

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA DE SISTEMAS

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
Ingeniera e Ingeniero de Sistemas

TEMA:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB ADAPTIVA
(SERVIDOR DE APLICACIONES) QUE CONTROLE UN SISTEMA DOMÓTICO
CUMPLIENDO EL ESTÁNDAR ISO/IEC 25010 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR.

AUTORES:
NORA CORINA HUACHO SUNTAXI
JIMMY DANIEL SAÑAICELA CUEVA

TUTOR:
MANUEL RAFAEL JAYA DUCHE

Quito, agosto de 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Huacho Suntaxi Nora Corina con documento de identificación N° 1720670080 y Sañaicela Cueva Jimmy Daniel con documento de identificación N° 0605190396, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación con el tema: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB ADAPTIVA (SERVIDOR DE APLICACIONES) QUE CONTROLE UN SISTEMA DOMÓTICO CUMPLIENDO EL ESTÁNDAR ISO/IEC 25010 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERA E INGENIERO DE SISTEMAS, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
HUACHO SUNTAXI
NORA CORINA
CI: 1720670080



.....
SAÑAICELA CUEVA
JIMMY DANIEL
CI: 0605190396

Quito, agosto del 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, con el tema: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB ADAPTIVA (SERVIDOR DE APLICACIONES) QUE CONTROLE UN SISTEMA DOMÓTICO CUMPLIENDO EL ESTÁNDAR ISO/IEC 25010 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR, realizado por Huacho Suntaxi Nora Corina y Sañaicela Cueva Jimmy Daniel, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, agosto del 2020



MANUEL RAFAEL JAYA DUCHE

CI: 1710631035

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación en primer lugar a Dios por brindarme el conocimiento necesario y por haberme guiado durante mi vida como estudiante. A mis padres Patricia y Marcelo que, con su lucha, sacrificios, trabajo, perseverancia y apoyo incondicional me permitieron poder culminar con mis estudios universitarios. A mis padrinos Gladis y Carlos quienes me inculcaron valores desde muy pequeña. A mi abuelito José Miguel quien con sus consejos no permitió que me dé por vencida, además, me enseñó que con trabajo duro puedo cumplir todas mis metas. A mi familia y amigos quienes de alguna u otra forma supieron acompañarme y guiarme durante este proyecto de vida. También, a una persona especial Vinicio que gracias a su apoyo incondicional nunca dejó que me rinda ante cualquier adversidad.

Nora Corina Huacho Suntaxi

Este proyecto de titulación está dedicado a Dios, a mi familia, en especial, a mis abuelitos, quienes me inculcaron principios y valores, a mis padres Juana y Jorge, quienes supieron apoyarme y guiarme en mi vida diaria y académica, a mi hermano Jorge por su apoyo y motivación incondicional para culminar mis estudios universitarios, finalmente, a mis amigos y compañeros por las experiencias vividas durante mi vida universitaria.

Jimmy Daniel Sañaicela Cueva

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a la Universidad Politécnica Salesiana, a nuestro tutor Manuel Rafael Jaya Duche, a nuestros abuelos, padres, tíos, hermanos, primos, amigos, profesores y compañeros. Les damos las gracias a todos ustedes por sus conocimientos, aportaciones y consejos en situaciones de adversidad que se presentaron durante nuestras vidas universitarias e hicieron posible culminar este proyecto.

Nora Huacho y Jimmy Sañaicela

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Problemática.....	1
Justificación.....	1
Objetivos	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
Metodología	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. ISO/IEC 25010	4
1.1.1. Adecuación Funcional.....	4
1.1.2. Eficiencia de desempeño.....	4
1.1.3. Compatibilidad.....	5
1.1.4. Usabilidad	5
1.1.5. Fiabilidad.....	5
1.1.6. Seguridad.....	6
1.1.7. Mantenibilidad	6
1.1.8. Portabilidad	6
1.2. Domótica	7
1.3. Aplicación web	8
1.4. Diseño web adaptativo.....	8
1.5. HTML.....	9
1.6. CSS	9
1.7. JavaScript.....	10
1.8. PHP	10
1.9. Frameworks PHP	10
1.9.1. Laravel.....	10
1.9.2. Symfony	11
1.9.3. CodeIgnater.....	12
1.10. MVC	12
1.11. Base de datos	13
1.11.1. MySQL.....	14
1.11.2. PostgreSQL	14
1.11.3. Oracle	15

1.12.	Protocolos de comunicación.....	15
1.12.1.	HTTP (Get, Post)	16
1.12.2.	WebSockets.....	16
1.12.3.	MQTT (MQ Telemetry Transport)	17
1.13.	CloudMQTT	18
1.14.	Alojamiento en la nube (Hosting).....	19
1.14.1.	Inmotion Hosting	19
1.14.2.	Hostinger.....	20
1.14.3.	HostGator	20
1.15.	UML	21
1.16.	Servidor de aplicaciones	22
1.16.1.	Servidor web	22
1.17.	Trabajos relacionados	23
CAPÍTULO II		26
ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y LEGAL		26
2.1.	Análisis técnico.....	26
2.1.1.	Análisis frameworks PHP	26
2.1.2.	Análisis base de datos	27
2.1.3.	Análisis protocolo de comunicación	28
2.1.4.	Análisis de alojamiento en la nube (Hosting)	29
2.2.	Análisis económico.....	30
2.3.	Análisis legal	33
CAPÍTULO III		34
DISEÑO Y DESARROLLO		34
3.1.	Arquitectura del proyecto	34
3.2.	Diagramas UML.....	35
3.2.1.	Diagrama de caso de uso.....	35
3.2.2.	Diagrama de secuencia.....	35
3.2.3.	Diagrama de clases.....	37
3.2.4.	Diagrama de base de datos.....	38
3.3.	Interfaces abstractas.....	39
3.4.	Librería Eclipse Paho.....	41
CAPÍTULO IV		44
PRUEBAS Y RESULTADOS		44
4.1.	Pruebas de funcionamiento.....	44
4.1.1.	Pantalla principal.....	44
4.1.2.	Pantalla de inicio de sesión	45

4.1.3.	Pantalla de usuarios.....	45
4.1.4.	Pantalla de roles	46
4.1.5.	Pantalla de menús.....	47
4.1.6.	Pantalla de menú – rol.....	47
4.1.7.	Pantalla de control.....	47
4.1.8.	Pantalla de estadísticas.....	54
4.1.9.	Pantalla de configuración.....	54
4.2.	Pruebas de carga	55
4.3.	Pruebas cliente – servidor.....	58
4.4.	Pruebas comunicación hardware y software	59
4.5.	Pruebas consumo energético.....	60
4.6.	Resultados de la encuesta	61
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	66
	LISTA DE REFERENCIAS	67
	ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características y sub-características del estándar ISO/IEC 25010.	4
Figura 2. Diseños web adaptativos.....	8
Figura 3. Funcionamiento MVC.	13
Figura 4. Funcionamiento de CloudMQTT.....	19
Figura 5. Servidor Web en operatividad.	23
Figura 6. Puntajes para la evaluación de los criterios.	26
Figura 7. Arquitectura del proyecto.	34
Figura 8. Caso de uso para Administrador y Controlador.....	35
Figura 9. Primer diagrama de secuencia Administrador.	36
Figura 10. Segundo diagrama de secuencia Administrador.	36
Figura 11. Diagrama de secuencia Controlador.	37
Figura 12. Diagrama de clases de la aplicación web adaptiva.	37
Figura 13. Diagrama relacional del sistema web.	38
Figura 14. Variables del modelo entidad – relación.....	38
Figura 15. Interfaz abstracta de la pantalla principal.	39
Figura 16. Interfaz abstracta de la pantalla login.	39
Figura 17. Interfaz abstracta de la pantalla usuarios.	40
Figura 18. Interfaz abstracta de la pantalla control.	40
Figura 19. Variables del cliente MQTT.	41
Figura 20. Instancia del cliente MQTT.	41
Figura 21. Invocación de las funciones.....	41
Figura 22. Función connect.....	42
Figura 23. Función onConnect.	42
Figura 24. Función de perdida de conexión.	42
Figura 25. Función para recibir los mensajes.....	43
Figura 26. Función para encender y apagar los focos.....	43
Figura 27. Pantalla principal del sistema.....	44
Figura 28. Pantalla de login.....	45
Figura 29. Usuarios del sistema.	45
Figura 30. Pantalla para un nuevo usuario.	46
Figura 31. Mensaje de alerta.	46
Figura 32. Pantalla de roles.	46
Figura 33. Pantalla de menús.	47
Figura 34. Pantalla de menú – rol.	47
Figura 35. Control de los focos 5 y 9.	48
Figura 36. Distribución del foco 5 y 9 en la maqueta.	48
Figura 37. Control de todos los focos.	49
Figura 38. Distribución de todos los focos en la maqueta.....	49
Figura 39. Control del motor de la puerta de garaje.....	50
Figura 40. Ubicación de la puerta de garaje en la maqueta.....	50
Figura 41. Control del motor de la venta.....	51
Figura 42. Distribución de la persiana en la maqueta	51
Figura 43. Sensor de luminosidad.	52
Figura 44. Sensor de gas.	52
Figura 45. Sensor de movimiento.	53
Figura 46. Ubicación de la cámara en la maqueta.....	53
Figura 47. Pantalla de estadísticas.....	54
Figura 48. Pantalla de configuración.....	54

Figura 49. Pruebas de carga del caso 1.	55
Figura 50. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 1.	56
Figura 51. Pruebas de carga del caso 2.	56
Figura 52. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 2.	57
Figura 53. Prueba de carga del caso 3.	57
Figura 54. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 3.	58
Figura 55. Prueba entre el cliente y servidor.	58
Figura 56. Pruebas de comunicación entre el hardware y software.	59
Figura 57. Calificativos para la encuesta.	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre XP, Kanban y Scrum.	3
Tabla 2. Ventajas y desventajas de Laravel	11
Tabla 3. Ventajas y desventajas de Symfony	11
Tabla 4. Ventajas y desventajas de CodeIgnater.....	12
Tabla 5. Ventajas y desventajas de MySQL	14
Tabla 6. Ventajas y desventajas de PostgreSQL	15
Tabla 7. Ventajas y desventajas de Oracle	15
Tabla 8. Ventajas y desventajas de HTTP	16
Tabla 9. Ventajas y desventajas de WebSockets.....	17
Tabla 10. Ventajas y desventajas de MQTT	18
Tabla 11. Ventajas y desventajas de Inmotion Hosting	19
Tabla 12. Ventajas y desventajas de Hostinger	20
Tabla 13. Ventajas y desventajas de Hostgator.....	21
Tabla 14. Criterios, opciones y peso de frameworks PHP	27
Tabla 15. Matriz de priorización de frameworks PHP	27
Tabla 16. Criterios, opciones y peso de base de datos	28
Tabla 17. Matriz de priorización de base de datos	28
Tabla 18. Criterios, opciones y peso del protocolo de comunicación	29
Tabla 19. Matriz de priorización protocolos de comunicación	29
Tabla 20. Criterios, opciones y peso del hosting.....	30
Tabla 21. Matriz de priorización del hosting	30
Tabla 22. Detalle de la inversión inicial.....	32
Tabla 23. Ingresos, egresos y valor neto	32
Tabla 24. Tiempos de respuestas de la comunicación cliente - servidor	59
Tabla 25. Comparación de tiempos de respuesta	60
Tabla 26. Intervalo de calificación	62
Tabla 27. Resultados obtenidos de la encuesta	62

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar e implementar una aplicación web adaptiva que controle un sistema domótico cumpliendo el estándar ISO/IEC 25010 para reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar.

Se realizó una investigación acerca del estándar ISO/IEC 25010 para conocer los requerimientos que deberá cumplir el software; los cuales son: adecuación funcional, eficiencia de desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad.

Para desarrollar la aplicación web adaptiva, se llevó a cabo un análisis previo de los principales métodos y modelos utilizados por desarrolladores, los resultados de dicho análisis permitieron seleccionar a Laravel, MySQL, MQTT e Inmotion Hosting.

Una vez diseñado, desarrollado e implementado el sistema, se puede controlar y gestionar dispositivos eléctricos o electrónicos, como focos, persiana, puerta de garaje, cámara, sensores de temperatura, gas y movimiento.

Posteriormente se procedió a realizar las pruebas correspondientes, comprobado que el tiempo de respuesta de la comunicación entre el hardware y software sea menor a 1 s, además, se verificó la buena calidad del sistema mediante una encuesta, determinando que el 94% de las personas encuestadas consideran a la aplicación web adaptiva como “Muy Buena”.

ABSTRACT

The main objective of this project is to design and implement an adaptive web application that controls a home automation system complying with the ISO/IEC 25010 standard to reduce the consumption of electrical energy in the home.

An investigation was carried out on the ISO/IEC 25010 standard to find out the requirements that the software must meet, which are: functional adequacy, performance efficiency, compatibility, usability, reliability, security, maintainability, and portability.

To develop the adaptive web application, a previous analysis of the main methods and models used by developers was carried out, the results of this analysis allowed selecting Laravel, MySQL, MQTT and Inmotion Hosting.

Once the system is designed, developed, and implemented, it can control and manage electrical or electronic devices, such as light bulbs, blinds, garage doors, cameras, temperature, gas, and movement sensors.

Subsequently, the corresponding tests were carried out, verifying that the response time of the communication between the hardware and software is less than 1 second, in addition, the good quality of the system was verified through a survey, determining that 94% of people interviewed consider the adaptive web application as "Very Good".

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El desarrollo de aplicaciones web han permitido resolver diferentes necesidades especialmente en el área de la domótica a través de sistemas que sean accesibles, seguros y sobre todo que contribuya a reducir el consumo de energía.

Problemática

Con el aumento de la tecnología en los hogares ecuatorianos se tiene al menos uno o más dispositivos tecnológicos con conexión a Internet, esto conlleva a que muchas de las personas que habitan en dichos hogares desconozcan sobre la importancia de tener un control adecuado de cada dispositivo.

Al no tener un correcto control de los dispositivos tecnológicos con conexión a Internet dentro de los hogares, el consumo de energía aumenta considerablemente, esto depende de la cantidad de dispositivos que estén conectados, los mismos que consumen energía y se ve reflejado en las planillas de luz con costos muy altos. Debido a este avance continuo se muestra la necesidad de instalaciones inteligentes permitiendo presentar un diseño e implementación con la capacidad de ser automatizados.

Justificación

Debido a que el consumo de energía eléctrica de los hogares ecuatorianos es mayor a 138 kW/h (INEC, 2012, pág. 13), se tiene la necesidad de diseñar e implementar un sistema compuesto por hardware y software para controlar dispositivos eléctricos o electrónicos.

Este proyecto busca ofrecer al usuario final un sistema que permita controlar los dispositivos eléctricos o electrónicos del hogar remotamente para el ahorro energético por medio de módulos embebidos y una aplicación web.

Mediante la implementación del sistema domótico (hardware y software) se reduciría el consumo de energía del hogar, al mismo tiempo que se proporciona al usuario un sistema de buena calidad, a un precio accesible. Además, se pretende dar a conocer al usuario la importancia de controlar dispositivos eléctricos o electrónicos por medio de la domótica.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar una aplicación web adaptiva que controle un sistema domótico cumpliendo el estándar ISO/IEC 25010 para reducir el consumo de energía eléctrica en el hogar.

Objetivos específicos

Investigar el estándar ISO/IEC 25010 para conocer los requerimientos que deberá cumplir el software.

Analizar los principales métodos y modelos para el desarrollo de la aplicación web adaptiva.

Diseñar la aplicación web adaptiva para controlar los dispositivos eléctricos o electrónicos del hogar.

Implementar la aplicación web adaptiva para gestionar los dispositivos eléctricos o electrónicos del hogar.

Medir la latencia para obtener datos estadísticos de la comunicación entre el hardware y software.

Verificar la buena calidad de la aplicación web adaptiva para que sea más entendible, manejable y reutilizable.

Analizar los resultados obtenidos de forma técnica, económica y legal.

Metodología

Para la selección de una metodología ágil para el desarrollo de la aplicación web adaptiva se planteó tres opciones: XP, Kanban y Scrum las cuales fueron evaluadas por sus principales

características para así seleccionar la metodología adecuada y que se ajusta a los requerimientos del desarrollo del software, se tomó en cuenta los requerimientos del proyecto, tiempo, calidad y funcionalidad del producto final.

En la Tabla 1, se describe las cualidades de XP, Kanban y Scrum, las mismas servirán para evaluar cada una de las metodologías.

Tabla 1. Comparación entre XP, Kanban y Scrum.

Características	XP	Kanban	SCRUM
Desarrollo de software iterativo	X	X	X
Prioridad al cliente	X		X
Flexibilidad a cambios		X	X
Verificación continua de calidad del producto	X		X
Enfocado al trabajo en equipo	X	X	X
Cumplimiento de los requisitos	X		X
Trabajo con roles	X	X	X
Manejos de ciclos o sprints			X
Reuniones diarias con el equipo			X
Monitorización continua del avance			X
Aumento de la productividad	X	X	X
Resultados anticipados			X
Constante comunicación entre el grupo de trabajo.			X
Listado de tareas	X		X
Mejor transparencia		X	X
Fácil de manejar	X	X	X

Nota: Esta tabla contiene las características de XP, Kanban y Scrum, estas metodologías son utilizadas en proyectos de desarrollo de software.

