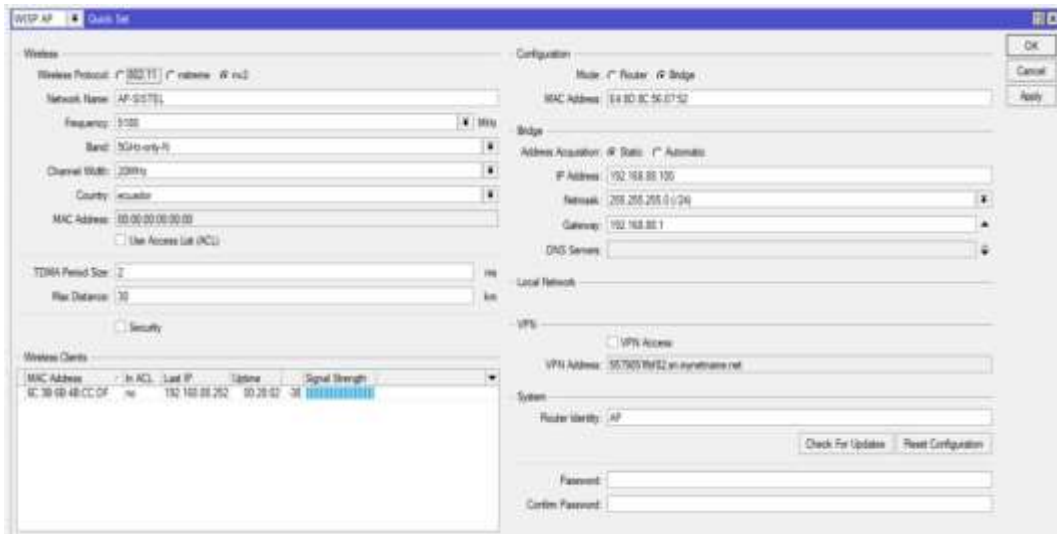


Figura 3.8 Configuración Quickset de Access PointSXTG-5HPnD-SAr2
Fuente: Elaborado por el Autor.

3.6.- Equipos Clientes de WISP.

El <<cliente del WISP>>, es una empresa que proveedora de internet y para el presente proyecto, se dispondrá de un Custom Program Equipment (CPE), es un router que supervisa un contrato previo por el WISP.

Se comunica inalámbricamente utilizando el estándar IEEE 802.11 usando el access point (AP) del WISP, para obtener acceso a Internet, en direccionamiento de router bridge con el AP; sus parámetros de salida del Router Principal (RP) atraviesen de forma transparente al CPE y lleguen a los equipos de usuario final de los clientes, el equipo utiliza la marca Mikrotik SXT5nDr2 o SXT Lite5.

Mikrotik SXT5nDr2 o SXT Lite5, define a un RouterBoard de tecnología específica SXT, presentando una interfaz cableada, que opera en la frecuencia de 5 GHz y un protocolo de comunicación IEEE 802.11 soporta en su versión de IEEE 802.11n, como se puede apreciar en la figura 3.9, posee una licencia única L3 preinstalada de fábrica con funcionalidades de Router Wifi cliente o CPE de WISP y una memoria principal de 64 MB, otra memoria secundaria de 128 MB y las características técnicas se ubica en la hoja de anexo (Routerboard, s.f.).



Figura 3.9 RouterBoard Mikrotik modelo SXT5nDr2.
Fuente: (Routerboard, s.f)

Al acceder vía WinBox a este Mikrotik SXT5nDr2 se lo configura de forma automática con el menú QuickSet a través de un perfil de CPE que presenta un formulario de configuración de la identidad del equipo como “CPE1” y parámetros de comunicación inalámbrica de CPE de WISP como lectura de redes de AP accesibles por el CPE, de modo que reconoce la red del AP “AP-Sistel” y su contraseña “2012apes3418”, destacando el CPE reconoce la red del AP mencionado pues ambos equipos trabajan en la misma banda de frecuencia, también el CPE se lo configura como un Servidor NAT, de esta manera todo paquete de datos recibidos de la IP

privada de una red (LAN), se encripta a una IP pública que ofrece una salida a Internet (WAN).

El equipo está conectado al puerto LAN eth1, que asigna al equipo una IP de administrador 192.168.88.101/24, además cada CPE se configura en direccionamiento bridge, para todos los CPEs (usuarios de la red), pertenecen a la misma red LAN o segmento privado de red (IP, default Gateway, DNS) brindados por el RP a cada CPE, y al CPE1, asignando automáticamente vía Wireless sus parámetros de salida a Internet, se delegó la IP 192.168.88.101/24 y default Gateway 192.168.88.1, como se puede visualizar en la figura.3.10.

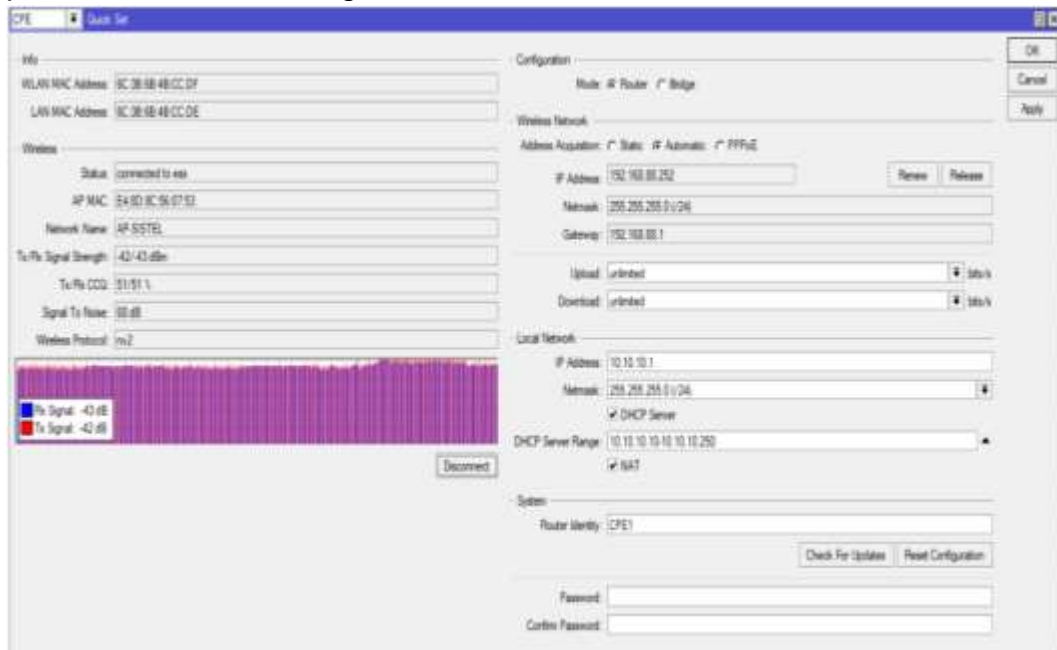


Figura 3.10 Configuración Quickset de CPE SXT5nDr2

Fuente: Elaborado por el Autor

3.7.- Diseño de Interfaz de Gestión de WISP del proyecto.

En el WISP del presente proyecto se incorporó un equipo servidor web, con una placa de hardware PcDuino 3A ARM Cortex A7 Dual Core, que viene pre instalado su sistema operativo OS de fábrica llamado Lubuntu, donde se instaló un software servidor web Apache, que se dedica a albergar interfaz de gestión de clientes del WISP, donde el administrador de la red controla la información de sus clientes.

Esta interfaz de gestión y control de clientes del WISP, es una solución web creada para la integración de funciones lógicas y diseño visual a través de las tecnologías del lenguaje de programación PHP y lenguajes HTML/CSS junto a la base de datos de clientes con SQLite, de esta manera la interfaz es sencilla, eficiente y portable vía web disponible para uso por parte del administrador del WISP desde cualquier equipo de hardware y sistema operativo (OS) en que se instale un navegador web, para conectarse por Internet con la base de datos y gestionar su información, en lugar de optar por desarrollar una interfaz de escritorio con escasa portabilidad de equipos y OS, como se ve en la figura 3.11.

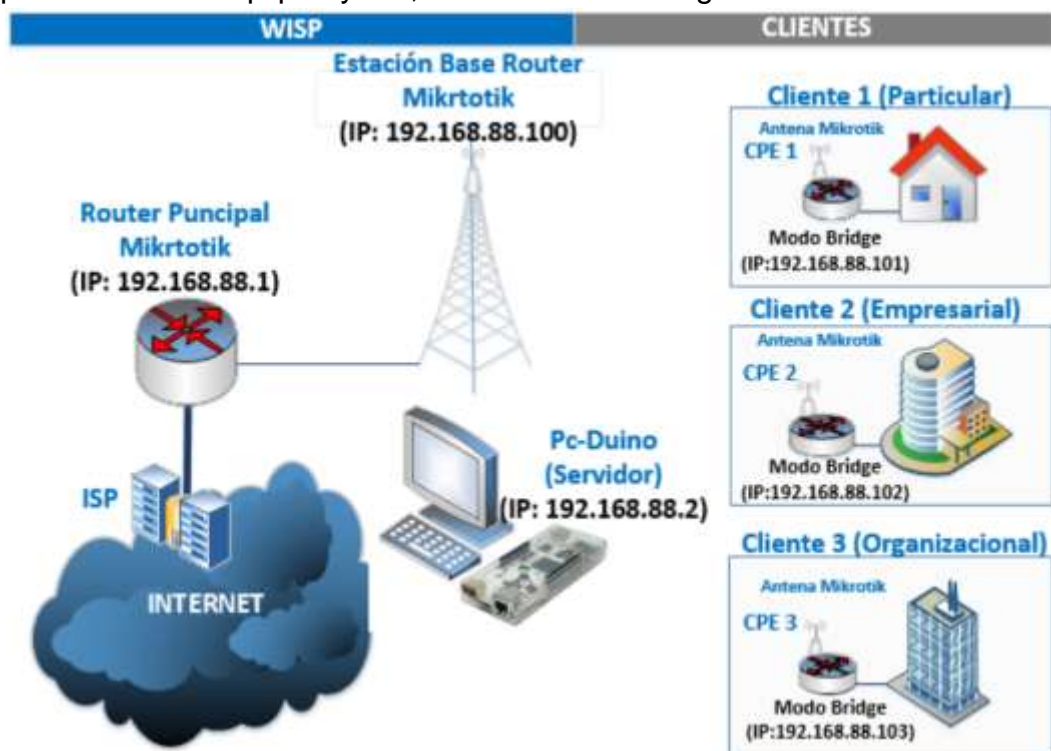


Figura 3.11 Diseño de Interfaz de Gestión del WISP del proyecto
Elaborado por: Autor.

