



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

**TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Content Access Point en hardware de bajo costo

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORA: Saritama Ramírez, Ana Cristina

DIRECTOR: Sandoval Noreña, Francisco Alberto

LOJA – ECUADOR

2019



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.

Sandoval Noreña, Francisco Alberto.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Content Access Point en hardware de bajo costo realizado por Saritama Ramírez Ana Cristina, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2019

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Saritama Ramírez Ana Cristina, declaro ser autora del presente trabajo de titulación: **Content Access Point en hardware de bajo costo**, de la titulación de Electrónica y Telecomunicaciones, siendo el Ph.D. Francisco Alberto Sandoval Noreña director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaramos conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad."

f).....

Autora: Saritama Ramírez Ana Cristina
Cédula: 1104117211

DEDICATORIA

Este Trabajo de Titulación lo dedico con mucho cariño a mi familia ya que son el pilar fundamental en mi vida desde pequeña.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento eterno a Dios por permitirme estar por segunda vez en este mundo terrenal y lograr culminar esta etapa en mi vida profesional. A mis padres, por darme su apoyo incondicional. A mi familia materna, por sus consejos de superación personal, por demostrarme que no hay amor más puro que el de la familia misma.

A mi director de tesis Ph.D. Francisco Sandoval por su apoyo constante durante la realización de este trabajo de titulación, muchísimas gracias por su entrega, paciencia y por los consejos brindados.

A mi negrito que supo comprenderme en todo momento de la vida.

Con todo mi cariño.

Ana Cristina Saritama Ramírez.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1 CAPÍTULO I.....	5
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.1 PROBLEMÁTICA	6
1.2 OBJETIVOS	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 JUSTIFICACIÓN	7
1.4 METODOLOGÍA	8
CAPÍTULO II	10
2 ESTADO DEL ARTE	10
2.1 INTRODUCCIÓN.....	11
2.2 CONTENT ACCESS POINT	11
2.2.1 Plataformas hardware comerciales.....	11
2.2.2 Plataforma hardware Open Source.....	13
2.3 PLACAS DE DESARROLLO MINIORDENADORES	14
2.3.1 Jaguar One	15
2.3.2 Raspberry Pi	16
2.3.3 ODroid-C2.....	17
2.3.4 HummingBoard	18
2.3.5 BeagleBone Black.....	19
2.4 PROTOCOLOS Y SERVICIOS DE LA CAPA DE APLICACIÓN DEL MODELO OSI.....	20
2.4.1 Interacción del modelo “cliente-servidor”	20
2.4.2 Protocolo HTTP.....	20
2.4.3 Servicios de direccionamiento IP	23
2.4.4 Servicios de intercambio de archivos.....	26
2.5 SERVIDOR WEB.....	27

2.5.1	Definición	27
2.5.2	Tipos de Servidores Web	27
2.5.3	Aplicaciones Web.....	28
2.6	TIPOS DE REDES.....	29
2.6.1	Red de área local (LAN)	29
2.6.2	Red inalámbrica de área local (WLAN)	30
3	CAPÍTULO III.....	31
	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	31
3.1	INTRODUCCIÓN.....	32
3.2	ESQUEMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.	32
3.3	CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	33
3.3.1	Instalación del Sistema Operativo	33
3.3.2	Levantamiento de la red Pi CAP	34
3.4	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR.	39
3.4.1	Plataforma educativa.....	42
3.4.2	Plataforma Recreativa.....	51
3.4.3	Plataforma Wikipedia	54
3.4.4	Contenido USB	55
3.5	DISEÑO EXTERIOR DEL PROTOTIPO	56
3.5.1	Características del prototipo Pi CAP.....	60
3.5.2	Indicadores del dispositivo Pi CAP	60
3.5.3	Conexión interna de la Raspberry Pi	61
4	CAPÍTULO IV	62
	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	62
4.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.....	63
4.2	PRUEBA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	63
4.3	PRUEBA DE RENDIMIENTO DE CPU.....	65
4.4	PRUEBA DE USO DE MEMORIA DEL PROTOTIPO	67
4.5	PRUEBA DE MEDICIÓN DE RADIO DE COBERTURA DEL PROTOTIPO PI CAP	69
4.6	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	70
4.7	SUGERENCIA PARA EL USO DEL PRODUCTO EN UN ENTORNO REAL.	71
	CONCLUSIONES.....	72
	RECOMENDACIONES.....	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Metodología empleada por fases para el desarrollo del prototipo.....	8
Figura 2.1. Intel Content Access Point -Vista superior	11
Figura 2.2. Clumpe Smart Content Access Point – Vista frontal.....	12
Figura 2.3. Koombook – Vista frontal	14
Figura 2.4. Placa Jaguar One – Vista superior	15
Figura 2.5. Placa Raspberry Pi 3 Model B+ - Vista Superior	16
Figura 2.6. Placa ODroid-C2 – Vista Superior.....	17
Figura 2.7. Placa HummingBoard – Vista Superior	18
Figura 2.8. Placa BeagleBone – Vista Superior	19
Figura 2.9. Carga y descarga de archivos en función al modelo cliente-servidor	20
Figura 2.10. Protocolo HTTP	21
Figura 2.11. Iniciación de la solicitud de protocolo HTTP a un servidor.....	21
Figura 2.12. Código del servidor HTTP en respuesta a la solicitud de una página web ...	22
Figura 2.13. Visualización de la interpretación del código HTML por el navegador.	22
Figura 2.14. Protocolo HTTP que utiliza GET	23
Figura 2.15. Jerarquía DNS	25
Figura 2.16. Funcionamiento de DHCP.....	26
Figura 2.17. Conexiones del protocolo FTP	26
Figura 2.18. Clasificación de las aplicaciones web.....	29
Figura 2.19. Esquema de una red LAN	30
Figura 2.20. Esquema de una red WLAN.....	30
Figura 3.1. Esquema general de funcionamiento	33
Figura 3.2. Software para cargar sistema operativo	33
Figura 3.3. Parámetro de ingreso por PuTTY.....	34
Figura 3.4. Configuración de dirección IP estática	35
Figura 3.5. Configuración de la red Wi-Fi.....	36
Figura 3.6. Configuración de datos de la Red Wi-Fi.....	37
Figura 3.7. Configuración del archivo hostapd	38
Figura 3.8. Configuración del archivo dnsmasq	38
Figura 3.9. Red Pi CAP.....	39
Figura 3.10. Funcionamiento de PHP	41
Figura 3.11. Diseño web para la presentación de contenido digital.....	43
Figura 3.12. Página principal de Bootstrap	43
Figura 3.13. Descarga de archivos css y js.....	44
Figura 3.14. Componentes para el diseño de la página web	44
Figura 3.15. Código fuente del diseño de la página web	45
Figura 3.16. Visualización del contenido realizado en archivo html.....	45
Figura 3.17. Visualización en navegador web.....	46
Figura 3.18. Credenciales para el ingreso a la tarjeta Pi	46
Figura 3.19. Modo Super usuario en WinSCP.....	47
Figura 3.20. Transferencia de archivos de la página web	47
Figura 3.21. Plataforma Kolibri.....	48
Figura 3.22. Inicio de sesión en Nextcloud.....	48

Figura 3.23. Página principal de Nextcloud	49
Figura 3.24. Configuración de Wordpress	49
Figura 3.25. Creación de un sitio web	50
Figura 3.26. Página principal en MediaWiki	50
Figura 3.27. Página de inicio en Sugarizer.....	51
Figura 3.28. Inicio de sesión en Sugarizer	51
Figura 3.29. Selección de un icono para el usuario.....	52
Figura 3.30. Visualización del contenido en Sugarizer	52
Figura 3.31. Juego: Colorea mi mundo	53
Figura 3.32. Juego: Operaciones básicas	53
Figura 3.33. Juego: TAM TAM Micro	53
Figura 3.34. Contenido zim en la plataforma kiwix	54
Figura 3.35. Visualización del contenido en Wikipedia	55
Figura 3.36. Contenido USB	55
Figura 3.37. Visualización de contenido de Office.....	56
Figura 3.38. Vista inferior del prototipo.....	57
Figura 3.39. Vista lateral del prototipo.....	57
Figura 3.40. Logo del prototipo	58
Figura 3.41. Parte inferior del módulo de la batería.....	58
Figura 3.42. Parte superior de la tarjeta Raspberry Pi.....	59
Figura 3.43. Impresión del prototipo en 3D	59
Figura 4.1. Esquema de medición del consumo de la batería	63
Figura 4.2. Pruebas de medición de amperaje con el multímetro MT-1210 Proskit	65
Figura 4.3. Uso del CPU del prototipo.....	66
Figura 4.4. Frecuencia de trabajo del procesador Broadcom BCM2837B0	67
Figura 4.5. Temperatura del procesador Broadcom BCM2837B0	67
Figura 4.6. Prueba de uso de memoria con 3 usuarios conectados	68
Figura 4.7. Prueba de uso de memoria con 16 usuarios conectados	68
Figura 4.8. Ubicación de los puntos para la medición	69
Figura 4.9. Diagrama horizontal del lóbulo de radiación.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Especificaciones técnicas para Intel Education Content Access Point	12
Tabla 2.2. Especificaciones técnicas para Clumpe Smart Content Access Point	13
Tabla 2.3. Especificaciones técnicas para Koombook.....	14
Tabla 2.4. Particularidades de la placa Jaguar One	15
Tabla 2.5. Características de la placa Raspberry Pi 3 Model B+	16
Tabla 2.6. Peculiaridades de la Placa ODroid – C2.....	17
Tabla 2.7. Características de la placa HummingBoard.....	18
Tabla 2.8. Particularidades de la placa BeagleBone	19
Tabla 2.9. Tipos de servidores Web.....	27
Tabla 2.10. Requisitos mínimos en hardware para servidores.	28
Tabla 3.1. Distribución de las plataformas instaladas.....	42
Tabla 3.2. Características del prototipo Pi CAP	60
Tabla 3.3. Función de los leds en el dispositivo Pi CAP	60
Tabla 3.4. Conexión interna en el dispositivo Pi CAP.....	61
Tabla 4.1. Tiempo de duración de la batería acorde al número de dispositivos	65
Tabla 4.2. Resultados obtenidos del uso de la memoria del prototipo Pi CAP	68
Tabla 4.3. Resultados obtenidos de la medición del radio de cobertura.....	69
Tabla 4.4. Presupuesto referencial	70

RESUMEN

En este Trabajo de Titulación se realiza una investigación de los distintos prototipos con contenido digital disponibles en el mercado y de las plataformas en hardware (miniordenadores) con las mejores características para el desarrollo del prototipo, teniendo en consideración que sean de bajo costo. Se escoge la mejor opción para el medio, se diseña e implementa una plataforma en software y hardware de bajo costo con contenido digital al cuál se accede a través de un punto de red inalámbrico. La plataforma está destinada para entornos educativos ya que está basado en el sistema gestor de aprendizaje de código abierto. Además, puede facilitar el uso de bibliotecas digitales a instituciones educativas sin acceso a Internet o con acceso limitado del mismo, sin la necesidad de inversiones considerables puesto que no requiere modificar la infraestructura de telecomunicaciones de la institución.

El prototipo implementado cuenta con una interfaz intuitiva de fácil manejo que contiene aplicaciones básicas necesarias para entornos educativos. El prototipo ha sido validado luego de su implementación dando resultados favorables para un escenario con conexiones concurrentes de dieciséis dispositivos.

PALABRAS CLAVES: Raspberry Pi, Content Access Point, servidor, sistema gestor de aprendizaje, miniordenador, biblioteca digital.

ABSTRACT

In the present work a research is carried out on the different prototypes of digital content available on the market and of the platforms in hardware(minicomputers) with the best features for the development of prototype considering that they are low cost. The best option for the middle is chosen. A low-cost software and hardware platform with digital content is designed and implemented which is accessed through a wireless network. The platform is designed for educational environments and it is based on the learning management system open source. In addition, it can facilitate the use of digital libraries to educational institutions without access to the Internet or with limited access to it, without the need for heavy investments since it does not require modifying the telecommunications infrastructure of the institution.

The implemented prototype has an intuitive, easy-to-use interface that contains basic applications needed for educational environments. The prototype has been validated after implementation giving favorable results for a scenario with concurrent connections of sixteen devices.

Keywords: Raspberry Pi, Content Access Point, server, learning management system, minicomputer, digital library.

INTRODUCCIÓN

Los puntos de acceso inalámbricos (APs) son dispositivos de red capaces de crear una *Wireless local area network* (WLAN) que interconecta los dispositivos terminales, teléfonos inteligentes, impresoras, teléfonos IP y demás, a una red. Su función radica, principalmente, en permitir la conexión con la red, dando a los *routers* la labor de enrutar y direccionar.

Los APs presentan múltiples aplicaciones en la actualidad así, por ejemplo, son la base para la conexión a Internet en aeropuertos, cafeterías, hoteles, parques recreacionales, bibliotecas, entre otros. Además, puede destacarse su empleo en el ámbito educativo donde el acceso a Internet se ha convertido en una herramienta de uso diario para los estudiantes, tanto para consulta, profundización de conocimientos, como diversión y entretenimiento.

La discriminación es un tema subjetivo, que también se puede presenciar con la nueva era digital, junto con ello hay personas que por su nivel socioeconómico no tienen un acceso igualitario a poseer estos instrumentos digitales. A consecuencia de esto, el Ministerio de Educación tiene como objetivo potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje con prácticas innovadoras presentadas en la Agenda Educativa Digital 2017-2021, la cual se compone de cinco ejes: desarrollo docente, innovación, comunicación y fomento, aprendizaje digital y físico. De esta manera se consigue que la cultura digital se integre en las dinámicas educativas dentro del aula clase [1].

Así pues, se plantea el diseño e implementación de un dispositivo en hardware de bajo costo con la funcionalidad no sólo de un punto de acceso inalámbrico sino también almacenamiento de contenido digital que garantice la conexión a todos los usuarios y cuyo propósito principal es proveer una herramienta de apoyo a la educación basado en el acceso con contenido para lugares donde no existe acceso a Internet o el acceso al mismo es muy limitado.

El presente Trabajo de Titulación se encuentra dividido en cuatro capítulos. En el primer capítulo se expone el alcance de la investigación, es decir, se acentúan la problemática, objetivos, la justificación y metodología a desarrollarse en el proyecto. Además, se hace un análisis sobre las tecnologías de la información e iniciativas sobre la cultura digital.

Dentro del segundo capítulo se presenta el Estado del arte, en él se realiza una investigación en cuanto a temas destacados sobre Puntos de Acceso con Contenido y se presenta los casos de éxito en cuanto a implementación de prototipos similares. Además, se introduce elementos teóricos básicos que dan soporte al Trabajo de Titulación.

En el tercer capítulo se menciona los requisitos imprescindibles para el desarrollo del diseño e implementación del prototipo enunciado, la inserción de módulos a usarse tomando en consideración la eficiencia y calidad. Además, se detalla la topología de los dispositivos que están dentro de la tecnología inalámbrica en conjunto con los protocolos de comunicación que se utiliza.

En el cuarto capítulo se comparece la implementación del prototipo. Además, se presenta los resultados de las pruebas de desempeño del prototipo con aplicaciones destinadas a entornos educativos y se presenta un presupuesto referencial respecto a la construcción del prototipo. Así mismo, se incluyen sugerencias para un entorno real, instrucciones de uso y funcionalidad.

Finalmente, se enuncian las conclusiones y recomendaciones donde se toma en cuenta los problemas y/o dificultades que existieron durante el proceso de diseño, implementación y pruebas del prototipo.

CAPÍTULO I
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problemática

Día a día, Internet se hace cada vez más indispensable en la vida cotidiana del ser humano ya sea como una herramienta de trabajo para conectarse con otras personas o por simple diversión o entretenimiento. Además, Internet actualmente es de vital importancia porque es considerado como un elemento integral dentro de la educación y su requerimiento seguirá creciendo a lo largo del tiempo. Sin embargo, existe más de la mitad de la población mundial que es analfabeta digital o no tiene una práctica directa en el uso de Internet [2]. Por ejemplo, Ecuador, en general, posee un nivel medio bajo en cuanto a recursos de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) en los centros de enseñanza del país [3].

Las TICs en el ámbito de la educación abarcan un importante rol en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes incorporando las nuevas tecnologías, como por ejemplo: libros digitales, plataformas de enseñanza digital, aplicaciones educativas, entre otras.

Sin embargo, debido a la inclusión de las TICs en la educación, ha surgido una brecha digital que puede definirse como la desigualdad entre las personas que usan (principalmente Internet) como parte de su vida diaria y otro tipo de personas que, a pesar de contar con las mismas no saben cómo darles un uso adecuado o simplemente no tienen acceso. En algunos sectores, específicamente en las zonas rurales, se tiene algunos inconvenientes con el acceso a Internet, por ejemplo: el ancho de banda, la cantidad de dispositivos disponibles para el uso de Internet y referente hacia la educación no se cuenta con la capacitación necesaria hacia los docentes sobre la era digital [3].

No obstante, la población que se encuentra en las zonas rurales, accede a conexiones de bajas prestaciones o no tienen acceso por medio de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) debido a varios motivos como: la falta de gestión por parte de las autoridades para la asignación de los recursos económicos o la ubicación geográfica que impide proveer los servicios que ofrece las TICs. Por ende, dentro de la educación, al no contar con los recursos y la tecnología necesaria, se refleja un retraso en el desarrollo y avance académico en el uso de TICs; siendo el principal problema al que este Trabajo Titulación pretende aportar.

Cabe recalcar que los costos para una infraestructura de telecomunicaciones conjuntamente con la instalación tanto para la zona urbana como rural, son elevados, esto dependiendo de las características que se tomen en consideración sobre las diferentes tecnologías, conjeturando como una limitación. En consecuencia, dentro de este Trabajo de Titulación se plantea presentar

una solución en hardware de bajo costo que pueda aportar en el aprendizaje dado en el aula por el profesor.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar, implementar y validar un *content access point* en hardware de bajo costo para su aplicación en entornos educativos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar una línea base sobre *content access point*, funciones, propuestas actuales, y aplicaciones.
- Implementar un *content access point* en hardware de bajo costo.
- Realizar pruebas de validación con aplicaciones destinadas a entornos educativos.

1.3 Justificación

Dotar de Internet a las aulas de clase es una iniciativa de incluir la cultura digital en las distintas actividades educativas. Los modelos de punto de acceso con contenido o *content access point* ya se encuentran en el mercado, sin embargo, su uso no es habitual en instituciones educativas debido al desconocimiento de este tipo de soluciones y al elevado costo que pueden tener las soluciones privadas disponibles como por ejemplo, el dispositivo Content Access Point de Intel.

Este Trabajo de Titulación ofrece un prototipo de buena calidad y bajo costo que busca potenciar la educación de los estudiantes impartida en las aulas por el profesor. La importancia radica en que no es trascendental tener una conexión a Internet todo el tiempo de uso del dispositivo, sino, una conexión mínima a Internet para actualizar el contenido. No obstante, sin Internet puede cumplir su objetivo puesto que las actualizaciones podrían ser realizadas manualmente de ser el caso. Además, se lo puede transportar cómodamente debido a su tamaño compacto y su diseño de fácil montaje y desmontaje.

1.4 Metodología

En esta sección se ha tomado como referencia la metodología presentada en [4], que ayudará a cumplir los objetivos propuestos en el Trabajo de Titulación. Dentro de ella se describe determinadas divisiones o fases de desarrollo (ver Figura 1.1) que serán definidas.

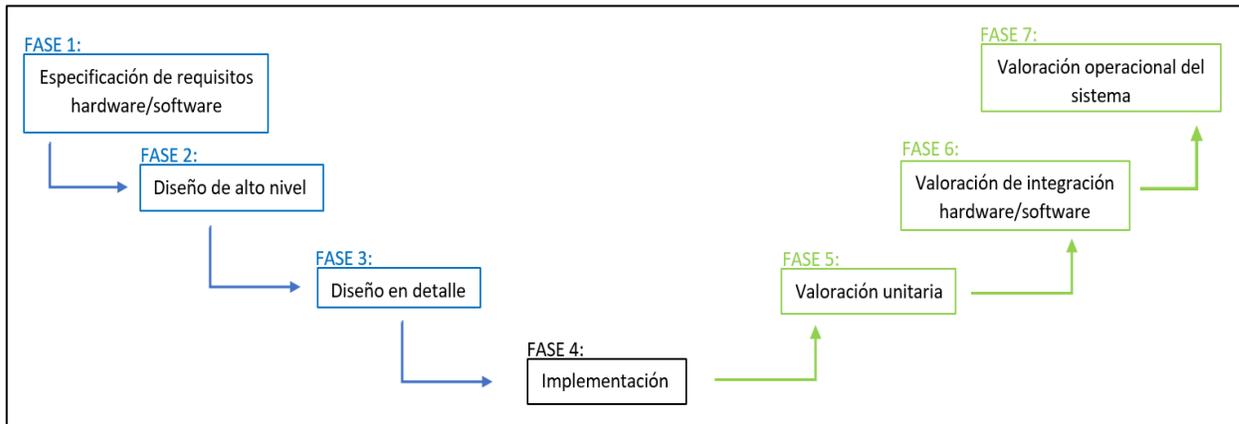


Figura 1.1. Metodología empleada por fases para el desarrollo del prototipo

Fuente: [4]

Elaboración: Autora

Fase 1 o Explicación de requisitos: Se realiza una descripción pormenorizada de definiciones relevantes al tema, se documenta los distintos requisitos del sistema a desarrollar [4] teniendo en consideración los siguientes aspectos: el microprocesador, la memoria RAM, puertos e interfaces de la tarjeta a preferir, entre otros.

Fase 2 o Diseño de alto nivel: El denominado diseño global consiste en obtener un panorama claro sobre el diseño del prototipo no sólo en hardware sino también en software. Asimismo, una visión general que nos ayudará a disponer de la arquitectura a usar y los mecanismos que favorecerán la elaboración del sistema [4].

Fase 3 o Diseño en detalle: Se define cada estructura o bloque de la fase 2, con ello se sabrá diferenciar las fracciones que constituye todo el proyecto [4], por ejemplo: el tipo de almacenamiento, sistema de comunicación (red) y energía.

Fase 4 o Implementación: De acuerdo a los bloques que se diseñó del prototipo en la fase 3, en esta fase se procede a materializar cada uno de ellos [4].

Fase 5 o Valoración unitaria: Se constata de manera unitaria cada módulo en software y hardware, verificando que estén en correcto funcionamiento [4].

Fase 6 o Valoración de integración: Dentro de esta fase se incorpora las subpartes del sistema para formar el prototipo completo y se confirmará el correcto funcionamiento del mismo. En el caso de que el modelo sea tolerante a fallos, se debe asegurar que ante una presencia de fallo el sistema seguirá funcionando correctamente [4].

Fase 7 o Valoración operacional del sistema: Se basa en la realización de pruebas en escenarios reales, es decir, en situaciones donde estará expuesto el prototipo, anotando las pruebas efectuadas y los resultados obtenidos en relación a la evaluación del desempeño y funcionalidad del prototipo [4].

CAPÍTULO II
ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción

En este capítulo se dará una visión global sobre los *Content Access Point*, los productos ya existentes y lanzados al mercado mundial, de igual manera, una lista de los dispositivos hardware considerados como mini ordenadores que pueden servir para la realización del proyecto y finalmente definiciones que aportarán a la comprensión del proceso de elaboración.

2.2 Content Access Point

Content Access Point es un dispositivo que proporciona una red inalámbrica donde los usuarios pueden acceder de manera remota a un sistema integrado de distribución de contenido digital sin necesidad de estar conectado a Internet [5]. A continuación, se presentan los diferentes modelos de puntos de acceso con contenido orientado a la educación.

2.2.1 Plataformas hardware comerciales

En este apartado se presentan los dispositivos encontrados en el mercado, además se realiza una descripción enfatizando las características que poseen cada uno.

2.2.1.1 Intel Education Content Access Point.



Figura 2.1. Intel Content Access Point -Vista superior
Fuente: [5]
Elaboración: [5]

Intel ofrece este dispositivo que incluye almacenamiento y una interfaz que puede cargarse con material educativo para estudiantes [5], [6]. En la *Tabla 2.1*, se presenta las características técnicas del *content access point* de Intel Education.

Tabla 2.1. Especificaciones técnicas para *Intel Education Content Access Point*

CPU	Intel Atom E3815 (1.46 GHz)
Memoria	2 GB DDR3L-1066
Almacenamiento	EMMC de 8 GB (integrado) 2.5" 500 GB (opcional)
Sistema Operativo	Ubuntu 12.04 LTS
Conectividad WLAN	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 b/g/n (2.4 GHz) • IEEE 802.11 a/n/ac (5 GHz)
Conectividad WAN	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet con cable Gigabit • Ancho de banda móvil 3G/4G
Led	<ul style="list-style-type: none"> • Estado del sistema • Conectividad móvil WAN
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • Gigabit Ethernet • USB3 (USB2 compatible) • Ranura micro-SIM
Botón	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía • Restablecimiento de fábrica
Batería	Polímero de iones de litio 7.4 V, 4050 mAh
Fuente de Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de C.A.: 100-240 V • Salida de C.C: 12 V / 2 A • Frecuencia: 50-60 MHz
Dimensiones	190 x 190 x 30 mm
Capacidad de usuarios conectados al tiempo	50 estudiantes

Fuente: [7]

Elaboración: Autora

2.2.1.2 Clumpe – Content Access Point



Figura 2.2. *Clumpe Smart Content Access Point* – Vista frontal

Fuente: [8]

Elaboración: [8]

Clumpe Smart Content Access Point hecho por *Avench System* es un dispositivo fácil de usar diseñado para almacenar, gestionar y publicar contenido digital, propiamente para las instituciones educativas que cuenten con conectividad intermitente o baja. Su empleo en las tecnologías de la información está destinado para educadores y estudiantes [8]. En la Tabla 2.2, se muestra las particularidades del *Clumpe Smart CAP*.

Tabla 2.2. Especificaciones técnicas para *Clumpe Smart Content Access Point*

CPU	Intel Celeron Processor N2830 /Core i3 4010U
Memoria	8 GB DDR3L-1067
Almacenamiento información	400 GB (integrado) 600 GB (opcional)
Conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 a/b/g/n • Wired Gigabit Ethernet • Ancho de banda móvil 3G/4G
Led Indicador	<ul style="list-style-type: none"> • 2x System LED • 3x Battery LED
Puerto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 USB2.0 • RJ45 • HDMI • DC-In
Botón	Botón de energía
Batería	Batería de litio-ion 10400 mA (incorporada)
Dimensiones	120 x 120 x 120 mm 1.5 Kg
Material	Aluminio
Capacidad de usuarios conectados al tiempo	50 estudiantes

Fuente: [8]

Elaboración: Autora

2.2.2 Plataforma hardware Open Source

En este apartado se muestra un dispositivo tanto en hardware como en software realizado en código abierto y electrónica libre.

2.2.2.1 *Koombook*



Figura 2.3. *Koombook* – Vista frontal

Fuente: [9]

Elaboración: [9]

KoomBook es un dispositivo que muestra contenido de video, documentos, imágenes y cursos en línea usando un punto de acceso Wi-Fi, trae incorporado una batería de litio-ion. El prototipo está basado en proyectos de código abierto utilizando software de código abierto [9]. En la Tabla 2.3 se presenta las especificaciones técnicas que posee el dispositivo *Koombook*.