Elaborado por: Los autores.

Para el desarrollo del sistema se escogió Scrum, esta técnica permite organizarse de mejor forma utilizando Sprints. A cada integrante se le asignará diferentes tareas para lograr un resultado más eficaz, brindando una buena funcionalidad en el software. Scrum sirve para gestionar, desarrollar y dar mantenimiento a productos, donde las personas abordan problemas complejos adaptivos para así entregar productos de manera productiva (Becerra & Sanjuan, 2014, pág. 2).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ISO/IEC 25010

Este estándar tiene 8 características, cada característica tiene sub-características las cuales sirven para evaluar un software (ISO 25000, 2019, pág. 1).

En la Figura 1, se muestra las características y sub-características del modelo ISO/IEC 25010 con las que se evalúan la eficacia de los sistemas.



1.1.1. Adecuación Funcional

Simboliza la disposición del producto para suministrar tareas que cumplan con los requisitos bajo ciertas circunstancias. a) *Completitud funcional*, representa el grado en que las funcionalidades cumplen con los requerimientos. b) *Corrección funcional*, facultad del software para proporcionar mejores resultados con la exactitud requerida. c) *Pertinencia funcional*, facultad del software para promover tareas a cumplirse (ISO 25000, 2019, pág. 1).

1.1.2. Eficiencia de desempeño

Se relaciona con un conjunto de recursos administrados para determinadas condiciones. a) *Comportamiento temporal*, mide los tiempos de procesamiento, throughput y respuesta bajo circunstancias determinadas. b) *Utilización de recursos*, mide los tipos de recursos empleados

en el proyecto para ejecutar funciones en determinadas condiciones. c) *Capacidad*, límite máximo de los parámetros del software, cumple con los requisitos ya establecidos (ISO 25000, 2019, pág. 1).

1.1.3. Compatibilidad

Capacidad de intercambiar información y cumplir con las funciones requeridas cuando dos o productos intervienen en el mismo ambiente de hardware o software. a) *Coexistencia*, el sistema puede ejecutarse en un ambiente común y compartir recursos con otros productos. b) *Interoperabilidad*, tiene la facultad para que dos o más sistemas reemplacen y utilicen la información (ISO 25000, 2019, pág. 2).

1.1.4. Usabilidad

Se evalúa el producto bajo determinadas condiciones, tiene la facultad de ser entendible para el usuario. a) *Inteligibilidad*, permite que el usuario comprenda si un producto se adapta a sus requerimientos. b) *Aprendizaje*, tiene la capacidad para que el usuario aprenda a interactuar de modo eficaz un software. c) *Operabilidad*, el producto es manejable y entendible. d) *Protección frente a errores de usuario*, el producto es capaz de proteger al usuario de cometer desaciertos. e) *Estética*, la interfaz de usuario puede tener interacciones agradables y satisfactorias. f) *Accesibilidad*, grado en que el software alcanza un objetivo específico cuando lo utilizan usuarios con ciertas características y capacidades (ISO 25000, 2019, pág. 2).

1.1.5. Fiabilidad

Permite realizar tareas específicas cuando el producto se utiliza bajo determinadas circunstancias y tiempos establecidos. a) *Madurez*, el producto cumple con los requisitos de confiabilidad en condiciones habituales. b) *Disponibilidad*, el sistema es capaz de operar y estar disponible cuando sea necesario. c) *Tolerancia a fallos*, capacidad de operación del producto cuando se presenten defectos en el hardware o software. d) *Capacidad de recuperación*, el

software tiene la facultad de recuperar la información y restaurar el estado de la aplicación cuando se presentan fallos (ISO 25000, 2019, pág. 2).

1.1.6. Seguridad

Proceso que permite proteger la información, restringir el ingreso a usuarios o sistemas no autorizados y evitar que lean o modifiquen los datos. a) *Confidencialidad*, el sistema evita que usuarios no autorizados accedan accidental o intencionalmente a los datos. b) *Integridad*, el sistema es capaz de proteger la información de no ser cambiada. c) *No repudio*, facultad del producto para mostrar sucesos que han ocurrido, para que tales acciones no sean rechazadas más tarde. d) *Responsabilidad*, capacidad de rastrear con seguridad el comportamiento de una entidad. e) *Autenticidad*, el sistema muestra la identificación de un usuario o recurso que han utilizado el producto (ISO 25000, 2019, pág. 3).

1.1.7. Mantenibilidad

Representa la capacidad de modificar el software de manera efectiva y eficiente, debido a los requerimientos de evolución y revisión. a) *Modularidad*, el sistema permite cambiar un módulo sin alterar a los demás. b) *Reusabilidad*, facultad del producto para ser utilizado en múltiples programas. c) *Analizabilidad*, habilidad para diagnosticar deficiencias o posibles causas de fallos, determinar partes a modificar y visualizar los efectos de los cambios realizados en el software. d) *Capacidad para ser modificado*, representa la capacidad de modificar un producto de manera efectiva y eficaz, sin causar ningún defecto o degradación del rendimiento. e) *Capacidad para ser probado*, el sistema establece efectivamente criterios de prueba y las ejecuta para determinar si se efectúan los criterios establecidos (ISO 25000, 2019, pág. 3).

1.1.8. Portabilidad

El producto puede ser trasladado satisfactoriamente desde un ambiente hardware o software a otro. a) *Adaptabilidad*, el producto puede adaptarse efectivamente a diferentes

entornos. b) *Capacidad para ser instalado*, el producto puede ser instalado o desinstalado de manera exitosa. c) *Capacidad para ser reemplazado*, facultad del producto para reemplazar otro software que tenga las mismas características se ejecute en el mismo medio (ISO 25000, 2019, pág. 3).

1.2. Domótica

El término domótica apareció en los 70, cuando en Estados Unidos salieron los primeros dispositivos para automatización los cuales estaban basados en la tecnología X-10. En los primeros equipos se colocaban sensores y termostatos para regular la temperatura. La disponibilidad y el incremento de la electrónica a bajo costo fue uno de los pilares que favoreció a la propagación de este tipo de sistemas, provocando así el interés en el tema de implementar una casa automatizada (Domínguez & Sáez Vacas, 2006, pág. 15).

Existen tres áreas donde se aplican sistemas inteligentes: a) *Domótica*, está orientado para el sector doméstico, se usa en varios países, emplea los términos de casa o edificio inteligente. b) *Inmótica*, está orientado al sector industrial y terciario como: hoteles, residencias y zonas comunitarias. c) *Urbótica*, está orientado para las ciudades que tiene el control de iluminación pública, pago con tarjetas, telecomunicaciones, etc. (Sarasúa Loboguerrero, 2011, pág. 2).

Sus principales características están orientadas a cuatro funciones tales como: a) *Seguridad*, es la característica más desarrollada en la domótica, ya que puede integrar múltiples aplicaciones. b) *Confort*, está dirigido al control de instalaciones de climatización, ventilación y calefacción, también, incluyen sistemas que contribuyan con el bienestar y la comodidad en el hogar (Aimar, Aramayo, Berón, Rosso, & Sarmiento, 2019, pág. 14). c) *Ahorro*, la domótica en este punto tiene la inteligencia para cumplir dichas acciones en cuanto al ahorro, ya que considera esta rama como una de sus características más trascendentales. d) *Conectividad*, hace

referencia a la infraestructura de comunicación que se tiene en el hogar de manera interna o externa como las redes que conectan a Internet (Domoticus, 2019).

1.3. Aplicación web

Las aplicaciones web almacenan datos permanentemente en servidores web, esta información se envía a equipos informáticos o dispositivos móviles en el momento que sean requeridos, además, realiza copias temporales en los dispositivos (Wiboo Media, 2017). La interfaz de una aplicación web está constituido de un grupo de páginas web, las mismas son documentos de texto donde se agregan etiquetas que permiten observar el texto de diferentes maneras, además, se establecen enlaces para enlazar una página con otra, la comunicación del servidor con el cliente se realiza mediante el protocolo HTTP (Berzal, Cortijo, & Cubero, 2006, pág. 7).

1.4. Diseño web adaptativo

Es una técnica que permite adaptar el diseño de la página web a diferentes dimensiones de pantallas (CECARM, 2013). El diseño es variable, relativo y la estructura de esta se presenta de manera dinámica, ya que cada componente se debe ajustar a los escenarios de despliegue (Labrada Martínez & Salgado Ceballos, 2013, pág. 4).

En la Figura 2, se presenta de forma gráfica los diferentes diseños web adaptativos para distintos dispositivos.



El diseño web adaptativo permite ajustar el contenido de las páginas web al ancho del área de despliegue de cada dispositivo usando las siguientes soluciones: Uso de un diseño fluido mediante cuadrículas flexibles. Utilización de Media-Queries destinadas a configurar el alto, ancho y resolución, dependiendo del dispositivo donde se visite la página web. El ancho de las imágenes, objetos, videos es flexible y su tamaño se modifica en porcentajes. El tamaño de las fuentes tipográficas se establece en [em]² y no en píxeles. El tamaño de las fuentes tipográficas se establece en [em]² y no en píxeles (Labrada Martínez & Salgado Ceballos, 2013, págs. 5, 6).

1.5. HTML

HTML (*Hypertext Markup Language*), permite la creación y estructuración de secciones, títulos, párrafos, enlaces y distintos elementos para páginas web. Los documentos HTML están formados por etiquetas que definen el texto y otros elementos, como imágenes, listas, vídeos (Hostinger, 2019). HTML es el más utilizado para desarrollar páginas web, además, es fácil aprender (Marker, 2019).

1.6. CSS

CSS (*Cascading Style Sheets*), mejora la presentación de los sitios web desarrollados con HTML o XHTML¹ (Eguíluz Pérez, 2019, pág. 2). CSS fue definido por W3C² en 1996 debido a que HTML fue desarrollado solo para designar funciones a los elementos de la página (Hostinger, 2019). Al elaborar una página web, se utiliza HTML/XHTML para estructurar la página web por medio de etiquetas. CSS define la apariencia de los elementos como el tipo de letra, tamaño, color posición, etc. (Cabrera, 2014, pág. 1).

¹ XHTML: eXtensible HyperText Markup Language

² W3C: World Wide Web Consortium

1.7. JavaScript

Este lenguaje de programación es ligero, interpretable y orientado a objetos, a menudo denominado lenguaje de secuencias de comandos web, también, se usa en muchos entornos que no son del navegador, como Apache CouchDB, Node.js, etc. JavaScript no debe ser confundido con Java ya que tienen muchas diferencias en el uso, sintaxis y semántica (Mozilla Web Docs, 2019).

1.8. PHP

PHP (*Hypertext Preprocessor*), es simple con una sintaxis cómoda, rápido, orientado a objetos, multiplataforma y es similar a otros lenguajes como C, C++ y Perl (Mateu, 2005). A mediados de 1994 Rasmus Lerdorf presentó un paquete de programas CGI³ llamado Personal Home Page Tools con el propósito de reemplazar scripts Perl (Arias, 2017, pág. 13). PHP agrega varios módulos y librerías de código abierto, con lo que el programador dispone varias herramientas para crear aplicaciones (Mateu, 2005, pág. 187).

1.9. Frameworks PHP

El desarrollo de la aplicación web adaptiva se realizará en un framework PHP evaluando las ventajas y desventajas de las herramientas como: Laravel, Symfony y CodeIgnater.

1.9.1. Laravel

Es un framework PHP de código abierto, reutiliza componentes ya existentes para crear aplicaciones estructuradas, tiene su propio motor de plantillas Blade, dispone de componentes para realizar tareas comunes en proyectos web como, autenticación, uso de sesiones, almacenamiento en caché y enrutamiento, tiene una sintaxis elegante lo que permite crear código de forma sencilla y tiene una interfaz elegante y fácil de usar (Bean, 2015, pág. 2).

³ CGI: Common Gateway Interface.

En la Tabla 2, se describe los beneficios y limitaciones que ofrece el framework Laravel a los desarrolladores de sistemas web.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de Laravel

Ventajas	Desventajas
Es de código abierto.	Compatible con versiones superiores a 5.4 de PHP.
Reducción de costos, tiempo en desarrollo y mantenimiento.	
Posee un sistema de migraciones para gestionar base de datos.	
Plantillas Blade sencillas y sofisticadas.	
Usa Artisan para realizar acciones en consola.	
Sistema de migraciones para administrar base de datos.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones que proporciona Laravel a los desarrolladores.
Fuente: (Herrera, Laravel Vs CodeIgniter, 2019)

1.9.2. Symfony

Este framework está diseñado para desarrollar aplicaciones web, proporciona varias herramientas enfocadas a disminuir los tiempos de desarrollo de una aplicación, además, permite mejorar la calidad del proyecto que se está desarrollando, separa la lógica de negocio, la del servidor y presentación de la aplicación (Uniwebsidad, 2019).

En la Tabla 3, se detalla los beneficios y limitaciones que brinda el framework Symfony a los programadores de aplicaciones orientadas a la web.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de Symfony

Ventajas	Desventajas
Flexible, permite instalar únicamente las librerías requeridas para el proyecto.	La documentación existente carece de amplias referencias.
Estable y rápido, cada versión recibirá soporte durante tres años.	Dominar Symfony conlleva de bastante tiempo.
Los desarrolladores pueden elegir su propio ORM ⁴ .	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones que presenta Symfony a los programadores.
Fuente: (Diligent, Qué es el Framework Symfony Php: características y ventajas, 2018)

⁴ ORM: Object Relational Mapping.

1.9.3. CodeIgnater

Permite crear y optimizar proyectos PHP de manera rápida, posee una gran cantidad de bibliotecas, además, tiene una interfaz simple y permite minimizar el uso de código para realizar una tarea (IONOS España S.L.U., 2020).

En la Tabla 4, se describe los beneficios y limitaciones que expone el framework CodeIgnater a los desarrolladores de sistemas orientados a la web.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de CodeIgnater

Ventajas	Desventajas
Es de código abierto.	No fomenta el trabajar en equipo.
Comunidad amplia y buena documentación.	En versiones antiguas puede detectarse fallos de seguridad.
Soporta versiones antiguas de MySQL y PHP.	
Reduce el tiempo de aprendizaje.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones que ofrece CodeIgnater a los desarrolladores.

Fuente: (Asociación Programo Ergo Sum, Introducción al framework de CodeIgniter, 2017 & Herrera, Laravel Vs CodeIgniter, 2019).

1.10. MVC

MVC (*Model, View, Controller*) es una arquitectura para diseño de software, el mismo divide en tres módulos diferentes a los datos, interfaz y lógica de control (Universidad de Alicante, 2019).

En la Figura 3, se muestra de forma gráfica el funcionamiento del MVC, cabe recalcar que, la mayoría de los frameworks PHP utilizan esta arquitectura.

Representación gráfica del funcionamiento MVC

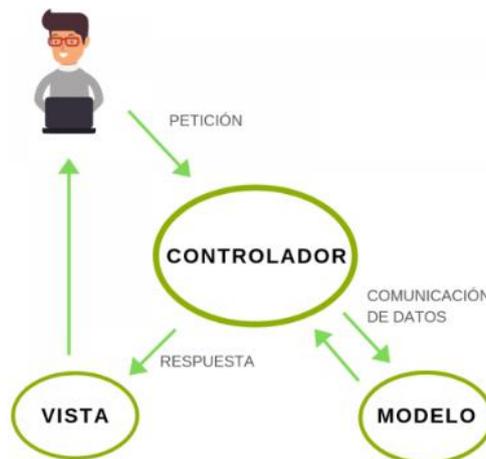


Figura 3. Funcionamiento MVC.

Fuente: (Bobb, MVC (Modelo Vista Controlador), 2019)

MVC define si un sistema tiene un modelo de datos, información de presentación y de control, cada uno de estos elementos deben estar separados en distintos objetos (IBM Knowledge Center, 2019).

- **Modelo:** Contiene muestras de los datos procesados por el sistema, sus módulos de persistencia y su lógica empresarial. El modelo debe ser independiente del método de almacenamiento (Universidad de Alicante, 2019).
- **Vista o interfaz de usuario:** Contiene el código que produce la visualización de las interfaces de usuario. En la vista generalmente se trabaja con datos que fueron solicitados al modelo, pero no se puede acceder directamente a estos (Desarrolloweb, 2014).
- **Controlador:** Enlaza la vista y modelo, administra y transforma el flujo de información, para responder a las operaciones solicitadas en la aplicación (Universidad de Alicante, 2019).

1.11. Base de datos

La información de la aplicación web adaptiva se guardará en una base de datos evaluando las ventajas y desventajas de MySQL, PostgreSQL y Oracle.

1.11.1. MySQL

Se lo conoce por su rendimiento y confiabilidad. MySQL almacena datos provenientes de aplicaciones personales o profesionales de gama baja (Combaudon, 2018, pág. 17). MySQL brinda un servicio seguro, rentable, simple, automatizado, integrado, de nivel empresarial, reduce los costos y opera de manera eficaz (Netec Global Knowledge, 2019).

En la Tabla 5, se describe los beneficios y limitaciones que proporciona MySQL en el almacenamiento de la información de aplicaciones orientadas a la web.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de MySQL

Ventajas	Desventajas
Es rápido al realizar operaciones.	Muchas de las soluciones para los problemas y de utilidades del software no tienen documentación oficial.
Está disponible para varios sistemas operativos.	Se debe monitorizar el rendimiento para buscar fallos.
Baja probabilidad de dañar los datos.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones que surgen de MySQL.