3.8.- Equipo Servidor Web de WISP.

En la infraestructura del WISP, se incorporó un Equipo Servidor Web que alberga la interfaz de gestión de clientes de la red a ser utilizado por el administrador, esto incorpora a una placa de hardware PcDuino 3A ARM Cortex A7 con su propio sistema operativo Linux Lubuntu en la que se instaló el software servidor web APACHE 2, que funciona el diseño que alberga y publica por Internet la interfaz de gestión de los clientes del WISP para ser manipulado remotamente por el administrador de la red.

La placa hardware, PcDuino fue escogida para integrar el equipo servidor web al destacar dimensión de 121 mm x 65 mm, CPU ARM Dual Core de 1 GHz, 1 GB de memoria principal, 4GB de memoria secundaria (expandible hasta 32 GB a través de tarjeta externa), puerto de conexión a memoria secundaria externa de tecnología SATA, interfaz de comunicación Wifi y de audio analógico, puerto de salida de audio y video de alta definición HDMI para conectar una pantalla al mismo, puerto de red de tecnología 10/100 Mbps, y un puerto USB, alimentados por una fuente de 5 V a 2000 mA, como se visualiza en las figura 3.12, son recursos suficientes para instalar un sistema operativo Android o un OS con kernel Linux, ya que estos últimos presentan requerimientos mínimos de hardware para su instalación de CPU Intel i386 de 200 MHz, memoria principal de 4 MB y memoria secundaria de 50 MB (Electronics, 2016).

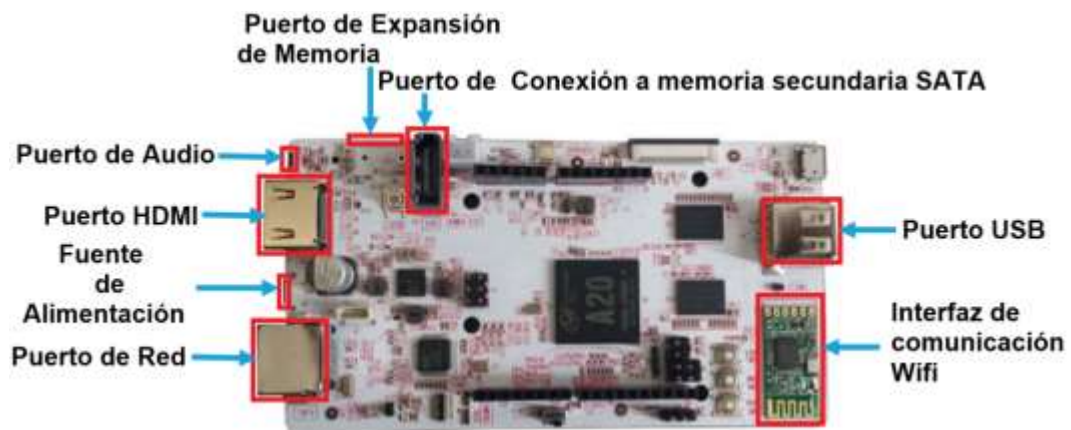


Figura 3.12 PcDuino3A
Fuente:(LinkSprite, 2014)

A la placa de hardware PcDuino se eligió instalarle un OS con Linux, por ser (multitarea) para ejecutar varios procesos a la vez, <<multilenguaje>> que soporta varios lenguajes de programación, entre ellos se destaca, PHP, Javascript, entre otros, (multiplataforma) al soportar 80% de arquitecturas de CPU, representación simple de recursos/procesos, como archivos simples destinados a la jerárquicamente en el sistema de archivos, interfaz por línea de comandos (CLI) e interfaz gráfica (GUI), integradas mediante digitación de comandos en el hyper terminal u opciones dinámicas respectivamente que facilitan la interacción

entre los procesos y recursos, que incorpora una (jerarquía de usuarios) destacando al super usuario administrador o root que presenta todos los privilegios para instalar/configurar programas en el OS y usuarios estándares con privilegios limitados a solo uso de programas, y “software libre” que brinda permisos de acceder al código, estudiarlo, modificarlo y venderlo, lo que originó una gran comunidad que con desarrollo colaborativo genera actualizaciones del OS cada 6 meses y con ello un “gran soporte”, condicionado que toda modificación conste Linus Torvalds como dueño original del software, en contraste a un OS Android, es un software de código abierto definido como un software libre sin la condición que conste Linus Torvalds como dueño original del software, pero limitado a las restricciones de utilidad funcional (Sanz, 2016).

Entre distribuciones de OS con kernel Linux, resalta “Ubuntu”, por su facilidad de instalación, configuración y estabilidad en rendimiento proporcionada en sus actuales versiones que incorporan versiones antiguas y estables del kernel Linux; de Ubuntu para versiones derivadas de Lubuntu que es una versión ligera en consumo de recursos para interactuar con el OS.

Linux Lubuntu es el OS que se escogió por estar incorporado en la PcDuino del proyecto de acuerdo a las ventajas que presenta antes mencionadas y puesto que este OS viene preinstalado en la PcDuino 3A ARM Cortex A7 utilizada para el proyecto (Ubuntu-es, 2016).

La PcDuino, se conecta un teclado, pantalla y fuente a través de sus entradas de puerto USB, HDMI y fuente respectivamente, para cargar su OS Linux Lubuntu instalado, de esta manera realice las configuraciones del proyecto “se ingresa a una de sus terminales de línea de comando denominadas tty” accesibles mediante la combinación de teclas (Ctrl + Alt + tecla F superior), como en este caso (Ctrl + Alt + F2) para acceder al (terminal tty2), que es su consola terminal, en la que pide autenticación del root con su contraseña es root, con la que puede ejecutar diversos comandos para instalar o configurar programas y recursos del equipo,

(como se ve en la figura 3.13), esto se recomienda como primera acción actualizar el repositorio o librerías de programas de Lubuntu a sus versiones disponibles, a través del software instalado por defecto (apt-get) gestor de actualización e instalación de programas mediante el comando (sudo apt-get update).

```
Linaro 14.04 linaro~alip tty2
Linaro~alip login: root
Password:
Last login: Wed Feb 14 22:40:33 UTC 2018 on tty3
Welcome to Linaro 14.04 (GNU/Linux 3.4.79+ armv7l)
*Documentation: https://wiki.linaro.org/
```

Figura 3.13 Acceso al usuario root de Lubuntu
Elaborado por: Autor.

Primero se verifica, si la interfaz de comunicación wifi está activa, mediante el comando (sudo ifconfig), de modo que Lubuntu nombra a esta interfaz como (wlan0), bajo una IP Privada (192.168.88.2) y se encuentra en estado running o activa, de lo contrario se ingresa el comando (sudo ifconfig wlan0 up) para activarla, como se ve en la figura 3.14.

```
wlan0  Link encap:Ethernet  HWaddr 8c:18:d9:78:ec:90
       inet addr:192.168.88.2  Bcast:192.168.88.255 Mask:255.255.255.0
       inet6 addr: fe80::8e18:d9ff:fe78:ec90/64  Scope:Link
       UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU: 1500 Metric:1
       RX packets:14302 errors:0 dropped:16207 overruns:0 frame:0
       TX packets:5361 errors:0 dropped:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
       collisions:0 txqueuelen:1000
       RX bytes:18260413 (18.2 MB) TX bytes:748633 (748.6 KB)
```

Figura 3.14 Verificación de la interfaz Wireless de Lubuntu
Elaborado por: Autor.

Una vez confirmada que está activa, luego se configura la interfaz wlan0 para que se comunique vía Wireless con el Router Principal (RP) del WISP, identificado con la dirección IP 192.168.88.1, que ejerce los parámetros de salida a Internet (IP Pública, default Gateway, DNS) al equipo servidor web, a través de la asignación estática de la ID del equipo access point (AP) del WISP como Mikrotik2, dirección IP privada del equipo servidor Web como 192.168.88.2, y default Gateway con la IP 192.168.88.1 del RP, mediante el ingreso del comando (sudo vim

/etc/network/interfaces), le permite acceder a los archivo de interfaces ubicado en el directorio (/network) contenido en el directorio (/etc), para configurar las interfaces de red del equipo servidor web, y asignar la configuración la interfaz wireless wlan0, como se ve en la figura 3.15.

```
1 # interfaces(5) file used by ifup(8) and ifdown(8)
2 # Include files from /etc/network/interfaces.d:
3 source-directory /etc/network/interfaces.d
4 #public wireless network
5 auto wlan0
6 iface wlan0 inet static
7 wireless-essid Mikrotik2
8 address 192.168.88.2
9 netmask 255.255.255.0
10 gateway 192.168.88.1

"interfaces" [readonly] 10L, 291C          1,1      All
```

Figura 3.15 Configuración de la interfaz Wireless WLAN0
Elaborado por: Autor

Su campo es editable de nombre de dominio del RP mediante el ingreso del comando (sudo vim /etc/resolv.conf), que permite acceder a (resolv.conf), es el archivo ubicado en la ruta de directorio /etc, que sirve para configurar el DNS de su OS Linux Ubuntu y editar al RP del nombre de dominio nameserver que traduzca a la IP privada 192.168.88.1, como se ve en la figura 3.16.

```
1 nameserver 192.168.88.1

"resolv.conf" 1L, 24C          1,1      All
```

Figura 3.16 Configuración del nombre de dominio del Router Principal
Elaborado por: Autor.