Tabla 2.3. Especificaciones técnicas para *Koombook*

CPU	A20 Dual Core Cortex-A7 (1 GHz)
Memoria	1 GB DDR3
Almacenamiento Información	240 GB
Sistema Operativo	Debian
Conectividad	IEEE 802.11 b/g/n
Puerto	<ul style="list-style-type: none">• USB 2.0• MicroSDHC
Botón	Encendido/Apagado.
Batería	Polímero de iones de litio 3.7 V, 7800 mAh
Fuente de Alimentación	Salida: 5 V

Fuente: [9], [10], [11]

Elaboración: Autora

2.3 Placas de desarrollo miniordenadores

Las placas de desarrollo son placas miniordenadores con múltiples funcionalidades y posibilidades a la hora de realizar proyectos. Son capaces de soportar dispositivos entrada/salida, por ejemplo: teclado, ratón, pantalla, entre otras. En este apartado se muestran las características técnicas y los precios en el mercado de algunas placas miniordenadores que han sido consideradas en la fase inicial como opciones posibles para la implementación del proyecto.

2.3.1 Jaguar One

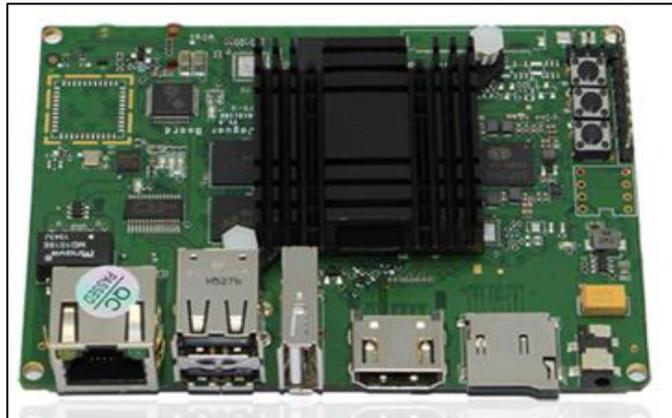


Figura 2.4. Placa Jaguar One – Vista superior

Fuente: [12]

Elaboración: [12]

Nace de la necesidad de mejorar la experiencia en el desarrollo de software y simplificar las herramientas de desarrollo que contienen los kits. A continuación, se presenta las características que posee esta tarjeta en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Particularidades de la placa *Jaguar One*

ESPECIFICACIONES JAGUARBOARD	
Modelo CPU	Intel Atom Z3735G
Memoria RAM	1GB DDR3L
Capacidad de Almacenamiento Interno	16 GB eMMC
Sistema Operativo	Linux – Android - Windows
Fuente de Alimentación	5V – 2A
Conectividad	3 puertos USB 2.0 HDMI 1.4 Ethernet
Precio	\$ 79.00

Fuente: Autora

Elaboración: [12]

2.3.2 Raspberry Pi

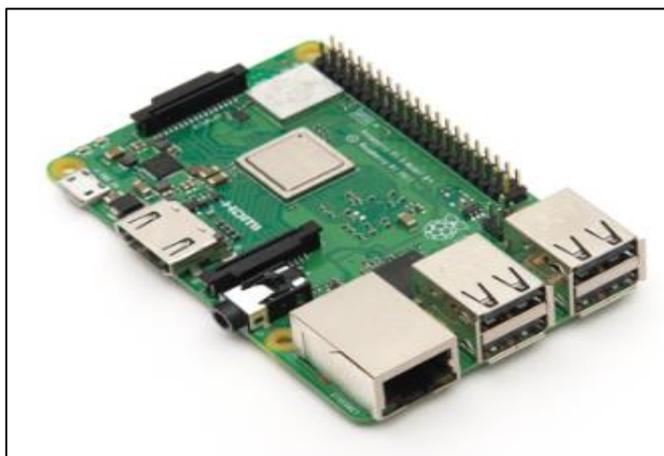


Figura 2.5. Placa Raspberry Pi 3 Model B+ - Vista Superior

Fuente: [13]

Elaboración: [13]

Esta placa puede ser usada como un ordenador común, es decir, puede ser configurado para ejecutar tareas propias de un ordenador, como, por ejemplo: procesar texto, hojas de cálculo, utilizar juegos, etc. Soporta conexión a una pantalla, teclado, ratón, entre otros. Fue ideado en 2006 pero su lanzamiento al mercado fue en el 2012. Desde entonces Raspberry Pi o conocida también como Frambuesa ha adoptado varias versiones cada una mejor que la anterior. En la Tabla 2.5 se presta las características de la tarjeta Raspberry Pi 3 Model B+, una de las últimas versiones en el mercado de la placa.

Tabla 2.5. Características de la placa Raspberry Pi 3 Model B+

ESPECIFICACIONES RASPBERRY PI 3 MODEL B+	
Modelo CPU + GPU	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memoria RAM	1GB LPDDR2 SDRAM
Almacenamiento	microSD
Sistema Operativo	Raspbian, Ubuntu Mate/Snappy, RiscOS, Windows 10 IoT
Fuente de Alimentación	5 V - 2.5 A
Conectividad	Wi-Fi: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac Bluetooth 4.2 HDMI 1.4 Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 4 puertos USB 2.0
Precio	\$ 58.90

Fuente: Autora

Elaboración: [13]

2.3.3 ODroid-C2

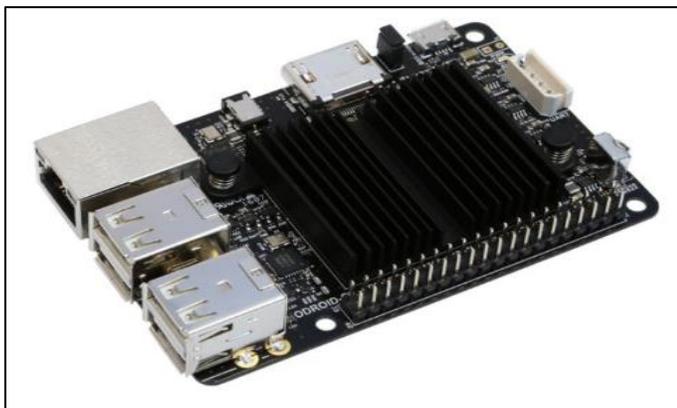


Figura 2.6. Placa ODroid-C2 – Vista Superior

Fuente: [14]

Elaboración: [14]

HardKernel son los creadores de *ODroid-C2* ofrece un equipo rápido por su procesador y su almacenamiento de memoria. A continuación, se presentan las singularidades de la placa en la Tabla 2.6. Un inconveniente al intentar dar uso a estas placas es la poca existencia de documentación sobre trabajos realizados.

Tabla 2.6. Peculiaridades de la Placa *ODroid – C2*

ESPECIFICACIONES ODROID C2	
Modelo CPU + GPU	AMlogic S905 ARMv8, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit @ 2GHz ARM Mail 450-MP
Memoria RAM	2GB DDR3 SDRAM
Almacenamiento	microSD – eMMC 5.0
Sistema Operativo	Ubuntu, Android, Fedora, ArchLinux, Debian, Openelec
Fuente de Alimentación	5V – 2A
Conectividad	Receptor Infrarrojos HDMI 2.0 Ethernet: Gigabit Ethernet 4 puertos USB 2.0
Precio	\$ 50.62

Fuente: [14], [15]

Elaboración: Autora

2.3.4 HummingBoard

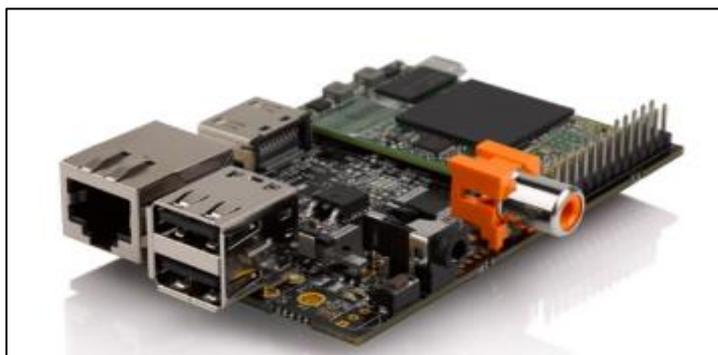


Figura 2.7. Placa HummingBoard – Vista Superior

Fuente: [16]

Elaboración: [16]

Es una placa británica que se asemeja al diseño de la Raspberry Pi. Esta placa busca poder tener una mayor compatibilidad con los accesorios de entrada/salida mencionados anteriormente (teclado, ratón, pantalla, entre otras). Una de las desventajas de trabajar con esta placa es que no posee una fuerte comunidad y/o información al igual que la placa ODroid-C2.

Seguidamente se presenta la Tabla 2.7 que muestra los atributos de la placa HummingBoard en sus tres versiones: I1, I2 e I2eX.

Tabla 2.7. Características de la placa HummingBoard

ESPECIFICACIONES HUMMINGBOARD			
	I1	I2	I2eX
Modelo CPU + GPU	i.MX6 ARM® Cortex™-A9 a 1 GHz, GC880	i.MX6 Dual Lite ARM® Cortex™-A9 a 1 GHz, GC880	i.MX6 Dual Core ARM® Cortex™-A9 a 1,2 GHz, GC2000
Memoria RAM	512 MB	1 GB	1 GB
Almacenamiento	microSD	microSD	microSD
Sistema Operativo	Linux	Ubuntu, Debian y ArchLinux	Ubuntu, Debian y ArchLinux
Fuente de Alimentación	5V – 2A	5V – 2A	5V – 2A
Conectividad	HDMI 1.4 Ethernet: 10/100 2 puertos USB 2.0	HDMI 1.4 Ethernet: 10/100 2 puertos USB 2.0	HDMI 1.4 Ethernet: 10/1000 2 puertos USB 2.0 Receptor Infrarrojo
Precio	\$ 49.99	\$ 74.99	\$ 99.99

Fuente: [16]–[18]

Elaboración: Autora

2.3.5 BeagleBone Black

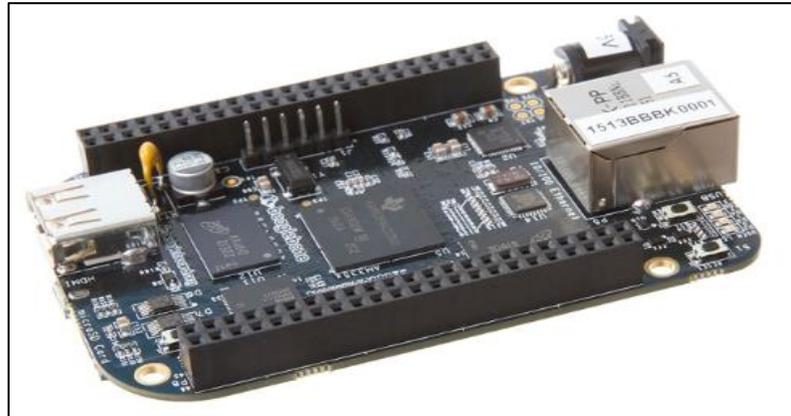


Figura 2.8. Placa BeagleBone – Vista Superior
Fuente: [19]
Elaboración: [19]

Esta tarjeta pertenece a la familia *BeagleBoard*, es una tarjeta de desarrollo totalmente abierta, cuenta con un procesador de la empresa *Texas Instrument*, su tamaño es pequeño y su costo accesible. Su principal desventaja es que tiene un único puerto USB.

A continuación, se expone las características que tiene esta placa de desarrollo (véase la Tabla 2.8).

Tabla 2.8. Particularidades de la placa BeagleBone

ESPECIFICACIONES BEAGLEBONE BLACK	
Modelo CPU	AM335x ARM A8 a 1GHz
Memoria RAM	512 MB
Almacenamiento interno	2 GB
Sistema Operativo	Ubuntu, Android, Fedora, Debian, ArchLinux, Gentoo
Fuente de Alimentación	5 V – 2 A
Conectividad	Ethernet: 10/100 Mini-HDMI 1 puerto USB 2.0
Precio	\$ 45.00

Fuente: Autora
Elaboración: [19]

2.4 Protocolos y servicios de la capa de aplicación del modelo OSI

A continuación se expone una conceptualización sobre la interacción de la séptima capa del modelo OSI que considera las aplicaciones, los protocolos y servicios para complementar el proceso de comunicación.

2.4.1 Interacción del modelo “cliente-servidor”

En este modelo, un cliente se nombra al dispositivo que solicita la información y el dispositivo que contesta a la petición se denomina como servidor; este proceso entre el cliente y servidor están considerados dentro de la capa de aplicación del modelo OSI. Las interacciones que se realizan son de extremo a extremo y su flujo de información corre en ambas direcciones. Los protocolos Web y las tecnologías para este modelo son: el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP), el Sistema de Nombres de Dominio (DNS), el Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP) y Telnet. En la Figura 2.9 se aprecia un ejemplo de carga y descarga de archivos tanto para el cliente como para el servidor.



Figura 2.9. Carga y descarga de archivos en función al modelo cliente-servidor

Fuente: [20]

Elaboración: Autora

2.4.2 Protocolo HTTP

HTTP, de sus siglas en inglés: *Hypertext Transfer Protocol*, es el protocolo que permite la conexión entre el navegador Web y el servicio Web que se lleva a cabo en el servidor. Esto sucede en el momento en que se escribe un localizador uniforme de recursos (URL) o también denominada dirección web.

Para dar un mayor realce en cuanto a cómo interactúan navegador y servidor Web se explicará brevemente en un ejemplo, a continuación:

Primero, el navegador es capaz de interpretar las tres partes que conforma una URL, para ello se tomará como dirección web de ejemplo: <http://www.utpl.edu.ec/mail> como se puede ver en la Figura 2.10. La primera parte es **http** que corresponde al protocolo o esquema; la segunda parte www.utpl.edu.ec es el nombre del servidor y la tercera parte, **mail**, indica el nombre del archivo solicitado.

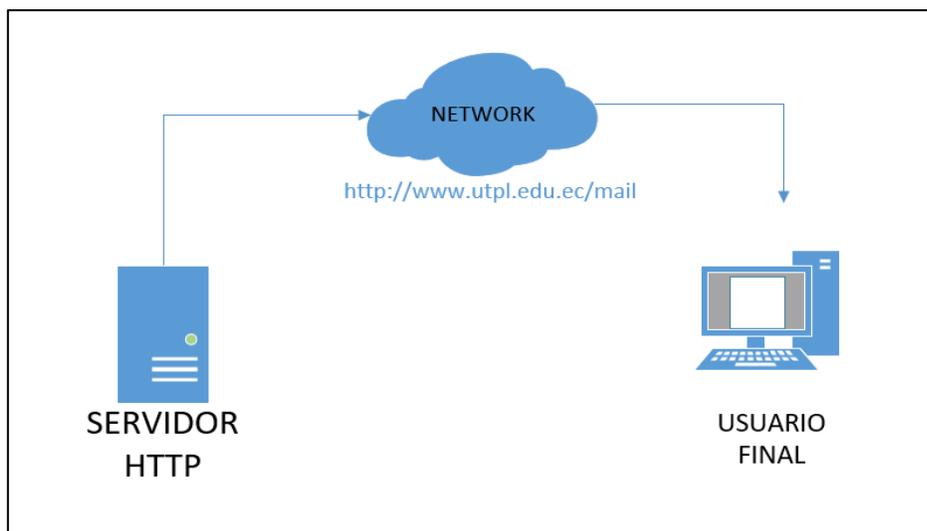


Figura 2.10. Protocolo HTTP
Fuente: [20], [21]
Elaboración: Autora

Segundo, se realiza una conversión de la dirección web (www.utpl.edu.ec) en una dirección IP numérica (x.x.x.x) con el fin de conectarse al servidor como se muestra en la Figura 2.11.

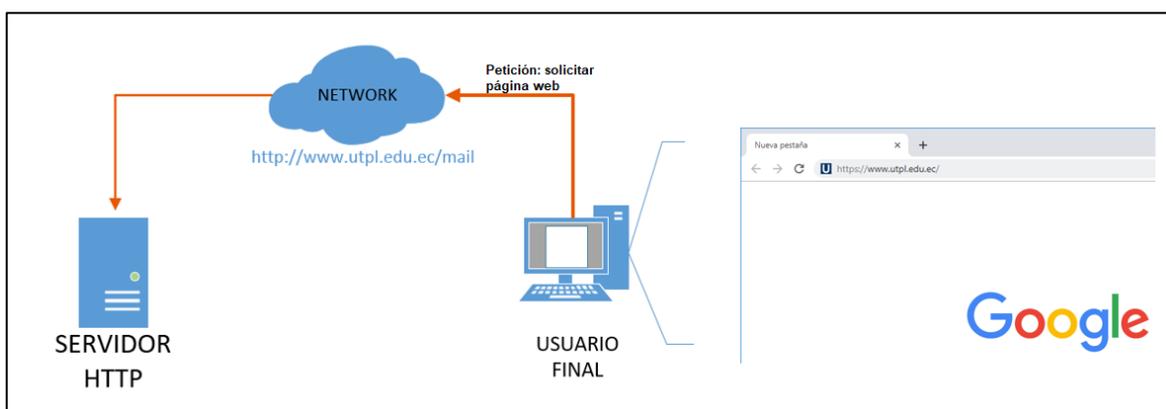


Figura 2.11. Iniciación de la solicitud de protocolo HTTP a un servidor
Fuente: [20]
Elaboración: Autora

Tercero, se envía una solicitud GET al servidor a través del navegador mediante los requisitos del protocolo HTTP y solicita el archivo **mail**. En respuesta del servidor envía un código basado en HTML para la página web del navegador, como se puede observar en la Figura 2.12.

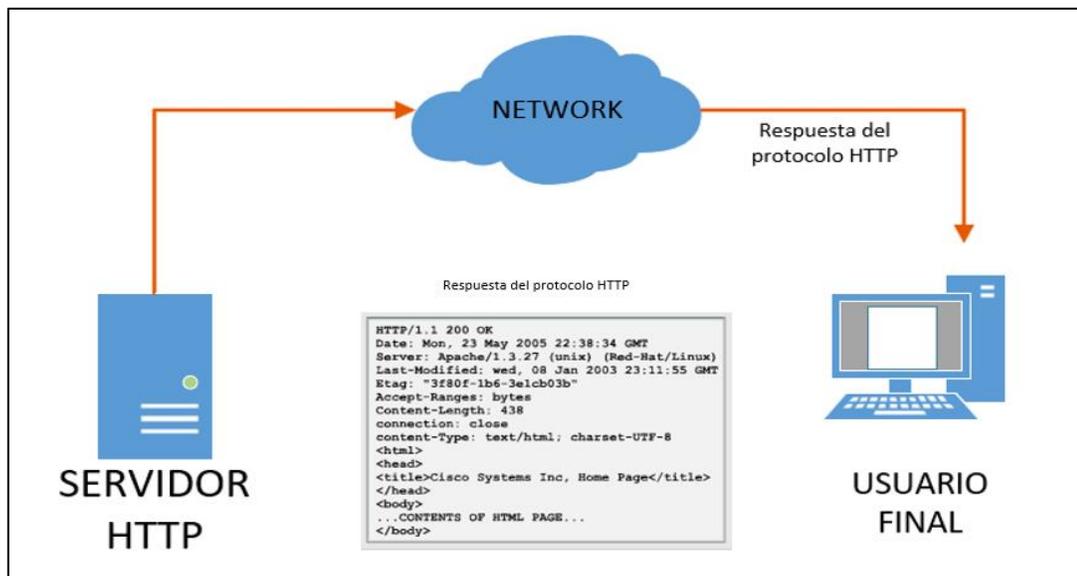


Figura 2.12. Código del servidor HTTP en respuesta a la solicitud de una página web
Fuente: [20], [21]
Elaboración: Autora

Y cuarto, el navegador web es el encargado de descifrar el código HTML el cual da un formato a la página web para que el cliente pueda visualizar el contenido, como se indica en la Figura 2.13.

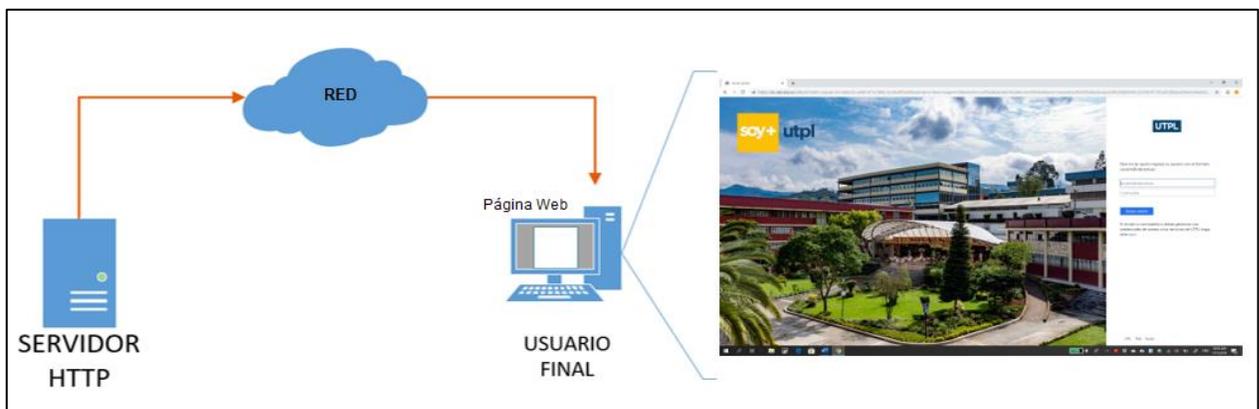


Figura 2.13. Visualización de la interpretación del código HTML por el navegador.
Fuente: [20], [21].
Elaboración: Autora.

Este protocolo HTTP es muy flexible pero poco confiable al momento en que los datos viajan a través de la red porque los mensajes de solicitud que son enviados por el cliente (navegador web) emiten un texto sin formato, es decir, que puede ser interceptado, leído y manipulado por una tercera persona en la comunicación. Es por ello que se usa el Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto (HTTPS), el cual utiliza el servicio de autenticación y cifrado que garantiza la protección de los datos que viajan entre el servidor y el cliente.

2.4.2.1 Mensajes del Protocolo HTTP

HTTP es un protocolo de solicitud-respuesta y especifica los tipos de mensajes que se usan para la interacción entre navegador web y servidor web. Los tipos de mensajes que comúnmente se utilizan son los siguientes: GET (solicitud de datos por el cliente), HEAD (solamente pide las cabeceras del protocolo), POST (carga archivos de datos al servidor web), PUT (carga el contenido del servidor web) y DELETE (borra el recurso definido) [20].

En la Figura 2.14 se observa un ejemplo donde el usuario inicia la comunicación enviando el mensaje de petición GET que solicita el recurso /index.html de la página web utpl.edu.ec, a su vez el servidor responde con el archivo solicitado.

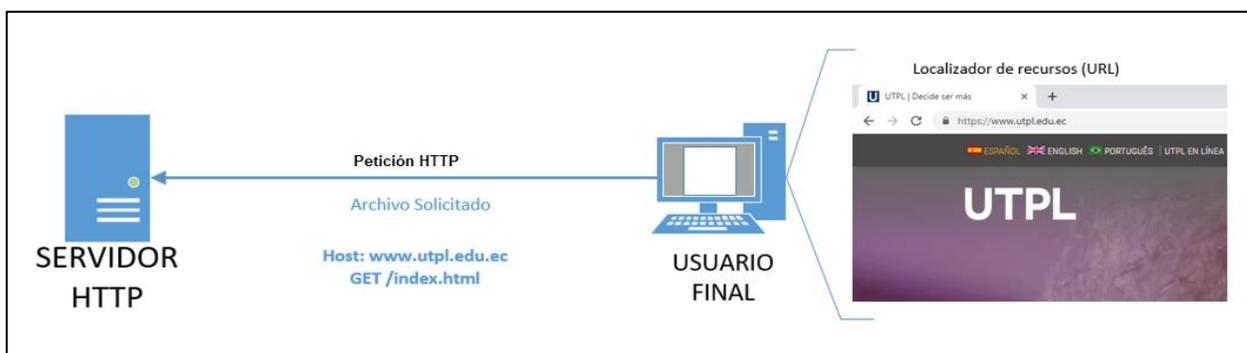


Figura 2.14. Protocolo HTTP que utiliza GET

Fuente: [20]

Elaboración: Autora

2.4.3 Servicios de direccionamiento IP

Se inicia cuando a un ordenador, teléfono inteligente o terminal de usuario, en general, se le asigna una dirección IP ya sea manual o automáticamente, que servirá para que haya comunicación entre el servidor y el equipo del usuario por medio de una red de datos. Sin embargo, necesita de más de un servicio para lograr esta comunicación.

A continuación, se detalla los servicios de direccionamiento IP necesarios para la conexión entre un terminal y un servidor.

2.4.3.1 Servicio de nombres de dominio.

El protocolo DNS (Sistema de Nombres de Dominio) establece un servicio automático sobre asignación de nombres de dominio, por ejemplo: `www.google.com` en vez de direcciones IP numéricas como: `192.168.137.6`. Simple y llanamente se une la dirección IP al nombre de dominio establecido y la conexión sigue estable. Esto se efectúa por el formato único que usa DNS denominado “mensaje” el cual se utiliza para las siguientes funcionalidades: transferencia de información de registro de recursos entre servidores, mensajes de error, las respuestas del servidor y solicitudes de los clientes.

En los servidores DNS se almacena registros de los recursos utilizados para resolver la asignación de los nombres de dominio. Estos registros están clasificados por el nombre, la dirección y el tipo de registro (formato del mensaje). Ciertos tipos de registros son, [20]:

- A: una dirección IPv4
- NS: un servidor de nombre autoritativo
- AAAA: una dirección IPv6
- MX: un registro de intercambio de correo.

2.4.3.1.1 Jerarquía DNS.

DNS usa un sistema basado en una jerarquía que es considerada como un espacio de nombres de dominio similar a un árbol invertido cuya raíz está en la parte superior y las ramas en la parte inferior (véase la Figura 2.15). Este sistema jerárquico crea una base de datos que otorga la decisión de nombres. Su estructura de nomenclatura se divide por zonas, entonces cada servidor contiene un archivo de base de datos y cuando el cliente solicita una traducción de dirección IP a un nombre de dominio que este dentro de la zona el servidor se la da, pero en caso de que no esté en el servidor DNS reenvía la solicitud a otro servidor DNS que se encuentre en una jerarquía mayor. Por esa razón, es que DNS es escalable.

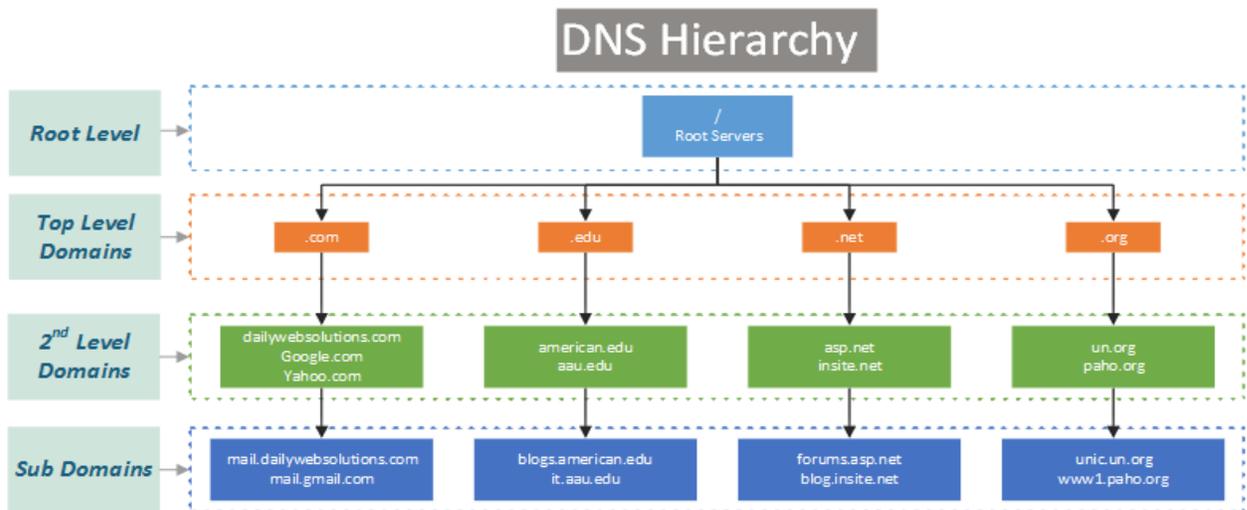


Figura 2.15. Jerarquía DNS
 Fuente: [22]
 Elaboración: [22]

2.4.3.2 Protocolo de configuración dinámica de host

El protocolo DHCP asigna los parámetros de red IPv4 a un host de manera automática por un periodo establecido con el servidor DHCP. Estos parámetros son la dirección IPv4, la máscara de subred, la puerta de enlace, entre otros. Como su nombre lo explica es denominado como direccionamiento dinámico. Pero también existe el direccionamiento estático, en el que la asignación es modificada de forma manual por el administrador de red. Se usa DHCP para dispositivos considerados como de usuarios finales; para los dispositivos de red (*switch*, *gateways*, impresoras y servidores) se utiliza el direccionamiento estático.