Fuente: (Perez Hernández, Ventajas y desventajas de MySQL, Oracle, Visual foxpro y Access, 2017 & Hostingpedia, MySQL, 2019)

1.11.2. PostgreSQL

Es un sistema de base de datos relacional que usa el lenguaje SQL para almacenar y escalar de manera segura grandes cantidades de datos (The PostgreSQL Global Development Group, 2020).

En la Tabla 6, se muestra los beneficios y limitaciones que expone PostgreSQL en el almacenamiento de la información de sistemas web.

Tabla 6. Ventajas y desventajas de PostgreSQL

Ventajas	Desventajas
Es un sistema multiplataforma.	La sintaxis en algunas sentencias puede llegar a no ser entendibles.
Permite que el cliente realice consultas cuando el servidor está en recuperación.	
Librerías para diferentes lenguajes de programación.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones que emergen de PostgreSQL.

Fuente: (Segovia, Ventajas y Desventajas de PostgreSQL, 2019)

1.11.3. Oracle

Es uno de los más populares del mundo, además, se ejecuta en diferentes plataformas, es la más utilizada en empresas ya que maneja grandes cantidades de datos (Database.Guide, 2020).

En la Tabla 7, se describe los beneficios y limitaciones que brinda Oracle en el almacenamiento de la información de aplicaciones encaminadas a la web.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de Oracle

Ventajas	Desventajas
Se ejecuta en diferentes plataformas, desde un computador simple hasta en un supercomputador.	El precio para adquirir la licencia de Oracle es excesivamente caro.
Usa particiones para mejorar la eficiencia, replicación y en ciertas versiones admiten la administración de bases de datos distribuidas.	Si se configura mal al momento de instalar Oracle puede provocar que funcione de manera lenta.
	Presenta inconsistencias e incompatibilidad en los datos en sintaxis, concatenación de cadenas y la sensibilidad de caracteres.

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones de surgen de Oracle.

Fuente: (Perez Hernández, Ventajas y desventajas de MySQL, Oracle, Visual foxpro y Access, 2017)

1.12. Protocolos de comunicación

Para enlazar la aplicación web adaptiva y el hardware doméstico se utilizará un protocolo de comunicación.

1.12.1. HTTP (Get, Post)

HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), es un conjunto de métodos de petición que indica una acción que se realizara en un recurso específico. GET obtiene información del servidor, sus peticiones recuperan datos. POST envía la información desde el cliente lo que provoca cambios en el estado en el servidor (Mozilla Web Docs, 2019).

En la Tabla 8, se presenta los beneficios y limitaciones que ofrece HTTP cuando se utiliza como protocolo de comunicación en la web.

Tabla 8. Ventajas y desventajas de HTTP

Ventajas	Desventajas
Flexibilidad de los requisitos de origen lo que sirve para prevenir invasiones de privacidad de los usuarios.	Tiempo de respuesta a una petición no es rápida, ya que se debe usar varios servidores la comunicación.
Autenticación HTTP permite que las páginas Web puedan estar protegidas, para que solo los usuarios autorizados puedan acceder.	No es recomendable para enviar datos importantes por medio de este tipo de comunicación.
No tiene restricciones en el tipo de data en el formulario.	
HTTP es fácil de interpretar lo que hace más fácil la depuración de errores, y reduce la curva de aprendizaje.	
No hay límite en la cantidad de variables enviadas.	
No se guardan los parámetros en el historial del buscador.	
Las cabeceras HTTP hacen que sea fácil de ampliar y de experimentar con él.	

Nota: Esta tabla contiene beneficios y limitaciones que emergen de HTTP como protocolo de comunicación.
Fuente: (Mozilla Web Docs, Generalidades del protocolo HTTP, 2019)

1.12.2. WebSockets

Es un estándar para comunicación bidireccional en tiempo real entre servidores y clientes. Los WebSockets se utilizan normalmente en sitios web o aplicaciones donde el tiempo de respuesta tenga que ser al instante (Amazon Web Services, 2020).

En la Tabla 9, se describe los beneficios y limitaciones que expone WebSockets cuando se utiliza como protocolo de comunicación en la web.

Tabla 9. Ventajas y desventajas de WebSockets

Ventajas	Desventajas
Reduce el uso de la red, ya no es necesario utilizar paquetes HTTP.	Algunos navegadores en sus versiones antiguas no soportan WebSockets.
Reduce la latencia durante las conexiones ya que tiene menos carga en los servidores, lo que permite que los equipos tengan más conexiones simultáneas.	Se requiere una acción explícita para cerrar la conexión actual.
Si WebSocket detecta un servidor proxy, solicita que se realice una conexión TCP/IP ⁵ , para que el servidor proxy no sea un problema.	Al tener una conexión activa durante el tiempo que dura la comunicación, se genera un gran consumo de ancho de banda.
Tiene mayor escalabilidad en la Web y ayuda a mantener conexiones continuas con los servidores.	
WebSockets es más rápido que HTTP.	

Nota: Esta tabla contiene beneficios y limitaciones que surgen de WebSockets como protocolo de comunicación. Fuente: (Furriel, WebSockets vs. Long Polling, 2016 & Mori Acosta, Análisis de la tecnología WebSocket, 2015)

1.12.3. MQTT (MQ Telemetry Transport)

MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*), protocolo de suscripción y publicación, está diseñado para dispositivos con bajo ancho de banda (MQTT.org, 2019). Es ideal para aplicaciones móviles y orientadas a IoT⁶, donde la energía de la batería y el ancho de banda son de suma importancia. Permite enviar comandos para controlar salidas, leer y publicar datos desde nodos de sensores, actuadores y mucho más (Santos, 2019). El protocolo MQTT tiene dos entidades en la red. a) Bróker es un servidor que acepta mensajes enviados desde los clientes y redirige los mismos a los destinos relevantes. b) El cliente puede interactuar con el bróker y recibir mensajes, que pueden ser de sensores IoT o una aplicación en un centro de datos (IBM, 2018).

⁵ TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

⁶ IoT: Internet of Things.

En la Tabla 10, se describe los beneficios y limitaciones que ofrece MQTT cuando se utiliza como protocolo de comunicación en la web.

Tabla 10. Ventajas y desventajas de MQTT

Ventajas	Desventajas
La transmisión de datos es eficiente y rápida de implementar ya que este es un protocolo ligero.	Los recursos de MQTT funcionan con una suscripción de temas que son flexibles.
Reduce el uso de la red, debido a que minimiza los paquetes de datos que serán enviados.	MQTT no está encriptado para resolver este problema utiliza TLS ⁷ o SSL ⁸ para el cifrado de seguridad.
Usa pequeñas cantidades de energía, lo que es de ayuda para los dispositivos que se encuentran conectados.	
El bróker de MQTT quita a los clientes la responsabilidad de mantener la comunicación individual con los receptores, permitiendo simplificar la escalabilidad a medida que se añadan nuevos clientes.	

Nota: Esta tabla contiene beneficios y limitaciones que brinda MQTT como protocolo de comunicación.
 Fuente: (Descubrearduino, MQTT, Qué es, ¿cómo se puede usar? y Cómo funciona, 2020 & CTIC, 20 años de MQTT, 2019)

1.13. CloudMQTT

Son servidores Mosquitto gestionados en la nube, los mismos utilizan el protocolo MQTT. Este servicio es la solución perfecta para mensajes IoT entre sensores de baja potencia, dispositivos móviles y microcontroladores. Automatiza cada parte de la configuración y ejecución de su agente de mensajes Mosquitto y brinda soporte 24/7 a miles de clientes (CloudMQTT, 2020).

En la Figura 4, se presenta de forma gráfica el funcionamiento de CloudMQTT, cabe recalcar que, la misma está orientada a IoT.

⁷ TLS: Transport Layer Security.

⁸ SSL: Secure Sockets Layer.

CloudMQTT en funcionamiento con un sensor de temperatura y dispositivos electrónicos

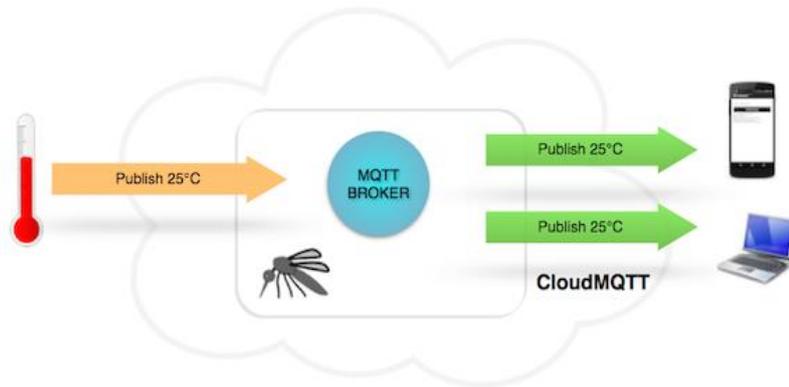


Figura 4. Funcionamiento de CloudMQTT.
Fuente: (CloudMQTT, Documentation CloudMQTT, 2020)

1.14. Alojamiento en la nube (Hosting)

Para alojar la aplicación web adaptiva se elegirá un hosting evaluando las ventajas y desventajas de los servidores de alojamiento como: Inmotion Hosting, Hostinger y HostGator.

1.14.1. Inmotion Hosting

Ofrece planes de alojamiento web, incluido WordPress, alojamiento web compartido, servidor privado virtual y servidores dedicados (InMotion Hosting, 2020).

En la Tabla 11, se detalla los beneficios y limitaciones que proporciona Inmotion Hosting al utilizar como servidor de alojamiento de sistemas web.

Tabla 11. Ventajas y desventajas de Inmotion Hosting

Ventajas	Desventajas
Soporte 24/7 por teléfono, chat en vivo y sistema de tickets.	Después de la suscripción inicial, los costos aumentan.
Discos SSD ⁹ para todos los planes.	El servidor se encuentra únicamente en Estados Unidos.
Incorpora WordPress para todos los planes.	
Certificado SSL gratuito.	
Copias de seguridad automáticas.	
Excelente rendimiento del servidor.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones de Inmotion Hosting como servidor de alojamiento.
Fuente: (Ahlgren, InMotion Hosting Review, 2020)

⁹ SSD: Solid State Drive.

1.14.2. Hostinger

Tiene como meta crear servicios de alojamiento fácil de usar, confiable y amigable para el desarrollador que ofrezca seguridad, velocidad y un excelente servicio al cliente a un precio accesible para todos los usuarios (Ahlgren, Hostinger Review, 2020).

En la Tabla 12, se describe los beneficios y limitaciones que expone Hostinger al utilizar como servidor de alojamiento de sistemas orientadas a la web.

Tabla 12. Ventajas y desventajas de Hostinger

Ventajas	Desventajas
Excelente tiempo de respuesta del servidor.	No brinda soporte técnico vía llamadas telefónicas.
Discos SSD ilimitados y ancho de banda.	Configuración manual del certificado SSL.
Nombre de dominio gratuito.	
Copias de seguridad diarias y semanales.	
Certificado SSL gratuito.	
Soporte ilimitado para cuentas de correo electrónico	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones de Hostinger como servidor de alojamiento.
Fuente: (Ahlgren, Hostinger Review, 2020)

1.14.3. HostGator

Proporciona varias herramientas y plantillas para crear sitios web, hasta instaladores de aplicaciones mediante un solo clic (HostGator, 2020).

En la Tabla 13, se describe los beneficios y limitaciones que brinda HostGator al utilizar como servidor de alojamiento de aplicaciones web.

Tabla 13. Ventajas y desventajas de Hostgator

Ventajas	Desventajas
Garantía de 45 días de devolución del dinero.	El rendimiento del servidor es inconsistente.
Almacenamiento y ancho de banda ilimitados.	Los precios de renovación son elevados y no tiene servicio técnico para WordPress.
Nombre de dominio gratuito.	Las copias de seguridad no son diarias sino semanales.
Firewall contra ataques DDoS ¹⁰ .	
Certificado SSL gratuito.	
Soporte 24/7 por teléfono, chat en vivo y sistema de tiques.	

Nota: Esta tabla contiene los beneficios y limitaciones de HostGator como servidor de alojamiento.

Fuente: (Ahlgren, HostGator Review, 2020)

1.15. UML

UML (*Unified Modeling Language*), es un mecanismo para los desarrolladores porque permite representar objetos, estados y procesos que tiene un sistema, este lenguaje garantiza una arquitecta de información estructurada, permite presentar la descripción del sistema de manera sencilla y siempre (IONOS España, 2020). UML se utiliza para el desarrollo de software orientado a objetos, además, permite describir las etapas del proyecto mediante la utilización de diferentes diagramas.

- **Diagrama de caso de uso:** Describen el comportamiento del sistema, en él se establecen actores que van a intervenir en diferentes casos de uso, para relacionar cada uno de ellos se utiliza flechas de incluir o extender, el incluir muestra que un determinado caso de uso necesita de otro para efectuar una tarea y el extender añade funcionalidad a otro caso de uso.
- **Diagramas de secuencia:** Describen el comportamiento del sistema, en el mismo se establecen las clases pertenecientes al programa y las peticiones que se realizan a cada

¹⁰ DDoS: Distributed Denial of Service.

una de estas permitiendo cumplir con una tarea específica, este tipo de diagramas toma mucho en cuenta la secuencia de los mensajes que serán intercambiados.

- **Diagrama de clases:** Muestran la relación, estructura y comportamiento de los objetos pertenecientes al sistema, se establecen las clases que van a estar representadas en un rectángulo el mismo que puede contener el nombre, atributos y métodos establecidos en el programa, en este tipo de diagramas no se puede mostrar el comportamiento de las clases a través del tiempo.

1.16. Servidor de aplicaciones

Es un equipo destinado a proporcionar diferentes servicios y al mismo tiempo está conectado a una red distribuida (Rouse, 2019). El servidor de aplicaciones forma parte de un modelo de tres niveles que se constituye de:

1. Servidor GUI (Interfaz gráfica).
2. Servidor de aplicaciones (lógica de negocio).
3. Servidor para almacenar datos y transacciones (Rouse, 2019).

1.16.1. Servidor web

Es el software responsable de procesar las aplicaciones en el lado del servidor. Puede acceder a los archivos almacenados en el servidor físico a través de una conexión bidireccional o unidireccional con el equipo del cliente, para luego presentarle el contenido de un sitio web (Hostinger, 2019).

En la Figura 5, se presenta de manera gráfica el funcionamiento de un servidor mediante Internet.

Servidor Web en operatividad con dispositivos electrónicos

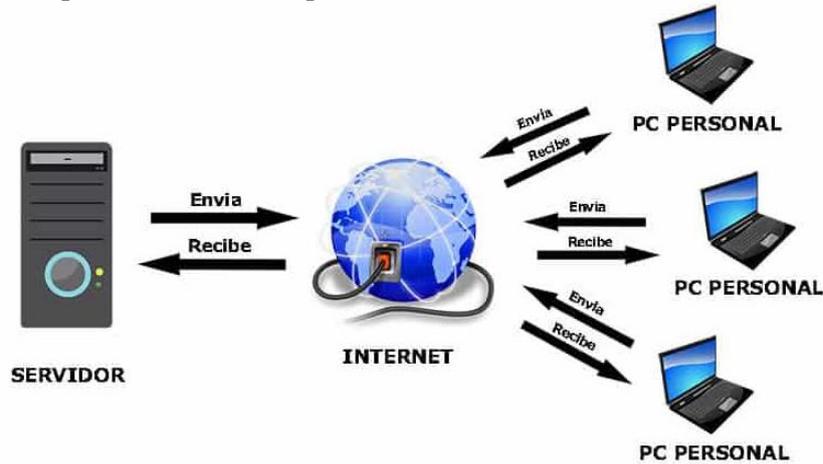


Figura 5. Servidor Web en operatividad.

Fuente: (Rodríguez, Que es un servidor web? Que es y para que sirve?, 2019)

El principal reto de un servidor web es atender a múltiples usuarios al mismo tiempo, ya que cada uno solicita páginas diferentes. Este tipo de servidores ejecutan archivos desarrollados en diferentes lenguajes de programación, como Java, Python, PHP, etc. (Hostinger, 2019). El servidor web acepta peticiones HTTP y muestra páginas web que se encuentran alojadas (Ramos Martín & Ramos Martín, 2014, pág. 8).

1.17. Trabajos relacionados

Estudiantes de maestría de la Universidad Complutense de Madrid consiguieron implementar una plataforma denominada SEDomotics para el control domótico de sistemas de riego y aire acondicionado del hogar, en el desarrollo del proyecto se utilizó dos tarjetas Arduino y un Raspberry Pi a modo de servidor. Los datos fueron recopilados en tiempo real, el sistema fue capaz de almacenar un histórico de dichos datos (Laclaustra, Alonso, del Barrio, & Botella, 2016).

Un estudiante de la Universidad Técnica del Norte realizó un estudio de la norma ISO 25010:2015, posteriormente desarrolló una aplicación web para realizar seguimiento y registro de las actividades deportivas de la Federación Deportiva de Imbabura, las pruebas realizadas

determinaron que el sistema desarrollado se considere “Aceptable”, ya que cumplió con el 76,7% de las métricas definidas por la NTE INEN-ISO/IEC 25010 (Cuasapud Revelo, 2019).