Finalmente este equipo servidor web conformado por la PcDuino cual donde en el cual gobierna el OS Linux Lubuntu preinstalado, se le instala un software servidor web que lo convierte en un servidor web dedicado a albergar y publicar por Internet la interfaz de gestión de los clientes del WISP que se diseñó para ser manipulada remotamente por el administrador de la red del WISP, de modo que se destaca el software de código abierto Apache, creado en 1995 por la organización sin fines de lucro Apache Foundation y que gracias a su comunidad ha evolucionado a ser

actualmente el estándar de software servidores web por su gran soporte para diversos lenguajes de programación y a múltiples plataformas de equipos informáticos, que fue utilizado para el presente proyecto viene preinstalado junto al OS Lubuntu.

Si no presentara instalado el Apache, se puede beneficiar del repositorio de software libre o de código abierto de Lubuntu, para utilizar su gestor y digitando apt-get para instalar apache, con el ingreso a una terminal de línea de comandos (CLI) de Lubuntu mediante la combinación de teclas (Ctrl + Alt + F2) y el comando (sudo apt-get install apache2) se instala el software servidor web apache en su OS Linux Lubuntu, solicitando la contraseña de su usuario root o super usuario y escribir la nomenclatura de la librería para proceder la instalación del software.

Creado el servidor web en el núcleo ARM Cortex A7 Dual Core de la PcDuino con el OS Lubuntu y el software servidor web Apache instalado, se crea automáticamente el directorio (/www) en Lubuntu, esto crea archivos desarrollados en lenguajes de estructuración, diseño visual, lógica de funcionalidades del diseño de la bases de datos, soportados por apache, como parte de la interfaz de gestión de clientes del WISP y el ingreso a este directorio mediante la ruta /www creada en el directorio (/var), este directorio contiene un subdirectorio denominado (cliente-web-mikrotik) que presenta las funcionalidades de ingreso de clientes del WISP y usuario administrador al sistema, de la base de datos de estos clientes y usuarios.

La conexión integra de las funcionalidades y la aplicación web con la base de datos del WISP que provee el router principal y access point de la infraestructura del WISP (Achour, Betz, Dovgal, 2016).

3.9.- Tecnologías web de desarrollo de la interfaz de gestión del WISP.

En el servidor web del WISP, se diseñó la interfaz de gestión de clientes del WISP, basándose en tecnologías web, lenguaje de diseño visual HTML5/CSS3, lenguaje de programación PHP6 y software de diseño de base de datos SQLite3, este conjunto le brindan al administrador una

(interfaz portable) disponible en cualquier equipo (tablet, smartphone, entre otros) y OS (Linux, Mac, entre otros), que se instale un navegador web, que conecte por Internet a la base de datos de los clientes del WISP y disponer del control de la red, con la <<ventaja de no requerir el diseño de un sistema automático de gestión de actualizaciones>> en el navegador por que incorpora estas actualizaciones de su tecnología para el desarrollo y mantenimiento de la interfaz y la <<desventaja de implementar una tecnología que no integra capacidades extensas como uno de escritorio, aunque los estilos de codificación de HTML5/CSS3 y PHP6 usados en desarrollar el sistema, no complejo en su programación y demuestre sencillez en la eficiencia de similares características a la de una interfaz de escritorio.

Se utilizaron lenguajes HTML5/CSS3 en el desarrollo estructural y visual de la interfaz de gestión de clientes del WISP, debido a los estándares de estructuración y diseño visual de aplicaciones web que es visible en un navegador web ya instalado en su Servidor Web, considerando desde 1991 el Ingeniero Tim Berners-Lee creó el lenguaje de estructuración de páginas HTML (Hyper Text MarkupLanguage) que evolucionó basándose en etiquetas con nombres que indican al navegador cada parte definida de la aplicación web (como <html> y </html> para delimitar inicio y fin de un documento html, entre otras), permitiendo enlazar hipertextos definidos como contenidos de enlace a otros, mientras que el lenguaje de diseño visual CSS (Cascade Style Sheet), desde su creación en 1994 por el programador HakomWium Lie, evoluciona como un lenguaje que ejerce posicionamiento y estética a cada parte en una aplicación web html y actualmente son impulsados a la iniciativa de red mundial World Wide Web Consortium o W3C, y vienen en todo navegador actual, sin necesidad de ingresar al repositorio para instalar paquete de programas alguno (González, 2014).

Se utilizó el lenguaje de programación PHP6 (HipertextoProcess) en el desarrollo de la lógica de funcionalidades de la interfaz de gestión de clientes de WISP debido a los estándares de lenguajes de programación

más antiguos desde su creación a manos del PHP Group liderado por Rasmus Lerdorf en 1994, desde su evolución fue basado en palabras claves en inglés o keywords que le indican al navegador el comportamiento de cada parte html/css definida en una aplicación web (como `<?php` y `?>` para delimitar inicio y fin de comportamientos generados con el lenguaje php, entre otras), permitiendo procesar información en variables definidas como espacios de memoria del equipo servidor web que guardan temporalmente información de una aplicación web, para crear una interfaz con capacidad de procesamiento de información de la misma y casos de información de clientes del WISP. (Hincapié, 2016).

PHP6 fue utilizado en el desarrollo de la lógica funcional de la interfaz de gestión de clientes de WISP, es un lenguaje de propiedad libre de software, del cual Ubuntu y otras distribuciones de OS Linux u otros software libres tienen soporte para PHP en sus repositorios, sobre todo en su antigüedad que garantiza el soporte técnico de múltiples plataformas de equipos. OS, es un navegador de confianza para el desarrollo de múltiples páginas como destacan Facebook y Wikipedia, en la evolución de sus propiedades como presentar una sintaxis sencilla basada en lenguaje C y es imbebible en código HTML e integrada con bases de datos creadas con software libre o de código abierto, de modo que la interfaz está almacenada en el servidor web, esto recibe peticiones de algún usuario de la interfaz a través del navegador por funcionalidad que desee utilizar, al incorporar librerías de funcionalidades específicas utilizadas para acceder a la información del router principal (RP) del WISP del proyecto, vinculando la librería `Pear/Net_RouterOS`, por el puerto 8728, que permite enlazar la información de los clientes del WISP, facilitando la ejecución de comandos, desde el Servidor Web hasta el RP (Tamami, 2015).

Todas sus ventajas PHP, no viene instalado en distribuciones de OS Linux como Ubuntu, que se procede a instalarlo desde el repositorio mediante el comando `(sudo composer install)`, que es un administrador de programas a instalarse, donde la opción `install` asigna a composer que deben instalarse las dependencias de código (librerías, utilidades, entre

otras), esto requiere ser ejecutado para actualizar la versión básica de PHP a PHP6, requerida para enlazar a la interfaz web diseñada de gestión de clientes del WISP, en el directorio denominado (cliente-web-mikrotik) que alberga los archivos php (vendor/autoload.php) y (/app/routes.php), presentando las funcionalidades de ingreso de clientes del WISP y de usuarios administradores al sistema, mostrando el proceso de instalación de la siguiente captura de pantalla como se ve en la figura 3.17, para utilizar el comando (ls), que permitan en listar estas dependencias facilitando la confirmación en el directorio como se ve en la figura 3.18.

```
linaro@linaro-alip:~/code/cliente-web-mikrotik$ composer install
Loading composer repositories with package information
Updating dependencies (including require-dev)
Package operation: 12 installs, 0 updates, 0 removals
- Installing symfony/yaml (3.4.x-dev 1456882af): cloning 14568820af
- Installing per/log (dev-master 4ebe3a8): cloning 4be3a8b7
- Installing symfony/debug (3.4.x-dev fb2001e): cloning fb2001e5d8
- Installing symfony/polyfill-mbstring (dev-master 2ec8b39): cloning 2ec8b39c38
- Installing symfony/console (3.4.x-dev 72b0921): cloning 72b0921e1c
- Installing symfony/filesystem (3.04.x-dev de56eee) cloning de56eee71e
- Installing symfony/config (3.04.x-dev 1de51a6) cloning 1de51a6c76
- Installing robmorgan/phinx (v09.1) Loading from cache
- Installing klein/klein (v2.1.2) Loading from cache
- Installing pear2/net_transmitter (dev-master 5abea5c): cloning 5abea5cd48
- Installing pear2/net_routeros (1.0.0b6): Loading from cache
- Installing pear2/cache_shm (0.2.0): Loading from cache
```

Figura 3.17 Proceso de instalación de PHP
Elaborado por: Autor

```
root@linaro-alip:/var/www/cliente-web-mikrotik# ls
LICENSE  README      composer.lock  favicon.ico
Makefile  app         config         index.php
Makefile  composer.json  db            mikrotik_clients.sqlite
Rootlinaro-alip:/var/www/cliente-web-mikrotik#_
```

Figura 3.18 Confirmación de instalación de PHP
Elaborado por: Autor.