2.4.3.2.1 Funcionamiento de DHCP.

Como se puede observar en la Figura 2.16, cuando un host o cliente que tenga configurado IPv4 y DHCP se quiera conectar a la red, envía un mensaje de detección de DHCP llamado DCHPDISCOVER; el cual sirve para verificar que existe algún servidor DHCP disponible en la red. Luego de la verificación, el servidor transmite un mensaje de concesión de DHCP (DHCPOFFER) al host; designa una dirección IPv4, la máscara de subred, la dirección IPv4 del servidor DNS, la dirección IPv4 del Gateway predeterminado y el tiempo de duración de la sesión [20].

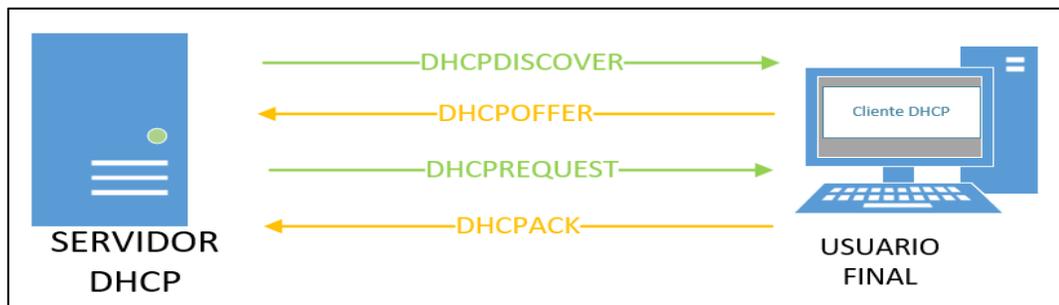


Figura 2.16. Funcionamiento de DHCP

Fuente: [20]

Elaboración: Autora

Dentro de una red local, un cliente puede recibir varios mensajes DCHPOFFER si existen más de un servidor DHCP. Es por ello que el cliente debe elegir un servidor explícito enviando un mensaje de solicitud o DCHPREQUEST. Y los mensajes de reconocimiento (DHCPACK) se utilizan cuando una dirección IPv4 aún está disponible en la red y es solicitada por el cliente o entregada por el servidor. Cabe recalcar que DHCP asigna una única dirección IP a cada dispositivo que corresponda a diferentes redes de manera simultánea.

2.4.4 Servicios de intercambio de archivos

El protocolo FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos) permite la transferencia de datos basado en la arquitectura cliente-servidor. Es así como el cliente por medio de una aplicación instalada en la PC puede extraer o insertar datos en el servidor. Este protocolo opera en la capa de aplicación del modelo OSI. FTP necesita de dos conexiones tanto para el servidor como para el cliente y son: conexión de control y conexión de datos (véase la Figura 2.17).

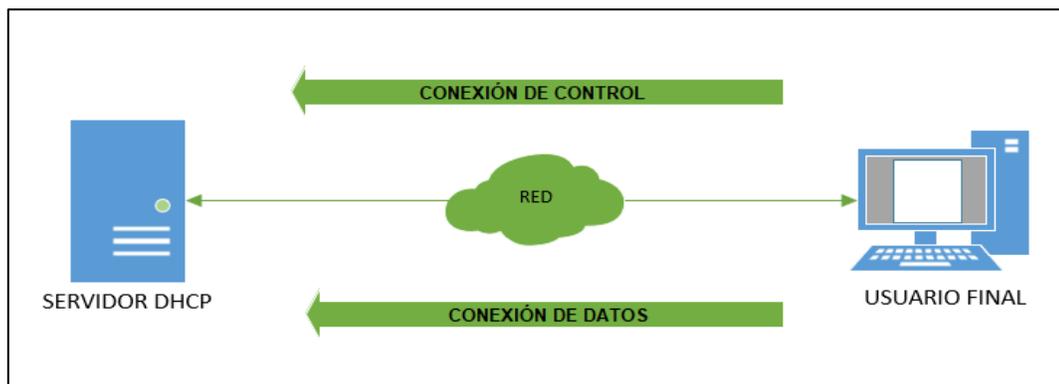


Figura 2.17. Conexiones del protocolo FTP

Fuente: [20]

Elaboración: Autora

2.5 Servidor Web

2.5.1 Definición

Un servidor web es un programa en el cual se puede gestionar cualquier aplicación dentro de él, desarrollándose una comunicación unidireccional y/o bidireccional; asíncrona o síncrona. Además, se permite almacenar información de un sitio web y transmitir o recibir datos vía Internet. Sin embargo, el servidor que se ejecutará en el prototipo de este Trabajo de Titulación estará dentro de una red LAN, es decir, sólo las personas que estén conectadas a la misma red podrán acceder al servidor y hacer uso de la información que este almacenada.

Cabe mencionar que la capacidad de un servidor es dependiente de su hardware y también de las características que forman el ordenador.

2.5.2 Tipos de Servidores Web

A continuación se mostrará en la Tabla 2.9 los diferentes servidores web que existen, tanto comerciales como de código abierto u Open Source.

Tabla 2.9. Tipos de servidores Web.

SERVIDOR WEB	FABRICANTE	LENGUAJE SOPORTADO	VERSIÓN	SISTEMA OPERATIVO
	Open Source	PHP / Ruby	2.3.6-alpha	Multiplataforma
	Microsoft	Asp, Asp.Net (tecnología MS)	7.5	Microsoft Windows
	Sun Microsystems	JSP y Java Servlet	7.0.0	Multiplataforma
	BSD Distribución de Software Berkeley	JSP, PHP y Ruby	1.4.28	Multiplataforma
	Open Source	PHP, Ruby y Asp.Net (Mono Project)	1.0.8	Multiplataforma

Fuente: [23]

Elaboración: Autora

En la Tabla 2.10, se presenta los requisitos mínimos en hardware de los servidores web anteriormente mostrados que debe poseer el ordenador para un mejor rendimiento dependiendo de los servicios que se vaya a proporcionar por el servidor.

Tabla 2.10. Requisitos mínimos en hardware para servidores.

SERVIDOR WEB	REQUISITOS MÍNIMOS HARDWARE
	<ul style="list-style-type: none"> • Disco duro: 500 MB. • Memoria RAM: 512 MB o superior. • Procesador: Pentium III o superior.
	<ul style="list-style-type: none"> • Disco duro: 60 MB. • Memoria RAM: 32 MB o superior. • Procesador: Intel/AMD de 100 MHz o superior.
	<ul style="list-style-type: none"> • Disco duro: 1 GB. • Memoria RAM: 1 GB. • Procesador: Intel/ADM de 2 GHz o superior.
	<ul style="list-style-type: none"> • Disco duro: 300 MB. • Memoria RAM: 1 GB. • Procesador: Intel/ADM de 2 GHz o superior.
	<ul style="list-style-type: none"> • Disco duro: 200 KB • Memoria RAM: 32 MB o superior. • Procesador: Intel/ADM de 133 MHz o superior.

Fuente: [23].

Elaboración: Autora.

2.5.3 Aplicaciones Web

Las aplicaciones web se encuentran en Internet y son generadas en el servidor por el cliente cuando las solicita a través del navegador. Entonces la información proporcionada por el servidor al navegador web es resultado de una transformación de datos por un traductor desde una base de datos en código HTML. Este proceso es indiferente para el usuario.

La clasificación de las aplicaciones web se puede apreciar en la Figura 2.18 obteniendo tres grupos de distribución que son tareas realizadas en el servidor, en el cliente o mixtas. Esta última se refiere a la unión de los códigos ejecutables tanto en el servidor como en el cliente.

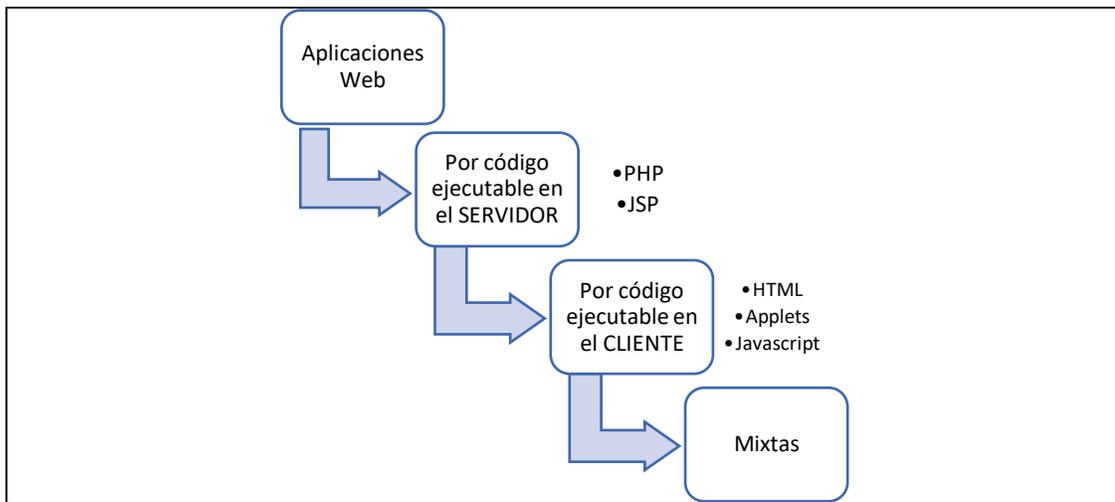


Figura 2.18. Clasificación de las aplicaciones web.
 Fuente: [23].
 Elaboración: Autora.

2.6 Tipos de redes

Hoy en día existen diversos tipos de redes clasificadas por distintas agrupaciones, por ejemplo: según la tecnología, el alcance, tipo de conexión, según el servicio o función, entre otras. Sin embargo, en este apartado se hablará específicamente de dos tipos de redes en especial, que son: LAN y WLAN.

2.6.1 Red de área local (LAN)

La red de área local es la conexión de varios ordenadores en una área pequeña permitiendo envío de información. Su instalación es requerida en la mayoría de empresas, dentro de las aulas educativas de informática, hoteles, entre otros. La capacidad de prestación es que permite la conexión física entre sí de ordenadores, impresoras y muchos otros periféricos para el intercambio de información por medio de un cable permaneciendo conectados a la misma red (véase la Figura 2.19) [24].

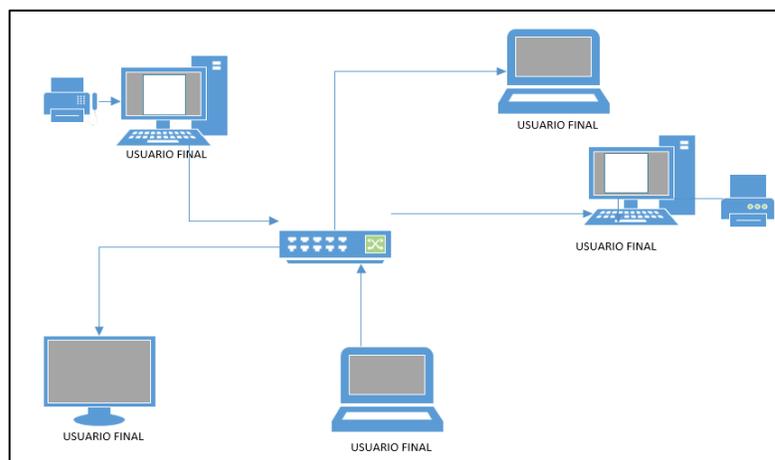


Figura 2.19. Esquema de una red LAN
 Fuente: [24]
 Elaboración: Autora

2.6.2 Red inalámbrica de área local (WLAN)

La ventaja de esta red en comparación con la red LAN radica principalmente en no utilizar cables para la comunicación entre destinos, es decir, la información de los usuarios finales se transmite por el aire. La información llega a un router inalámbrico idóneo para recibir las señales enviadas por los dispositivos (ordenadores portátiles, tabletas, *smartphones*), identificar y permitir que reciba y transmita información (véase la Figura 2.20).

El alcance máximo de radio de cobertura es aproximadamente de 20 m lineales cuando se considera el caso en el que no existe interferencia. En la práctica este valor tiende a disminuir por factores como redes adyacentes que generen ruido, por ejemplo, paredes o fuentes de electricidad [25].

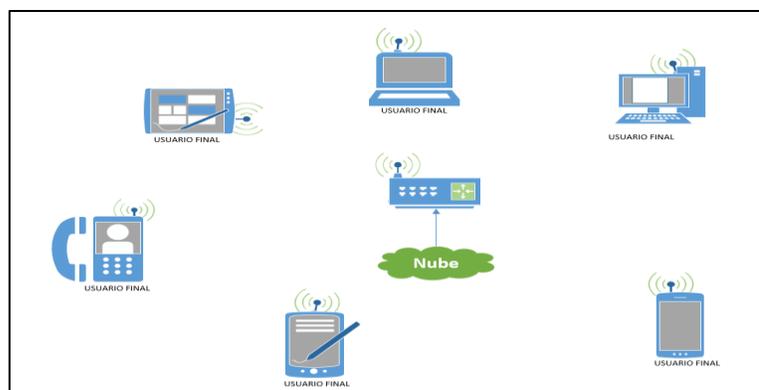


Figura 2.20. Esquema de una red WLAN
 Fuente: Autora.
 Elaboración: Autora.

CAPÍTULO III
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1 Introducción

En este capítulo se aborda la instalación y configuración de los servidores y el procedimiento para levantar la red inalámbrica. Posteriormente, se describe la creación del diseño de la página web principal, además, se realiza el bosquejo de la carcasa del prototipo teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas. Y para finalizar se presenta las especificaciones o características del dispositivo denominado Pi CAP.

A continuación se detalla el diseño exterior, el funcionamiento, la instalación y configuración de la tarjeta Raspberry Pi.

3.2 Esquema general de funcionamiento.

Considerando la premisa de que el prototipo debe ser de bajo costo sin verse afectado el rendimiento del mismo, se escogió la tarjeta de hardware Raspberry Pi 3 Modelo B+ en relación a las características mencionadas en la Tabla 2.5, además, por su accesibilidad en el mercado. El sistema operativo empleado por la tarjeta es la distribución de Linux denominada *Rasbian* propio de la tarjeta Raspberry Pi. Se le incorpora una batería de 3800 mAh la cual nos brinda un rendimiento aproximadamente de 2 horas. La red inalámbrica optará por el nombre o SSID: "Pi CAP". Además, los servidores instalados serán para un entorno educativo, es decir, en un ambiente aula-clase, profesor-alumnos.

En la Figura 3.1 se presenta el bosquejo de funcionamiento del prototipo de manera general en donde la Raspberry Pi se establece como punto de acceso inalámbrico, dentro del mismo se instala el servidor LAMP, es decir, un sistema operativo Linux con un servidor Apache. Los datos del sitio son almacenados en una base de datos MySQL y el contenido dinámico es procesado con PHP.

Los usuarios finales (teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores) se conectan a la red Pi CAP por una asignación de dirección IP otorgada por la tarjeta hardware mediante el servidor DHCP, como se puede apreciar en la Figura 3.1.

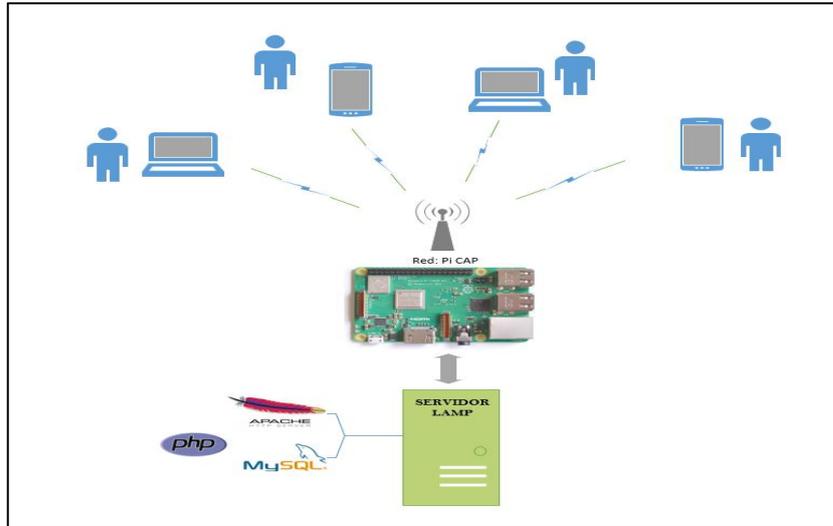


Figura 3.1. Esquema general de funcionamiento
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

3.3 Configuración del sistema

A continuación se detalla la configuración, instalación, levantamiento de la red, entre otros aspectos importantes del sistema a implementar.

3.3.1 Instalación del Sistema Operativo

Se selecciona y se descarga el sistema operativo *Raspbian Stretch* de la página oficial (www.raspberrypi.org/downloads/), usando el software *Etcher* versión 1.4.5 (véase la Figura 3.2) para cargar la imagen en la tarjeta microSD de la Raspberry Pi.



Figura 3.2. Software para cargar sistema operativo
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

Una vez cargada la imagen en la microSD se ingresa al sistema por medio de la interfaz ssh. Para ingresar por vía ssh se necesita crear un archivo vacío en la micro llamado SSH y por medio del software Putty se establece la comunicación segura.

A continuación, se conecta a Internet la tarjeta Raspberry Pi a través de un ordenador, independientemente de la dirección IP asignada que le de a la tarjeta el DNS (hostname) no cambia. Por ende se accede a la Raspberry Pi por el siguiente nombre: raspberrypi.local.

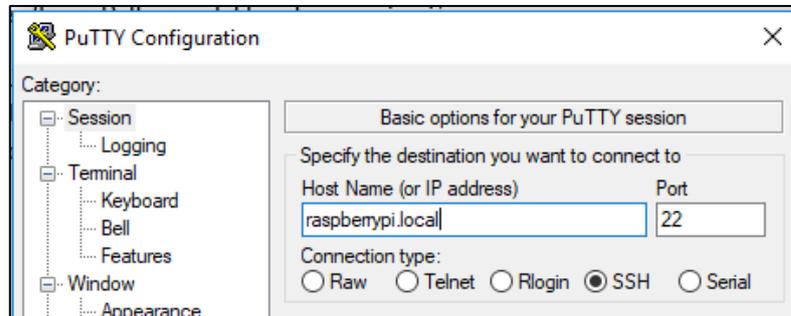


Figura 3.3. Parámetro de ingreso por PuTTY

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Una vez hecho el paso anterior se necesita el usuario y contraseña para ingresar a la Raspberry Pi, siendo, los que tienen por defecto en una tarjeta nueva (*usuario: pi* y *contraseña: raspberry*). Luego se actualiza la instalación de Raspbian con los siguientes comandos:

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

Ahora esta lista la Raspberry Pi para la siguiente configuración, se trata de establecerla como punto de acceso inalámbrico. El miniordenador seleccionado tiene incorporado un adaptador Wireless LAN (802.11n) en la placa por lo que no es necesario acoplar un elemento externo para su configuración.

3.3.2 Levantamiento de la red Pi CAP

3.3.2.1 Establecer una dirección IP estática

Se instala los servicios necesarios para la creación de la red Pi CAP, que son: dnsmasq (resuelve el dominio de nombres local), hostapd (configura características del punto de acceso local), servidor apache (para contenido http), MySQL (para base de datos) y php (preprocesador de hipertexto para desarrollo web).

Desde la terminal se ejecuta el siguiente comando:

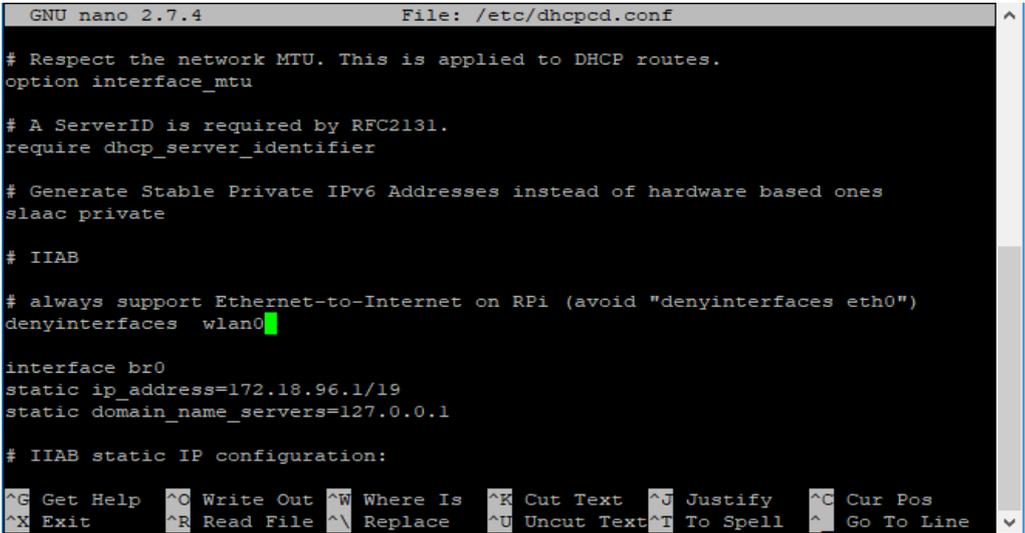
```
sudo apt-get -y install hostapd dnsmasq
```

Dentro de la interfaz inalámbrica se debe ignorar la interfaz wlan0 para poder establecer una dirección IP estática. Esto se realiza en el archivo dhcpd.conf. Para continuar se edita el archivo antes mencionado con el siguiente comando:

```
sudo nano /etc/dhcpd.conf
```

Al final del archivo se agrega la siguiente línea (véase la Figura 3.4):

```
denyinterfaces wlan0
```



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/dhcpd.conf
# Respect the network MTU. This is applied to DHCP routes.
option interface_mtu

# A ServerID is required by RFC2131.
require dhcp_server_identifier

# Generate Stable Private IPv6 Addresses instead of hardware based ones
slaac private

# IIAB

# always support Ethernet-to-Internet on RPi (avoid "denyinterfaces eth0")
denyinterfaces wlan0

interface br0
static ip_address=172.18.96.1/19
static domain_name_servers=127.0.0.1

# IIAB static IP configuration:
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Figura 3.4. Configuración de dirección IP estática

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Luego se establece para la interfaz de red Wi-Fi una dirección IP estática con el siguiente comando:

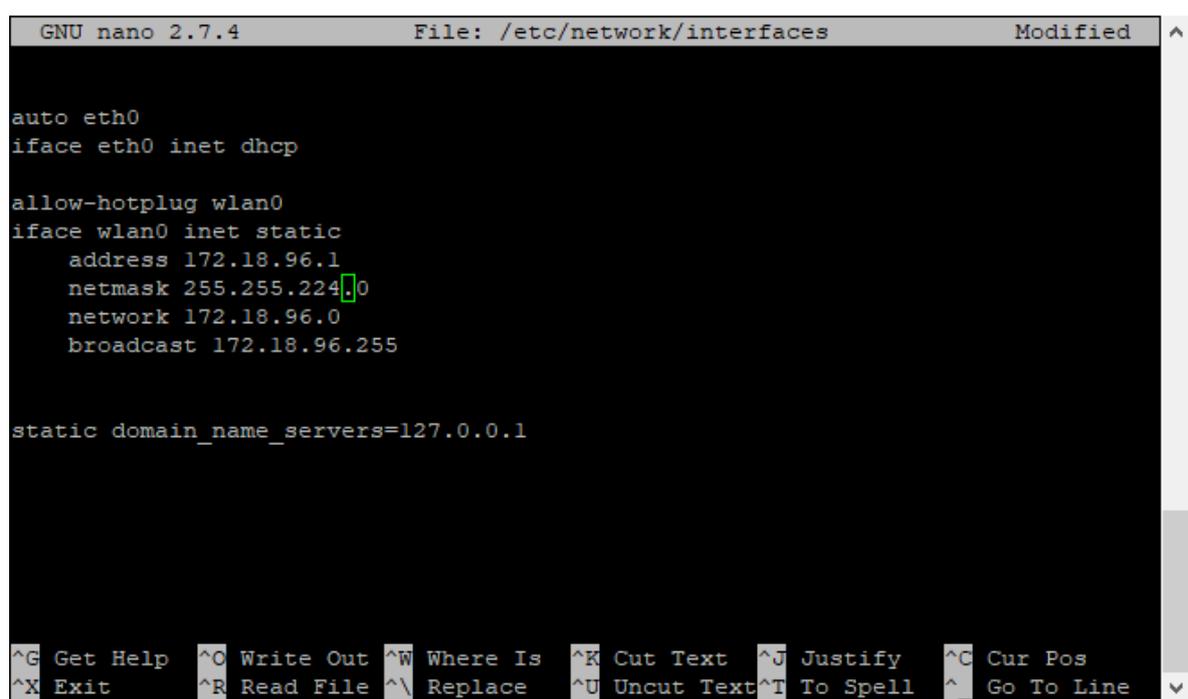
```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

Y se agregan las siguientes líneas:

```
auto lo
iface lo inet loopback
```

```
auto eth0
iface eth0 inet dhcp

allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet static
address 172.18.96.1
netmask 255.255.224.0
network 172.18.96.0
broadcast 172.18.96.255
```



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/network/interfaces Modified
auto eth0
iface eth0 inet dhcp

allow-hotplug wlan0
iface wlan0 inet static
address 172.18.96.1
netmask 255.255.224.0
network 172.18.96.0
broadcast 172.18.96.255

static domain_name_servers=127.0.0.1

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Figura 3.5. Configuración de la red Wi-Fi

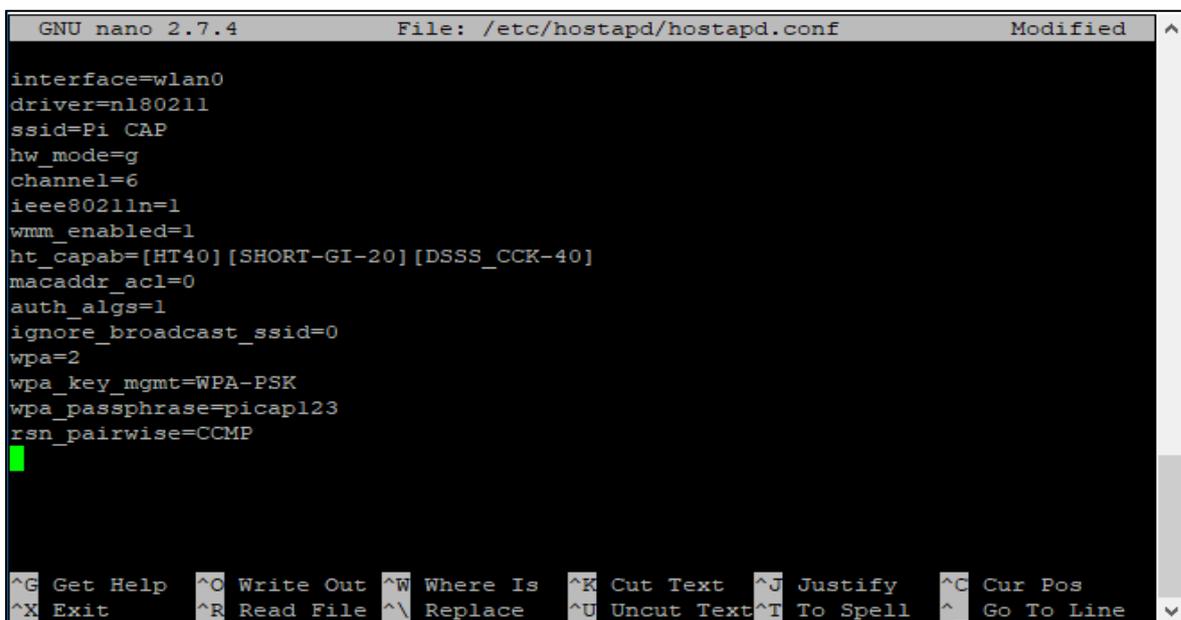
Fuente: Autora

Elaboración: Autora

En el direccionamiento IP privada existe tres tipos de clase de IP que son: la clase A, la clase B y la clase C. En el diseño e implementación de este Trabajo de Titulación se empleará la clase B ya que su uso es para redes medianas, por ejemplo, empresa local, universidad o escuela. Esta clase corresponde al rango de direcciones IP entre 172.16.0.0 y 172.31.255.255. Específicamente, para este proyecto se asignó la siguiente dirección IP a la Raspberry Pi 172.18.96.0/19, correspondiendo la máscara de subred 255.255.224.0 que se encuentra dentro del rango establecido de la clase B con una disponibilidad de hosts de 8190 dispositivos.

3.3.2.2 Configuración del servicio *hostapd*

En este archivo de configuración es necesario establecer el nombre de la red, llamada también SSID junto con la contraseña que determinemos. Además, asignar un determinado canal de transmisión. El canal de transmisión de la red inalámbrica Wi-Fi es la frecuencia en la que se reciben y envían los datos hacia el *router*. Existen 13 canales disponibles (1-13) con respecto a la frecuencia 2,4 [GHz]. Para la selección del canal se tiene en consideración la interferencia relativa al uso del mismo, porque puede darse el caso que varios dispositivos estén utilizando el mismo canal. Para este Trabajo de Titulación se escogió el canal 6, mismo que se puede modificar en la línea de comando *channel*, como se puede observar en la Figura 3.6.



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/hostapd/hostapd.conf Modified
interface=wlan0
driver=nl80211
ssid=Pi CAP
hw_mode=g
channel=6
ieee80211n=1
wmm_enabled=1
ht_capab=[HT40][SHORT-GI-20][DSSS_CCK-40]
macaddr_acl=0
auth_algs=1
ignore_broadcast_ssid=0
wpa=2
wpa_key_mgmt=WPA-PSK
wpa_passphrase=picapl23
rsn_pairwise=CCMP
^G Get Help ^C Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

Figura 3.6. Configuración de datos de la Red Wi-Fi

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

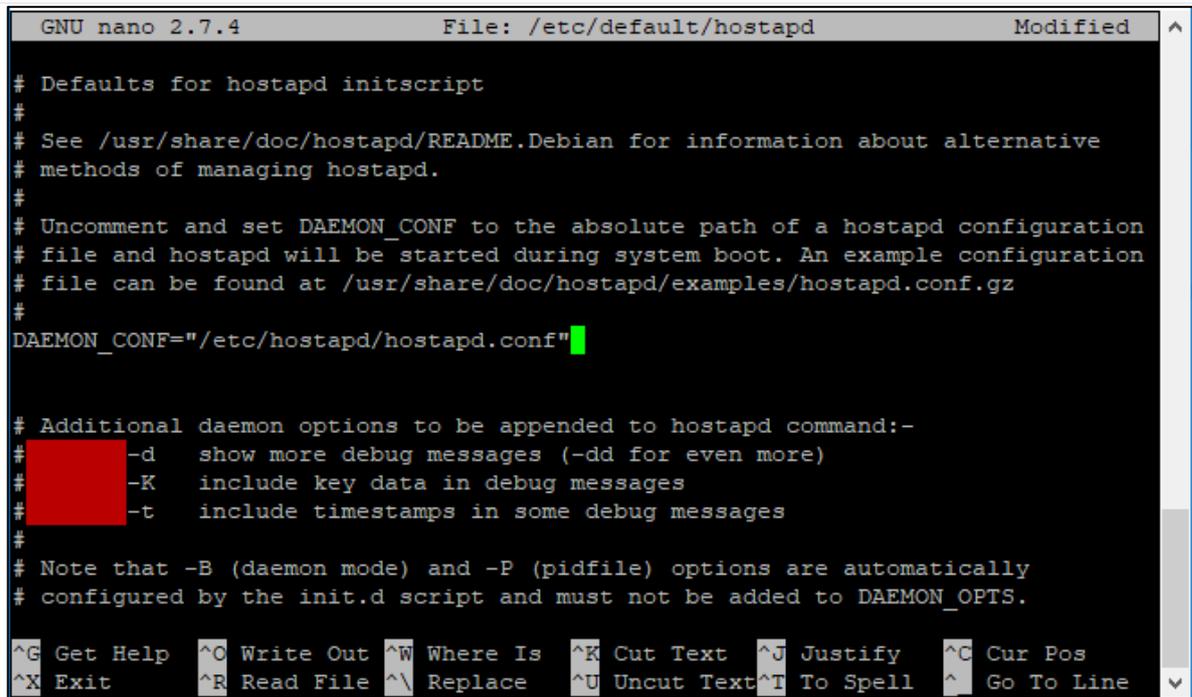
El servicio *hostapd* necesita la dirección de ubicación de este archivo (*hostapd*), por ende, se debe proporcionar esta ubicación en el script de inicio de *hostapd*.

Se abre el script con el siguiente comando:

```
sudo nano /etc/default/hostapd
```

Y se edita la línea `#DAEMON_CONF=""` por (véase la Figura 3.7):

```
DAEMON_CONF="/etc/hostapd/hostapd.conf"
```



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/default/hostapd Modified
# Defaults for hostapd initscript
#
# See /usr/share/doc/hostapd/README.Debian for information about alternative
# methods of managing hostapd.
#
# Uncomment and set DAEMON_CONF to the absolute path of a hostapd configuration
# file and hostapd will be started during system boot. An example configuration
# file can be found at /usr/share/doc/hostapd/examples/hostapd.conf.gz
#
DAEMON_CONF="/etc/hostapd/hostapd.conf"

# Additional daemon options to be appended to hostapd command:-
# -d show more debug messages (-dd for even more)
# -K include key data in debug messages
# -t include timestamps in some debug messages
#
# Note that -B (daemon mode) and -P (pidfile) options are automatically
# configured by the init.d script and must not be added to DAEMON_OPTS.

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line
```

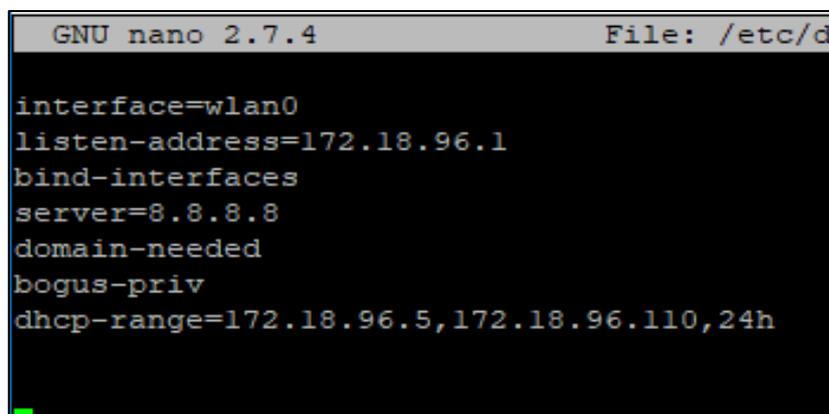
Figura 3.7. Configuración del archivo hostapd

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.3.2.3 Configuración DNSmasq

Esta configuración de DNS sirve para asignar automáticamente direcciones IP de acuerdo a los dispositivos que se enlacen a la red Pi CAP. En la siguiente figura, se puede apreciar la estructura establecida, por ejemplo: rango de host, tiempo de conexión a la red (24 hrs), la interfaz wlan0, entre otras.



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/d

interface=wlan0
listen-address=172.18.96.1
bind-interfaces
server=8.8.8.8
domain-needed
bogus-priv
dhcp-range=172.18.96.5,172.18.96.110,24h
```

Figura 3.8. Configuración del archivo dnsmasq

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Para terminar, se reinicia la tarjeta Raspberry Pi por comando. Luego de esto, se puede comprobar que la tarjeta inicio la red inalámbrica a través de otro dispositivo como se observar en la Figura 3.9 al emplear un computador portátil.

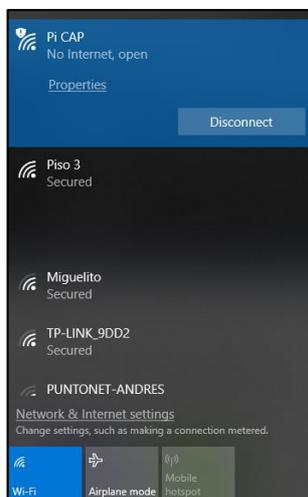


Figura 3.9. Red Pi CAP
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Si la red no logra habilitarse es necesario reiniciar todas las interfaces de red con el siguiente comando:

```
sudo /etc/init.d/interfaces restart
```

3.4 Instalación y configuración del servidor.

Se instala y se configura LAMP que en conjunto sirve para habilitar un servidor y de esta manera alojar sitios y aplicaciones web dinámicas, por ejemplo: Kolibri, Nextcloud, Moodle, entre otras. Estas aplicaciones se describirán a detalle en las secciones posteriores.

El servidor apache se instala con el siguiente comando:

```
sudo apt install apache2
```

Terminada la instalación se procede a dar permisos (lectura, escritura y edición) para administrar los sitios web, mediante:

```
sudo chown -R pi: www-data/var/www/html/  
sudo chmod -R 770 /var/www/html/
```

Una vez instalado apache se puede crear sitios web en código HTML, JavaScript y CSS (internamente). No obstante, es viable que se pueda permitir interacciones entre el usuario y el sitio web. Por ejemplo, que el usuario se registre, seleccione el idioma, entre otros. Para esto, se requerirá PHP.

En la terminal se ejecuta el siguiente comando:

```
sudo apt install php php-mbstring
```

Para saber el correcto funcionamiento de PHP primero se eliminará el archivo "index.html" que se encuentra en el directorio "/var/www/html".

```
sudo rm /var/www/html/index.html
```

Luego, se crea un archivo llamado "index.php" en el mismo directorio con la finalidad de corroborar la correcta instalación de PHP, con la siguiente línea de comando:

```
echo "<? php phpinfo ();?>"> /var/www/html/index.php
```

PHP Version 5.4.4-14+deb7u7	
System	Linux ajaniserveur 3.2.0-4-amd64 #1 SMP Debian 3.2.54-2 x86_64
Build Date	Dec 12 2013 08:42:50
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php5/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php5/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php5/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php5/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-gd.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mysql.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-mysqli.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-pdo_mysql.ini
PHP API	20100412
PHP Extension	20100525
Zend Extension	220100525

Figura 3.10. Funcionamiento de PHP

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Posteriormente se instala MySQL que es un sistema de gestión de base de datos (DBMS), gratuito, fácil de instalar y su aplicación es de uso masivo. Esto con el fin de poder almacenar información en el servidor local.

Con el siguiente comando se instala MySQL:

```
sudo apt install mysql-server php-mysql
```

Finalmente, la seguridad de la base de datos está expuesta a que terceras personas manipulen esta información, es por ello que se da un grado de seguridad agregándole un usuario y contraseña a la base de datos. A través de:

```
sudo apt install phpmyadmin
```

Durante la instalación del comando anterior se irán realizando preguntas de seguridad, como, por ejemplo, una de ellas es la contraseña que desea agregar. Las cuales se modificarán de acuerdo a la necesidad del administrador.

En el siguiente apartado se presenta la configuración inicial de las plataformas o sitios web en el servidor previamente instaladas y adaptadas en orientación a la educación. Para cada

plataforma se tiene en común el usuario (Admin) y contraseña (changeme). La Tabla 3.1 *Tabla 2.1* muestra la organización de las plataformas utilizadas en el prototipo Pi CAP.

Tabla 3.1. Distribución de las plataformas instaladas

Plataformas educativas	Kolibri	Son aplicaciones educativas con contenido, incluido el sistema de gestión de aprendizaje.
	Moodle	
	Sugarizer	
	Kiwix	
Plataformas de gestión de contenido	Nextcloud	La plataforma está destinada para aplicaciones de una naturaleza más genérica, es decir, personal o colaborativa.
	MediaWiki	
	Wordpress	
Visualización de contenido en la raíz USB	Contenido USB	Monta automáticamente el contenido del maestro en unidades USB para que los estudiantes puedan navegar.

Fuente: Autora
Elaboración: Autora

3.4.1 Plataforma educativa

Las diferentes plataformas colocadas son herramientas orientadas en el sistema gestor de aprendizaje que dan facilidad de aprendizaje al estudiante. Así mismo, permite gestionar prácticas, recursos, facilitación para repositorios de documentos, es decir, relativamente todo lo necesario para hacer seguimiento del progreso del estudiante. Cabe mencionar que el procedimiento de la instalación para cada una de las siguientes plataformas se encuentra ubicado en el Anexo I.

3.4.1.1 *Diseño de la página web principal*

En la Figura 3.11 se destaca las plataformas educativas instaladas vistas de manera general, a las cuales se puede acceder haciendo clic en el ícono que le corresponde y se irá detallando una por una a continuación.

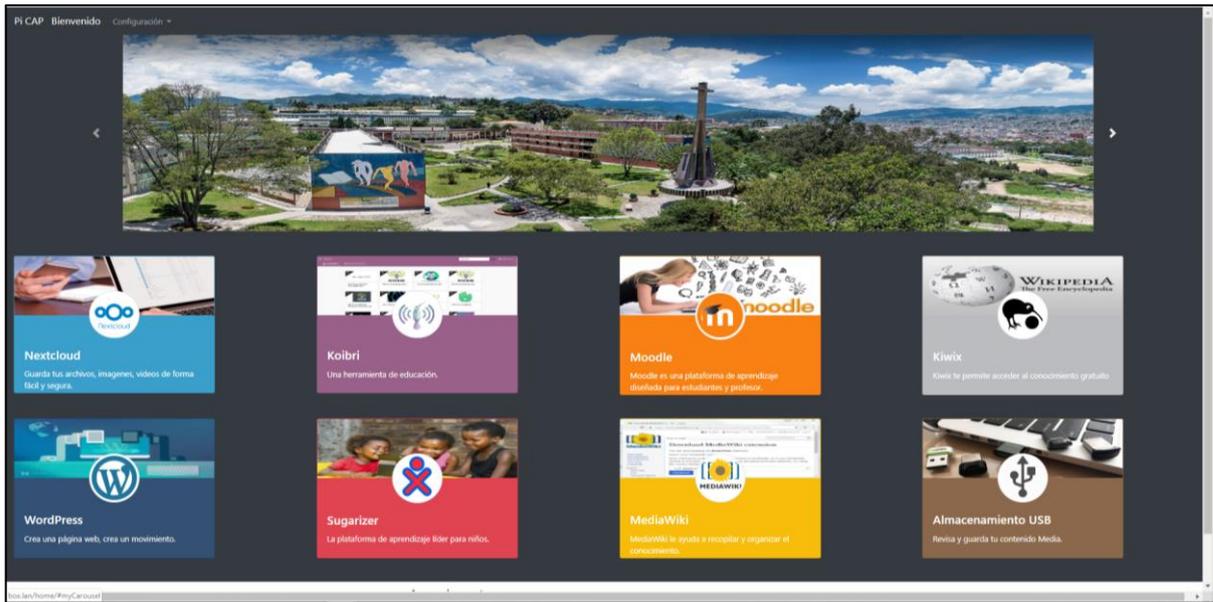


Figura 3.11. Diseño web para la presentación de contenido digital

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

El diseño de la página web se hace mediante Bootstrap, el mismo que es un *framework* originalmente creado por *Twitter* que permite desarrollar interfaces web con HTML5, CSS3 y JavaScript, cuya particularidad es la de adaptar el sitio web al tamaño de dispositivo en que se visualice. Es decir, el sitio web se adapta automáticamente al tamaño de una portátil, una tableta o un teléfono inteligente.

Primeramente, de la página principal de *Bootstrap* (véase la Figura 3.12) se descarga los archivos de CSS y JavaScript (véase la Figura 3.13).

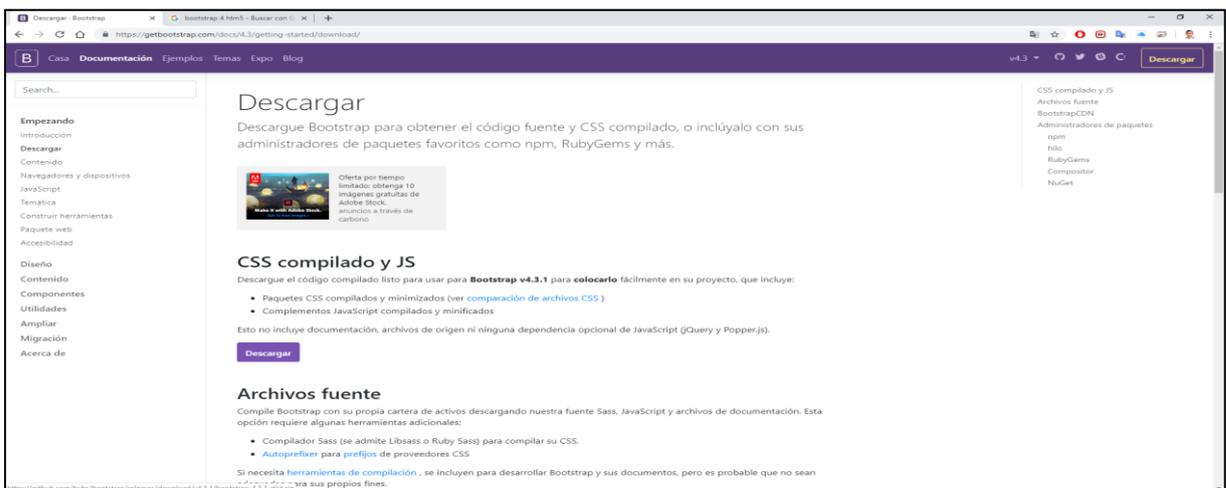


Figura 3.12. Página principal de Bootstrap

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

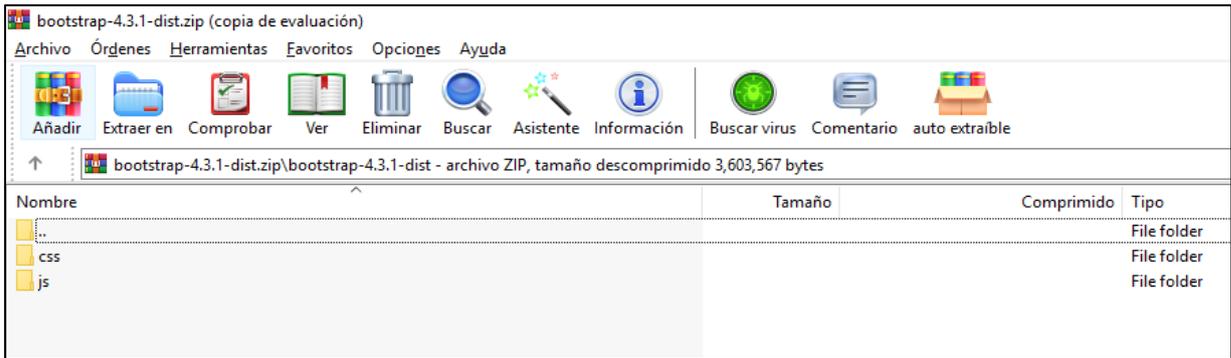


Figura 3.13. Descarga de archivos css y js

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

A continuación, se descarga los archivos fuente, en donde se encuentran ejemplos predefinidos que en nuestro caso serán empleados como base para el diseño de la página web. De los archivos css, se empleó las plantillas carousel y album.

Finalmente, se crea un archivo llamado *index.html*, en el cual, se diseña la página web en programación HTML. Además, se crea una carpeta para imágenes e iconos que servirán para el diseño de la página (ver la Figura 3.14).

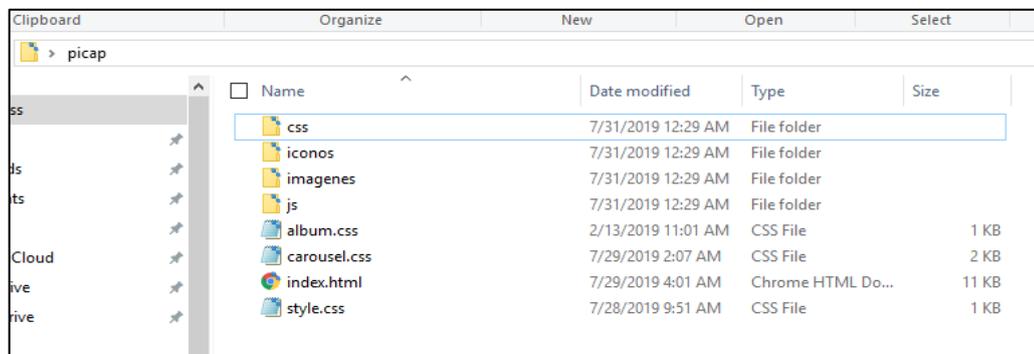


Figura 3.14. Componentes para el diseño de la página web

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

El diseño de la página web se lo hace directamente en el ordenador con sistema operativo Windows con *Sublime Text 3* que es un editor de texto multiplataforma como se muestra la Figura 3.15, véase el código completo en el anexo 2.