Estudiantes de la Universidad Católica Andrés Bello realizaron un sistema para el control de iluminación y temperatura dentro del hogar, se desarrolló una aplicación móvil la cual fue probada en una maqueta utilizando una conexión WIFI, en la implementación de la maqueta se utilizó LEDs, motores para persianas, un sensor de movimiento y de temperatura. Para evaluar el sistema se ejecutó una encuesta los pacientes del centro de rehabilitación Dr. Alejandro Rhode los mismos que interactuaron con la aplicación móvil, el propósito de este trabajo fue mejorar la vida cotidiana de las personas con lesiones medulares (Vieira, Blanco, & Quijadas, 2018).

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, estudiantes de esta institución elaboraron un prototipo de bajo costo de un sistema domótico para controlar luminarias mediante una interfaz web, con el propósito de ahorrar el consumo de energía eléctrica de un hogar, en el desarrollo del proyecto se utilizó un microcontrolador el cual regula luminarias, además, consta de un sensor de presencia. Los datos que se obtienen se transfieren mediante un transceptor de radio frecuencia (Parada Prieto, Illera Bustos, Sepúlveda Mora, Guevara Ibarra, & Medina Delgado, 2016).

Estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano desarrollaron e implementaron un sistema web la cual está basada en la norma ISO/IEC 25010:2010, para el desarrollo del sistema se realizó análisis de requerimientos con lo que se determinó las principales funcionalidades, de igual manera, se consideró las características para medir la calidad del sistema web cuando está ya sea implementada, el propósito de este trabajo fue mejorar la administración de la información del Colegio de Ingenieros del Perú (Benitez Llanque & Alodia Flores, 2013).

Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana elaboraron un sistema domótico el cual consta de dos partes hardware y software, se desarrolló un sistema web el cual permite observar y controlar los diferentes componentes pertenecientes al hardware, en la implementación del hardware se utilizó un Raspberry Pi 3 que funciona como servidor, un controlador NodeMCU, sensores y actuadores, la comunicación entre las dos partes se realizó mediante WIFI la misma que maneja peticiones HTTP (GET y POST), la finalidad de este trabajo fue automatizar un hogar mediante el control de un conjunto de sensores usando dispositivos electrónicos (Guallpa Alpala & Lagos Pozo, 2019).

En la Universidad Autónoma del Estado de México, un estudiante de esta institución realizó un sistema domótico para controlar luces de un hogar, se desarrolló una aplicación móvil para controlar luces y puerta de garaje, en la implementación del hardware se utilizó Arduino, servo motor para la comunicación se realizó mediante el uso de un módulo Bluetooth, el propósito de este trabajo es tener el control de encendido/apagado de luces y apertura/cierre de puerta de garaje (Cedeño Enriquez, 2018).

CAPÍTULO II

ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y LEGAL

En este capítulo, se realizará el análisis técnico para elegir las herramientas y métodos a emplear en el desarrollo de la aplicación web adaptiva, también, el proyecto se analizará de manera económica y legal.

2.1. Análisis técnico

En este apartado, se realizarán matrices de priorización para conocer las herramientas y métodos. Para ello cada opción se evaluará por criterios y peso, cabe recalcar que estos datos serán asignados mediante experiencias y una investigación previa de las ventajas y desventajas. Además, en la Figura 6 se presenta los puntajes para asignar a cada uno de los criterios, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto. Tanto las matrices como la Figura 6 se utilizará en el análisis de frameworks, base de datos, protocolo de comunicación y servidores de alojamiento.

Puntajes con su respectiva descripción para la evaluación de los criterios

Puntaje	Descripción
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno
5	Excelente

Figura 6. Puntajes para la evaluación de los criterios.
Elaborado por: Los autores.

2.1.1. Análisis frameworks PHP

En la Tabla 14, se define los criterios generales más importantes para cada opción, también, se les asigna un peso significativo mediante un valor representado en porcentaje.

Tabla 14. Criterios, opciones y peso de frameworks PHP

Criterios	Pesos (%)	Opciones
Flexibilidad	25	Laravel Symfony CodeIgniter
Rendimiento	25	
Escalabilidad	20	
Portabilidad	10	
Curva de aprendizaje	10	
Documentación disponible	5	
Tipo de licencia	5	

Nota: En esta tabla se define los criterios con sus respectivos pesos de cada herramienta a evaluar.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 15, se detalla la matriz de priorización, en la misma se utiliza los valores definidos en la Figura 6, para cada criterio, luego, se realiza cálculos matemáticos básicos para conocer los resultados.

Tabla 15. Matriz de priorización de frameworks PHP

Opciones/Criterios	Pesos	Laravel		Symfony		CodeIgniter	
		Puntaje	Total	Puntaje	Total	Puntaje	Total
Flexibilidad	0,25	5	1,25	4	1	4	1
Rendimiento	0,25	4	1	3	0,75	4	1
Escalabilidad	0,2	4	0,8	4	0,8	3	0,6
Portabilidad	0,1	3	0,3	2	0,2	4	0,4
Curva de aprendizaje	0,1	4	0,4	3	0,3	5	0,5
Documentación disponible	0,05	5	0,25	3	0,15	4	0,2
Tipo de licencia	0,05	5	0,25	5	0,25	5	0,25
Puntaje Total	1		4,25		3,45		3,95

Nota: Esta tabla contiene opciones, criterios, pesos y puntajes de los diferentes frameworks PHP.
Elaborado por: Los autores.

Con base en los resultados alcanzados de la Tabla 15, se determinó que Laravel es el más adecuado para utilizar en el proyecto debido a su puntaje con **4,25** a comparación de las otras opciones.

2.1.2. Análisis base de datos

En la Tabla 16, se define los criterios generales más importantes para cada opción, también, se les asigna un peso significativo mediante un valor representado en porcentaje.

Tabla 16. Criterios, opciones y peso de base de datos

Criterios	Pesos (%)	Opciones
Integridad	20	MySQL PostgreSQL Oracle
Seguridad	20	
Disponibilidad	15	
Rendimiento	15	
Respaldo	15	
Redundancia	10	
Interfaz de usuario	5	

Nota: En esta tabla se define los criterios con sus respectivos pesos de cada herramienta a evaluar.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 17, se detalla la matriz de priorización, en la misma se utiliza los valores definidos en la Figura 6 para cada criterio, luego, se realiza cálculos matemáticos básicos para conocer los resultados.

Tabla 17. Matriz de priorización de base de datos

Opciones/Criterios	Pesos	MySQL		PostgreSQL		Oracle	
		Puntaje	Total	Puntaje	Total	Puntaje	Total
Integridad	0,2	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Seguridad	0,2	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Disponibilidad	0,15	5	0,75	4	0,6	3	0,45
Rendimiento	0,15	4	0,6	3	0,45	4	0,6
Respaldo	0,15	4	0,6	3	0,45	3	0,45
Consultas optimizadas	0,1	3	0,3	3	0,3	4	0,4
Interfaz de usuario	0,05	4	0,2	3	0,15	3	0,15
Puntaje Total	1		4,05		3,55		3,65

Nota: La tabla tiene opciones, criterios, pesos y puntajes de MySQL, PostgreSQL y Oracle.
Elaborado por: Los autores.

Con base en los resultados logrados de la Tabla 17, se determinó que la base de datos a utilizar es MySQL para guardar la información de la aplicación web adaptiva con una puntuación de **4,05** a comparación de las otras opciones.

2.1.3. Análisis protocolo de comunicación

En la Tabla 18, se define los criterios generales más importantes para cada opción, también, se les asigna un peso significativo mediante un valor representado en porcentaje.

Tabla 18. Criterios, opciones y peso del protocolo de comunicación

Criterios	Pesos (%)	Opciones
Escalabilidad	20	HTTP WebSockets MQTT
Seguridad	20	
Transmisión de datos	20	
Orientada a IoT	15	
Calidad de servicio	15	
Menor uso de ancho de banda	5	
Menor consumo de energía	5	

Nota: En esta tabla se define los criterios con sus respectivos pesos de los protocolos de comunicación.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 19, se detalla la matriz de priorización, en la misma se utiliza los valores definidos en la Figura 6 para cada criterio, luego, se realiza cálculos matemáticos básicos para conocer los resultados.

Tabla 19. Matriz de priorización protocolos de comunicación

Opciones/Criterios	Pesos	HTTP		WebSockets		MQTT	
		Puntaje	Total	Puntaje	Total	Puntaje	Total
Escalabilidad	0,2	4	0,8	3	0,6	4	0,8
Seguridad	0,2	3	0,6	3	0,6	4	0,8
Transmisión de datos	0,2	3	0,6	4	0,8	5	1
Orientada a IoT	0,15	2	0,3	3	0,45	5	0,75
Calidad de servicio	0,15	2	0,3	4	0,6	4	0,6
Menor uso de ancho de banda	0,05	3	0,15	3	0,15	4	0,2
Menor consumo de energía	0,05	1	0,05	3	0,15	4	0,2
Puntaje Total	1		2,8		3,35		4,35

Nota: Esta tabla contiene opciones, criterios, pesos y puntajes de los diferentes protocolos de comunicación.
Elaborado por: Los autores.

Con base en los resultados conseguidos de la Tabla 19, se determinó que MQTT es el más adecuado para la comunicación entre la aplicación web y el hardware debido a su puntaje con **4,35** a comparación de las otras opciones.

2.1.4. Análisis de alojamiento en la nube (Hosting)

En la Tabla 20, se define los criterios generales más importantes para cada opción, también, se les asigna un peso significativo mediante un valor representado en porcentaje.

Tabla 20. Criterios, opciones y peso del hosting

Criterios	Pesos (%)	Opciones
Velocidad	35	Inmotion Hosting Hostinger HostGator
Seguridad	35	
Precio	15	
Soporte Técnico	15	

Nota: En esta tabla se define los criterios con sus respectivos pesos de los servidores de alojamiento.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 21, se detalla la matriz de priorización, en la misma se utiliza los valores definidos en la Figura 6 para cada criterio, luego, se realiza cálculos matemáticos básicos para conocer los resultados.

Tabla 21. Matriz de priorización del hosting

Opciones/Criterios	Pesos	Inmotion Hosting		Hostinger		HostGator	
		Puntaje	Total	Puntaje	Total	Puntaje	Total
Velocidad	0,35	5	1,75	4	1,4	3	1,05
Seguridad	0,35	5	1,75	4	1,4	3	1,05
Precio	0,15	4	0,6	5	0,75	5	0,75
Soporte Técnico	0,15	4	0,6	3	0,45	3	0,45
Puntaje Total	1		4,7		4		3,3

Nota: Esta tabla contiene opciones, criterios, pesos y puntajes de los servidores de alojamiento.
Elaborado por: Los autores.

Con base en los resultados adquiridos de la Tabla 21, se determinó que Inmotion Hosting es el más adecuado para el alojamiento de la aplicación web debido a su puntaje con **4,25** a comparación de las otras opciones.

2.2. Análisis económico

En este apartado, se calculará el VAN y TIR para conocer si el proyecto es viable y factible, a continuación, se presenta las definiciones de abreviaturas mencionadas anteriormente.

VAN (Valor actual neto): Hace referencia a las ganancias que tiene un proyecto, tomando en cuenta la inversión inicial y permite conocer si un proyecto es rentable.

$$VAN = \sum_{n=1}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Ecuación 1. Fórmula para calcular el VAN

Donde:

- F_n : Flujo de efectivo de cada periodo
- n : Periodo de tiempo
- i : Tasa de interés o descuento
- I_0 : Inversión Inicial

Criterios de selección:

- Es rentable si $VAN > 0$.
- No es rentable si $VAN < 0$ (Velayos Morales, 2020).

TIR (*Tasa interna de retorno*): Representa el porcentaje de ganancia o pérdida que muestra si un proyecto es viable.

$$TIR = \sum_{n=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} - I_0 = 0$$

Ecuación 2. Fórmula para calcular el TIR

Donde:

- F_n : Flujo de efectivo de cada periodo
- n : Periodo de tiempo
- TIR / i : Tasa de interés o descuento
- I_0 : Inversión Inicial

Criterios de selección:

- Es aceptado si $TIR > i$.
- Es rechazado si $TIR < i$ (Sevilla, 2014).

En la Tabla 22, se detalla las herramientas y servicios utilizados durante el desarrollo de la aplicación web adaptiva con sus respectivos costos, cabe enfatizar que el valor total se toma como la inversión inicial del proyecto.

Tabla 22. Detalle de la inversión inicial

Rubro	Valor Unitario	Cantidad	Total
Laptop	\$690	1	\$690
Host	\$70	6	\$420
CloudMQTT	\$5	6	\$30
Servicios Básicos (Luz, agua, internet)	\$30	6	\$180
TOTAL			\$1320

Nota: Esta tabla contiene las herramientas y servicios a utilizar en el desarrollo del sistema web.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 23, se presenta los valores de flujo de ingresos y egresos durante un periodo total de 3 años, este tiempo se considera como la vida útil de la aplicación web adaptiva. El flujo efectivo neto se calcula realizando una resta entre los ingresos y egresos de cada año.

Tabla 23. Ingresos, egresos y valor neto

Ingresos		Egresos		Valor neto	
Año	Valor	Año	Valor	Año	Valor
1	\$1500	1	\$700	1	\$800
2	\$2000	2	\$900	2	\$1100
3	\$2500	3	\$1000	3	\$1500
Total	\$6000	Total	\$2600	Total	\$3400

Nota: Esta tabla contiene los valores de flujo de ingresos, egresos y efectivo neto calculados para tres años.
Elaborado por: Los autores.

Para calcular el VAN se aplicó la Ecuación 1, en esta se utilizó los valores del flujo efectivo neto de la tabla 12, un interés del 12 % y el valor de la inversión inicial, dando como resultado **\$1338,87**. Por otra parte, el TIR se calculó aplicando la Ecuación 2, en la misma se utilizó los valores del flujo efectivo neto de la Tabla 23 y el valor de la inversión inicial, obteniendo un resultado de **58%**.

De acuerdo con los resultados mencionados en el párrafo anterior, se determinó que la aplicación web adaptiva a desarrollar es viable y factible, debido a que el VAN es mayor a cero y el TIR es mayor a la tasa de interés.

2.3. Análisis legal

En este apartado, se realizará el análisis legal para conocer las posibles problemáticas legales que conlleva el diseño e implementación de la aplicación web adaptiva, para esto, se considerará el artículo 149 del Código Orgánico de Economía Social de Conocimientos, Creatividad e Innovación y el artículo 190 del Código Orgánico Integral Penal (Ver Anexo 1). La aplicación web adaptiva no infringe ninguno de los artículos mencionados anteriormente ya que se basó en los principios de software de código abierto y a que el sistema se realizó sin fines perjudiciales o mal intencionados.

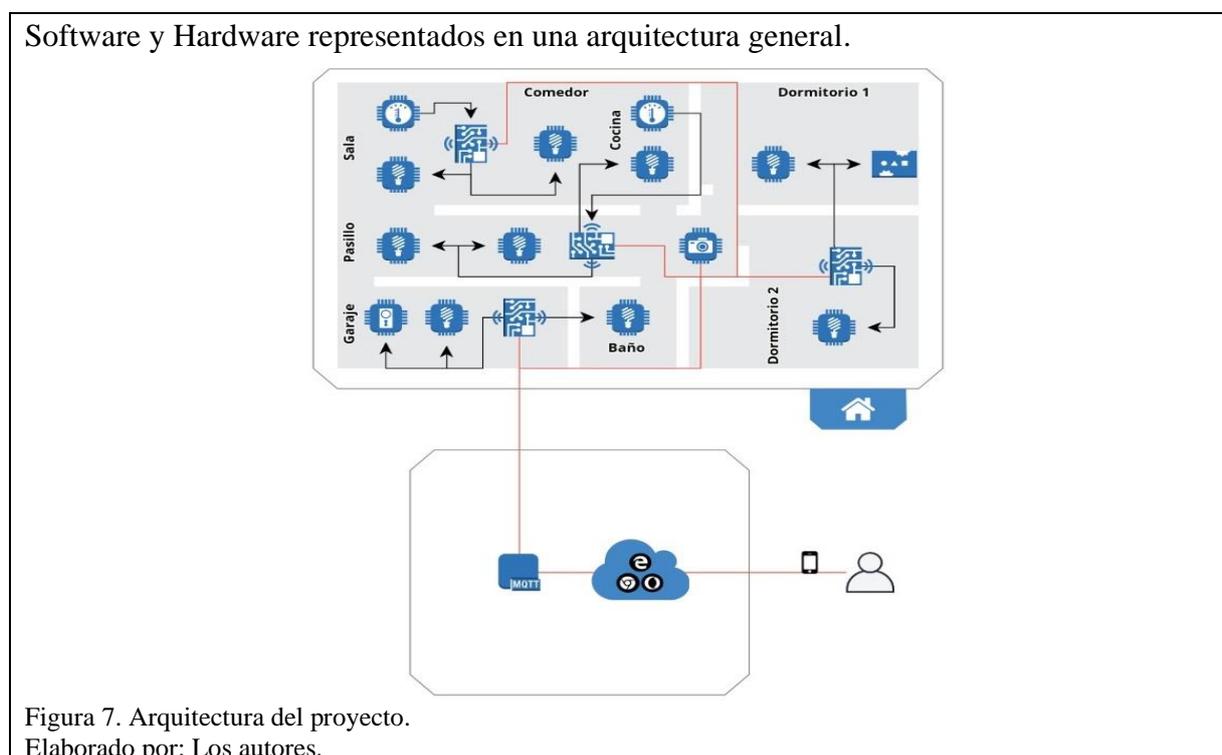
CAPÍTULO III

DISEÑO Y DESARROLLO

En este capítulo, se detallará la arquitectura del proyecto, así mismo, se presentará los diagramas UML, interfaces abstractas de la aplicación web adaptiva y la librería Eclipse Paho.