Se utilizó el software de gestión de Bases de Datos SQLite3, para diseñar la base de datos (DB) de clientes del WISP que utiliza una interfaz de gestión de clientes del WISP para administrar el registro de los datos de sus clientes del WISP y usuarios administradores del sistema, es un software libre de gestión de DB para pequeña y mediana empresa, que permite crear varias instancias de DB bajo principios del software libre, es ligero a relación de las DB que almacena archivos con datos organizados, para fácil modificación/migración y posee varias consideraciones particulares en las sentencias para evitar la discontinuidad de datos, de un

campo varchar(5) puede guardar una cadena de un tamaño 15, mientras en otros sistemas se forzan, (comparación estricta) de mayúsculas, minúsculas y tildes, de modo que “Pepe” y “Pépe” no se consideran iguales, <<y almacenamiento de fecha como cadena vacía>>, mientras otros sistemas guardan “0000-00-00”, entre otras consideraciones; de presentar ciertas desventajas como ser (monousuario) al no **permitir concurrencia de conexiones a la DB**, (ser débilmente tipado), todo campo puede almacenar cualquier tipo de dato, y no presentar gestión de usuarios, la desventaja de gestión de usuarios se mitiga realizándola en el Router del WISP y esta transición permite diseñar una DB ligera, portable y modificable, de forma sencilla, convirtiéndola en la DB a usar (Sqlite, 2017).

Todas sus ventajas de SQLite, no viene instalado en distribuciones de OS Linux, se crea la instalación desde el repositorio a través del gestor de programas apt-get por defecto de Ubuntu, mediante el comando (sudo apt-get install -y php5-sqlite) y paquete de librerías al momento de instalarse automáticamente, habilita las extensiones de php para usar las librería, como se ve en la figura 3.19.

```
linaro@linaro-alip: ~/code/cliente-web-mikrotik$ sudo apt-get install -y php5-sqlite
```

```
Creating config file /etc/php5/mods-available/sqlite3.ini with new version
Php5_invoke: Enable module sqlite3 for cli SAPI
Php5_invoke: Enable module sqlite3 for apache2 SAPI

Creating config file /etc/php5/mods-available/pdo_sqlite.ini with new version
Php5_invoke: Enable module pdo_sqlite for cli SAPI
Php5_invoke: Enable module pdo_sqlite for apache2 SAPI
```

Figura 3.19 Crear y Habilitar paquetes de conexión php5 con sqlite3
Elaborado por: Autor.

El presente proyecto se mencionó anteriormente que presenta archivos dentro del directorio (cliente-web-mikrotik) que alberga las funcionalidades de la interfaz como archivos php y la base de datos (DB) SQLite de clientes y usuarios administradores del WISP, que gestione la creación de esta DB que utiliza el comando (more makefile), que define la cantidad de archivos con la información necesaria para crear la DB, como se ilustra en la figura 3.20, donde migrate permite crear la estructura de DB y start permite almacenarla en el servidor web, para que el software de

gestión de DB SQLite3, realice la creación de la DB como (formulariosdb) en el directorio (/var/www/html/formulario2), se muestra la estructura de tablas (contratos, planes, usuarios y log de contratos), como ve en la tabla 3.1

```

root@linaro-alip:/var/www/cliente-web-mikrotik# more Makefile
default: help
help:
    @echo "Por favor usa 'make < tarea>' donde < tarea> es uno de:"
    @echo " migrate          Crea la base de datos para la aplicación"
    @echo " start              Inicia un servidor web en el puerto 8000"
migrate:
    ./vendor/bin/phinx migrate && \
    ./vendor/bin/phinx seed: run
start:
    php -s 127.0.0.1$ [PORT]
.PHONY: migrate migrate_test test start-alip
root@linaro-alip:/var/www/cliente-web-mikrotik#

```

Figura 3.20 Identificación de archivos de dependencia de sqlite3
Elaborado por: Autor.

Tabla 3.1 Estructura de la base de datos

Contratos		Contratos_Log	
Nombres	String	Nombres	String
apellidos	String	Apellidos	String
Correo	String	Correo	String
Cedula	String	Cedula	String
Celular	String	Celular	String
mac_address	String	mac_address	String
ip_address	String	ip_address	String
Estado	String	Estado	String
plan_id	String	plan_id	String
Planes		Usuarios	
Beneficios	String	Username	String
Precio	String	Password	String

Elaborado por: Autor

El código en detalle para diseñar la base de datos (formulariodb) puede ser visualizado en detalle en la figura 3.21 que a continuación se muestra.

```

/***** BASE DE DATOS FORMULARIOSDB *****/
DROP DATABASE "formulariosdb";
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS 'formulariosdb'
USE 'formulariosdb';

SET SQL_MODE = "NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";
SET time_zone = "+00:00";

DROP DATABASE 'formulariosdb';
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS 'formulariosdb' DEFAULT CHARACTER
USE 'formulariosdb';

/***** TABLA PERSONAS *****/
DROP TABLE IF EXISTS 'personas';
CREATE TABLE 'personas'(
    'per_rut'          int(9)          NOT NULL COMMENT "RUT del usuario",
    'per_dv'          int(2)          NOT NULL,
    'per_nombre'     varchar(100) NOT NULL,
    'per_email'      varchar(100) NOT NULL,
    'per_sexo'       varchar(25)  NOT NULL,
    'per_comentario' text          NOT NULL,
    'per_comuna'     varchar(25)  NOT NULL,
    'per_estado'     int(2)          NOT NULL COMMENT "1: active / 0: inactive "
) ENGINE= InnoDB COMMENT = "registran todos los datos necesarios de las personas";

/***** INSERCIÓN DE DATOS EN TABLA PERSONAS *****/
INSERT INTO 'personas'
VALUES (1234567, 9, "MARIA", maria@gmail.com, "femenino", "comentario de prueba", "Santiago", 1);

ALTER TABLE 'personas'
ADD PRIMARY KEY ('per_rut');
```

Figura 3.21 Archivo de base de datos formulariodb.sql.

Elaborado por: Autor

La interfaz web, automatiza la conversión del archivo de la base de datos (DB) formulariodb.sql que contiene las tablas del proyecto de un lenguaje de diseño MySQL hacia SQLite3 a través de la librería phinx propia de la librería de funcionalidades cakephp del lenguaje PHP, que genera archivos de migración y de tablas en los directorios (/db/migrations y /dbg/seeders), este proceso confirma las librerías de la sintaxis (make), se procede a invocar la opción migrate de la siguiente manera, representada en la figura 3.22, de modo que make es nativo del OS Linux y busca en el directorio presente un archivo (Makefile) de configuración, que incluye tareas programadas para que (make) las ejecute, la existencia

del albergue en dos tareas programadas, mientras que (migrate), está encargada de fundar la base de datos e iniciar con datos iniciales de ser necesario, y (start) levanta la DB en el puerto 8000 del servidor web, como se ve en la figura 3.23, que indica la determinación del proceso de la DB.

```
linaro@linaro-alip: ~/code/cliente-web-mikrotik$ make migrate
```

Figura 3.22 Importación de la librería para la Base de datos SQLite3
Elaborado por: Autor.

```
linaro@linaro-alip: ~/code/cliente-web-mikrotik$ make migrate
./vendor/bin/phinx migrate && \
./vendor/bin/phinx seed:run
Phinx by cakePHP - https://phinx.org. 0.8.1

using config file ./phinx.yml
using config file parser yaml
using migration paths
- /home/linaro/code/cliente-web-mikrotik/db/migrations
Using seed paths
- /home/linaro/code/cliente-web-mikrotik/db/seeds
Warning no environment specified, defaulting to: development
using adapter sqlite
using database mikrotik_clients.sqlite

-- 20171118212447 Usuarios: migrating
-- 20171118212447 Usuarios: migrated 0.0531s

-- 20171119143606 Planes: migrating
-- 20171119143606 Planes: migrated 0.0347s

-- 20171119143611 Contratos: migrating
-- 20171119143611 Contratos: migrated 0.8814s

All Done. Took 1.1161s
Phinx by CakePHP - https://phinx.org. 0.8.1

using config file ./phinx.yml
using config parser yam1
using migration paths
```

Figura 3.23 Creación e Instalación la base de datos SQLite3
Elaborado por: Autor.

De esta manera queda completa la integración de la base de datos del WISP a utilizar en el proyecto, mostrando su estructura como se ve en el archivo de (migrations), como se aprecia en la figura 3.24

```
root@linaro-alip: /var/www/cliente-web.mikrotik/db# vi migrations
```

Figura 3.24 Descripción de tablas de la base de datos SQLite3
Elaborado por: Autor.

Y las entidades del proyecto, representan las tablas de la base de datos en la figura 3.25, que se ejecutó para levantar el (servidor web apache) en el

hardware PcDuino, que se enlazará al Router Principal de la infraestructura del WISP vía Wireless con el equipo servidor web, necesario para ejecutar su sistema de gestión.

```
" -----
" Netrw Directory Listing                               (netrw v149)
" /var/www/cliente-web-mikrotik/db/migrations
" Sorted by      name
" Sort sequence: [V]$, \core \%(\\. \\d\\+\\)\\.hs,\\.cs\\.cpp$, \\ \\=*$,*\\.0$, \\
" Quick Help: <F1>: help  -:go up dir  D:delete  R:rename  s:sort-by  x:exec
" -----
.. /
./
20171118212447_usuarios.php
20171119143606_planes.php
20171119143611_contratos.php
20171125011437_contratos_log.php
.swp
_
_
```

Figura 3.25 Representación de las entidades de la base de datos SQLite3
Elaborado por: Autor.