```

1 <!doctype html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4 <!-- Required meta tags -->
5 <meta charset="utf-8">
6 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no">
7
8 <!-- Bootstrap CSS -->
9 <link rel="stylesheet" href="css/bootstrap.css">
10 <link rel="stylesheet" href="style.css">
11 <link rel="stylesheet" href="carousel.css">
12 </head>
13
14 <header>
15 <nav classe="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-dark">
16 <a classe="navbar-brand" href="http://picap.lan/home/">Pi CAP</a>
17 <a classe="navbar-brand text-white">Bienvenido</a>
18 <button classe="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse" data-target="#navbarSupportedContent" aria-controls="navbarSupportedContent"
19   aria-expanded="false" aria-label="Toggle navigation">
20 <span classe="navbar-toggler-icon"></span>
21 </button>
22 <div classe="collapse navbar-collapse" id="navbarSupportedContent">
23 <ul classe="navbar-nav mr-auto">
24 <li classe="nav-item dropdown">
25 <a classe="nav-link dropdown-toggle" href="#" id="navbarDropdown" role="button" data-toggle="dropdown" aria-haspopup="true" aria-expanded="
26   false">
27 Configuraci3n
28 </a>
29 <div classe="dropdown-menu" aria-labelledby="navbarDropdown">
30 <a classe="dropdown-item" href="http://picap.lan/munin/">Analizador de recursos</a>
31 <div classe="dropdown-divider"></div>
32 <a classe="dropdown-item" href="http://picap.lan/admin/">Administrador</a>
33 </div>
34 </li>
35 </ul>
36 </div>
37 </nav>
38 </header>
39 <main role="main">

```

Figura 3.15. Código fuente del diseño de la página web
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Se debe abrir el archivo index.html en cualquier navegador de preferencia se usa *Mozilla Firefox* en el cual se refleja el diseño conforme se vaya editando.

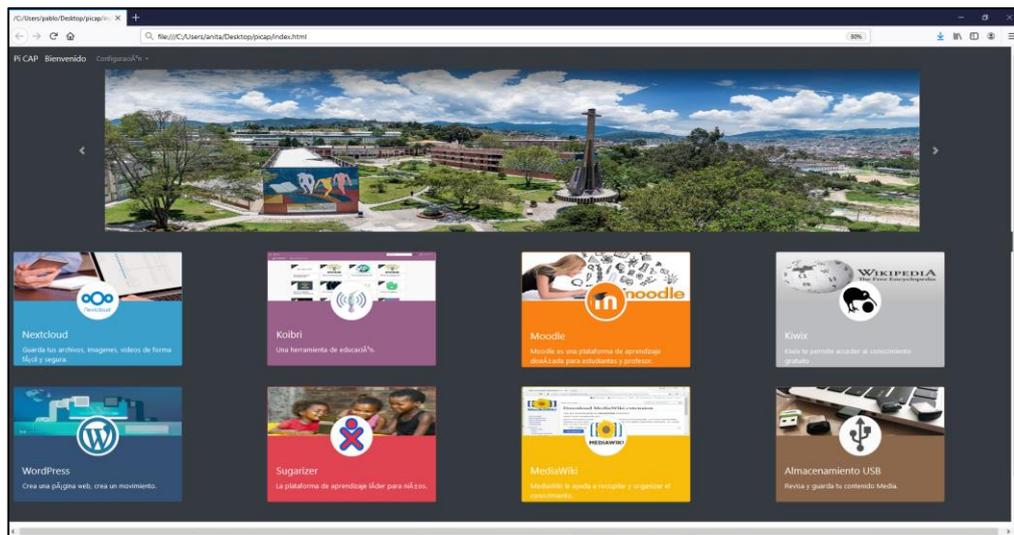


Figura 3.16. Visualización del contenido realizado en archivo html
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

En el navegador, en el ítem de desarrollador web, se selecciona en vista de diseño adaptable. Al estar en modo adaptable se puede apreciar la vista en los diferentes tamaños de los terminales (portátil, tableta y teléfono inteligente). Véase en la Figura 3.17.

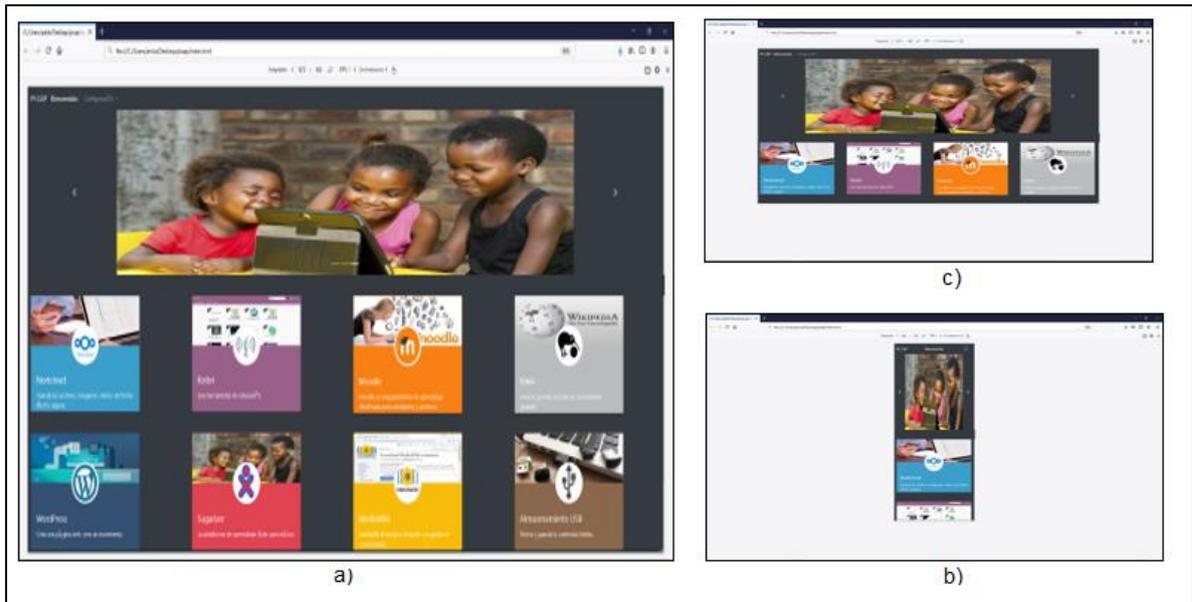


Figura 3.17. Visualización en navegador web
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

Finalmente, para agregar la plantilla personalizada se transfiere todos los archivos creados y editados al directorio `/library/www/html/home/` de la Raspberry Pi, para ello, se hace uso de la herramienta WinSCP mediante el protocolo “*Secure Copy Protocol (SCP)*”.

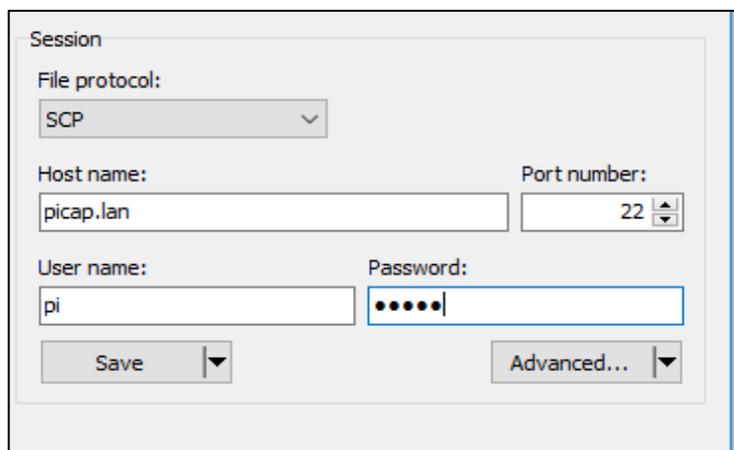


Figura 3.18. Credenciales para el ingreso a la tarjeta Pi
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

Se lo debe hacer como SuperUser (`sudo su`) para poder obtener todos los privilegios, como se muestra en la Figura 3.19.

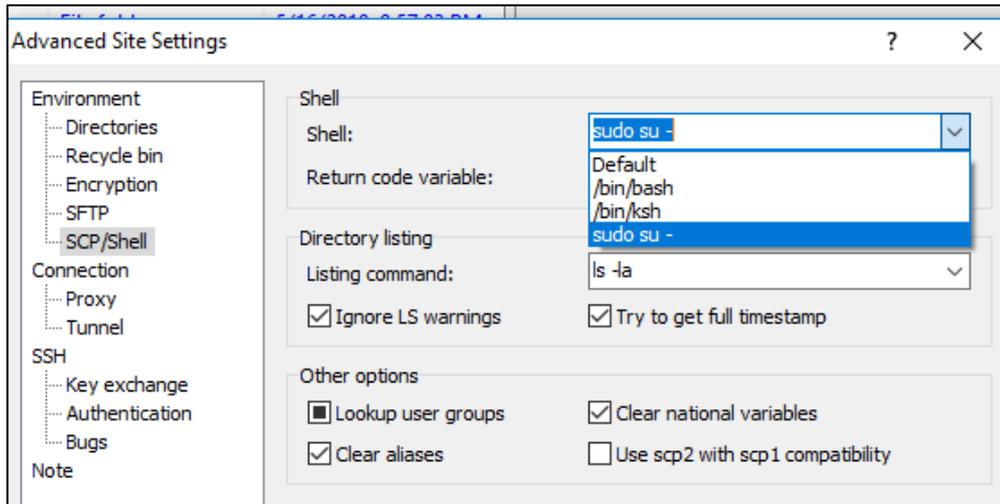


Figura 3.19. Modo Super usuario en WinSCP

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Finalmente, todo debe quedar de la siguiente manera (véase la Figura 3.20).

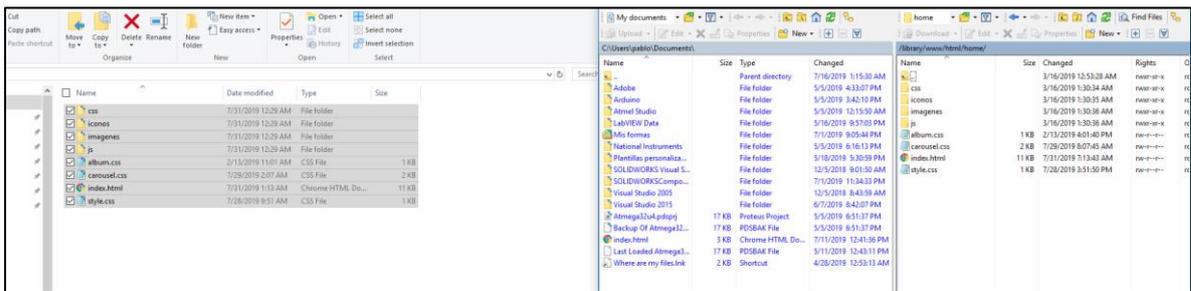


Figura 3.20. Transferencia de archivos de la página web

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Para poder comprobar nos conectamos a la Raspberry mediante Wi-Fi y accedemos al *hostname* “<http://picap.ian/home/>”.

3.4.1.2 Kolobri

Kolibri¹ es una plataforma gratuita y de código abierto que enfrenta el desafío de educación sin Internet, permitiendo proporcionar acceso sin conexión a una amplia gama de contenido previamente descargado. Esta plataforma está destinada a estudiantes y profesores y el procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1.

¹ Dirección web principal de la plataforma en el prototipo: www.picap.local/kolibri



Figura 3.21. Plataforma Kolibri

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

En la Figura 3.21, se tiene tres iconos principales que son: Aprender, donde se obtiene videos educativos de Kolibri; segundo: Tutorizar, donde crea y asigna pruebas, exámenes, lecciones al estudiante y se obtiene el progreso de rendimiento y; tercero: Centro Educativo, en donde se activa o desactiva funciones dependiendo de la distribución de los usuarios ya que por defecto tiene tres roles que es el rol de estudiante, de tutor y de administrador.

3.4.1.3 Nextcloud

Nextcloud² es una plataforma de código abierto y gratuita que nos da la facilidad de obtener nuestra propia nube, es decir, un lugar (servidor local) en donde se almacena nuestra información de manera segura. La comunicación que se establece es cliente-servidor.

Se ingresa las credenciales para poder entrar a la herramienta, véase en la Figura 3.22 y Figura 3.23. El procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1.

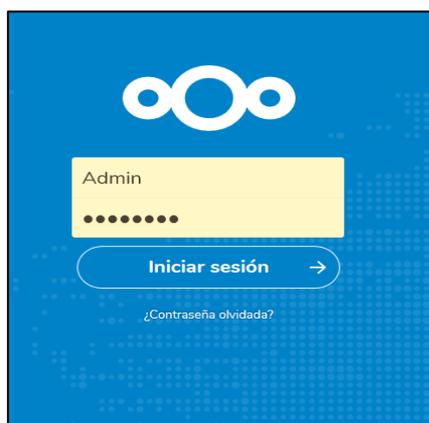


Figura 3.22. Inicio de sesión en Nextcloud

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

² Dirección web principal de la plataforma en el prototipo: www.picap.local/nextcloud



Figura 3.23. Página principal de Nextcloud

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.4.1.4 Wordpress

Wordpress³ empezó como una plataforma de blogging y con el pasar del tiempo se convirtió en un sistema de gestión de contenidos que sirve no solo para la creación de Blogs sino también para todo tipo de webs. Para la instalación, se ingresa a la plataforma con el usuario y contraseña y se procede a configurar WordPress (véase la Figura 3.24). El procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1.

El uso de esta plataforma es versátil y su contenido varía dependiendo a la necesidad del usuario. Sin embargo, se le puede dar los siguientes usos: blog personal, crear páginas web de una empresa, establecer un foro sobre algún tema de debate, organizar una tienda virtual, entre otras.

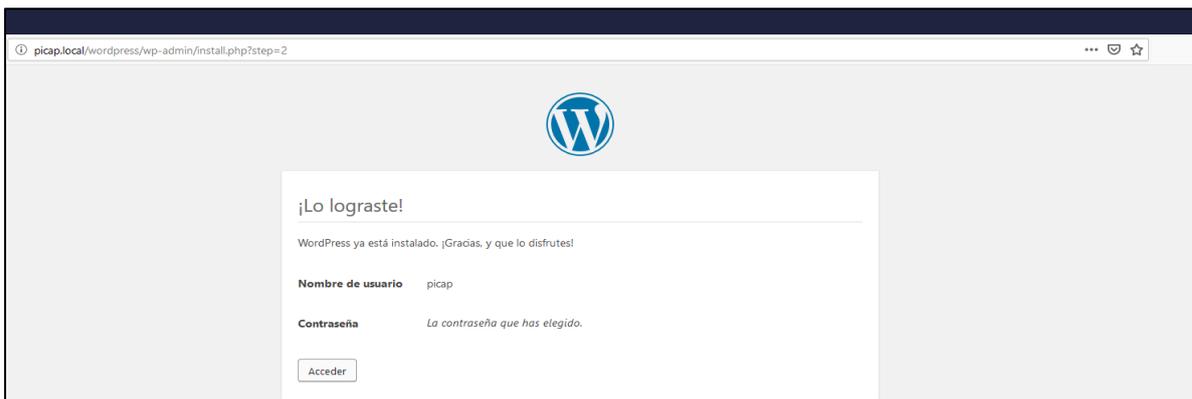


Figura 3.24. Configuración de Wordpress

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Se instaló correctamente y se procedió a crear un ejemplo de sitio web (véase la Figura 3.25):

³ Dirección web principal de la plataforma en el prototipo: www.picap.local/wordpress

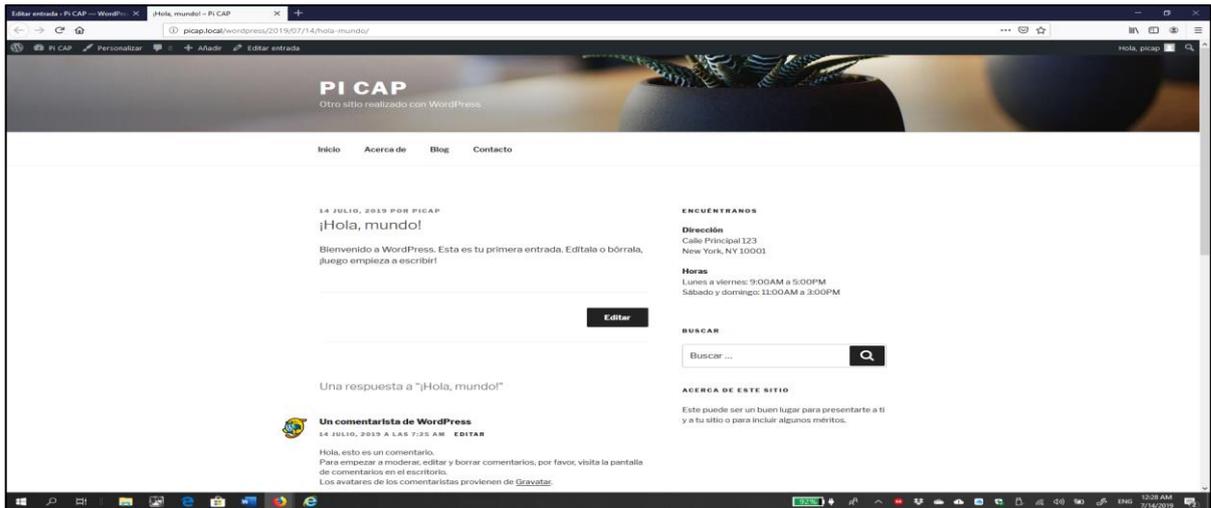


Figura 3.25. Creación de un sitio web

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.4.1.5 MediaWiki⁴

Es un software para wikis libre basado en la programación de lenguaje PHP que es usada por decenas de miles de sitios web. Es potente, plurilingüe, libre y abierto, extensible, personalizable, fiable y totalmente gratuito. El procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1. Su aplicación en entornos educativos es únicamente orientada para la creación de contenido siendo una edición colaborativa para la comunidad.

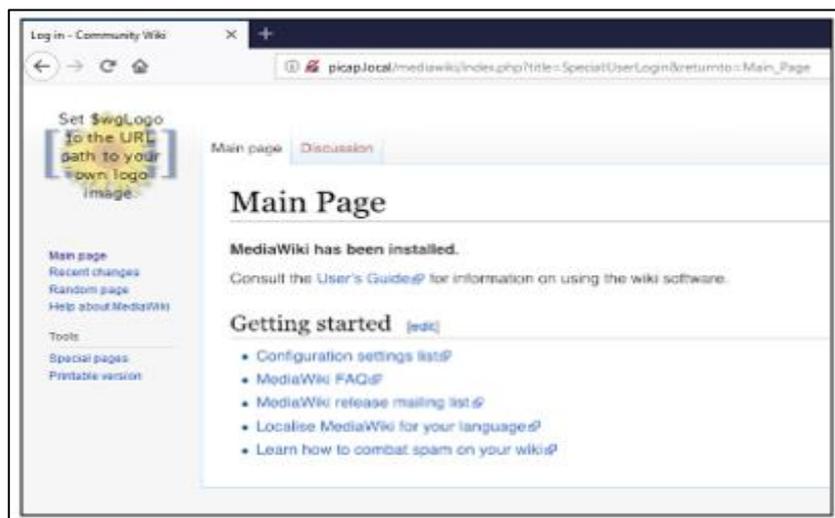


Figura 3.26. Página principal en MediaWiki

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

⁴ Página web principal en el prototipo: www.picap.local/mediawiki

3.4.2 Plataforma Recreativa

Para espacios de recreación se instaló la herramienta Sugarizer⁵ con múltiples juegos para aprender las operaciones básicas (suma, resta y multiplicación), reconocer animales por medio de sonidos, pintar, entre otras. En el siguiente subtema se explica a detalle.

3.4.2.1 Sugarizer

En la Figura 3.27, se muestra dos opciones, la primera “New user” es para ingresar por primera vez y la segunda “Login” (llave) es para usuarios ya registrados. El procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1.

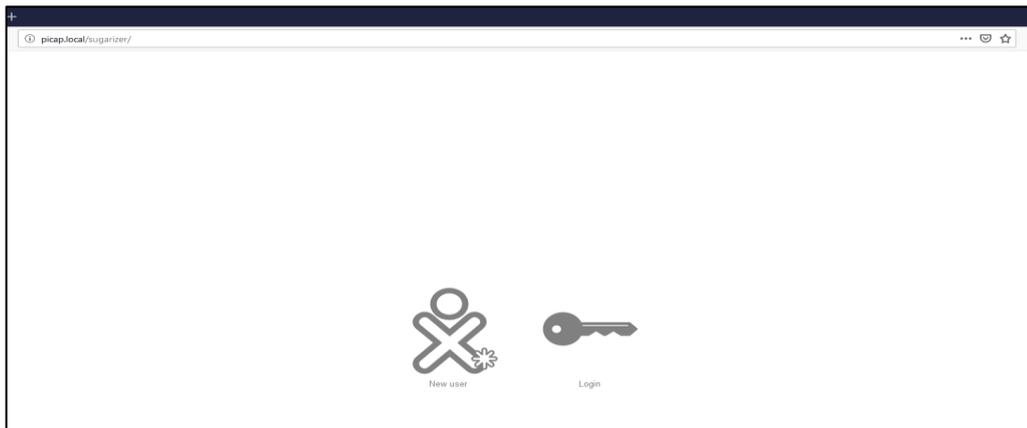


Figura 3.27. Página de inicio en Sugarizer

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Cuando se ingresa por primera vez, primero se debe ingresar el nombre que deseemos; segundo, se selecciona cuatro tipos de emojis o stickers y, por último, se escoge un tipo de color para el icono personalizado. Se puede observar en las siguientes figuras.

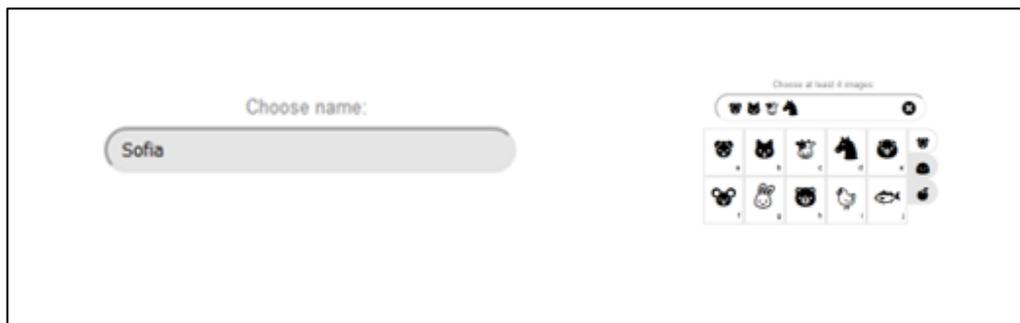


Figura 3.28. Inicio de sesión en Sugarizer

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

⁵ Página web principal en el prototipo: www.picap.local/sugarizer

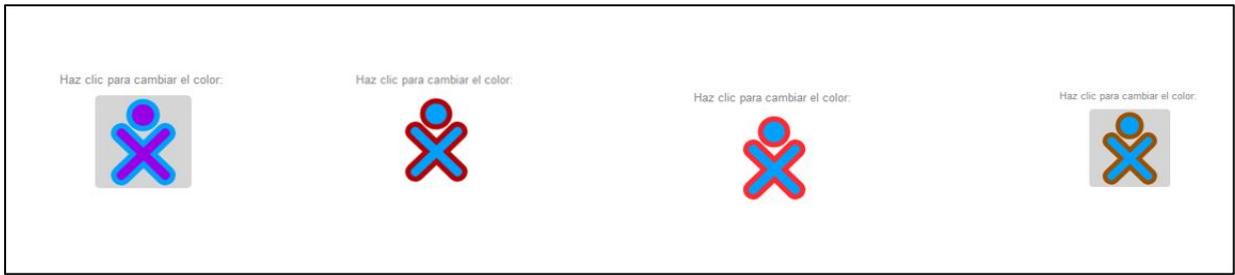


Figura 3.29. Selección de un icono para el usuario
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

En la Figura 3.30 se muestra todo el contenido almacenado en Sugarizer

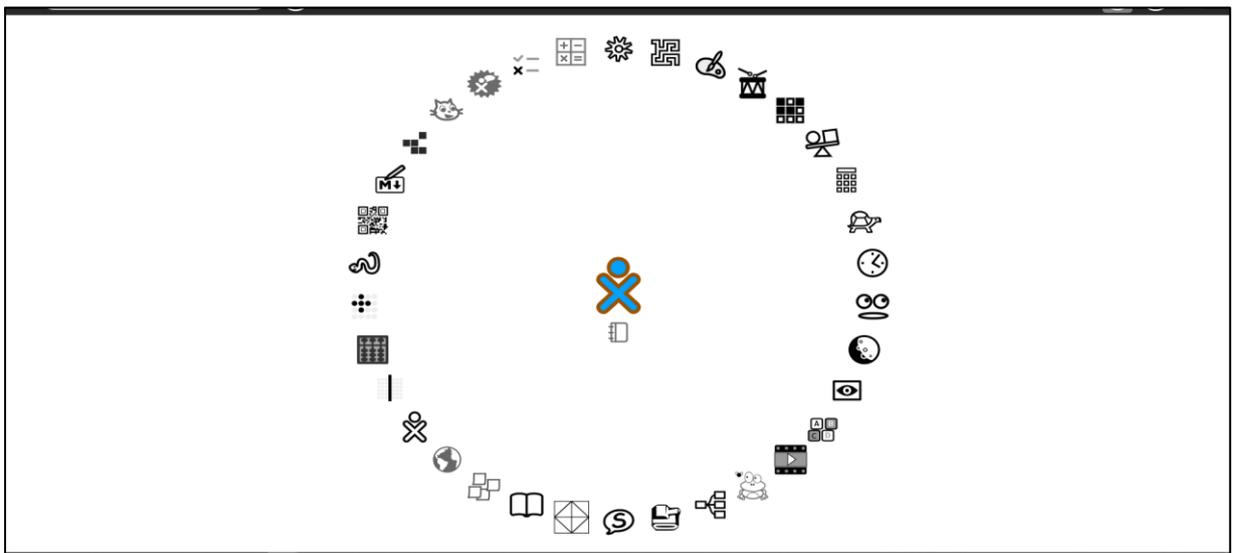


Figura 3.30. Visualización del contenido en Sugarizer
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

La plataforma cuenta con los siguientes juegos: Abaco, Abecedario, Blockrain, Calculadora, Prototipo de chat, Reloj, Colorea mi mundo, lector de libros electrónicos, Etoys, Ejercicios, Flip, FoodChain, Foto Toon, Juego de vida, engranajes, Get Things Done, Pintura de rejilla, Jappy, Laberinto JS, El ultimo pierde, Markdown, Mediaviewer, Memoriza, Moon, Paint, Fisica JS, Codigo QR, Reflection, Scratch, Shared notes, Speak, Matemáticas, Cronometro, Tam Micro, Turtle Blocks JS.

En la Figura 3.31, Figura 3.32 y Figura 3.33 se presenta a modo de ejemplo algunos juegos de los mencionados:

3.4.3 Plataforma Wikipedia⁶

Esta plataforma, Wikipedia en español, es una enciclopedia libre, gratuita y editada por voluntarios de manera colaborativa en todo el mundo. Contiene, además, del idioma español, 300 idiomas más. Dependiendo de la capacidad de almacenamiento se descarga los archivos Wikipedia en formato .zim con imágenes o sin imágenes, para luego ser agregados en la plataforma Kiwix. El procedimiento de instalación se encuentra en el Anexo 1.1.

3.4.3.1 Archivos ZIM

Primero, se descarga el archivo Wikipedia desde la página oficial de kiwix (www.kiwix.org) y se agrega el archivo con extensión zim a la siguiente dirección:

```
/library/zims/content
```

La otra manera es que la tarjeta Raspberry Pi se conecte a Internet y se pueda descargar los archivos zim. Una vez descargados se verá como en la Figura 3.34.

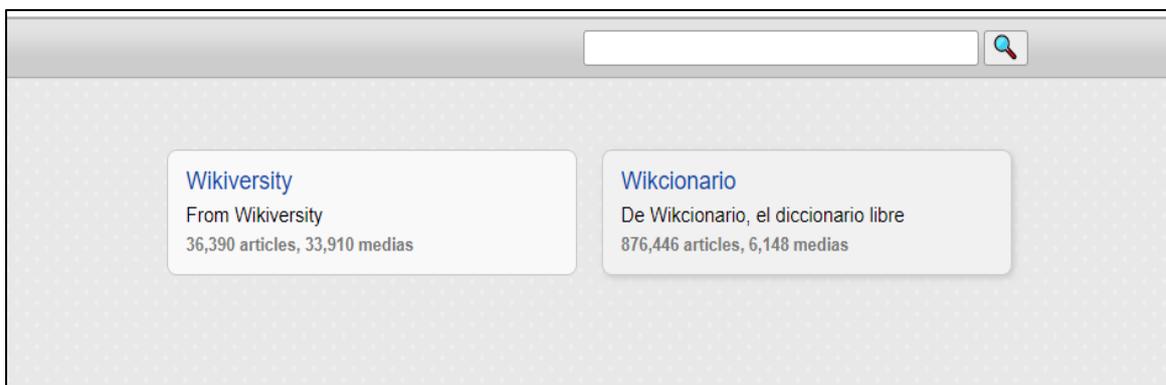


Figura 3.34. Contenido zim en la plataforma kiwix

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

En la Figura 3.35, se puede observar un ejemplo de búsqueda con la palabra “pelota”. La Wikipedia que se descargó consta de solo texto plano (sin imágenes⁷), esto debido a que el espacio disponible en la tarjeta microSD es limitado.

⁶ Página web principal en el prototipo: www.picap.local/zim

⁷ Se recomienda una tarjeta microSD con mayor capacidad de almacenamiento



Figura 3.35. Visualización del contenido en Wikipedia

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.4.4 Contenido USB⁸

Si se desea postear información propia en el servidor para los estudiantes o de manera general, la Raspberry Pi es capaz de detectar la entrada de una memoria USB. En la Figura 3.36, se detecta una memoria USB a la cual le asigna como nombre USB0, se procede a abrir la carpeta y el contenido se muestra. Se puede reproducir videos en la página web desde la memoria USB. Mientras que para archivos .docx, .ppt, .xcls, es necesario descargarlos (véase la Figura 3.37).

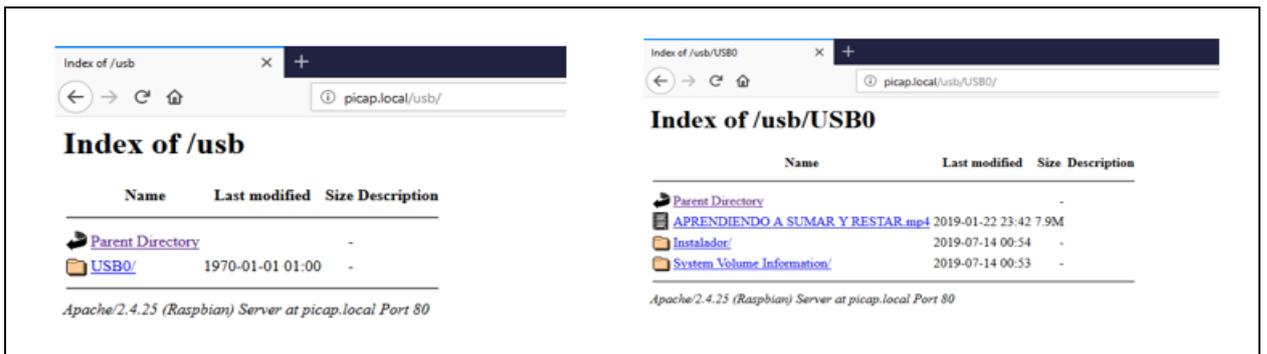


Figura 3.36. Contenido USB

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

⁸ Página web principal en el prototipo: www.picap.local/usb

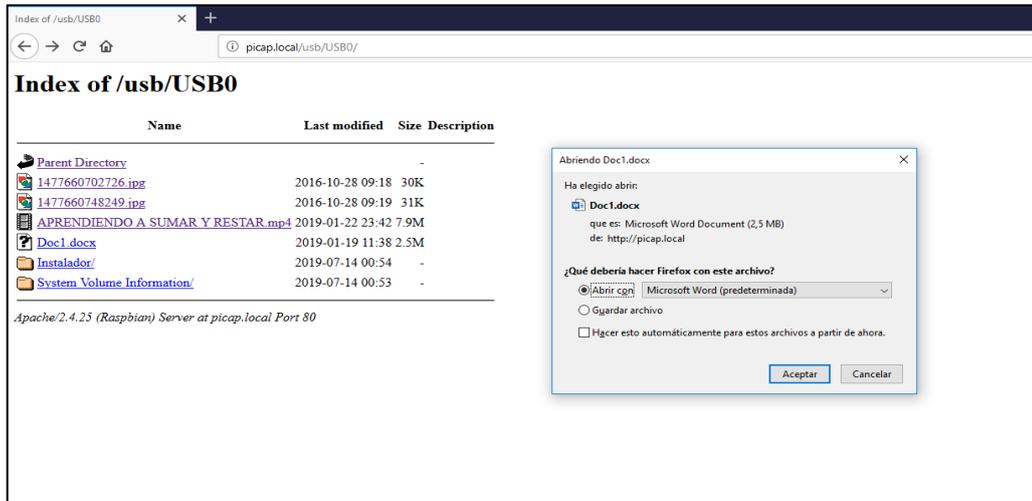


Figura 3.37. Visualización de contenido de Office
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

3.5 Diseño exterior del prototipo

Para el diseño exterior que protege los componentes internos como la Raspberry Pi, batería y cables, se tomó en cuenta las siguientes consideraciones, dado que el ambiente es en un aula clase:

- El material de la carcasa debe ser aislante de manera que evite riesgos eléctricos como un cortocircuito.
- Debe poseer un correcto sistema de ventilación, es decir, que el dispositivo tenga el suficiente espacio para la entrada y salida del aire proporcionando enfriamiento en los circuitos. Adicional a esto, en la Raspberry Pi cada procesador debe tener su propio disipador.
- El material debe ser de peso liviano para su movilidad.
- Debe ser de bajo costo.

A continuación, se presenta el diseño del case de la Raspberry realizado en el software Autodesk Fusion 360.

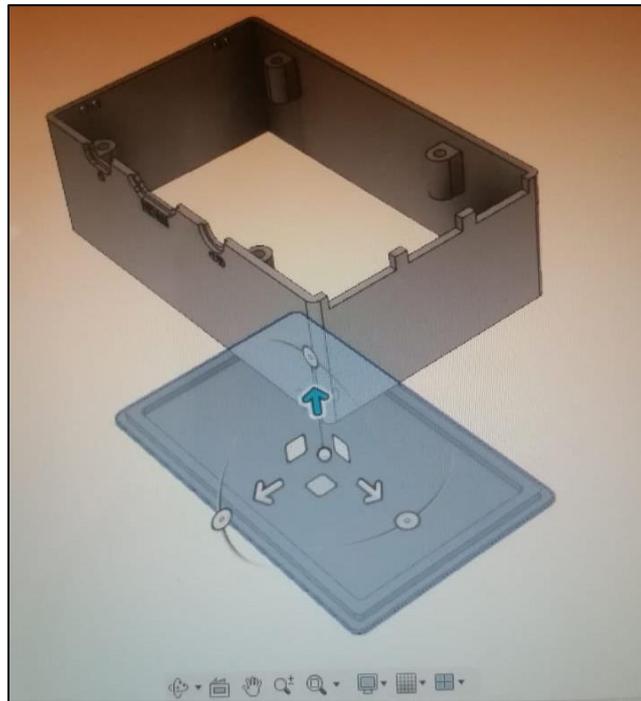


Figura 3.38. Vista inferior del prototipo

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

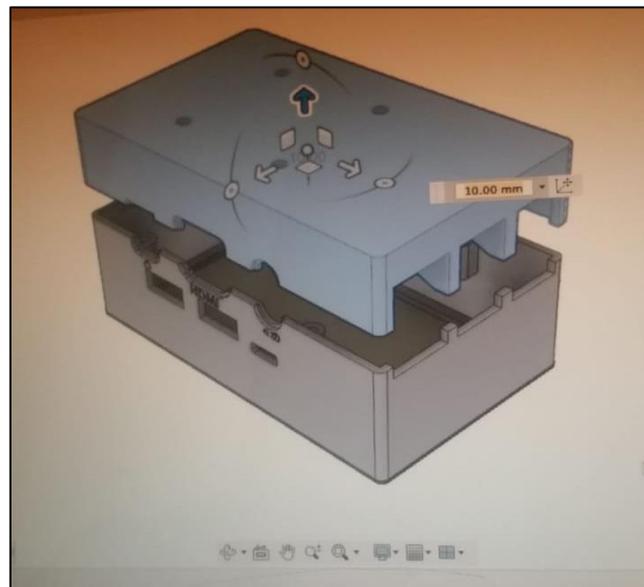


Figura 3.39. Vista lateral del prototipo

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

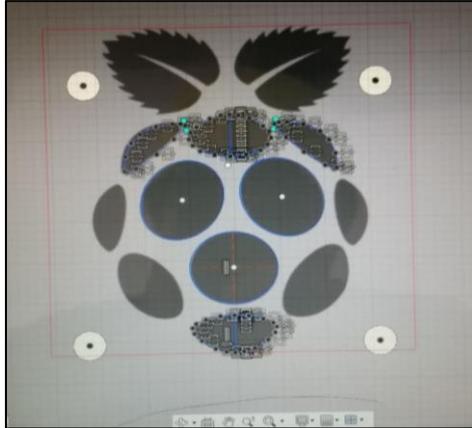


Figura 3.40. Logo del prototipo
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

El armazón exterior del proyecto se imprime, obteniendo como resultado la carcasa del producto (ver Figura 3.41, Figura 3.42 y Figura 3.43):



Figura 3.41. Parte inferior del módulo de la batería
Fuente: Autora
Elaboración: Autora



Figura 3.42. Parte superior de la tarjeta Raspberry Pi
Fuente: Autora
Elaboración: Autora



Figura 3.43. Impresión del prototipo en 3D
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

3.5.1 Características del prototipo Pi CAP

Las características que posee el prototipo Pi CAP utilizado en el proyecto se mencionan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Características del prototipo Pi CAP

ESPECIFICACIONES DEL PROTOTIPO PI CAP	
Modelo CPU + GPU	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memoria RAM	1GB LPDDR2 SDRAM
Almacenamiento	16 microSD
Sistema Operativo	Raspbian
Fuente de Alimentación	5 V – 1.66 A
Conectividad	Wi-Fi: 2.4GHz y 5GHz IEEE Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 4 puertos USB 2.0
Peso	0.111 Kg
Dimensiones	12 cm x8 cm x6 cm
Precio	\$ 134,40 (dólares americanos)

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.5.2 Indicadores del dispositivo Pi CAP

Es importante tener precaución al momento de utilizar el dispositivo Pi CAP. A continuación, se presenta la Tabla 3.3 que especifica el color del led y la descripción de la función que cumple para un correcto funcionamiento y manipulación.

Tabla 3.3. Función de los leds en el dispositivo Pi CAP

LED	FUNCIÓN
Amarillo	Representa el estado de CPU, es decir, si se encuentra encendido es porque funciona correctamente.
Azul	Al momento de cargar la batería el led se mantiene encendido cada un segundo, mientras que si se encuentra cargada, el led se mantiene encendido.
Verde	Indica que la tarjeta Raspberry Pi esta siendo alimentada por la batería.
Rojo	Muestra que la tarjeta Raspberry Pi está apagada.

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.5.3 Conexión interna de la Raspberry Pi

En este apartado se muestra la Tabla 3.4 que nos indica las conexiones internas que se realizó en la Raspberry Pi.

Tabla 3.4. Conexión interna en el dispositivo Pi CAP

PIN	CONEXIÓN
GPIO19	Se encuentra conectado led de estado CPU (led amarillo).
GPIO3	Botón de reinicio pulsado por tres segundos. Ubicado en la parte posterior de la carcasa.
3.3 V	Led rojo de la Raspberry Pi.
5 V	Led verde o led indicador de la batería.
5 V	Conexión del ventilador

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

4.1 Pruebas de funcionamiento del prototipo

En este capítulo se describe las pruebas y los resultados obtenidos que se basan, en: eficiencia energética de la batería propia de Raspberry Pi 3, pruebas de rendimiento de CPU, específicamente: la latencia y el procesador. Así mismo, se presentan pruebas sobre el rendimiento de memoria de la tarjeta microSD y el alcance de la red inalámbrica creada por la tarjeta.

Al terminar el capítulo se muestra el costo referencial por cada elemento utilizado en el prototipo, así como, también sugerencias que deben tomarse en cuenta al momento de utilizar el prototipo en un entorno real.

4.2 Prueba de eficiencia energética

Esta prueba teórica se basa en la demanda de corriente del prototipo la cual, es directamente proporcional al consumo de la tarjeta Raspberry Pi en *Watts* e inversamente proporcional al voltaje de alimentación. Se debe tener en consideración los siguientes datos: amperaje, voltaje, wattios y el rendimiento (de preferencia 90%). En la Figura 4.1 se muestra el montaje empleado para la prueba de consumo energético el cual incluye la conexión de la tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B+, el multímetro *MT-1210* de *Proskit* y la batería.

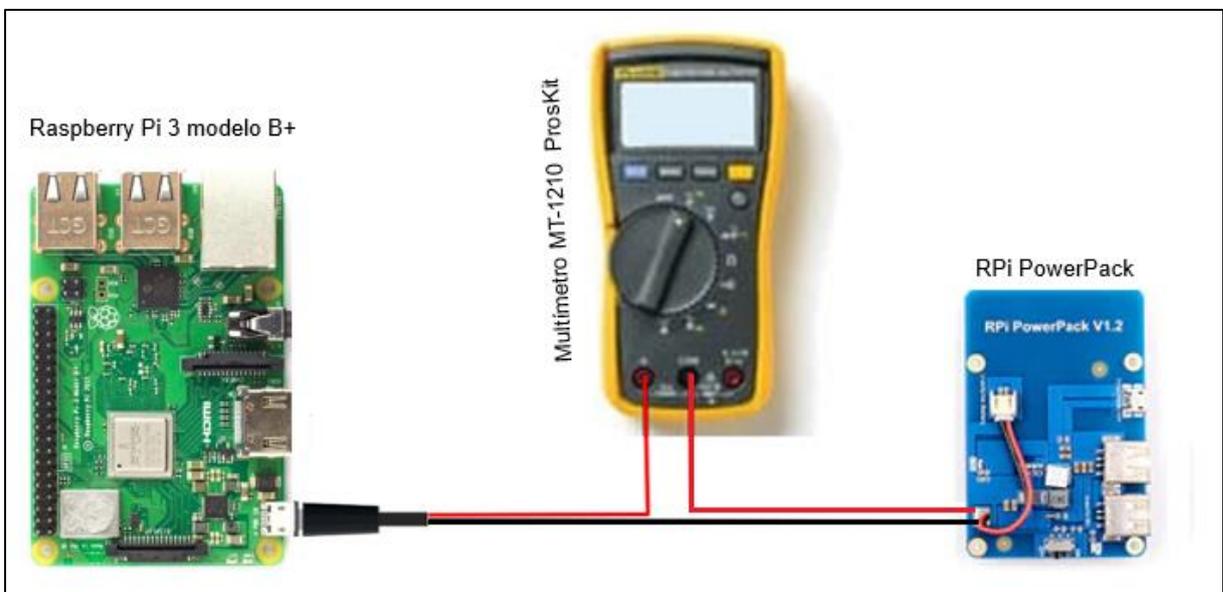


Figura 4.1. Esquema de medición del consumo de la batería

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

A continuación, se emplea la ecuación (1) para obtener el resultado de consumo en amperios que tiene la tarjeta Pi:

$$t_e(h) = \frac{P_b \left(\frac{mW}{h}\right)}{P_d(mW)} \quad (1)$$

En donde, P_b es la potencia de la batería en mW/h, P_d es la potencia con que se alimenta la tarjeta Raspberry Pi y t_e es el tiempo de duración del dispositivo Pi CAP. Entonces, la información que se tiene del prototipo es:

$$\text{Amperaje}_{\text{batería}} = 3800 \text{ mA} \cdot \text{h}$$

$$\text{Voltaje}_{\text{batería}} = 3.7 \text{ V}$$

$$\text{Rendimiento}_{\text{batería}} = 90\%$$

$$\text{Amperaje}_{\text{Raspberry}} = 520 \text{ mA}$$

$$\text{Voltaje}_{\text{Raspberry}} = 5 \text{ V}$$

Se realiza el cálculo de la potencia de la batería y la potencia de la tarjeta Raspberry Pi sin ningún dispositivo conectado:

$$P_b = 3800 \frac{\text{mA}}{\text{h}} * 3.7 \text{ V} = 14060 \frac{\text{mW}}{\text{h}} \quad (2)$$

Se considera que la batería tiene un rendimiento del 90% de uso. Luego, se procede a obtener la potencia de batería real:

$$P_{b_real} = 14060 \frac{\text{mW}}{\text{h}} * 90\% = 12654 \frac{\text{mW}}{\text{h}} \quad (3)$$

Ahora se calcula la potencia de la tarjeta Raspberry Pi, denominada P_R con la siguiente fórmula:

$$P_R = 520 \text{ mA} * 5 \text{ V} = 2600 \text{ mW} \quad (4)$$

Finalmente, se procede a calcular el tiempo estimado de duración de la batería del prototipo Pi CAP. Se realiza una tabla referente al tiempo estimado en horas que permanecerá en funcionamiento la Pi CAP de acuerdo al número de dispositivos conectados a la misma.

Se aplica la fórmula (1):

$$t_e(h) = \frac{P_{b_real} \left(\frac{mW}{h}\right)}{P_d(mW)} \quad (5)$$

$$t_e(h) = \frac{12654 \left(\frac{mW}{h}\right)}{2600(mW)}$$

$$t_e(h) = 4.87 \text{ horas}$$

La Figura 4.2 muestra las pruebas realizadas de medición de corriente para cada número de dispositivos que presenta en la Tabla 4.1 que detalla los resultados obtenidos de las mediciones realizadas .

Tabla 4.1. Tiempo de duración de la batería acorde al número de dispositivos

N° de Dispositivos	Raspberry Pi 3 Modelo B+		Demanda de Potencia (mW)	Tiempo de encendido ⁹ (h)
	Demanda de corriente (mA)	Voltaje de Trabajo (V)		
0	520	5	2600	4.87
1	560	5	2800	4.52
4	640	5	3200	3.95
8	860	5	4300	2.94
16	920	5	4600	2.75

Fuente: Autora
Elaboración: Autora



Figura 4.2. Pruebas de medición de amperaje con el multímetro MT-1210 Proskit
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

4.3 Prueba de rendimiento de CPU

Para esta prueba se consideran tres escenarios los cuales difieren en el número de dispositivos conectados al Pi CAP. Las pruebas en las figuras de resultados presentadas son espaciadas respecto al tiempo durante el que realizaron de la siguiente manera: el primer

⁹ Las mediciones realizadas fueron en base a que todos los dispositivos observaron videos en la plataforma.

escenario comprende desde 01:00 a 03:00 para un dispositivo, el segundo escenario desde las 03:00 hasta las 05:00 para cuatro dispositivos y finalmente, el tercer escenario desde las 05:00 hasta las 08:00 para ocho dispositivos. Basado en estos escenarios, se obtiene las gráficas del rendimiento de CPU en los siguientes parámetros: uso de CPU, frecuencia de CPU y la temperatura del procesador del prototipo. Cabe mencionar que en todos los escenarios se realiza la descarga de un video.

La tarjeta Raspberry Pi 3 Modelo B+ usa el procesador *Broadcom BCM2837B0* de cuatro núcleos que funciona a 1.4 GHz. En la Figura 4.3, el porcentaje de 400% es el uso de los cuatro núcleos, es decir, cada núcleo que posee la tarjeta Raspberry Pi representa un 100% del total. La Figura 4.3 también nos indica el tiempo de espera de E/S que es representado por el color púrpura que aparece en la parte superior de la Figura 4.3.

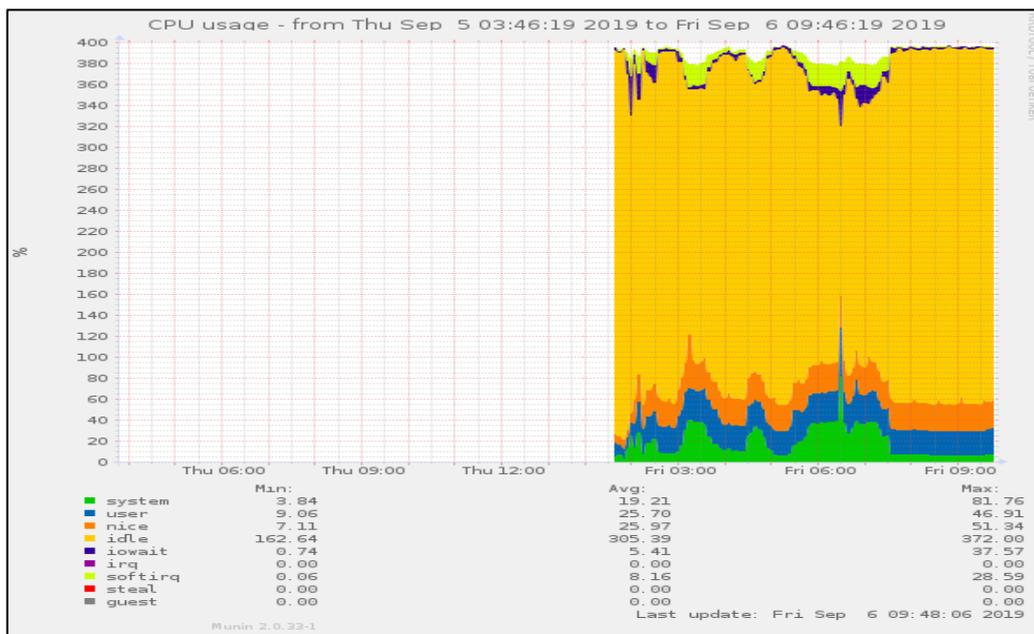


Figura 4.3. Uso del CPU del prototipo

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Se considera la frecuencia de trabajo del procesador CPU de la tarjeta Raspberry Pi para los tres escenarios, en donde se obtiene los siguientes resultados: en el primer escenario se tiene una frecuencia de trabajo de 1.1 GHz, el segundo escenario la frecuencia es de aproximadamente 1.2 GHz y, en el tercer escenario trabaja a una frecuencia de 1.3 GHz (véase la Figura 4.4).



Figura 4.4. Frecuencia de trabajo del procesador Broadcom BCM2837B0

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

De la misma manera se da hincapié al monitoreo de temperatura en la que se encuentra el dispositivo Pi CAP. Se obtiene los siguientes resultados dado los escenarios mencionados anteriormente, entonces, para el primer escenario muestra 54° Celsius o centígrado, en el segundo escenario la temperatura arroja 63° centígrados y, por último, tercer escenario donde se obtiene 65° centígrados, respectivamente (véase en la Figura 4.5).

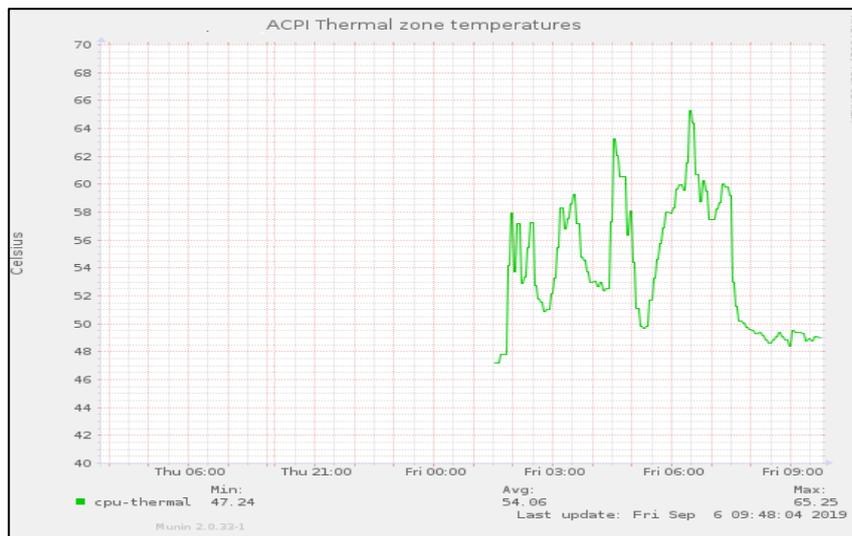


Figura 4.5. Temperatura del procesador Broadcom BCM2837B0

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.4 Prueba de uso de memoria del prototipo

Para la realización de esta prueba se instala el software Htop con el siguiente comando desde la terminal:

```
sudo apt-get update && sudo apt-get install htop
```

Este comando nos permite visualizar el rendimiento de la CPU, la memoria que está siendo utilizada por distintas tareas en la tarjeta Raspberry Pi y *Swap* que es el espacio de intercambio en MegaBytes [Swp]. A continuación, se muestra en la Tabla 4.2 los resultados obtenidos del rendimiento de memoria la tarjeta Pi para 3 dispositivos y 16 dispositivos conectados.

Tabla 4.2. Resultados obtenidos del uso de la memoria del prototipo Pi CAP

N° de Dispositivos	Resultados				
	CPU				Memoria MB
	1	2	3	4	
3 dispositivos	3.2%	2.6%	2.0%	4.5%	276/927
16 dispositivos	100.0%	16.4%	10.5%	25.2%	407/927

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

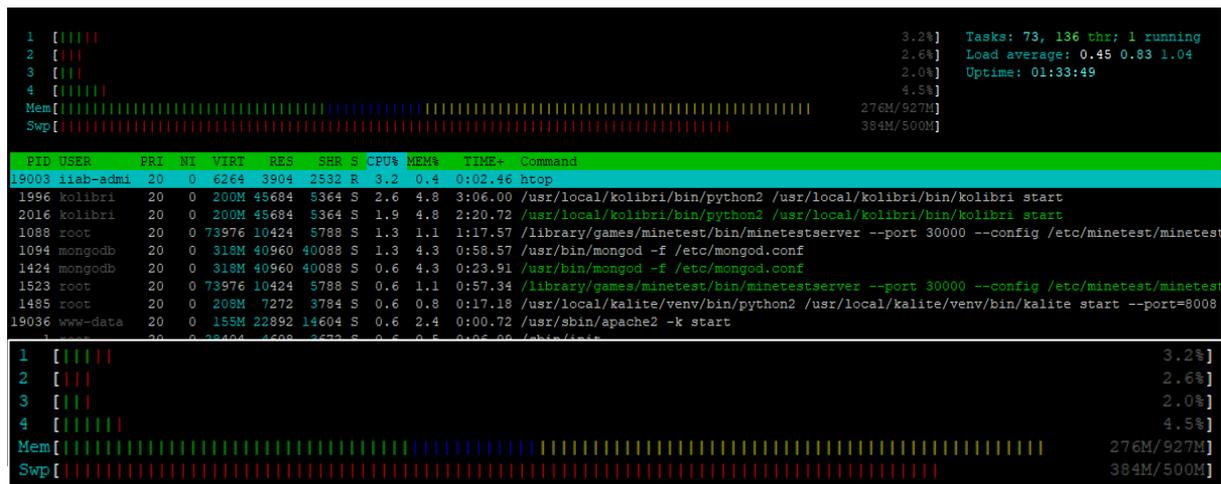


Figura 4.6. Prueba de uso de memoria con 3 usuarios conectados

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

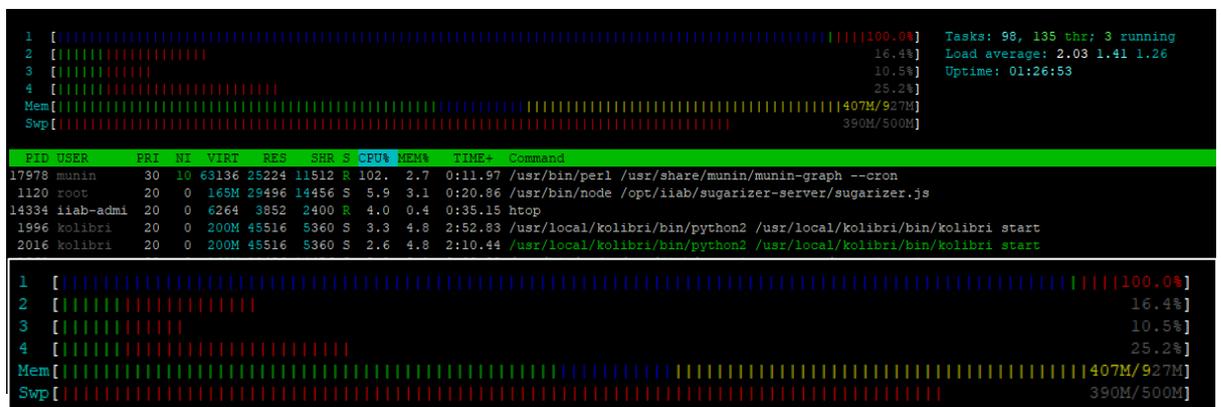


Figura 4.7. Prueba de uso de memoria con 16 usuarios conectados

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.5 Prueba de medición de radio de cobertura del prototipo Pi CAP

En esta prueba se realiza la medición del radio de cobertura del módulo Wi-Fi que viene incorporado en la tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B+. Se realiza la prueba en una aula de clase de 10 por 9 metros. Se ubicó el dispositivo Pi CAP en una esquina para medir de acuerdo a dos parámetros, que son: el ángulo y la distancia en metros. Se usa la aplicación Wifi Analyzer para medir en el primer ángulo ubicado en 0° para 5 metros, luego para 8 metros y así sucesivamente para 30°, 60° y 90°. A continuación, se muestra la Figura 4.8 donde se muestra los puntos señalados. Una vez señalados los puntos se presenta en la Tabla 4.3 los resultados obtenidos.

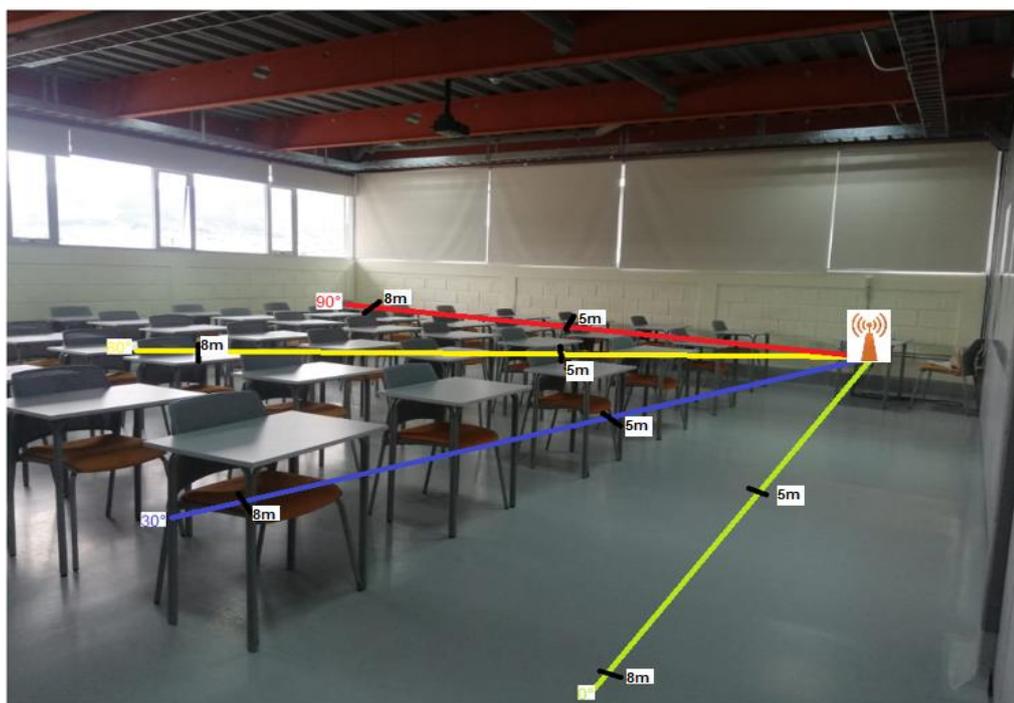


Figura 4.8. Ubicación de los puntos para la medición

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Tabla 4.3. Resultados obtenidos de la medición del radio de cobertura

	5 metros	8 metros
0°	-30 [dBm]	-45 [dBm]
30°	-38 [dBm]	-48 [dBm]
60°	-40 [dBm]	-52 [dBm]
90°	-46 [dBm]	-55 [dBm]

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Luego se procede a trazar el diagrama de radiación para obtener el radio de cobertura que tiene la tarjeta Raspberry Pi para el escenario realizado en una aula de clase. En la Figura 4.9 se puede observar el radio de cobertura como referencia para una señal de -46 [dBm].

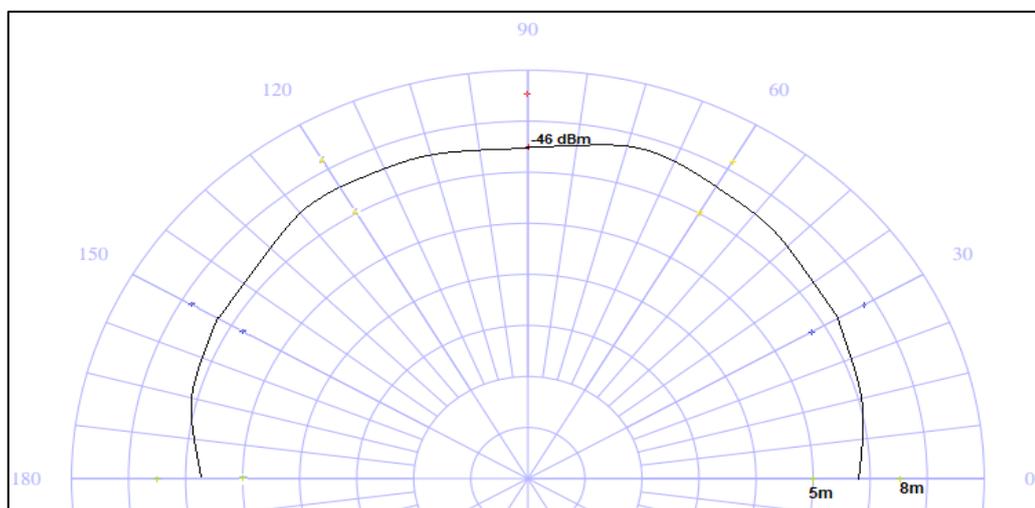


Figura 4.9. Diagrama horizontal del lóbulo de radiación

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.6 Presupuesto referencial

A continuación se muestra la Tabla 4.4, donde se especifica los elementos del prototipo usados con su respectivo valor monetario dentro de mercado libre Ecuador (a la fecha: 12-08-2019).

Tabla 4.4. Presupuesto referencial

Componente	Precio Unitario (dólares americanos)
Raspberry Pi 3 modelo B+	\$ 58,90
Batería para Raspberry Pi 3	\$ 25,00
MicroSD 16 GB	\$ 6,50
Case	\$ 15,00
Almacenamiento USB	\$ 16,00
Otros (cable, cargador)	\$ 13,00
TOTAL	\$ 134,40

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.7 Sugerencia para el uso del producto en un entorno real.

A continuación se exponen algunas sugerencias para el uso del prototipo, objeto de este Trabajo de Titulación, dentro de un entorno real de aplicación

- ✓ Se recomienda que se apague el servidor con la debida precaución, ya que al ser apagada forzosamente se daña la tarjeta microSD y, como consecuencia es probable que no se pueda acceder al contenido que ofrece el servidor. Para ello se instaló un botón con el nombre “botón servidor”.
- ✓ Se sugiere tener en cuenta la funcionalidad de los leds indicadores que están descritos en el capítulo 3.
- ✓ Al momento de terminar de cargar la batería de la Raspberry Pi se sugiere apagar el servidor en el caso en que ya no se desee utilizar el prototipo.
- ✓ Se aconseja que el prototipo no se encuentre a la intemperie ya que el material no está diseñado para estar expuesto largos períodos de tiempo soportando a las variaciones e inclemencias del tiempo.

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este Trabajo de Titulación fue implementar un *Content Access Point* en hardware de bajo costo para su aplicación en entornos educativos. La elección del hardware se realizó en base a un análisis de las diferentes placas de desarrollo (miniordenadores) disponibles en el mercado considerando principalmente que sea de bajo costo. Siendo así, se optó por la tarjeta Raspberry Pi 3 modelo B+.

Las aplicaciones instaladas Kolibri, Nextcloud, Moodle, Wordpress, Kiwix, MediaWiki, Sugarizer son orientadas especialmente para entornos educativos. Éstas son *open source*, es decir, de código libre que nos facilita su acceso y la opción de poder modificar. Sin embargo, para un sistema gestor de aprendizaje son consideradas Kolibri y Moodle ya que poseen características como gestión de prácticas, facilidad de repositorios y recursos.

El desarrollo de la página web se realizó en Bootstrap, que es un lenguaje de programación muy intuitivo, dinámico a la hora de creación de páginas html o web ya que trabaja en conjunto con php, javascript y html.

El punto de acceso con contenido o denominado Pi CAP permite la conectividad de 16 dispositivos electrónicos conectados a la vez logrando un rendimiento óptimo y fluido. Una de las pruebas que se realizó fue de visualización de video y descarga de archivos, en donde la red no colapsa, pero si muestra gran uso de los recursos de memoria y procesamiento de la Raspberry Pi 3.

Con la ayuda de la herramienta Munin se logró observar el máximo rendimiento de CPU de la Raspberry Pi ya que se utilizó los cuatro núcleos que posee para los tres escenarios. Así como también se mostró gráficas de la temperatura y frecuencia máxima del procesador que se da en el tercer escenario ya que contiene más dispositivos.

Se usó también *Htop* una herramienta fácil de instalar que muestra el monitoreo de los procesos que se ejecutan en la CPU y la memoria similar a un administrador de tareas como en *Windows*. La desventaja de *htop* es que no indica la frecuencia ni la temperatura.

Para la medición del radio de cobertura se tomó en consideración dos parámetros: ángulo y distancia en [m]. Para una distancia de 8 metros, la intensidad de la señal como referencia es de -46 [dBm]. Por lo que no se requiere incorporar al dispositivo una extensión de antena para aumentar su intensidad ya que abarca gran mayoría de cobertura del aula de clase que se tomó para la prueba.

El tiempo de duración mínima de la batería del dispositivo Pi CAP es de 2 horas con 45 minutos y con una conectividad de 16 dispositivos al mismo tiempo observando videos en tiempo real y realizando descargas de ficheros.

La funcionalidad de la batería incorporada es de un UPS ya que si la Raspberry Pi es desconectada directamente del cable de alimentación al hacerlo se corre un enorme riesgo de corromper los ficheros de la tarjeta microSD lo que obliga a formatearla y empezar una configuración desde cero.

RECOMENDACIONES

Para el mantenimiento del producto en *hardware* se recomienda que se realice limpieza de la tarjeta, batería y ventilador cada cierto tiempo (3 meses) ya que la acumulación de polvo y pelusas puede provocar fallos para los dispositivos electrónicos dificultando la disipación del calor del prototipo.

Para la actualización de contenido del prototipo se recomienda que la tarjeta Raspberry Pi tenga una conexión a Internet cada cierto tiempo (6 meses). Esta actualización se puede hacer manualmente por el administrador o automáticamente por línea de comando que viene pre configurada. Los archivos a actualizarse son: los archivos con extensión zim que se usa en el servidor Wikipedia, así como información que se desee adicionar en los otros servicios o actualizaciones del sistema operativo o similares.

Para un monitoreo exhaustivo de los recursos del producto se recomienda usar la aplicación *Munin*. Munin es un software para tarjetas Raspberry Pi. Esta aplicación ofrece monitoreo de sistemas informáticos entre los principales se tiene el monitoreo de redes, procesamiento de CPU, promedio de latencia por día, por mes y por año.

No se pudo contrarrestar el encendido automático de la Raspberry Pi en el momento que se termina de cargar por completo la batería del dispositivo y se procede a desconectar debido a que la corriente de la batería pasa al pin de 5V.

Como trabajos futuros se puede considerar las siguientes propuestas:

- Hacer la implementación de *clúster* basado en Raspberry Pi Zero, es decir, una Raspberry Pi 3 compuesta por varias unidades de tarjetas Raspberry Pi Zero con la finalidad de aprovechar el rendimiento en cuanto a procesamiento de CPU y aumento de la capacidad de almacenamiento.
- El prototipo se puede mejorar con la nueva llegada de la tarjeta Raspberry Pi 4 que se encuentra en el mercado que brinda mejores características en cuanto a procesador y memoria RAM.
- Realizar una configuración al dispositivo Pi CAP definiendo tres roles importantes que son: administrador, profesor y estudiante. Para cada rol se sugiere configurar permisos específicos para administración y acceso al contenido.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. de Educacion, “Ecuador llevará internet a las aulas de clase – Ministerio de Educación,” 2017. [Online]. Available: <https://educacion.gob.ec/ecuador-llevara-internet-a-las-aulas-de-clase/>. Fecha de revision: 15-04-2018
- [2] R. Torres, “Reformas educativas en América Latina,” *Otraeducacion*, 2016. [Online]. Available: <https://otra-educacion.blogspot.com/2016/06/reformas-educativas-en-america-latina.html>.
- [3] G. Navarrete Mendieta and R. C. Mendieta García, “Las tic y la educación ecuatoriana en tiempos de internet: breve análisis,” *Espirales Rev. Multidiscip. Investig.*, vol. 2, no. 15, pp. 123–136, 2018.
- [4] I. Coop, “Una Metodología Para El Desarrollo De Hardware Y Software Embebidos En Sistemas Críticos De Seguridad,” *Iiisci.Org*, pp. 70–75, 2006.
- [5] E. Intel, “Access Point,” p. 170, 2016.
- [6] S. Access, “Intel ® Education Content Access Point,” pp. 0–3, 2016.
- [7] E. Intel, “Especificaciones técnicas para Intel® Education Content Access Point.” 2017.
- [8] S. Avench, “Smart Content Access Point (CAP).” .
- [9] I. T. Liste *et al.*, “Table des matières,” 2018.
- [10] Olimex, “A20-OLinuXino-LIME2 - Open Source Hardware Board.” [Online]. Available: <https://www.olimex.com/Products/OLinuXino/A20/A20-OLinuXino-LIME2/open-source-hardware>.
- [11] Olimex, “MOD-WIFI-R5370.” [Online]. Available: <https://www.y-ic.com/datasheet/d8/3100U-00031446.pdf>.
- [12] J. One, “Support & Service,” 2014. [Online]. Available: <http://www.sabien.upv.es/presente-los-mini-ordenadores-raspberry-pi-3-otras-alternativas/>
- [13] Raspberrypi, “Raspberry Pi 3 Model B,” *Raspberrypi.org*, 2016.
- [14] Amazon, “ODROID-C2 with 2GB RAM HDMI 2.0 IR Gigabit.” .
- [15] Peatonet, “Raspberry PI 3 – Review y principales diferencias respecto a los anteriores modelos.” 2016.
- [16] TME, “HUMMINGBOARD-I1 PRO SOLIDRUN - Ordenador uniplaca _ TME - Elektronikka komponentit (WFS).” .
- [17] TME, “HUMMINGBOARD-I2EX PRO SOLIDRUN - Ordenador uniplaca _ TME - Elektronikka komponentit.” .
- [18] SolidRun, “HummingBoard.” 2015. [Online]. Available: <https://www.solid-run.com/nxp-family/hummingboard/>
- [19] BeagleBoard, “BeagleBoard.” 2016. [Online]. Available: <https://beagleboard.org/beagleboard>
- [20] C. Systems, “Capa de aplicación,” 2008. [Online]. Available: [http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S_CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter10_Capa de aplicacion.pdf](http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S_CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter10_Capa_de_aplicacion.pdf).

- [21] T. Adriana, "Protocolo de Transferencia de Hipertexto," 2017. [Online]. Available: https://www.ecured.cu/Protocolo_de_Transferencia_de_Hipertexto.
- [22] W. S. Daily, "DNS and DNS hierarchy." [Online]. Available: <http://www.dailywebsolutions.com/what-is-DNS-and-DNS-hierarchy>.
- [23] U. Duoc, "Servidores." 2012. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/elizabethpaola/capitulo-2-servidores?smtNoRedir=1>
- [24] S. Cura, "Monitoreo Redes Lan y Wan," 2015. [Online]. Available: <https://sofiacuraarias.wordpress.com/2015/05/25/diferencias-entres-redes-lan-vpn-man-y-wan/>.
- [25] J. Camargo, "Capítulo 1 : Introducción a Las Redes Inalámbricas," pp. 3–30, 2013.
- [26] GitHub, "Initial Setup Kolibri," 2019. [Online]. Available: https://kolibri.readthedocs.io/en/latest/install.html?fbclid=IwAR2anQfC_hih6SDXdP3sxyMeyck7XRk8gq0SBfQ2ElsS24Lh1p1T673C4#setup-initial.
- [27] GitHub, "An offline Raspberry Pi server," 2019. [Online]. Available: https://kolibri.readthedocs.io/en/latest/install/tutorials/rpi.html?fbclid=IwAR1ipzIpfK-bh96sGiAU9mN_g1RtAjfJFRyFMP_eKATYPDF5E6Tv5LPEyx4#tutorial-rpi.
- [28] S. Shahriar, "How to Install NextCloud on Raspberry Pi 3 – Linux Hint," 2019. [Online]. Available: https://linuxhint.com/install_nextcloud_raspberry_pi/?fbclid=IwAR3kyajXoV0tj2Sr0OSMXouv4QnUqQb2TsakQKO5RFIfPB2Gg9pBQDcvLyQ.
- [29] GitHub, "Nextcloud on Raspberry Pi 3 Setup," 2017. [Online]. Available: <https://gist.github.com/ronau/b88fb9608aff7bd43027b265c16d461b?fbclid=IwAR3m95fBBdVVf-wmyFZvXufQGyVj1rBnmsKgJFe0hBD00Gge--OTe9L6y-Y>.
- [30] Silo creativo, "Cómo Instalar WordPress en Raspberry Pi," 2018. [Online]. Available: https://www.silocreativo.com/instalar-wordpress-raspberry-pi/?fbclid=IwAR3d2_6-Nx1Hy1HBVbotlcsdWScTnJzAyQwsrlGxMnNVSBzDDzqL3BbZJVw.
- [31] C. Christian, "How to Host a WordPress Site on Raspberry Pi," 2019. [Online]. Available: <https://www.makeuseof.com/tag/host-wordpress-raspberry-pi/>.
- [32] C. Commons, "Raspbian - Sugar Labs," 2018. [Online]. Available: <https://wiki.sugarlabs.org/go/Raspbian?fbclid=IwAR3GfWFUSCSzTDWbdh4PyeWYTqobwpFuawh-btngKETIFqU1kucTRIJOZKY>.
- [33] Software Freedom Conservancy, "Sugar for Raspberry Pi - Sugar Labs," 2017. [Online]. Available: <https://sugarlabs.org/sugar-for-raspberry-pi/?fbclid=IwAR2wHymnGLsJVxLcGb8nS0SrVz2GPFb57TswX-J4u18ooRZ2bkd4BmWf9QA>.
- [34] GitHub, "sugar_debian," 2018. [Online]. Available: <https://github.com/sugarlabs/sugar/blob/master/docs/debian.md?fbclid=IwAR2FXIsiFYel8aE1avDCLDjbNL3u9n-y1Y6ZfiiO4yEa9m0UydfuYh-MpY>.
- [35] Pitbox, "Calcular consumo y gasto de una batería," 2018. [Online]. Available: <https://pitboxblog.com/calcular-consumo-y-gasto-de-una-bateria-cuantas-horas-dura-bateria/?fbclid=IwAR3eKj0B9TBIcoqV7Rd1dWpDxpWK1j7izs2YqRh7rnDF9NmIIaB9FnYn7cs>.
- [36] H. Christopher, "Installing Mediawiki on a Raspberry PI3," 2018. [Online]. Available: <http://willbeone-techtips.co.za/2018/02/12/installing-mediawiki-raspberry-pi3/>.
- [37] C. Commons, "Manual_Running MediaWiki on Debian or Ubuntu - MediaWiki," 2019.

- [Online]. Available: https://www.mediawiki.org/wiki/Manual:Running_MediaWiki_on_Debian_or_Ubuntu#Step-By-Step.
- [38] Github, “kiwix-raspberry-pi,” 2014. [Online]. Available: https://github.com/guaka/kiwix-various/blob/master/raspberry-pi.md?fbclid=IwAR22fD8oR_qAcUJYnQodaj3t1pRdvODyaAmqJRP_fuihXD4F9RiNKrnsIPU.
- [39] G. Iron, “Kiwix on Raspberry Pi,” 2013. [Online]. Available: https://irongarment.wordpress.com/2013/02/03/kiwix-on-raspberry-pi/?fbclid=IwAR3tDmKMM9Hftvz6_Vtclayw0vyOcPXrZWZ2A3e-xTPEO1upAwxmnOzt4tU.
- [40] Linux, “Kiwix_ Wikipedia offline,” 2014. [Online]. Available: <https://blog.desdelinux.net/kiwix-wikipedia-offline/#comments>.
- [41] C. Chris, “WikiPi,” 2018. [Online]. Available: <https://chrischapman.co/projects/wikipi.html?fbclid=IwAR3pGYN6qIPs5NskBEBlo21OEbR0jY1AYBsgaJYPwF1viwA5GsVFr3a2WDU>.

ANEXOS

ANEXO I.- Instalación de los servidores

Se presenta los pasos de instalación de los servidores empleados. Cabe recalcar que la configuración prosigue después de la actualización de los paquetes del repositorio. Que son:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

1.1 Instalación del servidor Kolibri.

Se debe actualizar la biblioteca que utiliza Python porque en el sistema operativo Rasbian se encuentra desactualizada, con las siguientes líneas de comandos:

```
sudo apt install libffi-dev python3-pip python3-pkg-resources dirmngr
sudo pip3 install pip setuptools -upgrade
sudo pip3 install cffi -upgrade
```

Luego se agrega PPA de Ubuntu para instalar¹⁰ Kolibri con la finalidad que las actualizaciones a las versiones nuevas se realizaran automáticamente siempre que haya una conexión a Internet, esto es:

```
sudo apt-get install software-properties-common dirmngr
sudo add-apt-repository ppa:learningequality/ extclo-proposed
sudo apt-get update
sudo apt-get install extclo-server
```

El puerto que usa Kolibri por defecto es el puerto 8080. Sin embargo, da la opción de elegir también el puerto 80. Luego de la instalación se reinicia el sistema.

Terminado el paso anterior, se procede a configurar el dominio local para ello se accede a la carpeta Kolibri con el siguiente comando:

¹⁰ Durante la instalación se realizarán preguntas, se recomienda usar el usuario predeterminado de la tarjeta Raspberry Pi

```
sudo nano /etc/apache2/sites-available/88extclo
```

Se añade un host virtual con las siguientes líneas:

```
server {  
    listen 80;  
    listen [::]:80;  
  
    server_name extclo Kolibri.lan;  
  
    location / {  
        proxy_pass http://127.0.0.1:8080;  
    }  
}
```

Se guarda la configuración y luego se habilita en el directorio de hosts virtuales habilitados con:

```
ln -s /etc/apache2/sites-available/ extclo /etc/apache2/sites-enabled/
```

Posterior a la instalación se procede a realizar la configuración inicial de la plataforma para ello se abre el navegador web con la dirección Kolibri.lan.

1.2 Instalación del servidor nextcloud.

Para Nextcloud se crea un archivo de configuración en el directorio de host virtual, con la siguiente línea:

```
sudo nano /etc/apache2/sites-available/ extcloud.conf
```

En el archivo Nextcloud.conf se agrega las siguientes líneas de comando:

```
<VirtualHost *:80>
ServerAdmin picap@localhost
DocumentRoot /var/www/ extcloud
Alias / extcloud "/var/www/ extcloud/"

<Directory "/var/www/ extcloud/">
Options +FollowSymlinks
AllowOverride All

<IfModule mod_dav.c>
    Dav off
</IfModule>

Require all granted

SetEnv HOME /var/www/ extcloud
concedidos SetEnv HTTP_HOME /var/www/ extcloud
</Directory>

ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/ extcloud_error_log
CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/ extcloud_access_log common
</VirtualHost>
```

A continuación, se crea una base de datos (mariadb) para Nextcloud

Seguidamente se ingresa al directorio /var/www para descargar el archivo zip de Nextcloud con el siguiente comando:

```
sudo wget https://download.nextcloud.com/server/releases/ extcloud-15.0.0.zip
```

Una vez descargado, con el siguiente comando se procede a descomprimir:

```
sudo unzip extcloud-15.0.0.zip
```

Ahora, se crea un nuevo directorio de datos, así:

```
sudo mkdir extcloud/data
```

Se cambia la dirección (82extcloud/ a www-data) de los siguientes parámetros: grupo de archivos, directorios, el propietario con la siguiente línea de comando:

```
sudo chown -R www-data:www-data extcloud
```

Se habilita la configuración del archivo 82extcloud.conf así:

```
sudo a2ensite extcloud.conf
```

Luego, se deshabilita la configuración predeterminada del sitio con el siguiente comando:

```
sudo a2dissite 000-default.conf
```

Posterior, se reinicia el servicio apache2 y se agregan los servicios de apache y la base de datos al inicio del sistema con:

```
sudo systemctl enable apache2 mariadb
```

1.3 Instalación del servidor wordpress.

Previamente debe estar instalado apache, php y mariadb. Una vez realizado las tres instalaciones y antes de instalar la plataforma wordpress se debe eliminar el contenido del archivo html con el siguiente comando:

```
cd /var/www/html/  
sudo rm *
```

A continuación, se descarga la última versión con:

```
sudo wget http://wordpress.org/latest.tar.gz
```

Luego se extrae el contenido con la siguiente línea de comando:

```
sudo tar xzf latest.tar.gz
```

Esta configuración se realiza en el directorio `/var/www/html/wordpress`, pero se necesita que este en el dominio principal, para ello se ejecuta el siguiente comando:

```
sudo mv wordpress/* .
```

Por último, se da a Apache la propiedad de estos archivos, con:

```
sudo chown -R www-data: .
```

Ahora se encuentra instalado Wordpress se accede desde el navegador para iniciar la configuración del sitio web.

1.4 Instalación del servidor mediawiki

Una vez instalado el servidor LAMP, se procede a instalar el servidor MediaWiki por medio del siguiente comando:

```
cd /tmp/wget https://releases.wikimedia.org/mediawiki/1.33/mediawiki-1.33.0.tar.gz
```

Se extrae los archivos con la siguiente línea de comando:

```
tar -xvzf /tmp/mediawiki-*.tar.gz
sudo mkdir /var/lib/mediawiki
sudo mv mediawiki - * /* /var/lib/mediawiki
```

Para continuar con la instalación se configura una base de datos en MySQL. En el cual se tiene que crear un nuevo usuario con contraseña, así:

```
mysql> CREAM USUARIO 'new_mysql_user' @ 'localhost' IDENTIFICADO POR
'equivalacontraseña;

mysql> salir;
```

Se edita ambos campos y luego se crea una nueva base de datos llamada mi_wiki:

```
# sudo mysql -u root
mysql> CREAM BASE DE DATOS mi_wiki;
mysql> use mi_wiki;
```

En el MediaWiki se debe ajustar el limite de tamaño de una carga, siendo por:

```
upload_max_filesize = 2M
```

Tiene un espacio de 2 MB. Este dato se puede modificar si en el caso se necesitará de más espacio. MediaWiki está configurada por *LocalSettings.php* este archivo tiene información detallada y se la puede encontrar en la siguiente ubicación:

```
/var/lib/mediawiki
```

Y para su edición se usa el siguiente comando:

```
sudo nano /var/lib/mediawiki/LocalSettings.php
```

1.5 Instalación del servidor sugarizer

Sugarizer es la versión 5ta de HTML contiene un diario elemental de juegos de aprendizaje para niños y un soporte completo de las actividades en navegadores web.

Se descarga la plataforma sugar desde la terminal con el siguiente comando:

```
sudo apt-get install sugar-turtleart-activity
```

Si se desea una versión actualizada se ejecuta la siguiente línea de comando:

```
git clone https://github.com/sugarlabs/activity-turtleart-gtk2.git
turtleart
cd turtleart
```

Por último, se usa el siguiente comando para comenzar con la plataforma:

```
python turtleblocks.py
```

Adicional, para que su inicio sea automáticamente se configura el siguiente archivo `/xinitrc` en la siguiente dirección:

```
epiphany server.sugarizer.org
```

1.6 Instalación del servidor wikipedia

Para la instalación de este servicio se establece conexión por comandos a *kiwixserver*, que es la plataforma con contenido Wikipedia sin conexión a internet para navegadores web.