3.1. Arquitectura del proyecto

En la Figura 7, se muestra la arquitectura del proyecto, el mismo se constituye por hardware y software. El hardware está compuesto por un sensor de temperatura, un sensor de gas y dos sensores de movimiento, dieciséis focos, dos motores, dos ESP8266, un ESP32, un ESP32s y dos ESP-CAM, mientras tanto el software consta de diferentes módulos para cada usuario, donde el usuario administrador podrá crear, editar, listar y eliminar usuarios, roles, menús, y a la vez asignar menús a cada rol, por otra parte, el usuario controlador podrá enviar datos por medio de los elementos de la aplicación web adaptiva y recibirá datos que luego serán representados mediante gráficas; la comunicación entre las dos partes será a través del bróker CloudMQTT.

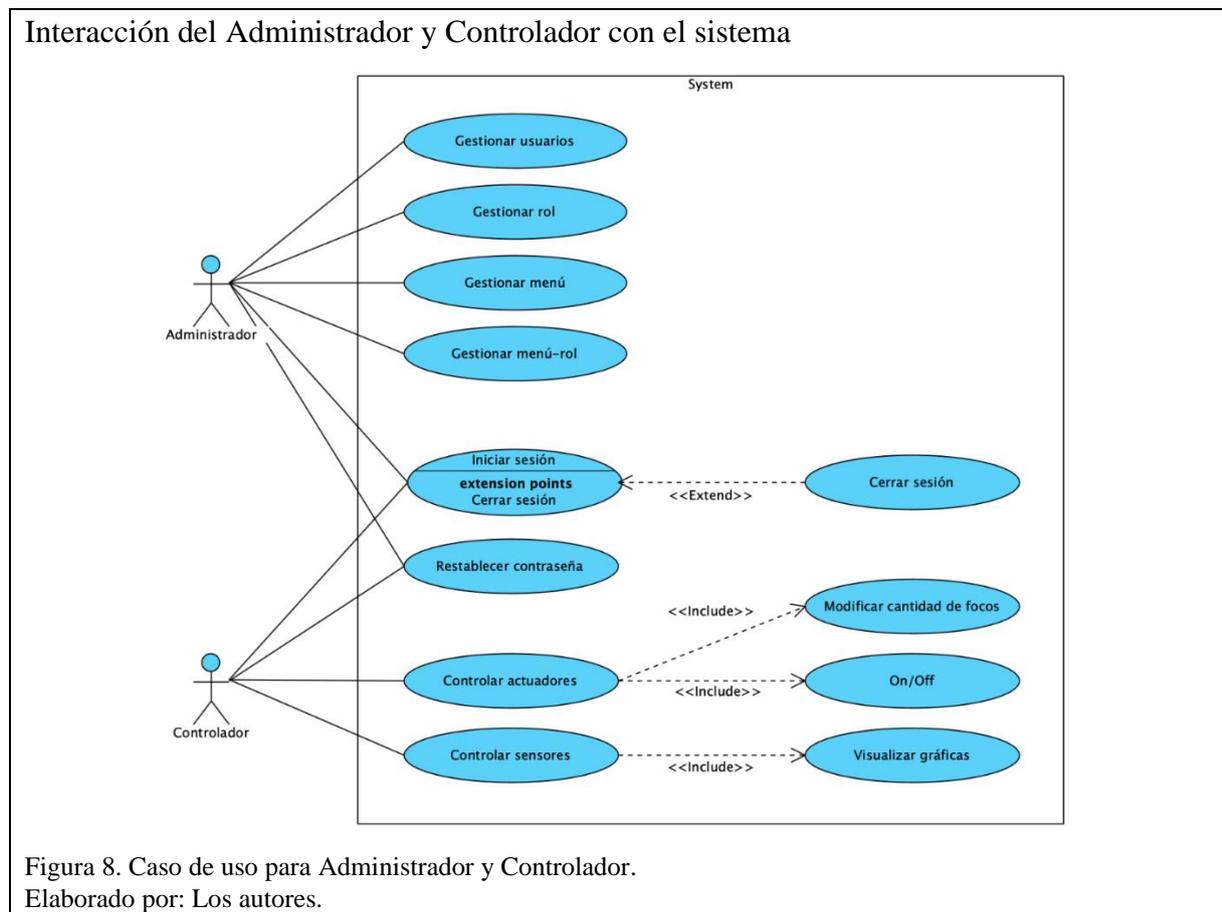


3.2. Diagramas UML

En el siguiente apartado, se presenta los diagramas UML del proyecto tales como: caso de uso, secuencia y de clases para conocer cómo interactuarán los usuarios con el sistema, de igual manera, se presenta el diagrama entidad - relación.

3.2.1. Diagrama de caso de uso

En la Figura 8, se presenta el diagrama general utilizado para el desarrollo de la aplicación web, donde se define actores, casos de uso relacionados entre sí, los cuales están dentro de un rectángulo que representa los límites del sistema.



3.2.2. Diagrama de secuencia

En la Figura 9 y Figura 10, se indica el diagrama de secuencia del usuario Administrador, se detalla las clases, los mensajes y las operaciones que va a poder realizar en la aplicación web, así como la validación de los datos que van a ser ingresados.

Comportamiento del Administrador con iniciar sesión, recuperar contraseña y menú

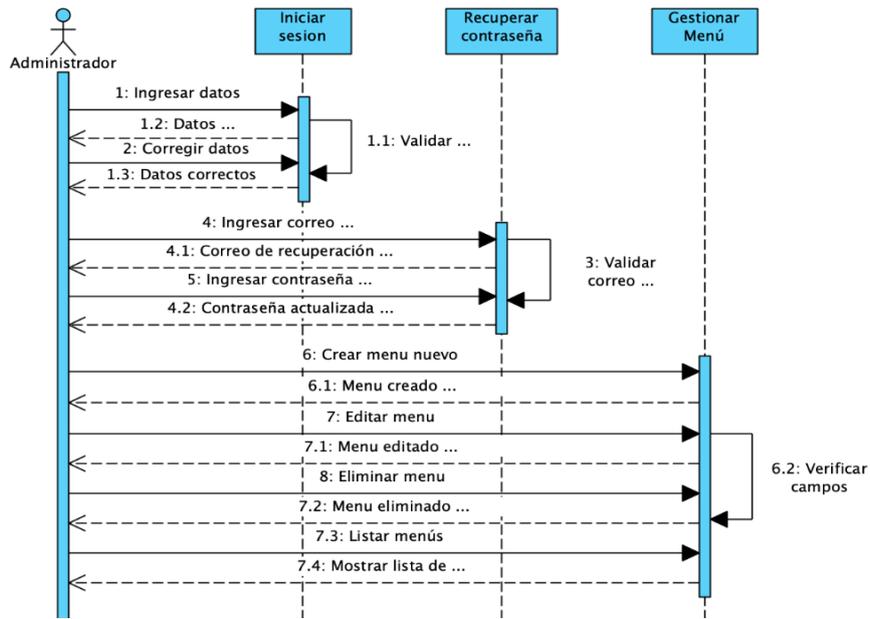


Figura 9. Primer diagrama de secuencia Administrador.
Elaborado por: Los autores.

Comportamiento del Administrador con usuarios, rol y menú-rol

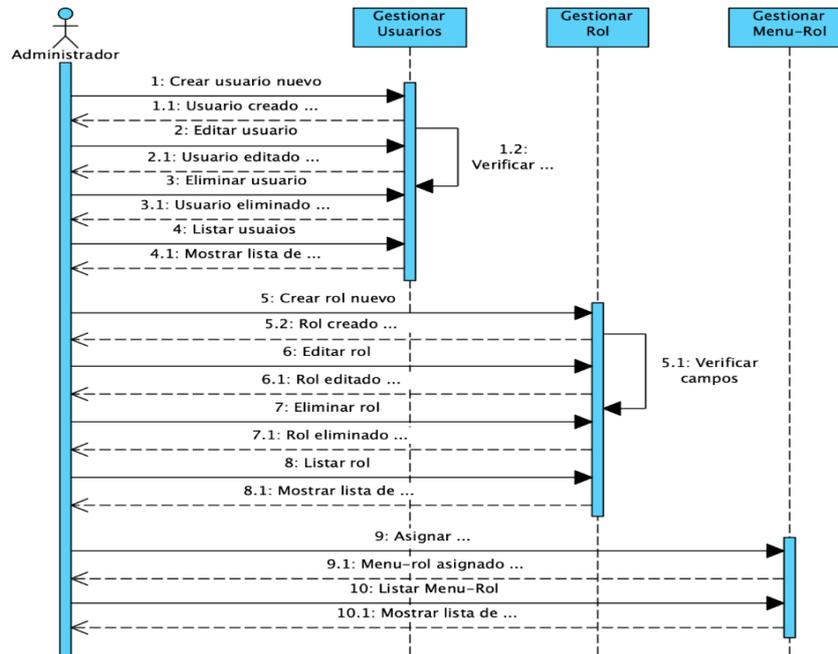


Figura 10. Segundo diagrama de secuencia Administrador.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 11, se evidencia el diagrama de secuencia del usuario Controlador en él se detalla las clases, mensajes y acciones que puede realizar en la aplicación web adaptiva, además, se especifica el proceso de validación de los datos para que el usuario no ingrese datos erróneos.

Comportamiento del Controlador con iniciar sesión, contraseña, sensores y actuadores

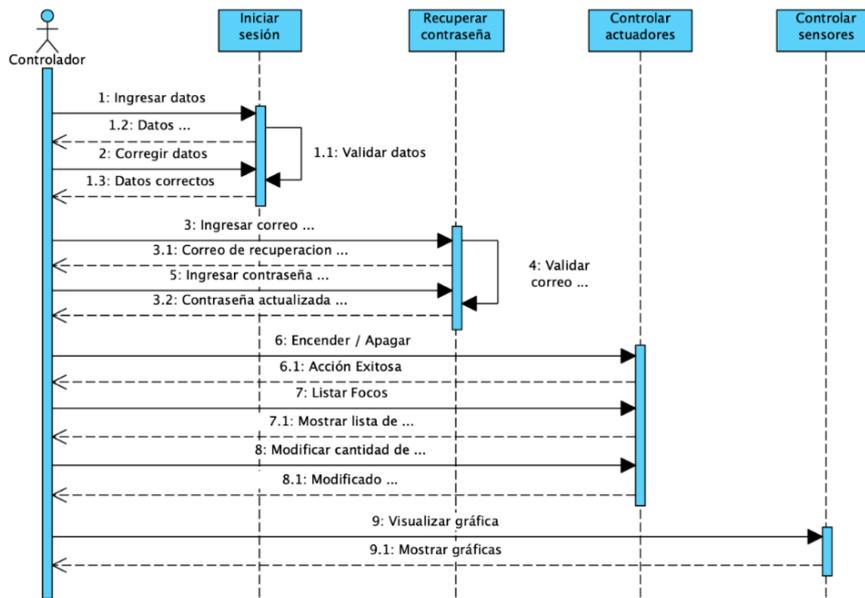
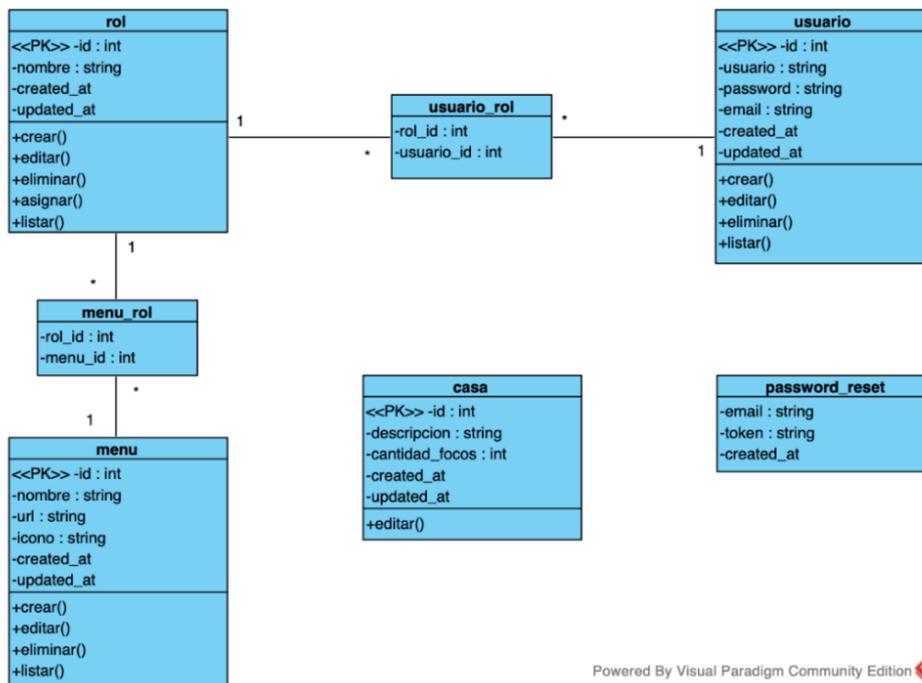


Figura 11. Diagrama de secuencia Controlador.
Elaborado por: Los autores.

3.2.3. Diagrama de clases

En la Figura 12, se expone el diagrama general donde se especifica cada una de las clases con sus respectivas variables y funciones, además, se muestra las relaciones existentes.

Diagrama de clases perteneciente a la aplicación web adaptiva

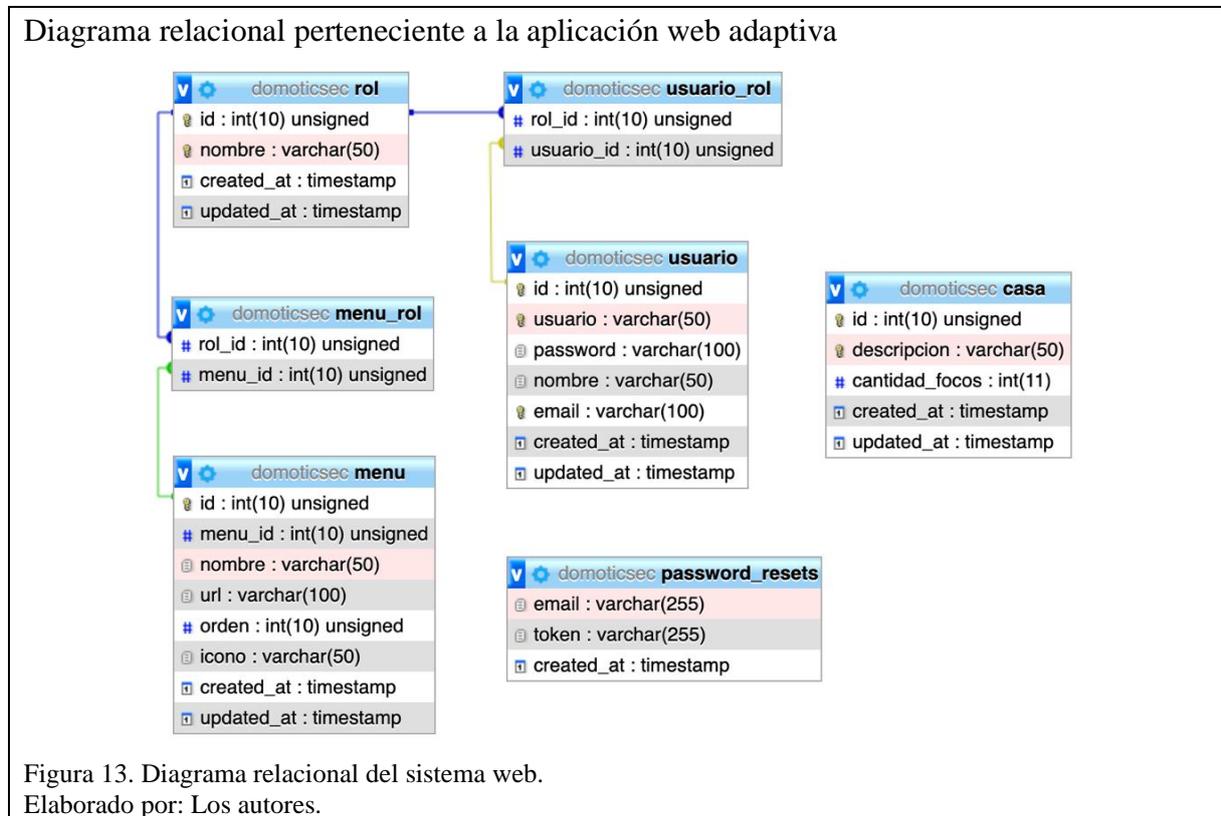


Powered By Visual Paradigm Community Edition

Figura 12. Diagrama de clases de la aplicación web adaptiva.
Elaborado por: Los autores.

3.2.4. Diagrama de base de datos

En la Figura 13, se presenta el modelo entidad - relación que se realizó para el almacenamiento de la información de la aplicación web adaptiva, el mismo contiene tablas con sus respectivas variables, tipo de datos y relaciones entre las mismas.