Capítulo 4: Funcionamiento del sistema de gestión de WISP

Se explicará el funcionamiento del software, desempeño de los campos de la barra de menú principal, códigos utilizados para enlazar los campos, descripción general del diagrama de bloques funcional que intervienen el administrador y los clientes del WISP, políticas de seguridad, las conclusiones y recomendaciones.

4.1. Sistema de gestión de clientes del WISP.

Este sistema se creó con una interfaz, basada en tecnologías de HTML5/CSS3, PHP6 y SQLite3 en el software servidor web Apache instalado en un OS Linux Lubuntu, en una placa PcDuino ARM Cortex A7, que por direccionamiento IP se comunica con un Router Principal (RP), contenedor de la base de datos de clientes del WISP, que conforma la infraestructura del WISP, de modo que al ingresar a Internet en un computador de la red del WISP y tipear en un navegador web la IP del (Servidor Web 192.168.88.2), se presenta la fase de autenticación (para el proyecto es usuario y contraseña EDWIN), de la interfaz de control de equipos Wireless Mikrotik para la gestión del WISP, (como se identifica en la figura 4.1), sin comunicación con RP como medida de seguridad, y en la espera de afirmación de identificación de parte del cliente se contacta al WISP para solicitarle el servicio de Internet, el administrador debe ingresa a la interfaz y le asigna una IP al cliente por asignación del RP, guardando una sesión al cliente, funcionalidad login integrada por defecto en (app/controllers/Autenticacion.php.)



Figura 4.1 Autenticación de usuario y contraseña.
Elaborado por: Autor.

Una vez ingresados los datos del administrador principal del sistema, se accede a la presentación del software donde se presenta el menú principal para gestionar los clientes del WISP con las funcionalidades de (Configurar Router), para establecer la conexión entre el Router Principal (RP) del WISP y el Servidor Web (SW), (Crear Contrato) para colocar los datos de los futuros abonados en el registro de un formulario crear un nuevo contrato, donde los clientes solicitan el servicio de internet del WISP y seleccionan la opción de plan, (Crear Usuario) para crear nuevos usuarios administradores del sistema y <<Cerrar Sesión>> para cerrar conexión RP y SW, como ve en la figura 4.2



Figura 4.2 Menú de opciones del WISP
Elaborado por: Autor.

Se procede a presionar el botón de (Configurar Router) para solicitar la Dirección IP del Router, previamente digitar la (IP 192.168.88.1) perteneciente al RP de la infraestructura del WISP, como se ve en la figura 4.3, se enlaza la comunicación entre SW (con IP 192.168.88.2) y RP del WISP (con IP 192.168.88.1) y por ende establecer la comunicación con la base de datos de los clientes del WISP, con el código del archivo (conex.php), como se ve en la figura 4.4



Figura 4.3 Funcionalidad Configurar Router
Elaborado por: Autor.

```

<?php
    Function conectar(){
        @servidor = "localhost"; @usuario = "root"; @clave = "root"; @bd =
"formulariosdb";
        If ( !(@link = mysql_connect (@servidor, @usuario, @clave))){
            Echo "ERROR DE CONEXION CON EL SERVIDOR";    exit();    }
        If ( !mysql_select_db ){
            Echo "ERROR DE CONEXION CON EL SERVIDOR";    exit();    }
        }
    }
?>

```

Figura 4.4 Archivo de conexión a base de datos conex.php.
Elaborado por: Autor

De esta manera se presenta ya establecida la comunicación entre la infraestructura del WISP a través de su RP con el SW que alberga la interfaz del sistema de gestión de clientes, esto se aprecia en la Figura 4.5).



Figura 4.5 Acceso al sistema de gestión del WISP por IP

Elaborado por: Autor.

Por el navegador web se puede ver la pantalla general del sistema de gestión de clientes con todos los registros de clientes de la red del WISP, como se ve en la figura 4.6, de esta manera se detalla en el lado izquierdo un registro de grupo de 3 botones donde el botón que (reconoce un pincel) permite modificar cambios dentro del formulario del cliente, el botón que (identifica papelera de reciclaje) permite eliminar por completo al usuario final del formulario, y el botón que parece el (signo del reloj) permite visualizar el historial del cliente del WISP.

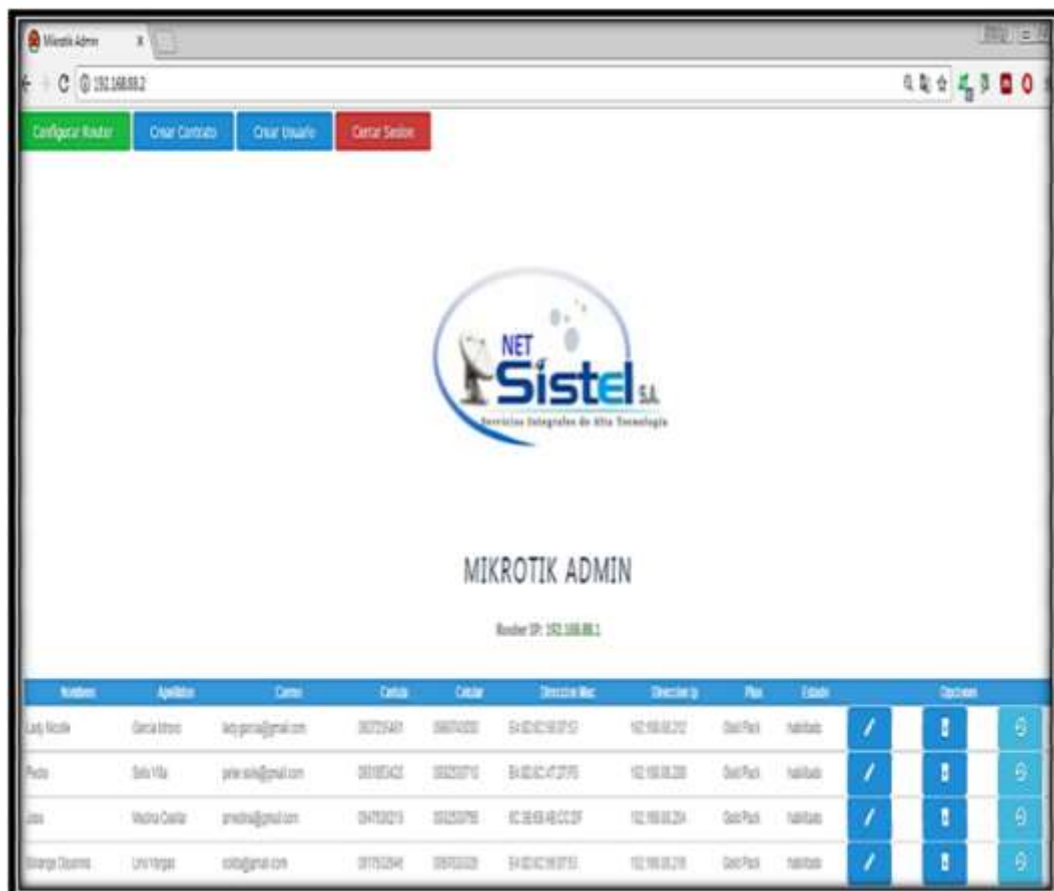


Figura 4.6 Acceso al panel de control del sistema de gestión del WISP

Elaborado por: Autor.

Luego se puede utilizar la opción de (Crear Contrato), la cual permite registrar mediante un formulario los datos del cliente del WISP, cediendo la opción del tipo de estado en habilitar o deshabilitar al cliente y según la categoría de plan de datos, como se ve en la figura 4.7, que integra el código html de (/var/www/contratos/nuevo.php) como ve en la figura 4.8.

Figura 4.7 Formulario de la creación de Contrato
Elaborado por: Autor

```

<html>
<head>
  <title>Contrato Nuevo</title>
  <style> table{ border:1; }  td input{ width:100px; }  </style>
</head>
<body>
  <form name="fdatos" method="GET" action="contrato.php">
    <table border="1">
      <tr><th>Nombres</th>
      <td><input type="text" name="txt_nom" maxlength="8" required></td></tr>
      <tr><th>Apellidos</th>
      <td><input type="text" name="txt_ape" required></td></tr>
      <tr><th>Correo</th>
      <td><input type="text" name="txt_cor" maxlength="8" required></td> </tr>
      <tr><th>Cedula</th>
      <td><input type="text" name="txt_ced" maxlength="8" required></td></tr>
      <tr><th>Celular</th>
      <td><input type="text" name="txt_cel" maxlength="8" required></td> </tr>
      <tr><td colspan="2">
        <button type="submit" name="btn_enviar">ENVIAR</button>
        <button type="reset" name="btn_limpiar">LIMPIAR</button></td></tr>
    </table>
  </form>
  <form method="GET" action=".php">
    Usuario: <input type="text" name="txt_usuario">
    <input type="submit" value="Eliminar Usuario" name="btn_seleccionar">
  </form>
</body>
</html>

```

Figura 4.8 Archivo de creación de contrato nuevo.php
Elaborado por: Autor

La disponibilidad física dentro de la red, para crear contratos administrativos en clientes futuros de la red que serán registrados en la base de datos va a ser desde la dirección 192.168.88.3 hasta la 192.168.88.254, como lo indica la captura de pantalla de la figura 4.9), referenciando el tema del servidor DHCP enunciado en el capítulo 2 del presente proyecto.