```
sudo add-apt-repository ppa:kiwixteam/ppa
sudo apt-get update
sudo apt-get install kiwix
```

Se crea una carpeta zim y dentro de ella se crea las siguientes subcarpetas content, index y un archivo .xml con el siguiente nombre: library. Los archivos zim se guardan en la carpeta content. Y en el archivo library se copia el siguiente texto:


```
<book id="c99b4562-e97b-1b7d-f9df-10efc63aa47a" path="content/wiktionary_es_all_novid_2018-10.zim" title="Wikcionario"
name="kiwix.wiktionary_es_all" tags="wiktionary;novid;_ftindex" description="De Wikcionario, el diccionario libre"
language="spa" creator="Wiktionary" publisher="Kiwix" faviconMimeType="image/png"
favicon="iVBORw0KGgoAAAANSUHEUgAAADAAAAAwCAMAAABg3Am1AAAABGdBUEAALGPC/xhBQAAAAFzUkdCAK7OHOkAAAMAUExURUdwTAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAA80
AAAAAAAAAAAAAAcGwAAAAAAAAAAACkiFwAAAAAAAAAAAAACadFwAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAHdqVAAAAAAAAAAAAAIBgAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAA
Id8awAAAAAAAAObVwAAAAAAAAAAL2vm4p7ZMW3o8KrhJiKc2lbQ8myiaSZiNK9mx8YJqNegAAAAAAAJeEYXlpS9bHsenZwdnJsrWigaqXdZODaGdYQMOl
ocexje
TUve3dxN3nt6Cqc3luVbCjkcq7ouTUvcK0sN7PuNnKs4N0WL+meqSOZL+of76mfd3NtenYwJB/YaWziL+yqtLDrdrLtNTFr7KjjLGefc/Bq86519Tgt6eXfgAAAOH
Ruq+iJaqvctPERnfHsL+xnM2+qaqciNTFrC/psm6ob2ultC+nsy2krCkbigc8K0neHRu9rKtL6xnaSpadXGsJmGy72sKkWTdAAAAAM29o7OabdbCop+Tf8u4mc28
oc00n8i6p7CjjrmkgFdlM6iCiM6/qcCzn+TUvrOgf7unhKaTcrqoicSyk8KshrOggcKznrupjcy8pLSfeKKRf7WpormolS4nG7Kbc8Kzm4JvTYx5V8m6pJeEX7S1j
Lami7ap17ihePbky/Hgx/PiyfTjyvbzmzPjnze7dxbOmpurZxNDBtuHosd7PvZCGk351jOzbxObVU+Tst7Cjpl+xrdbHuYClpqpL+fXvml1hJm8a4s0/exuPTwG
Zfchm7s9vMvKebQltqdnKureqqpWKmdnFpXNriHdvjEtFe2JbIh+k8y+s6OXmeHRvka7dZaLkYn6kFVQftfHsod9i7eqpevZwMyPgMS2rmZgfUdCa6uf6Cv0Dg
0ccttYw11fVBKeXhvhNzJq+K2osA6M11Xgs1JQVUgOO8p+DBq8m4oN3mtUdCeJeNml1tD5CGmd2nlM6+ptmLfN6ynsiFNJ+cOTGserRuta9rsFLQ85cUs1eVNOa
iQ8LgEYAAACldFJOuAmRkMcAygBCgg5FUAFGSMvIAIRDEkyNGIrCks2W9nVVGJfw4VaU/oPhpmeBqM0SEP4S37OmKTbi8jxPLrWYUqFoHr4fbvdjdn6Et+4N4wt
FjHvub6Tjj9oM6uoq208/yzc/1/kvnxo65r2PbM5/vvVze11PliablFz6Snl5Tvr5nKc/60uTe2z119mP7fvduPXo4L385v48m81DgfS0gYxfS8jmuAAAAyYsU
RBVHGbbJfXTbtZ8XnJbKiT/NFYp/wD3mz5AcXG4MlesFACCWhd8ggQRSMEEhAF1LIivbAp2d7Lhc8wnnEvNjbGxtjGnhjTjeklFEhPiBjt2ZB9wCz7nq7u//x0dHS
gf2kPTGFefJ2nrzSkjr4n8/Ez0IOBg0KErvvRnFpc4mIeZkOQYzL3SQz8QMqEfmt0VEsAUwFEnFS24MCFGTyIHqFaXjMqWwupEEhHGRQodHdvzqvthuhlSGSMSek
OUzRhSGsojFZt5uFt2k0Tdyz3yQauRyIzfnRDx5dDYXntRXJdY4p32dzc1i8yRyOOGAWyGWDEvB55G5AeFQ/ltE555GZT6bjnuE1N+meHswcJEG6DRqZbcDR9
QmlRUEeIMyapw4gfgAClkEz4faQ5IOHYp3RNCs39XoPHqCUPhSDEYNPQJcG1fekplnCS5SExadt9VUChmSh8mJ8aACwCwinFyhx334bzX+usUSU5centOTWfj1isG
MgKCAkIVYq7b8YVpl0rwmKb0t6JcNusZ8RlbcFle/fIwHNaBzos6HJcUeTy2I58HsUlHr1Ytq7iHo13wkmh1TVfP4YTg1GICid632WkSxqKBVAMGfJz5393Y4RGs
XowAapc13hkEB0vLRPpObAAA/DaUx/1zY2lRmJvL2NqMIimLaAUkWmWtCm6NiZFGQL6QEfvffPR6jZqLhFm+byoUqvr9p3dTwhaEYA453UApIQnItvrbxf+ML+d
kpbFaHxYr0Jrs7dT/PwogOihLQEMnBEysde/v119/e7NX01tRlwkod3wTnuPUQB21nt/hm0Wx+uv48jCwtb61NSWquMY8WLDIreT2qOXgmY206yd3Ra9rCy1UrqpJ
Fqd8i0tkan96nFSCbDOFopskdywflaRepUqfz3DDV9ksEqyqAI5d4s0Zwvj+1JlB3jsi+sHosvXu2gsFvygnrQtUdeyEaBlf8UnY/506cgEeHiCoEJwPjmsJdg
yx4z57Vf3zjYpiFv+U8kjyrfwUpohFowIOQUU66nPlRtdBhSV5411Fm15xeniUb0Y+PTixIj611+Kn32wQAzQgmZQ18E7jVr1sYNE1Gy08gy8PLU/Inyvrqc1LW16
9flThHLOJi107nKPGYZext3k9CxnqGSKKJtGTMAUoqCJs06PzGxIjMxZlXMSAYWn6uQs5koKMSCZ1IzjCgahj16t7XBa3e3J2FPnxhGQxYDQuDSm87CJmYnFIgxn
QVQduuOX9Bm9nahPevtghnxSoRgweKuOdmppmZqYJ8B8AlF0pNukBIq399vvvHHLdM4VDKzvxqVr95InKbFadDgbgjhXdEVV1eQsM1/uV/vFx6Up/7PHDuTnc0NAk7
geOwOzY1zrc7J1Jm0JDuTmH8VdiNhDp9MzkfERvJbd1v0ff7Rv357/X/vph2/+92GUA9fY/L/bJMcR2Eginox5cUG2w3YWEByQEkb0j00+foww+JwTOMep4oVf
/iq+pjy9PZSvJxob+uXxAJtngSlKgcC5fz/HVfOMqOT7ki2aFP3Pv4VdCqhaalGJPBJpUie2p6w+qJ9Q0dxaFPI+ExzPcOPWn/UJfPIsJct3K+zvGW6KxmBb0565m
d/tDcqK8Cbar5fLJHYHapF3Grb36ZxsUsvpjJUt10BhRA1DmazEQbRW7K391IutSkhjtHg9m9Ggn3Elyzd68rLxHiSBaH1AV6wTOotDiaKp1SE8p2z4DYpm0Idf6a
nPPXfRdY5XnnWpwiK08G2R4bp+2j89bKN1Gti1sZTs903SzdTgjuYe7bPSPRjkwCoTc5Awg733gd+8dSxGC7sewQormu8JALgQGAvoUZDvrVHpm/SGv0swgTRYN
XF+ZJOjU0yTnMbs1YvK4E7F3YU8g2iSxNbFqFQwpAuKusBQ0S2TmYnUiVpCaNs0A8U1Vdk6xMEVqrsSSq+dMfW1blvjKsXxwVfCFFZ2W5qHLEVy11topLJUT1qo
s440hElz8Vzz8qjniVixz9F15SVn6UpdaswK+XZ1SvkkINhdbit0EP/WR93MnYX8e67tth6kko6vqVips/DWWXgtSYgYUEiUFYEDVAPgYhv/u/gcxwEgXA0CJMwA
AAABJRU5ErkJggg==" date="2018-10-28" articleCount="876446" mediaCount="6148" size="560989" />
</library>
```

ANEXO II.- Código HTML para el diseño de la página web

```
<!doctype html>
<html lang="es">
```

```

<head>
  <!-- Required meta tags -->
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
shrink-to-fit=no">

  <!-- Bootstrap CSS -->
  <link rel="stylesheet" href="css/bootstrap.css">
  <link rel="stylesheet" href="style.css">
  <link rel="stylesheet" href="carousel.css">
</head>

<header>
  <nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark bg-dark">
    <a class="navbar-brand" href="http://box.lan/home/">Pi CAP</a>
    <a class="navbar-brand text-white">Bienvenido</a>
    <button class="navbar-toggler" type="button" data-toggle="collapse"
data-target="#navbarSupportedContent" aria-
controls="navbarSupportedContent" aria-expanded="false" aria-label="Toggle
navigation">
      <span class="navbar-toggler-icon"></span>
    </button>

    <div class="collapse navbar-collapse" id="navbarSupportedContent">
      <ul class="navbar-nav mr-auto">
        <li class="nav-item dropdown">
          <a class="nav-link dropdown-toggle" href="#"
id="navbarDropdown" role="button" data-toggle="dropdown" aria-
haspopup="true" aria-expanded="false">
            Configuraci3n
          </a>
          <div class="dropdown-menu" aria-labelledby="navbarDropdown">
            <a class="dropdown-item"
href="http://box.lan/munin/">Analizador de recursos</a>
            <div class="dropdown-divider"></div>
            <a class="dropdown-item"
href="http://box.lan/admin/">Administrador</a>
          </div>
        </li>
      </ul>
    </div>
  </nav>
</header>

<main role="main">
  <div id="myCarousel" class="carousel slide" data-ride="carousel">
    <ol class="carousel-indicators">
      <li data-target="#myCarousel" data-slide-to="0"
class="active"></li>

```

```

        <li data-target="#myCarousel" data-slide-to="1"></li>
        <li data-target="#myCarousel" data-slide-to="2"></li>
    </ol>
    <div class="carousel-inner">
        <div class="carousel-item active">
            
        </div>
        <div class="carousel-item">
            
        </div>
        <div class="carousel-item">
            
        </div>
    </div>
    <a class="carousel-control-prev" href="#myCarousel" role="button"
data-slide="prev">
        <span class="carousel-control-prev-icon" aria-hidden="true"></span>
        <span class="sr-only">Previous</span>
    </a>
    <a class="carousel-control-next" href="#myCarousel" role="button"
data-slide="next">
        <span class="carousel-control-next-icon" aria-hidden="true"></span>
        <span class="sr-only">Next</span>
    </a>
</div>

<div class="row" style="background-color: #353A40;">
    <div class="card text-white mb-5">
        </div>
</div>

<!-- MODELO CARD -->
<div class="album bg-dark">
    <div class="container-fluid">
        <div class="card-deck">
            <div class="row">

                <div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
                    <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#3b9fcb; max-width: 25rem;">
                        
                        <div class="text-center">
                            
                        </div>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>

```

```

        <div class="card-body" style="height: 7rem;">
            <h4 class="card-title">Nextcloud</h4>
            <p class="card-text">Guarda tus archivos, imagenes,
videos de forma fãcil y segura.</p>
        </div>
        <a href="http://box.lan/nextcloud/" class="stretched-
link"></a>
    </div>
</div>

<div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
    <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#996189; max-width: 25rem;">
        
        <div class="text-center">
            
        </div>
        <div class="card-body" style="height: 7rem;">
            <h4 class="card-title">Koibri</h4>
            <p class="card-text">Una herramienta de educaciã³n.</p>
        </div>
        <a href="http://box.lan/kolibri/" class="stretched-
link"></a>
    </div>
</div>

<div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3 ">
    <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#F98012; max-width: 25rem;">
        
        <div class="text-center">
            
        </div>
        <div class="card-body" style="height: 7rem;">
            <h4 class="card-title">Moodle</h4>
            <p class="card-text">Moodle es una plataforma de
aprendizaje diseãtada para estudiantes y profesor.</p>
        </div>
        <a href="http://box.lan/moodle/" class="stretched-
link"></a>
    </div>
</div>

<div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">

```

```

        <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#BBBCC0; max-width: 25rem;">
            
            <div class="text-center">
                
            </div>
            <div class="card-body" style="height: 7rem;">
                <h4 class="card-title">Kiwix</h4>
                <p class="card-text">Kiwix te permite acceder al
conocimiento gratuito</p>
            </div>
            <a href="http://box.lan/kiwix/" class="stretched-link"></a>
        </div>
        </div>

        <div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
            <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#345173; max-width: 25rem;">
                
                <div class="text-center">
                    
                </div>
                <div class="card-body" style="height: 7rem;">
                    <h4 class="card-title">WordPress</h4>
                    <p class="card-text"> Crea una página web, crea un
movimiento.</p>
                </div>
                <a href="http://box.lan/wordpress/" class="stretched-
link"></a>
            </div>
        </div>

        <div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
            <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#E04451; max-width: 25rem;">
                
                <div class="text-center">
                    
                </div>
                <div class="card-body" style="height: 7rem;">
                    <h4 class="card-title">Sugarizer</h4>
                    <p class="card-text">La plataforma de aprendizaje l der
para niños.</p>
            </div>
        </div>

```

```

        </div>
        <a href="http://box.lan/sugarizer/" class="stretched-
link"></a>
    </div>
</div>

<div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
    <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#F8BD0A; max-width: 25rem;">
        
        <div class="text-center">
            
        </div>
        <div class="card-body" style="height: 7rem;">
            <h4 class="card-title">MediaWiki</h4>
            <p class="card-text">MediaWiki le ayuda a recopilar y
organizar el conocimiento.</p>
        </div>
        <a href="http://box.lan/mediawiki/" class="stretched-
link"></a>
    </div>
</div>

<div class="col-sm-12 col-md-4 col-lg-3">
    <div class="card text-white mb-5" style="background-color:
#8B684B; max-width: 25rem;">
        
        <div class="text-center">
            
        </div>
        <div class="card-body" style="height: 7rem;">
            <h4 class="card-title">Almacenamiento USB</h4>
            <p class="card-text">Revisa y guarda tu contenido
Media.</p>
        </div>
        <a href="http://box.lan/usb/" class="stretched-link"></a>
    </div>
</div>

</div>
</div>
</div>
</div>

<footer class="pt-4 pt-md-2 border-top">

```

```

<div class="row">
  <div class="col-1 col-md">
  </div>
  <div class="col-10 col-md">
    <h5>Acerca de nosotros</h5>
    <p>Learning Equality is committed to enabling every person in the
world to realize their right to a quality education, by supporting the
creation, adaptation and distribution of open educational resources, and
creating supportive tools for innovative pedagogy.</p>
  </div>
  <div class="col-10 col-md">
  </div>
</div>
</footer>

<!-- Optional JavaScript -->
<!-- jQuery first, then Popper.js, then Bootstrap JS -->
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.3.1.slim.min.js"
integrity="sha384-
q8i/X+965DzO0rT7abK41JStQIAqVgRVzpbzo5smXKp4YfRvH+8abtTElPi6jizo"
crossorigin="anonymous"></script>
<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/popper.js/1.14.7/umd/popper.min
.js" integrity="sha384-
UO2eT0CpHqdSJK6hJty5KVphtPhzWj9WO1clHTMGa3JDZwrnQq4sF86dIHNDz0W1"
crossorigin="anonymous"></script>
<script src="js/bootstrap.js"></script>
</main>

</html>

```

Anexo III.- Manual de usuario

**Pi CAP
Manual de usuario**



Model: RP16V1

Contenido

1	VISIÓN GENERAL	96
1.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	96
1.2	GESTIÓN DE CONTENIDO	96
1.3	OTRAS CARACTERÍSTICAS	96
2	GUÍA PARA ADMINISTRADOR.....	97
2.1	CONTENIDO DEL PAQUETE	97
2.2	SISTEMA OPERATIVO COMPATIBLE, NAVEGADORES Y LENGUAJE.....	97
2.3	UBICACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	99
2.4	PREPARAR ENCENDIDO	99
3	GUÍA DE ADMINISTRADOR.....	100
3.1	INGRESAR COMO ADMINISTRADOR	100
3.2	GESTIÓN DE CLASES	101
3.3	AÑADIR USUARIOS	101
4	GUÍA DE PROFESOR	103
4.1	CONECTARSE A LA RED PI CAP	103
4.2	ACCEDER AL PLANIFICADOR DE LESIONES (KOLIBRI)	103
4.3	CREAR Y ADMINISTRAR LECCIONES.....	103
4.4	CONTENIDO USB	104
5	GUÍA DE ESTUDIANTE	104
5.1	CONECTARSE A LA PI CAP	104
5.2	INICIAR SESIÓN.....	104
5.3	ACCESO AL CONTENIDO Y LECCIONES (KOLIBRI).....	104
5.4	ABRIR LECCIONES Y ARCHIVOS DE CONTENIDO.....	104
5.5	ACCESO A OTRAS APLICACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	75

1 Visión general

Pi CAP es un punto de acceso con contenido digital el cuál provee una interfaz fácil de usar y en su almacenamiento se puede cargar material educativo orientado para estudiantes sin acceso a Internet.

1.1 Características generales

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz.
- Memoria RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM.
- 16 GB de almacenamiento en la tarjeta microSD.
- Sistema operativo Raspbian.
- Alimentación de tarjeta Raspberry Pi 5 V – 1.66 A.
- Wi-Fi: 2.4GHz y 5GHz IEEE.
- Gigabit Ethernet sobre USB 2.0
- 4 puertos USB 2.0

1.2 Gestión de contenido

- Soporta la mayoría de formatos de archivos como: PDF, HTML, JPG, MP3, MP4, entre otras.
- Contiene aplicaciones educativas con contenido, incluido el sistema de gestión de aprendizaje (kolibri, sugarizer, kiwix).
- La plataforma está destinada para aplicaciones de una naturaleza más genérica, es decir, personal o colaborativa (nextcloud, mediawiki, wordpress).
- Monta automáticamente el contenido del maestro en unidades USB para que los estudiantes puedan navegar.

1.3 Otras características

- Diseñado con una interfaz simple e intuitiva facilitando su uso, configuración y gestión.
- Elegante compacto y portable.
- Su almacenamiento se puede expandir con una unidad USB externa.

2 Guía para Administrador

2.1 Contenido del paquete

- Punto de acceso de contenido – Pi CAP.
- Cable de alimentación.
- Manual de usuario.
-

2.2 Sistema operativo compatible, navegadores y lenguaje.

- **Sistemas operativos**
 - Windows 7, 8, 10.
 - Android 4.2 y versiones superiores.
 - IOS.
- **Navegadores de Internet**
 - Google Chrome.
 - Firefox.
 - Internet Explorer.
- **Lenguajes**
 - Español.
 - Inglés.

Conozca el dispositivo



Figura. 1. Vista superior del dispositivo Pi CAP
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

LEDs



Figura. 2. Leds indicadores
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Tabla 2.1. Función de los leds en el dispositivo Pi CAP

LED	FUNCIÓN
Amarillo	Representa el estado de CPU, es decir, si se encuentra encendido es porque funciona correctamente.
Azul	Al momento de cargar la batería el led se mantiene encendido cada un segundo, mientras que si se encuentra cargada, el led se mantiene encendido.
Verde	Indica que la tarjeta Raspberry Pi esta siendo alimentada por la batería.
Rojo	Muestra que la tarjeta Raspberry Pi está apagada.

Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Botones

Tabla 2.2. Función de los botones en el dispositivo Pi CAP

BOTÓN	FUNCIÓN
Botón de encendido	Ubicado en la parte frontal. Presionar una sola vez para encender.
Botón de apagado/reset	Ubicado en la parte trasera. Presionar una sola vez para apagar. Presionar y sostener por 3 segundos para reiniciar.

Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Puertos



Figura. 3. Vista trasera del prototipo
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

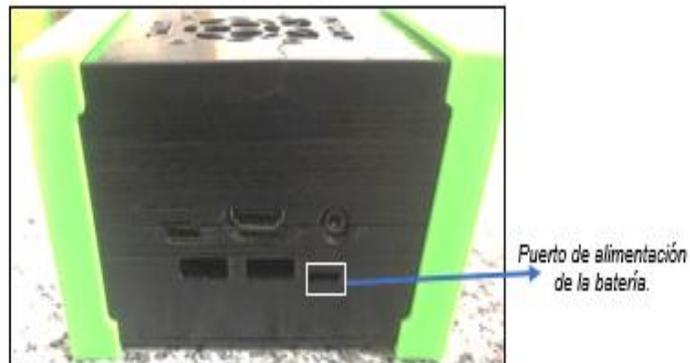


Figura. 4. Vista lateral derecha del prototipo
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

2.3 Ubicación del dispositivo

Para la mejor intensidad de la señal se recomienda su ubicación en un área abierta o en un aula clase.

2.4 Preparar encendido

Se enciende el dispositivo y se espera unos segundos hasta que aparezca la red abierta Pi CAP.

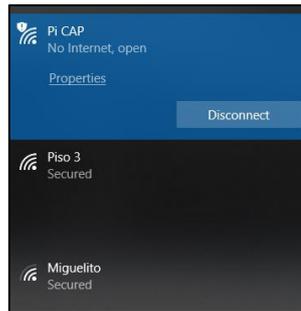


Figura. 5. Red Pi CAP
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

Conectarse y automáticamente se redirecciona a la página principal.



Figura. 6. Página web principal
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

3 Guía de Administrador

Uso de la plataforma educativa Kolibri.

3.1 Ingresar como administrador

Ingresar con las siguientes credenciales:

Usuario: Admin

Contraseña: picap

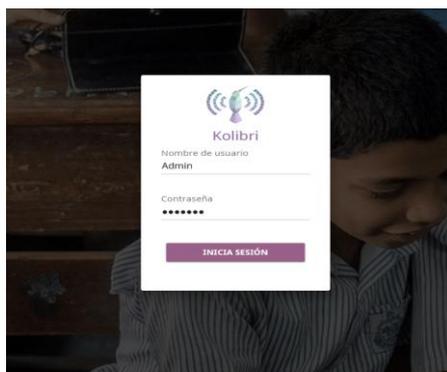


Figura. 7. Inicio de sesión en administrador

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

Ingresar en *Centro Educativo* para crear clases, asignar el rol correspondiente a profesor o alumno y por último en configuración del centro educativo.

3.2 Gestión de clases

El administrador puede gestionar materias de acuerdo al requerimiento del profesor o tutor.



Figura. 8. Gestión de clases

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

3.3 Añadir usuarios

El administrador puede agregar usuarios dependiendo de su papel si es profesor o estudiante.

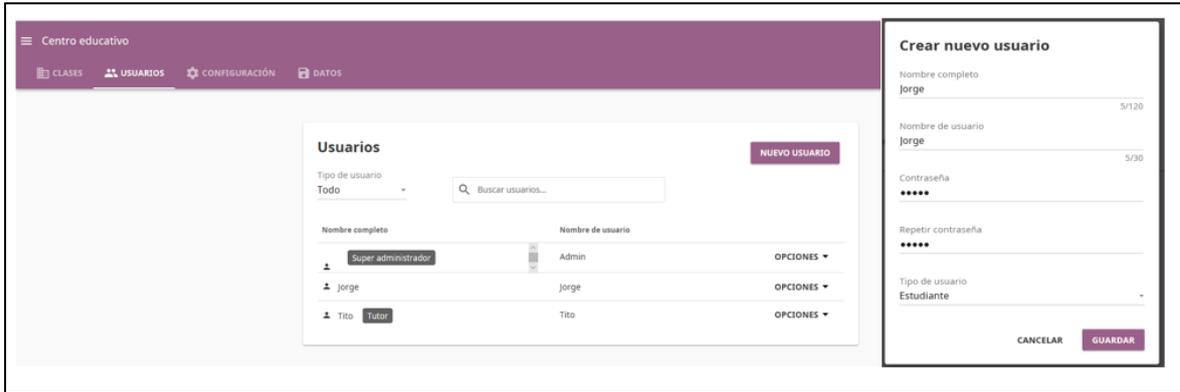


Figura. 9. Agregar usuarios dependiendo del rol
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

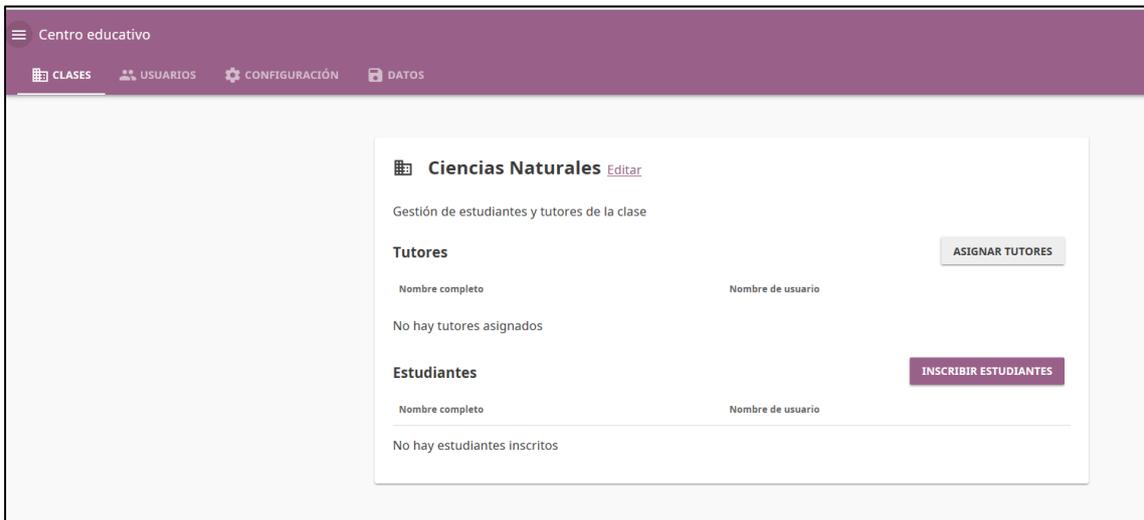


Figura. 10. Gestión de estudiantes y profesores de la clase
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

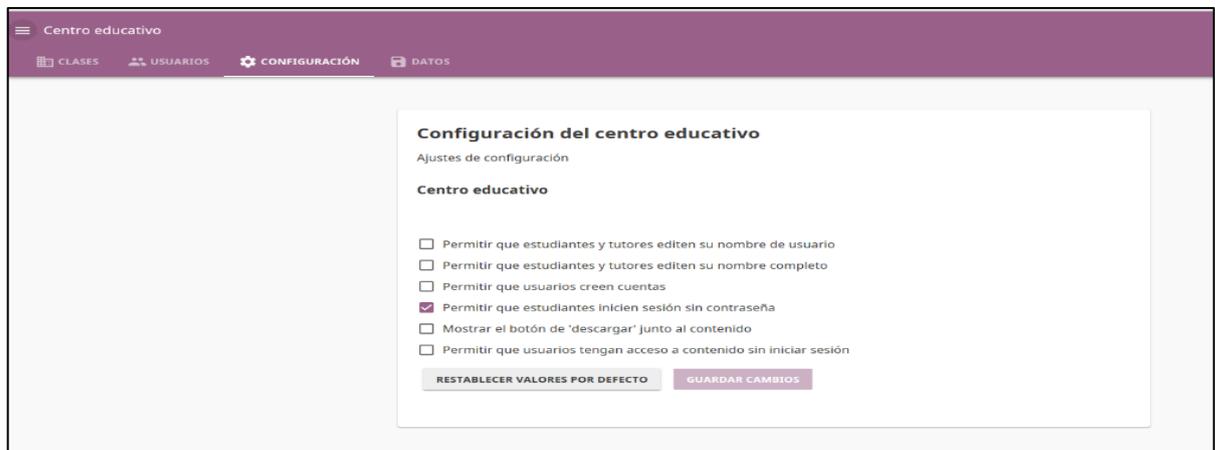


Figura. 11. Configuración del centro educativo
 Fuente: Autora
 Elaboración: Autora

4 Guía de profesor

4.1 Conectarse a la red Pi CAP

Ver apartado 2.4.

4.2 Acceder al planificador de lesiones (Kolibri)

Se accede por medio de las credenciales otorgadas por el administrador.



Figura. 12. Acceso a las clases

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.3 Crear y administrar lecciones

Seleccionar en la pestaña Planificar y gestionar las lecciones en opciones.

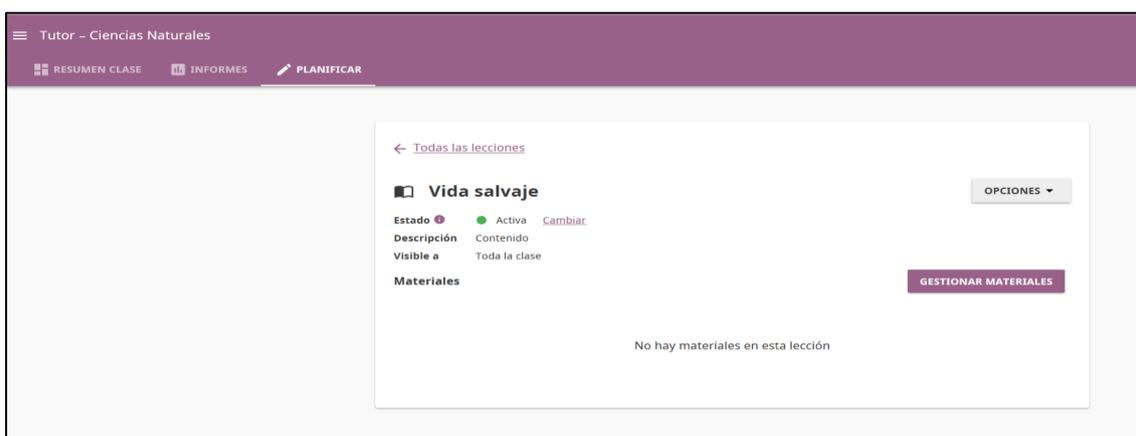


Figura. 13. Administración de material educativo

Fuente: Autora

Elaboración: Autora

4.4 Contenido USB

Desde la página web principal se selecciona el contenido USB en el cual el profesor puede compartir información educativa.

5 Guía de estudiante

5.1 Conectarse a la Pi CAP

Ver apartado 2.4.

5.2 Iniciar sesión

Con las credenciales otorgadas por el profesor.

5.3 Acceso al contenido y lecciones (Kolibri)

En la bandeja de Aprender se muestran las clases virtuales que los estudiantes se encuentran inscritos.



Figura. 14. Visualización de las clases
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

5.4 Abrir lecciones y archivos de contenido

Dentro de la clase asignada se obtiene el contenido y las pruebas o lecciones realizadas por el profesor.



Figura. 15. Asignación de lecciones virtuales
Fuente: Autora
Elaboración: Autora

5.5 Acceso a otras aplicaciones

Se accede a las siguientes aplicaciones desde la página de inicio como biblioteca digital (wikipedia), plataforma de juegos para niños (sugarizer), plataformas personales (nextcloud) o de ayuda comunitaria colaborativa (mediawiki).