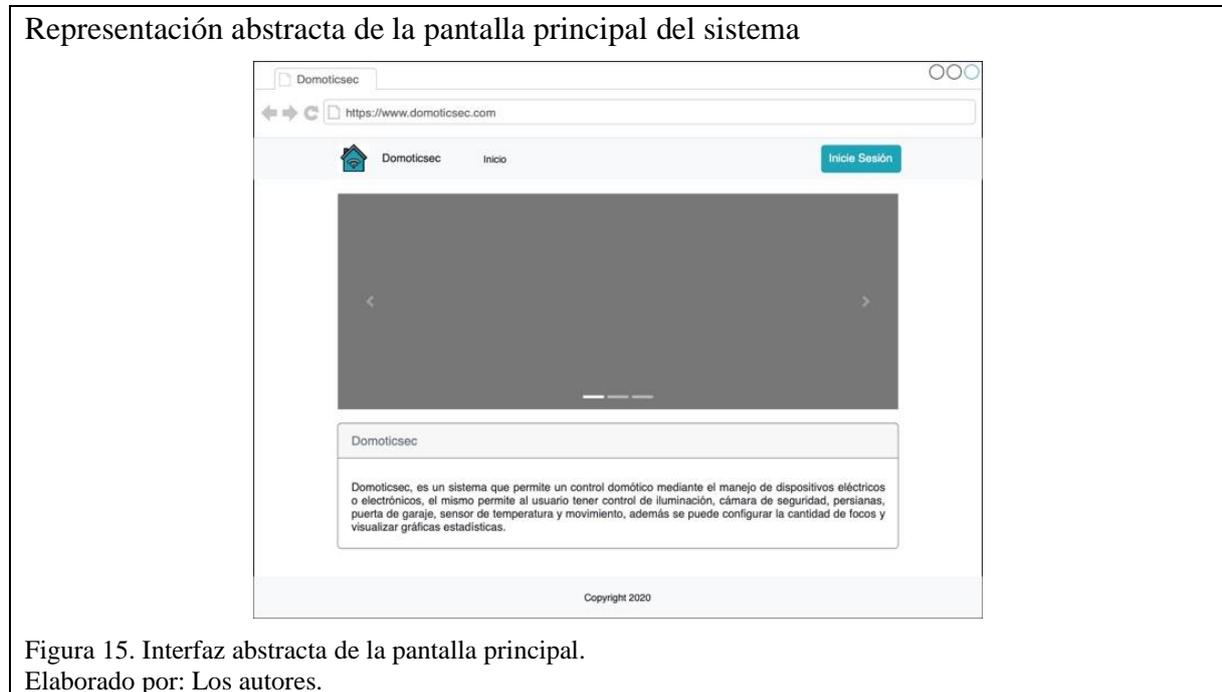
En la Figura 14, se detalla las variables definidas de cada una de las tablas presentadas en la Figura 13.

Representación de las variables pertenecientes al modelo entidad – relación	
Tabla	Variables
Rol	id, nombre, fecha de creación y fecha de modificación.
Menú	id, nombre, url, icono fecha de creación y fecha de modificación.
Usuario	id, usuario, contraseña, nombre, email, fecha de creación y fecha de modificación.
Password Resets	La tabla almacena temporalmente el email, token y fecha de creación cuando un usuario realiza el proceso de recuperar la contraseña.
Casa	id, descripción, fecha de creación y fecha de modificación.

Figura 14. Variables del modelo entidad – relación.
Elaborado por: Los autores.

3.3. Interfaces abstractas

En la Figura 15, se presenta la pantalla principal abstracta de la aplicación web adaptativa, la misma, se visualizará al momento de acceder al sistema.



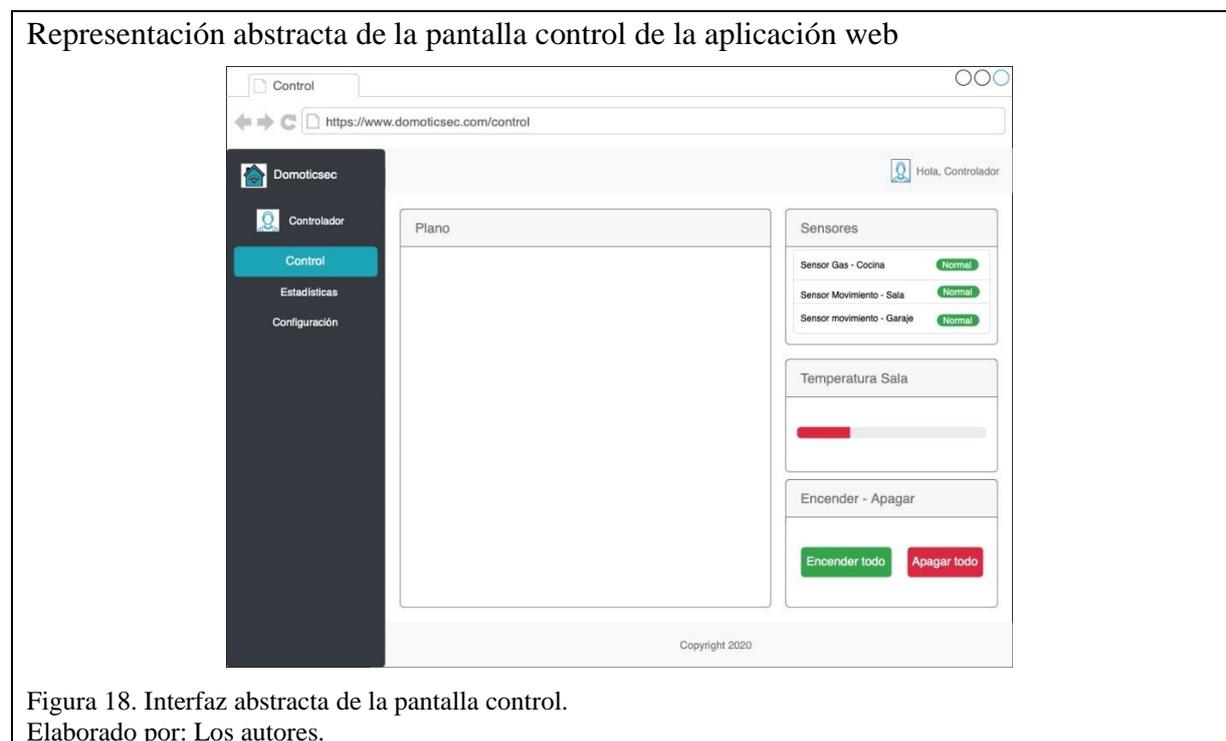
En la Figura 16, se presenta la pantalla abstracta para ingresar al sistema, la misma, se presenta cuando de clic en el botón “Inicie Sesión”.



En la Figura 17, se presenta la pantalla de usuarios para listar, crear, editar y eliminar, la misma se muestra cuando de clic en “Usuarios”.



En la Figura 18, se presenta la pantalla de control de los dispositivos electrónicos, la misma, se expone cuando de clic en “Control”.



3.4. Librería Eclipse Paho

La librería Eclipse Paho permite realizar la conexión entre el cliente MQTT y el servidor MQTT, la misma se puede descargar desde su sitio oficial (Eclipse Foundation, 2020), en nuestro caso se descargó para el lenguaje de programación Java Script.

En la Figura 19, se define las variables de conexión con sus valores correspondientes para el cliente MQTT.

Definición de las variables para el cliente MQTT

```
// Definir variables
const usuario = 'controlador';
const password = 'admin.1';
const clientId = `ws ${Math.random() * 100}`;
const off = new Paho.MQTT.Message("OFF");
const on = new Paho.MQTT.Message("ON");
const abrir = new Paho.MQTT.Message("A");
const cerrar = new Paho.MQTT.Message("C");
const stop = new Paho.MQTT.Message("S");
```

Figura 19. Variables del cliente MQTT.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 20, se crea una nueva instancia del cliente, donde se pasa como parámetros la dirección IP o nombre del host, el puerto y un identificador.

Creación de una instancia y sus parámetros

```
// Crear una nueva instancia del cliente
const client = new Paho.MQTT.Client("m16.cloudmqtt.com", 30770, clientId);
```

Figura 20. Instancia del cliente MQTT.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 21, se invoca a las funciones “onConnectionLost” y “onMessageArrived”, la primera imprime en consola un mensaje en el caso de existir pérdida de conexión y en la segunda permite detectar los mensajes enviados desde el servidor MQTT.

Funciones utilizadas en el cliente MQTT.

```
// Invocar a las funciones
client.onConnectionLost = onConnectionLost;
client.onMessageArrived = onMessageArrived;
```

Figura 21. Invocación de las funciones.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 22, se llama a la función “connect” con sus respectivos parámetros, la misma sirve para conectar al cliente, en esta función se utilizará las variables definidas anteriormente.

Definición de la función connect y sus parámetros

```
// Conectar al cliente
client.connect({
  useSSL: true,
  userName: usuario,
  password: password,
  onSuccess: onConnect,
});
```

Figura 22. Función connect.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 23, se define una función donde la instancia del cliente hace una llamada a la función “subscribe” y se le pasa el parámetro “#” el cual sirve para conectarse a todos los topics.

Creación de la función onConnect para el cliente MQTT

```
// Cuando el cliente se conecta
function onConnect() {
  console.log("onConnect");
  client.subscribe("#"); // El # permite conectarse a todos los topic
}
```

Figura 23. Función onConnect.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 24, la función “onConnectionLost” imprime en la consola del navegador web un mensaje en el caso de que la conexión no se efectuó de manera correcta.

Función perdida de conexión del cliente con el servidor MQTT

```
// Cuando el cliente pierde conexión
function onConnectionLost(responseObject) {
  if (responseObject.errorCode !== 0) {
    console.log("onConnectionLost:"+responseObject.errorMessage);
  }
}
```

Figura 24. Función de pérdida de conexión.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 25, la función “onMessageArrived” recibe todos los mensajes enviados desde el servidor MQTT, además, para cada mensaje se realiza una acción.

Función para recibir mensajes desde el servidor MQTT

```
// Cuando llega mensajes desde el servidor
function onMessageArrived(message) {
  switch (message.destinationName) {
    case `/${usuario}/sensormq6` :
      let est_sensor_gas = parseInt(message.payloadString);
      if(est_sensor_gas > 50 ){
        mensajeSms(`${ route('sms') }`);
        toastr.error('Gas detectado');
        $('#div_sensor_gas').html("<img src='../assets/img/led.gif'>");
        setTimeout(()=>$('#div_sensor_gas').html("<img src='../assets/img/grey-led.png'>"), 6000);
      }
      break;
    default:
      break;
  }
}
```

Figura 25. Función para recibir los mensajes.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 26, se presenta las líneas de código para realizar un encendido y apagado automático de los focos en base al mensaje enviado desde el sensor de luminosidad, de esta forma se podrá contribuir con el ahorro energético del hogar.

Función para encender y apagar focos todos los focos desde la aplicación web adaptiva

```
if(est_sensor_ldr === `ON GARAGE` ){
  console.log('Mensaje: ON GARAGE')
  on.destinationName = `/${usuario}/todo`;
  client.send(on);
  for (let i = 1; i <= 16; i++) {
    $('#div_foco_${i}`).html("<img src='../assets/img/light-on.png'>");
    elemento[i] = false;
  }
} else if (est_sensor_ldr === `OFF GARAGE` ){
  console.log('Mensaje: OFF GARAGE')
  off.destinationName = `/${usuario}/todo`;
  client.send(off);
  for (let i = 1; i <= 16; i++) {
    $('#div_foco_${i}`).html("<img src='../assets/img/light-off.png'>");
    elemento[i] = true;
  }
}
```

Figura 26. Función para encender y apagar los focos.
Elaborado por: Los autores.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo, se presentará las pruebas y resultados del funcionamiento de la aplicación web adaptiva, carga, cliente – servidor, comunicación entre hardware y software, consumo energético, también, se verificará la buena calidad del sistema por medio de una encuesta.

4.1. Pruebas de funcionamiento

En la siguiente sección, se presenta el funcionamiento de la aplicación web adaptiva, cabe aclarar que las mismas se realizaron de acuerdo con el rol del usuario.

4.1.1. Pantalla principal

En la Figura 27, se visualiza la pantalla principal de la aplicación web adaptiva, la misma tiene un botón para iniciar sesión, imágenes e información del sistema.



4.1.2. Pantalla de inicio de sesión

En la Figura 28, se observa que en el formulario de la pantalla de login se despliega mensajes de validación en el caso de existir algún error, además, el usuario podrá recuperar su contraseña haciendo clic en “Olvide mi contraseña”.



4.1.3. Pantalla de usuarios

En la Figura 29, se presenta la pantalla de usuarios donde se encuentran diferentes opciones como crear, editar y eliminar.



En la Figura 30, se expone la pantalla para crear un nuevo usuario, en el formulario se despliega mensajes de validación en el caso de existir algún error.

Validación de los campos para registrar un nuevo usuario

The screenshot shows a form titled 'Crear Usuarios' with the following fields and validation messages:

- Nombre ***: Input field with the value 'Nora'.
- Usuario ***: Input field with the value 'nora'.
- E-Mail ***: Input field with the value 'nora.huacho'. Below it, a red error message reads: 'Por favor, escribe una dirección de correo válida.'
- Contraseña ***: Input field with masked characters '*****'. Below it, a red error message reads: 'Por favor, no escribas menos de 8 caracteres.'
- Repita Contraseña ***: Input field with masked characters '*****'. Below it, a red error message reads: 'Las contraseñas no coinciden.'
- Rol ***: Dropdown menu with the selected value 'controlador'.

Buttons: 'Lista Usuarios' (top right), 'Guardar' (bottom right).

Figura 30. Pantalla para un nuevo usuario.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 31, se observa un mensaje de alerta cuando se desea eliminar un usuario, el mismo aparecerá en roles y menús.

Mensaje de alerta para eliminar usuarios, roles y menús en el sistema



Figura 31. Mensaje de alerta.
Elaborado por: Los autores.

4.1.4. Pantalla de roles

En la Figura 32, se observa la pantalla de roles donde se encuentran diferentes opciones como crear, editar y eliminar.

Lista de roles creados en la aplicación web adaptiva

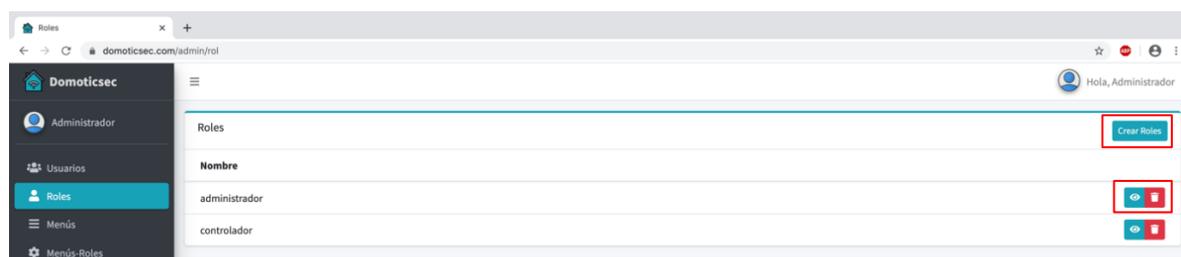


Figura 32. Pantalla de roles.
Elaborado por: Los autores.

4.1.5. Pantalla de menús

En la Figura 33, se observa la pantalla de menús donde se encuentran diferentes opciones como crear, editar y eliminar.

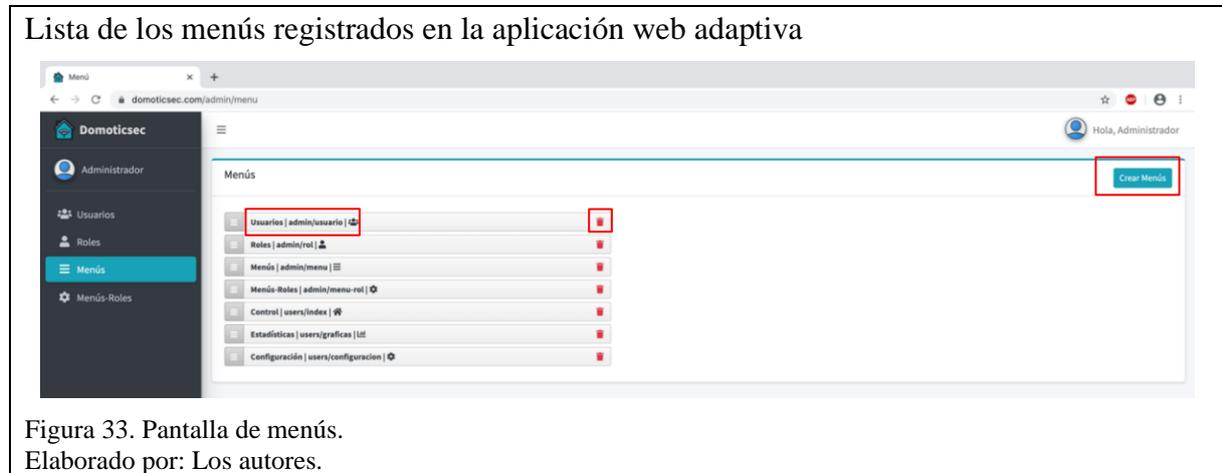


Figura 33. Pantalla de menús.
Elaborado por: Los autores.

4.1.6. Pantalla de menú – rol

En la Figura 34, se observa un mensaje de confirmación cuando se asigna satisfactoriamente un menú al rol o en el caso de que se retire la asignación.