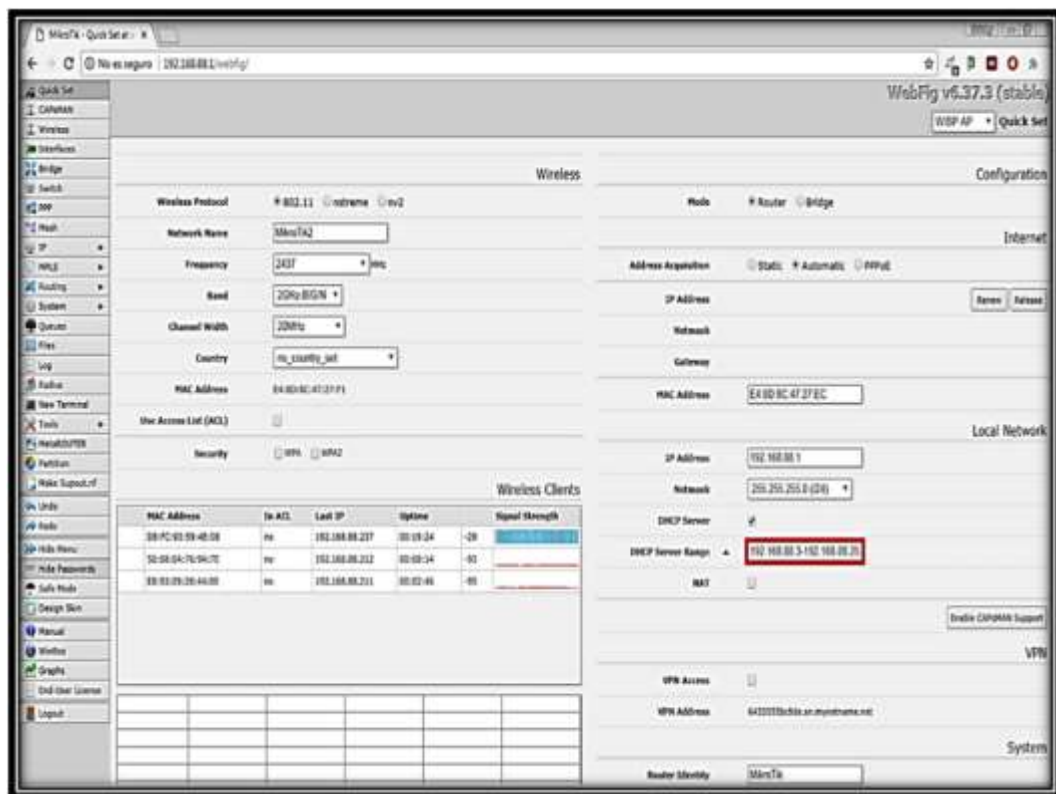


Figura 4.9 Disponibilidad de Usuarios del WISP

Elaborado por: Autor.

Luego se dispone de la opción de (Crear Usuario) donde se va asignar el administrador o la cantidad de administradores, autorizados para fiscalizar la red de WISP, que tendrá privilegios a la interfaz como se puede identificar en la figura 4.10



Figura 4.10 Creación de administrador en el sistema de gestión del WISP

Elaborado por: Autor.

Bajo los códigos de php usuario.php que genera la interfaz al editar en su campo, los datos del nuevo usuario y recibe.php que genera la funcionalidad recolectar y almacenar los nuevos datos, como se pueden observar en las figura 4.11 y 4.12.

```

<html>
<head> <title>Usuario</title> </head>
<body>
    <form name="fdatos" method="GET" action="ingreso_usuario.php">
        <table>
            <tr><th>Usuario</th> <td><input type="text" name="txt_usuario" required></td></tr>
            <tr><th>Clave</th><td><input type="text" name="txt_clave" required></td></tr>
            <tr><th>Privilegio</th><td><select name="txt_privilegio">
                <option value="">Seleccionar privilegio</option>
                <option value="Administrador">Administrador</option>
                <option value="Normal">Normal</option> </select> </td> </tr>
            <tr><td colspan="2">
                <button type="submit" name="btn_enviar">ENVIAR</button>
                <button type="reset" name="btn_limpiar">LIMPIAR</button></td> </tr>
        </table>
    </form>
    <form method="GET" action="eliminar_usuario.php">
        Usuario: <input type="text" name="txt_usuario">
        <input type="submit" value="Eliminar Usuario" name="btn_seleccionar">
    </form>
</body>
</html>

```

Figura 4.11 Archivo de interfaz de creación de usuario <<usuario.php.>>
Elaborado por: Autor

```

<?php
    include("conex.php"); $link = conectar();
    $usuario = $_REQUEST['txt_usuario']; $clave = $_REQUEST['txt_clave'];
    $privilegio = $_REQUEST['txt_privilegio']; $estado = 1;
    echo "User: ".$usuario."<br>";echo "Pass: ".$clave."<br>";
    echo "Privilegy: ".$privilegio."<br>";
    $consulta = "INSERT INTO usuario(nombre_us, clave_us, privilegio_us)
                VALUES('$usuario', '$clave', '$privilegio') ";
    mysql_query($consulta, $link); mysql_close();
?>

```

Figura 4.12 Archivo repositorio de la creación de usuario recibe.php
Elaborado por: Autor

4.2.- Políticas de administración a configurar del WISP.

Su régimen de seguridad se enfoca al administrador de la red del WISP, que gestiona las configuraciones del password del router principal, ingresando en el equipo vía Winbox al menú Wireless dando clic para activar la ventana Wireless Table y seleccionar la opción Security Profiles como lo muestra la figura 4.13.



Figura 4.13 Configuración de Contraseña del WISP
Elaborado por: Autor.

Donde selecciona con un click el símbolo “+” para agregarle clave, cambiar el nombre y delegarle clave, como lo indica la captura 4.10, estableciendo el campo, nombre y cifrado de clave, de modo que queda configurado, como indica la figura 4.14, una vez realizados los cambios necesarios se crea la petición de contraseña de acceso a la red la, como se ve en la figura 4:15.



Figura 4.14 Asignación de nombre y cifrado del WISP (Antes)
Elaborado por: Autor.

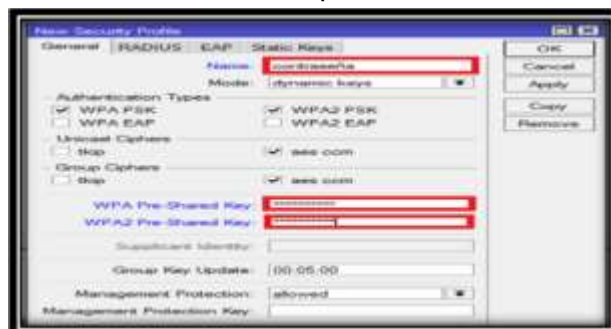


Figura 4.15 Asignación de nombre y cifrado del WISP (Después)
Elaborado por: Autor.

Además de una segunda política de seguridad principal es el administrador del WISP, gestione el filtrado de la MAC Address encriptando las ip de los equipos de usuario final que están conectados al AP del WISP, que selecciona la IP y luego el DHCP Server (véase la figura 4.15). Ahora los clientes conectados al AP del WISP, una vez identificados los clientes activos en la red, se procede a copiar las direcciones MAC, seleccionando Wireless, activando la ventana Wireless table, que posteriormente, elige Access List y se escoge el símbolo “+”, esto permite al administrador registrar las direcciones MAC necesarias, que quedan protegidos los usuarios, considerando, como se muestra en la figura 4.16 y al no estar registrado una MAC específica no tendrá acceso al servicio de internet del WISP, como se aprecia en la figura 4.17.

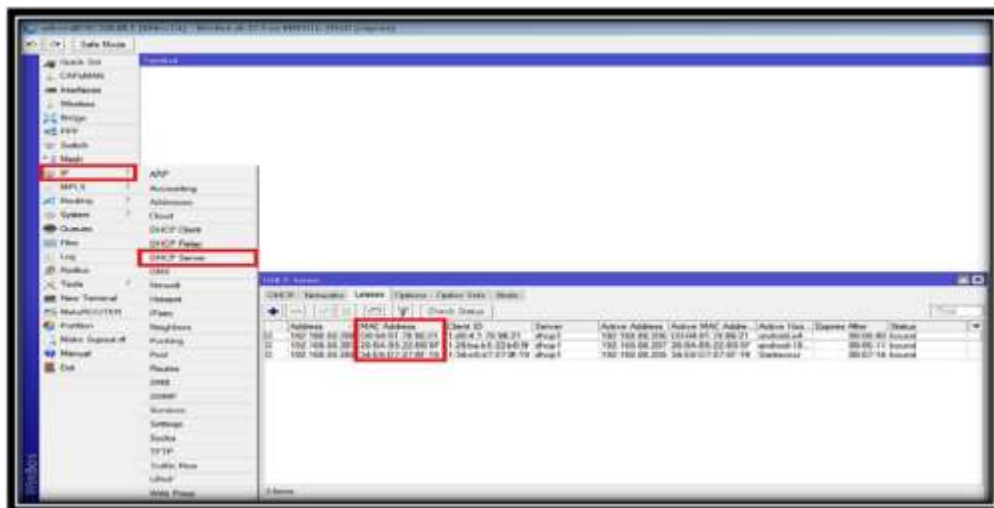


Figura 4.16 Identificación de MACs conectadas del WISP (Antes)
Elaborado por: Autor.

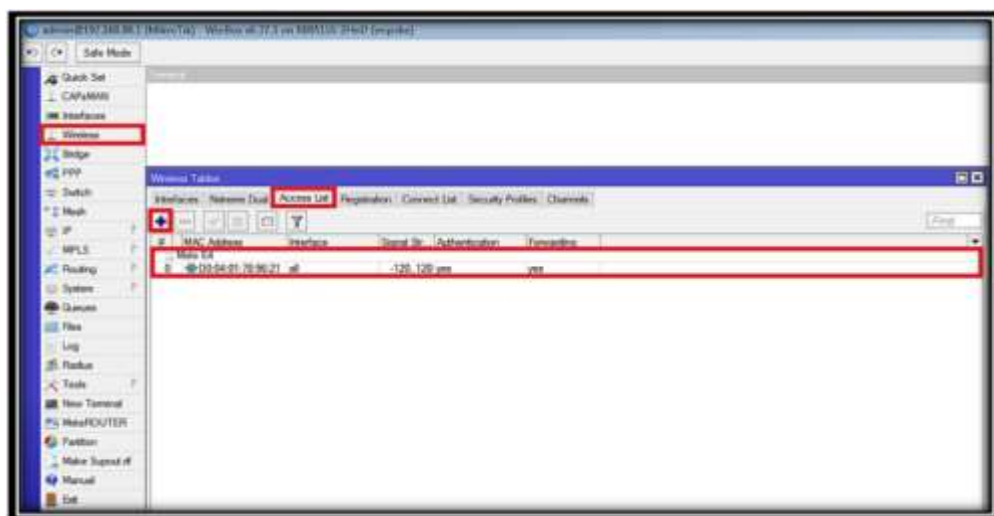


Figura 4.17 Protección de MACs conectadas del WISP (Después)
Elaborado por: Autor.

4.3.- Diagrama funcional del sistema de gestión del WISP.

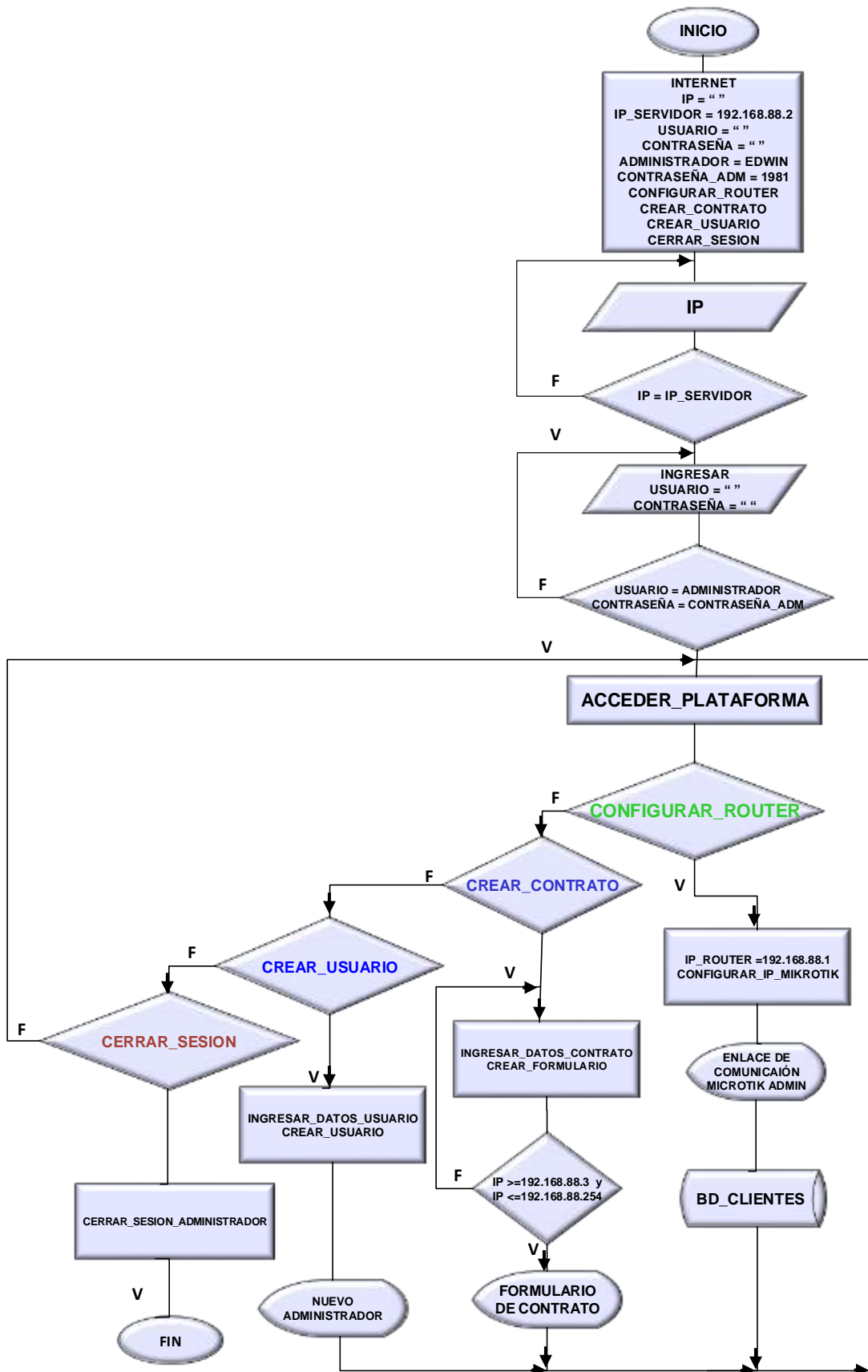


Figura 4.18 Diagrama funcional del Diseño del Sistema de gestión del WISP

Elaborado por: Autor.

Conclusiones

- Se utilizó un router y antenas de la marca Mikrotik para estructurar la red WISP del presente proyecto que provee el servicio de internet, sin requerir de equipos de marcas comerciales y/o costosas.
- Se implementó una base de datos en la plataforma del sistema administrador SQLite, que optimiza la eficiente del funcionamiento de la interfaz, y a su vez facilita la migración y minimiza el consumo de memoria requerido por SQLite.interfaz de gestión de clientes del WISP.
- Se presentó un Diseño la interfaz de gestión y control de clientes del WISP bajo un desarrollo minimalista en cantidad de funcionalidades de gestión y bajo un estilo de programación no estético (todo en línea) que resultó una elección eficiente para un desarrollo y funcionamiento ágil de la interfaz, pues todo brinda una compilación más rápida de la interfaz.
- Se utilizó una placa PcDuino para Integrar como Servidor Web en la red del WISP, que alberga la interfaz de administración de administración de sus clientes, que resultó una solución innovadora y eficiente debido a su funcionalidad que integra todos los elementos de software requeridos por un servidor web en un equipo de dimensiones reducidas y con bajo consumo de recursos.
- Se diseñó la interfaz de gestión y control de clientes del WISP con tecnología web de PHP6, que resultó una elección efectiva de programación de la misma debido al gran soporte que presenta PHP en internet y su gran cantidad de funcionalidades que lo integran.
- Se resalta la robustez, fortaleza, confiabilidad del sistema creado.

Recomendaciones.

Para la propuesta del diseño del software de gestión de control administrativo presentado se recomienda las siguientes condiciones:

- Realizar cambios de contraseña de 3 a 6 meses para una mejor seguridad del sistema.
- Estructurar la contraseña de tipo alfanumérica de 8 dígitos, para así brindar una seguridad alta al administrador del WISP.
- Mantener un sistema de alerta a través de mensajes emergentes ante el ingreso exitoso o fallido como puede ser caso y establecer un número de intentos errados para bloquear al usuario; con el propósito de evitar la vulnerabilidad del sistema.
- Implementar la base de datos desde un disco duro sólido y no de la memoria micro de clase 10 para la óptima transferencia de datos.
- Desarrollar un sistema backup de datos, tendiente a garantizar la recuperación de la información en caso de contingencias.
- Presentar la escalabilidad del proyecto, puede ser confirmada en la interfaz del servidor de usuario.

Glosario

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers o Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos

OS: Operating System o Sistema Operativo.

IP: Protocolo de internet

ISP: Protocolo de servicio de internet

GNU: Sistema operativo de software libre.

HDMI: Interfaz de multimedia de alta definición.

HTTP: Hipertexto de protocolo de transferencia.

HTML: Lenguaje de tratamiento aplicado en páginas de internet.

LINUX: Es un software que permite usar programas de librerías.

MAC: Identificador de parte de hardware

PHP: Acrónimo recursivo hipertexto procesador.

API: Interfaz de aplicación programable.

SQLite: Sistema de gestión de base de datos capacidad 275 kiB

URL: Identificador uniforme de recursos.