Figura 34. Pantalla de menú – rol.
Elaborado por: Los autores.

4.1.7. Pantalla de control

En la Figura 35, se observa que, al momento de encender los focos, el icono del elemento seleccionado cambia a color amarillo como símbolo de que se ha encendido, para el encendido y apagado de los focos se visualizarán mensajes de alerta.

Encendido de los focos 5 y 9 desde la aplicación web adaptiva

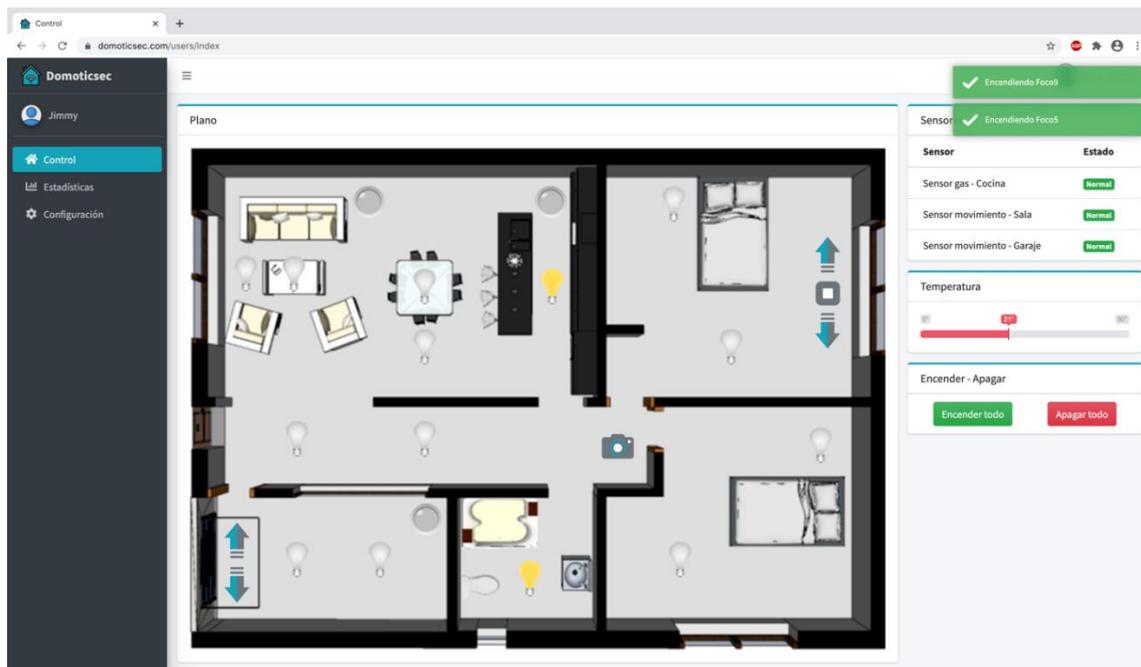


Figura 35. Control de los focos 5 y 9.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 36, se observa el encendido de los focos, esto significa que la tarea ejecutada desde la aplicación web adaptiva se ha completado con éxito.

Visualización del encendido de los focos 5 y 9



Figura 36. Distribución del foco 5 y 9 en la maqueta.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 37, se observa que, al momento de encender todos los focos, los iconos cambian a color amarillo como símbolo de que se han encendido.

Encendido de todos los focos desde el sistema

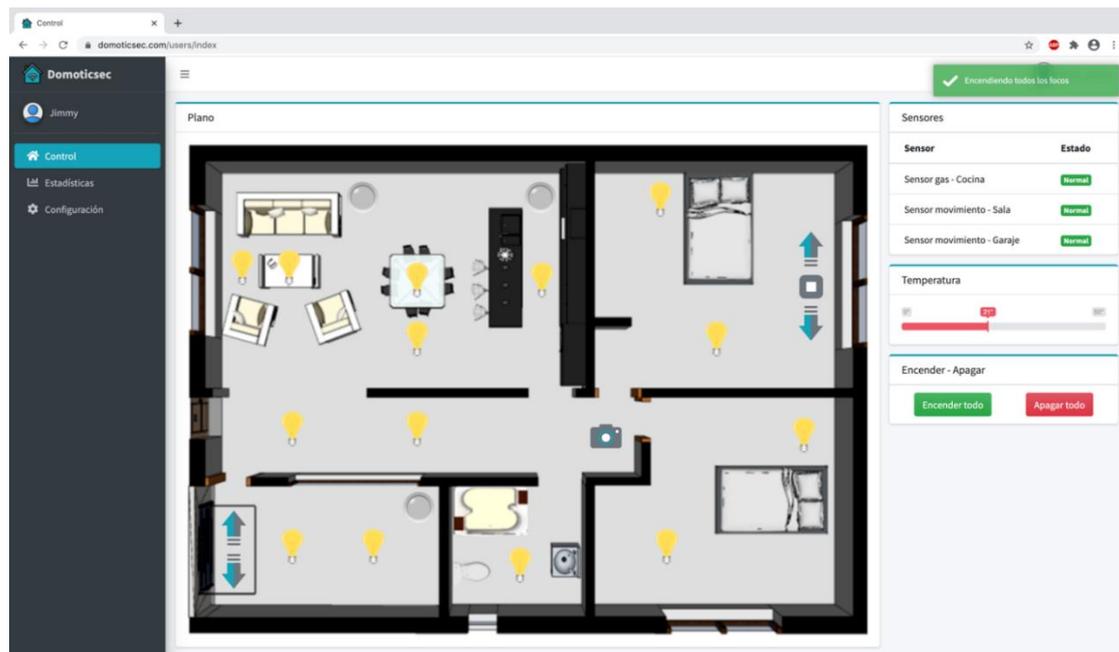


Figura 37. Control de todos los focos.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 38, se observa el encendido de todos los focos, esto significa que la tarea ejecutada desde la aplicación web adaptativa se ha completado satisfactoriamente.

Visualización del encendido de todos los focos



Figura 38. Distribución de todos los focos en la maqueta.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 39, se observa que al momento de hacer clic en el icono de abrir o cerrar, el motor de la puerta de garaje empezará a girar.

Funcionamiento del motor ubicado en la puerta de garaje



Figura 39. Control del motor de la puerta de garaje.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 40, se observa que la puerta está abierta y cerrada completamente, la misma, se encuentra localizada en una parte de la maqueta.

Puerta de garaje abierta y cerrada



Figura 40. Ubicación de la puerta de garaje en la maqueta.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 41, se observa que al momento de hacer clic en el icono de abrir o cerrar, el motor de la persiana empezará a girar, sin embargo, al presionar el icono detener se interrumpe la rotación del motor, para cada acción se visualizarán mensajes de alerta.

Funcionamiento del motor situado en la ventana

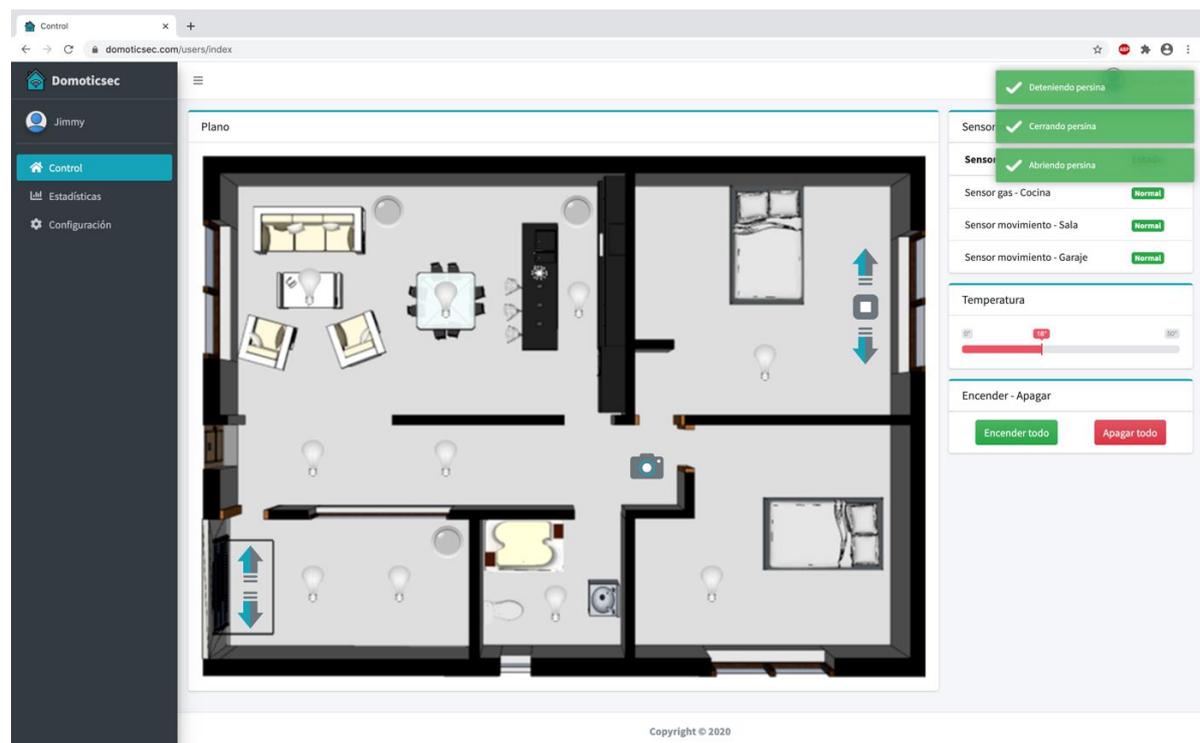


Figura 41. Control del motor de la venta.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 42, se observa que la persiana está abierta y cerrada completamente, la misma, se encuentra ubicada en uno de los dormitorios de la maqueta.

Persiana abierta y cerrada



Figura 42. Distribución de la persiana en la maqueta
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 43, el sensor de luminosidad envía un mensaje a la aplicación web adaptativa notificando que el foco esta apagado a pesar de la orden de encendido, esto significa que el mismo esta quemado o desconectado.

Visualización del mensaje perteneciente al sensor de luminosidad

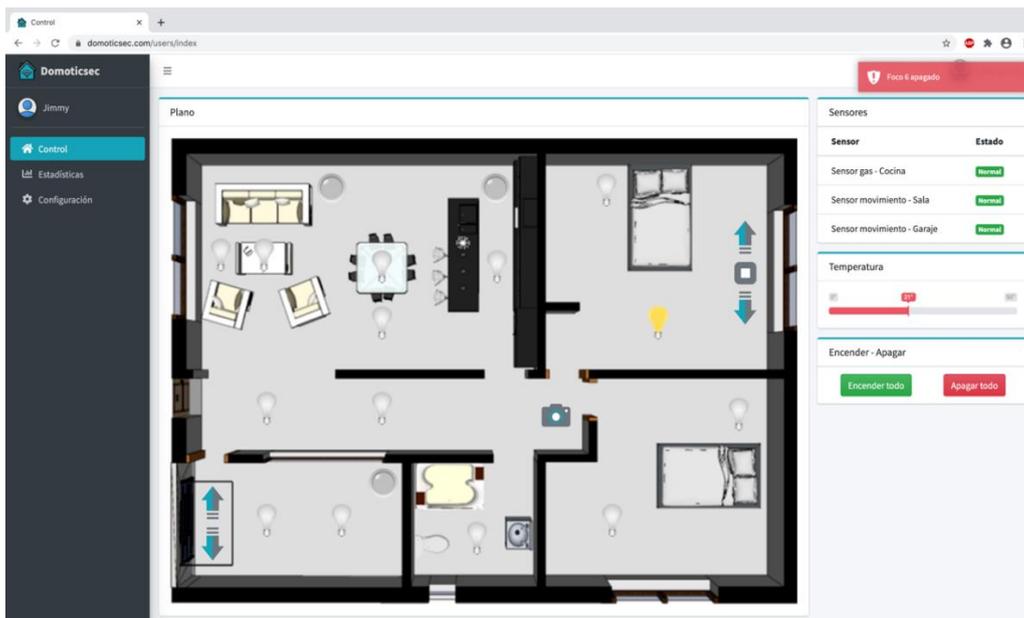


Figura 43. Sensor de luminosidad.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 44, se observa que el sensor al detectar gas el icono cambia a color rojo, de igual manera, en la parte derecha se modificará el estado de este.

Visualización de la notificación del sensor de gas

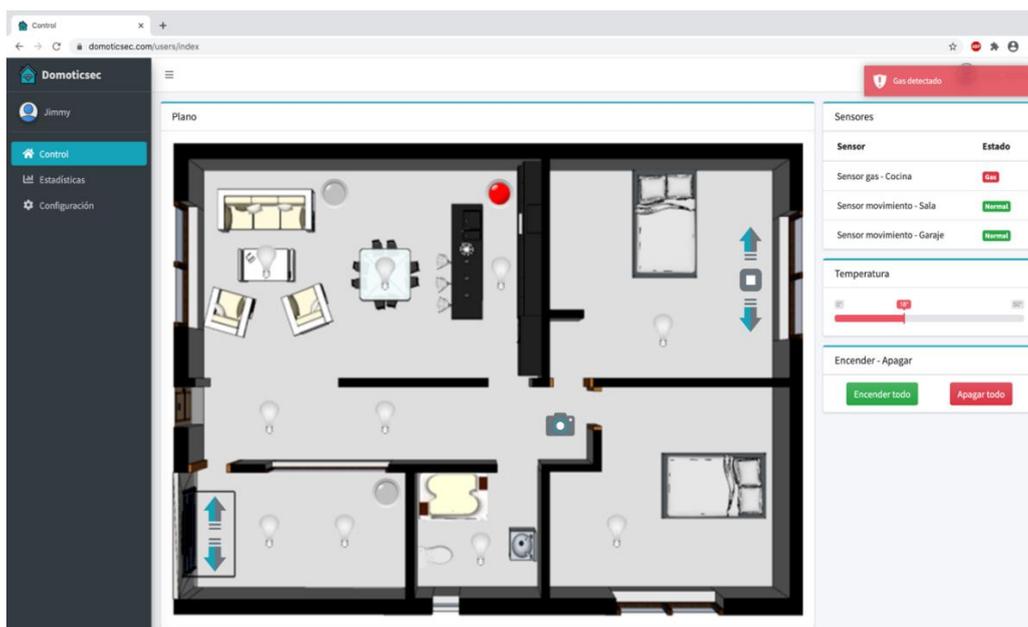


Figura 44. Sensor de gas.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 45, se observa que, el sensor al detectar algún movimiento el icono cambia a color rojo, de igual forma en la parte derecha se modificará el estado de este.

Visualización del mensaje perteneciente al sensor de movimiento

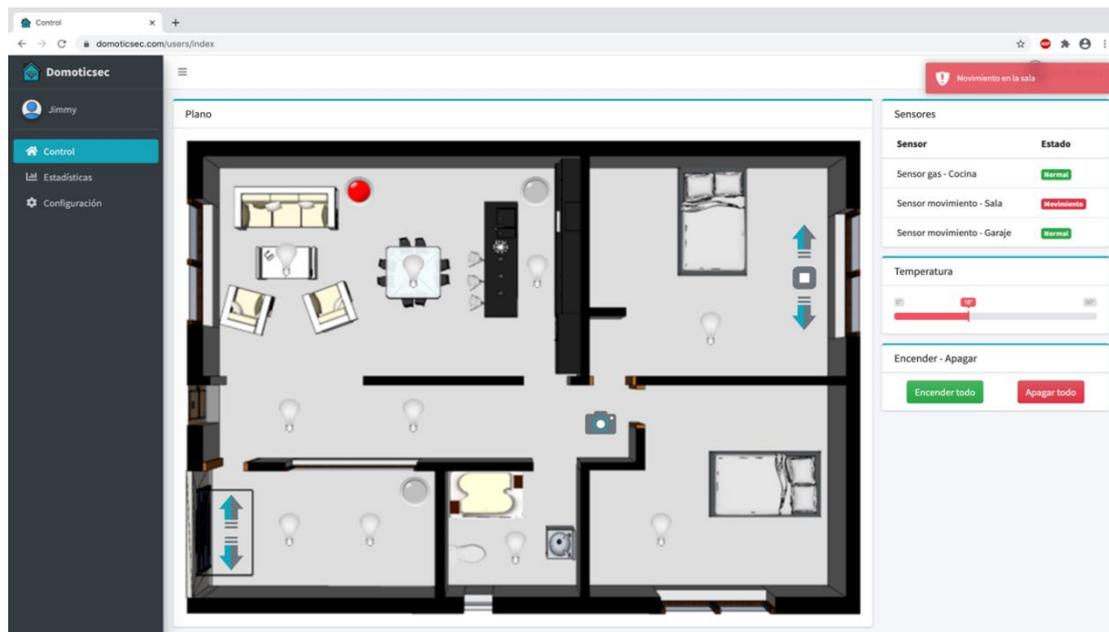


Figura 45. Sensor de movimiento.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 46, se muestra que al momento de hacer clic en el icono de la cámara web se redirigirá a una nueva ventana, en la cual se podrá observar en tiempo real la imagen del interior de la maqueta.