WEB: Es la orientación determinadas de internet

DB: Data base o Base de datos

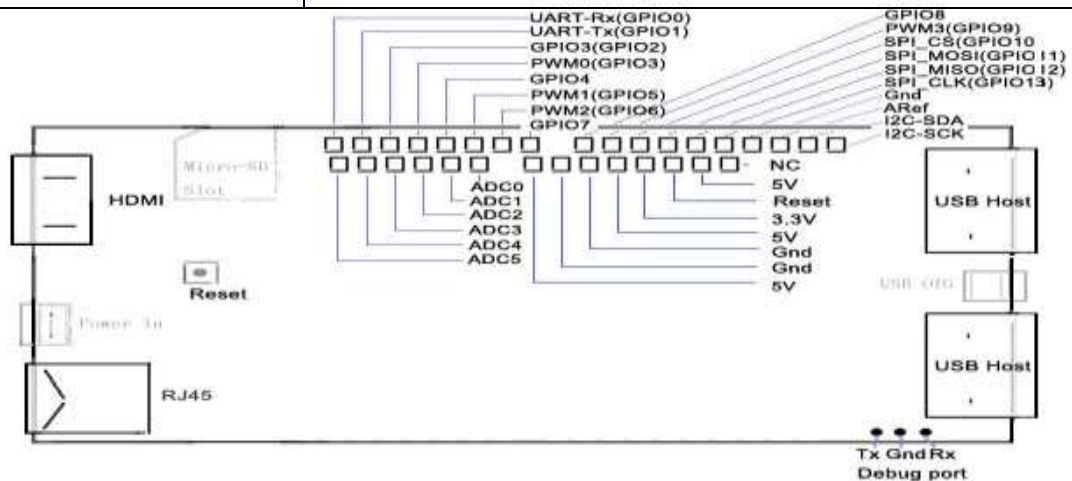
AP: Access Point o Punto de acceso

RP: Router Principal.

Anexos

Anexos I: Especificaciones Técnicas de la PcDuino

Componentes	Detalle Hardware Técnico
CPU	➤ 1GHz ARM Cortex A8
GPU	➤ OpenGL ES2.0, Open VG 1.1 Mali 400 core
DRAM	➤ 1GB DDR3
Almacenamiento	➤ 2GB Flash, macro SD card slot for up to 32GB
Video Output	➤ HDMI 720p or 1080p 60Hz
OS	➤ Linux3.0 + Ubuntu12.10
Extension Interfaces	➤ Almacenamiento a Bordo.
Interfaz de Red	➤ Wifi – Puerto Ethernet
Power	➤ 5V- 2A



Items	Detalle Software Técnico
Terminal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Usa compilación en la aplicación "LXTerminal" desde el escritorio. ➤ Inicia la aplicación del terminal, ejecuta comandos linux estándar o editor vi. ➤ Ejecuta compilación de C/C++, ensamblaje y ejecución.
Buscador de Archivos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Usa compilación en el administrador de archivos desde el escritorio. ➤ Se utiliza para la gestión típica de archivos.
Navegador de Internet	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza el navegador web desde el escritorio. ➤ Soporta HTML5.
Visor y Editor de Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza el visor de documentos desde el escritorio a la vista de archivos PDF. ➤ Utiliza Gnumeric desde el escritorio para ver y editar archivos de excel. ➤ Utiliza AbiWord desde el escritorio a la vista y edición de archivos de Word.
Reproductor de Películas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Use MPlayer desde el escritorio. ➤ Reproduce audio, video e imagen.

Bibliografía

- Achour, Betz, Dovgal, Lopes, Magnusson, Richter, Seguy, V. (2016). PHP: Su primera página con PHP - Manual. Retrieved November 17, 2016, from <http://php.net/manual/es/tutorial.firstpage.php>
- Álvarez. (2015). Ensayo Sobre El Lenguaje HTML. Retrieved November 28, 2016, from <http://es.calameo.com/read/004429499acba3ae09189>
- Azure. (2016). App Service API Apps: lo que ha cambiado | Microsoft Docs. Retrieved November 16, 2016, from <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/app-service-api/app-service-api-whats-changed>
- Bástian. (20117). Desarrollo de una API para el Dispositivo MYO. 2017. Universidad Veracruzana. Retrieved from <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/47263/1/BastianChimallvan.pdf>
- Coronel. (2014). Diseño de un sistema de comunicación convergente de Navegador Web a Asterisk para un canal de atención al cliente. Buenos Aires. Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/2483/1/T-SENECYT-01333.pdf>
- Delgado. (2014). Implementación de un portal cautivo con Wifidog – Aula de Software Libre. Retrieved February 1, 2017, from <https://www.uco.es/aulasoftwarelibre/375-implementacion-de-un-portal-cautivo-con-wifidog/>
- Electronics. (2016). pcDuino3A: A20 Single Board Computer supports Arduino Programming | eBay. Retrieved January 1, 2017, from <http://www.ebay.com/itm/pcDuiuo3A-A20-Single-Board-Computer-supports-Arduino-Programming-/262704744767?hash=item3d2a6c493f:g:5~sAAOSwq7JT21H5>
- González. (2014). Aprenderaprogramar.com, 2. Retrieved from http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=422
- Hidalgo. (2014a). Diseño de una red Wi-Fi para proporcionar servicios de una ciudad digital para Tulcán. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, 40. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7661>
- Hidalgo. (2014b). Diseño de una red Wi-fi para proporcionar servicios de

una ciudad digital para Tulcán. Católica del Ecuador.

Hincapié. (2016). Asistente Web para la Generación y Personalización de Crudel en el Framework PHP Core Maestría Ingeniería de Software. 2016/06/15, 28. Retrieved from http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4173/T_MIS_6.pdf?sequence=1

LinkSprite. (2014). La Comparación entre pcDuino3, pcDuinoV1 y pcDuinoV2 | LinkSprite Centro de Aprendizaje. Retrieved November 20, 2016, from <http://learn.linksprite.com/pcduino/the-comparation-between-pcduino3-pcduinov1-and-pcduinov2/>

Mikrotik. (2013). RB951Ui-2HnD. Retrieved January 2, 2017, from <http://download2.mikrotik.com/news/news49.pdf>

Mikrotik. (2017). MikroTik Routers y Wireless: Acerca de. Retrieved January 4, 2017, from <http://www.mikrotik.com/aboutus>

Perozo. (2017). Redes. Retrieved November 20, 2016, from <https://orianaperozo099.wordpress.com/2014/11/07/redes/>

Registro Oficial Órgano del Gobierno del Ecuador. (2015). 2 --Tercer Suplemento --Registro Oficial N° 439 --Miércoles 18 de febrero de 2015, 3. Retrieved from <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Orgánica-de-Telecomunicaciones.pdf>

Routerboard. (n.d.-a). RouterBoard.com: SXT Lite5. Retrieved January 2, 2017, from <https://routerboard.com/RBSXT5nDr2>

Routerboard. (n.d.-b). RouterBoard.com: SXT SA5. Retrieved January 2, 2017, from <https://routerboard.com/RBSXTG-5HPnD-SAr2>

Sqlite. (2017). Acerca de SQLite. Retrieved March 14, 2018, from <http://www.sqlite.org>

Tamami. (2015). Aplicación web mvc para mejorar la gestión administrativa de las organizaciones del mies distrito uno cantón Guaranda provincia Bolívar. 2015. Regional Autónoma De Los Andes. Retrieved from <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/4144/1/Tuamie02-2016.pdf>

Ubuntu-es. (2016). Sobre Ubuntu | Ubuntu-es. Retrieved November 30, 2016, from http://www.ubuntu-es.org/sobre_ubuntu

Vinueza. (2016). "Diseño de una propuesta de red inalámbrica para la facultad de ciencias económicas de la Universidad Central del Ecuador," 9. Retrieved from http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11310/informe_cso_estudio_vinueza_FINAL_8_ABRIL_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yacelga. (2017). Estudio de Factibilidad y Diseño de una Red Inalámbrica ISP, Para Proveer Servicio de Internet en las Comunidades de la Cuenca del Lago San Pablo. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Retrieved from http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13691/tesis_de_investigacion_de_un_isp_inalambrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Santacruz Zárate, Edwin Jacinto** con C.C: # 091490984-1 autor del trabajo de titulación: Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red Wisp, previo a la obtención del título de **Magister en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 5 de Julio del 2019

f. _____

Nombre: **Santacruz Zárate, Edwin Jacinto**

C.C: 091490984-1



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un Sistema de Control de Equipo Wireless Mikrotik para la Gestión y Administración de Clientes en una Red WISP.		
AUTOR(ES)	Santacruz Zárate Edwin Jacinto		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio; MSc. Zamora Cedeño, Néstor / MSc. Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
PROGRAMA:	Maestría en Telecomunicaciones		
TITULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Guayaquil, 5 de Julio del 2019	No. DE PÁGINAS:	60
ÁREAS TEMÁTICAS:	API, Web, DB, AP, IP		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	System, Management, WISP, Standards, Wireless, MAC		
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La presente investigación se enfoca en el diseño de un Sistema de Gestión de Clientes, de un Proveedor Inalámbrico de Servicios de Internet (WISP), donde su Administrador lleve el control de los contratos de clientes que les brinda inalámbricamente el servicio de Internet, especializarse en el estudio de las razones por las que se estudian estos sistemas, leyes, estándares y equipos utilizados en un WISP, y las tecnologías y configuraciones que permiten integrar este Sistema de Gestión con el WISP, para monitorear de forma eficiente a los clientes. En el capítulo 1, se describe en forma general el proyecto realizado y las razones por las que se estudian los sistemas de gestión de WISP junto a los objetivos y metodologías de investigación del proyecto. En el capítulo 2, se detallan los fundamentos teóricos en los que se basan las redes inalámbricas, estándares y equipos que conforman un WISP, así como las tecnologías que se utilizan de forma general para diseñar el sistema. En el capítulo 3, se detallan los estándares y el diseño del WISP y del sistema de gestión en el diagrama de flujo referente a su metodología utilizada. En el capítulo 4, se explica el funcionamiento del Sistema de Gestión del WISP del presente proyecto, mediante un diagrama funcional del software que interviene el administrador y los clientes del WISP, además de sus conclusiones y recomendaciones obtenidas en el diseño del sistema de gestión del WISP.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0999265616	E-mail: edwin.santacruz.z@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Manuel Romero Paz		
	Teléfono: 0994606932		
	E-mail: manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			