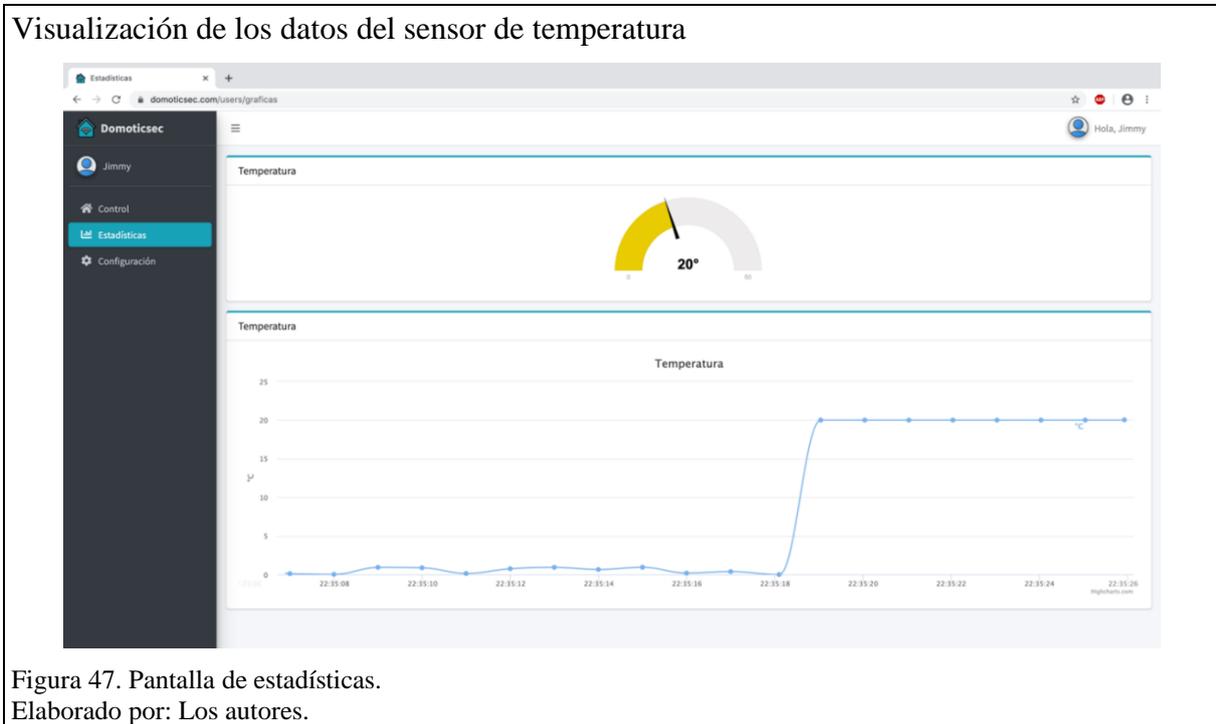
Funcionamiento de la cámara



Figura 46. Ubicación de la cámara en la maqueta.
Elaborado por: Los autores.

4.1.8. Pantalla de estadísticas

En la Figura 47, se presenta la pantalla de estadísticas para visualizar los datos del sensor de temperatura en tiempo real, el mismo se encuentra ubicado en la sala, los valores están representados en grados centígrados (°C).



4.1.9. Pantalla de configuración

En la Figura 48, se presenta la interfaz de configuración donde el usuario puede modificar la cantidad de focos, los cambios realizados se podrán observar en el menú “Control”.

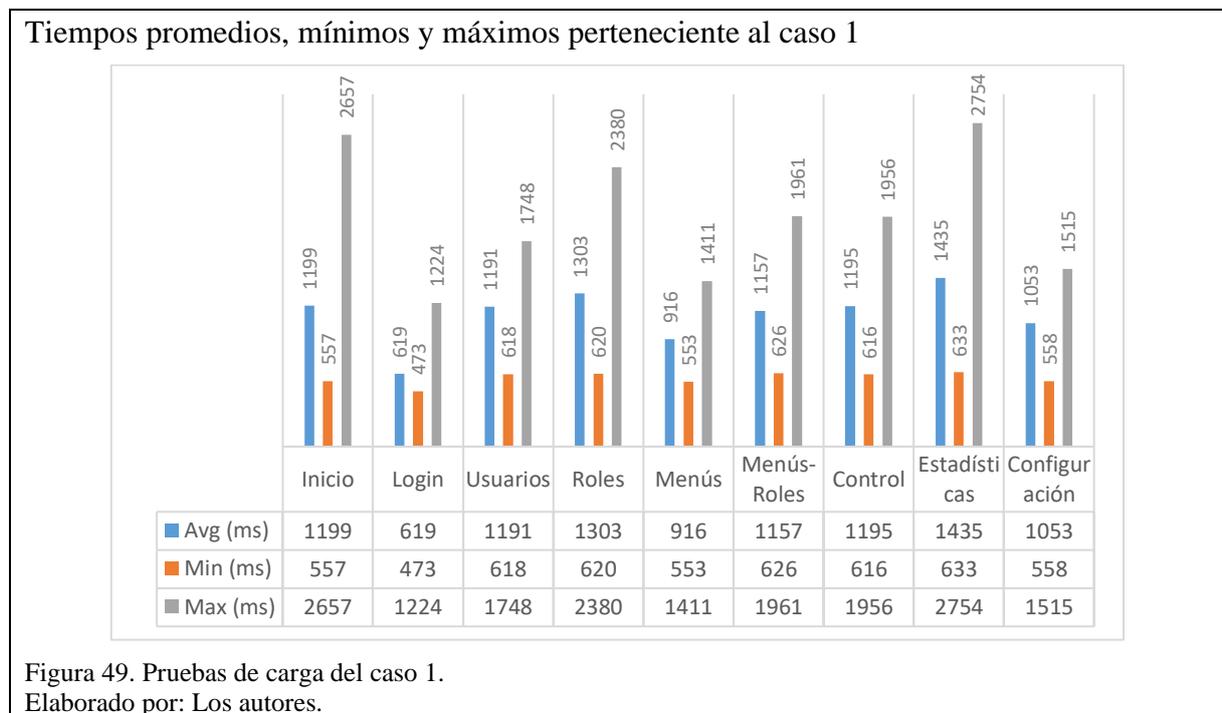


4.2. Pruebas de carga

En este apartado, se realizó pruebas de carga de la aplicación web adaptiva utilizando “JMeter”, en la misma se añadió un Servidor Proxy HTTP para escuchar las peticiones realizadas en el sistema, cabe recalcar que, se utilizó el navegador web Mozilla Firefox con su configuración de proxy correspondiente. Las pruebas fueron evaluadas para el caso 1 con 100 usuarios concurrentes, caso 2 con 200 usuarios concurrentes y caso 3 con 500 usuarios concurrentes, para cada caso se evaluó en 1 segundo.

Caso 1

En la Figura 49, se presenta las pruebas de carga del caso 1, los tiempos más altos pertenecen a la página de “Estadísticas” con un promedio de 1435 milisegundos, mínimo de 633 milisegundos y máximo de 2754 milisegundos en comparación con las otras páginas.



En la Figura 50, se presenta los datos recibidos y enviados del caso 1, la página de “Login” tiene la mayor cantidad de datos recibidos con 301,72 kilobytes, mientras tanto, la página de “Menús” tiene la mayor cantidad de datos enviados con 37,77 kilobytes.

Cantidad de datos recibidos y enviados correspondientes al caso 1

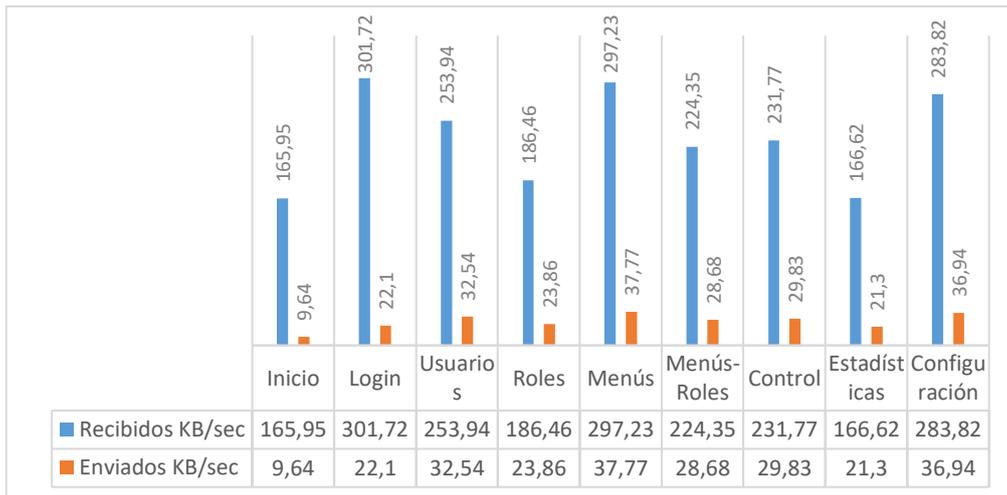


Figura 50. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 1.
Elaborado por: Los autores.

Caso 2

En la Figura 51, se presenta las pruebas de carga del caso 2, los tiempos más altos pertenecen a la página de “Configuración” con un promedio de 3753 milisegundos y máximo de 5868 milisegundos, se incluye la página de “Inicio” con un mínimo de 739 milisegundos.

Tiempos promedios, mínimos y máximos perteneciente al caso 2

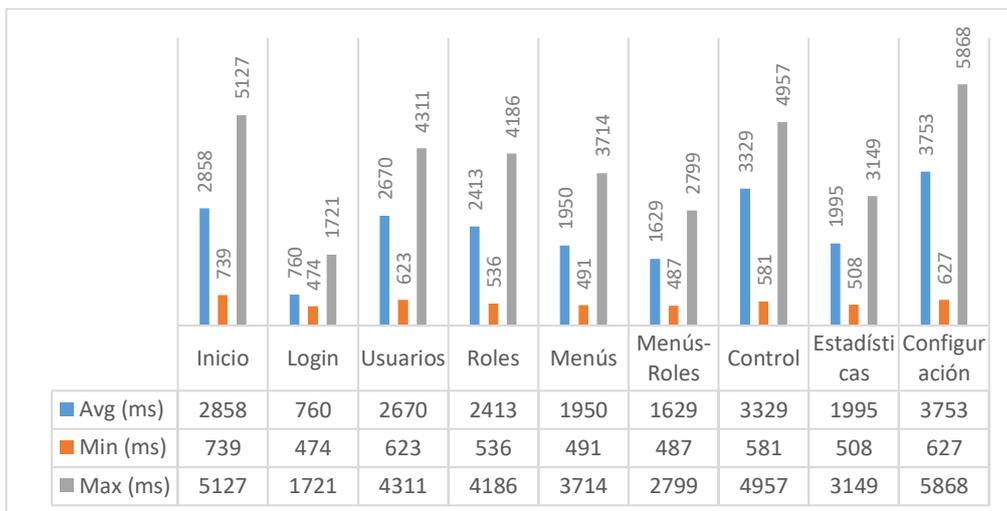


Figura 51. Pruebas de carga del caso 2.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 52, se presenta los datos recibidos y enviados del caso 2, la página de “Login” tiene la mayor cantidad de datos recibidos con 379,2 kilobytes, mientras tanto, la página de “Menús-Roles” tiene la mayor cantidad de datos enviados con 39,37 kilobytes.

Cantidad de datos recibidos y enviados correspondientes al caso 2

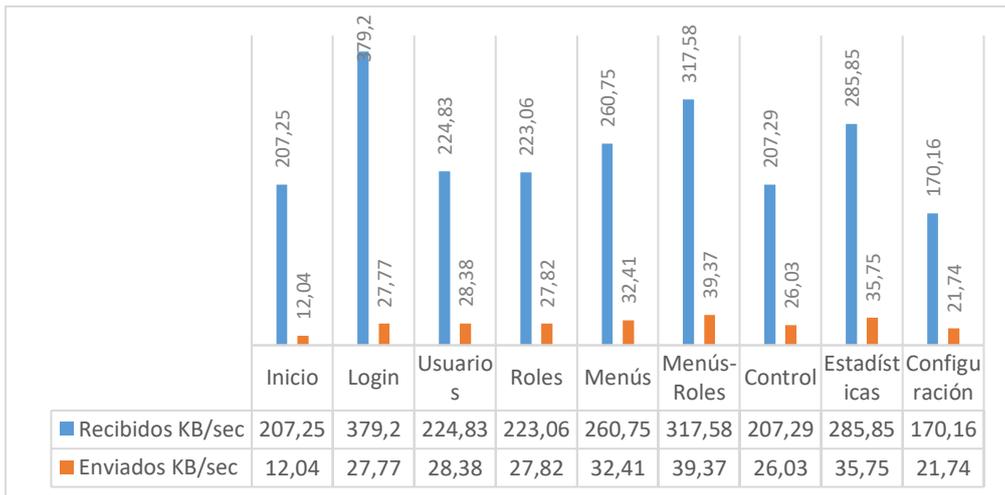


Figura 52. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 2.
Elaborado por: Los autores.

Caso 3

En la Figura 53, se presenta las pruebas de carga del caso 3, los tiempos más altos pertenecen a la página de “Roles” con un promedio de 4841 milisegundos y máximo de 9659 milisegundos, se incluye la página de “Menús-Roles” con un mínimo de 856 milisegundos.

Tiempos promedios, mínimos y máximos perteneciente al caso 3

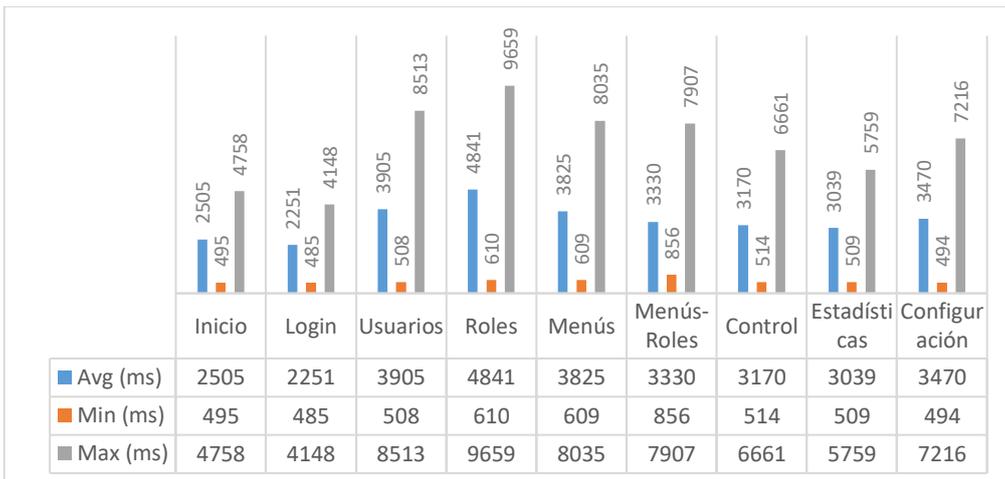


Figura 53. Prueba de carga del caso 3.
Elaborado por: Los autores.

En la Figura 54, se presenta los datos recibidos y enviados del caso 3, la página de “Estadísticas” tiene la mayor cantidad de datos recibidos con 665,84 kilobytes y datos enviados con 42,99 kilobytes.

Cantidad de datos recibidos y enviados correspondientes al caso 3

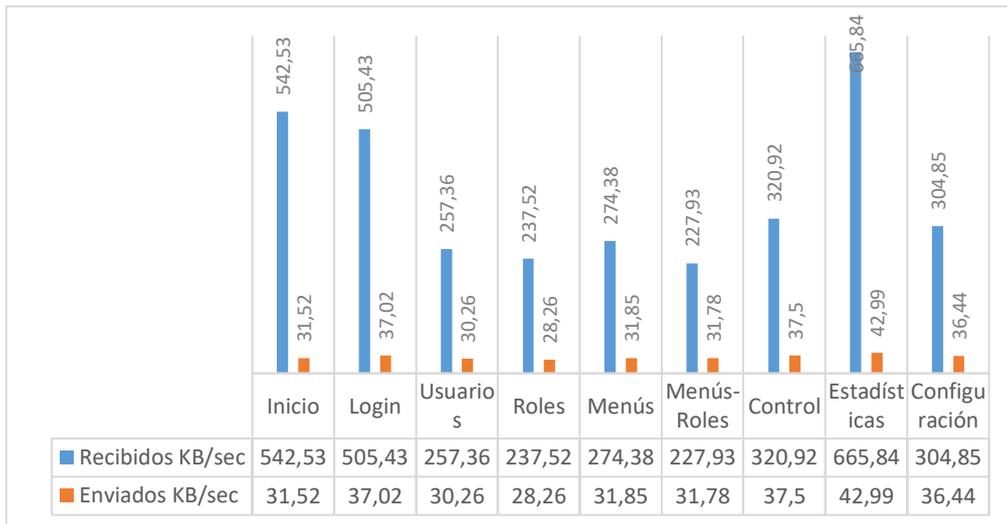


Figura 54. Prueba de datos recibidos y enviados del caso 3.
Elaborado por: Los autores.

4.3. Pruebas cliente – servidor

En este apartado, se realizó pruebas de cliente - servidor utilizando la aplicación “Cacti”, en la misma se añadió la dirección IP del servidor donde se encuentra hospedada la aplicación web adaptiva, posteriormente se obtuvo los tiempos de respuesta que existen entre la comunicación con el cliente.

En la Figura 55, se presenta de manera gráfica los tiempos obtenidos durante 1 hora utilizando Cacti.

Gráficas de los tiempos de respuesta de la aplicación web adaptiva alojada en el servidor

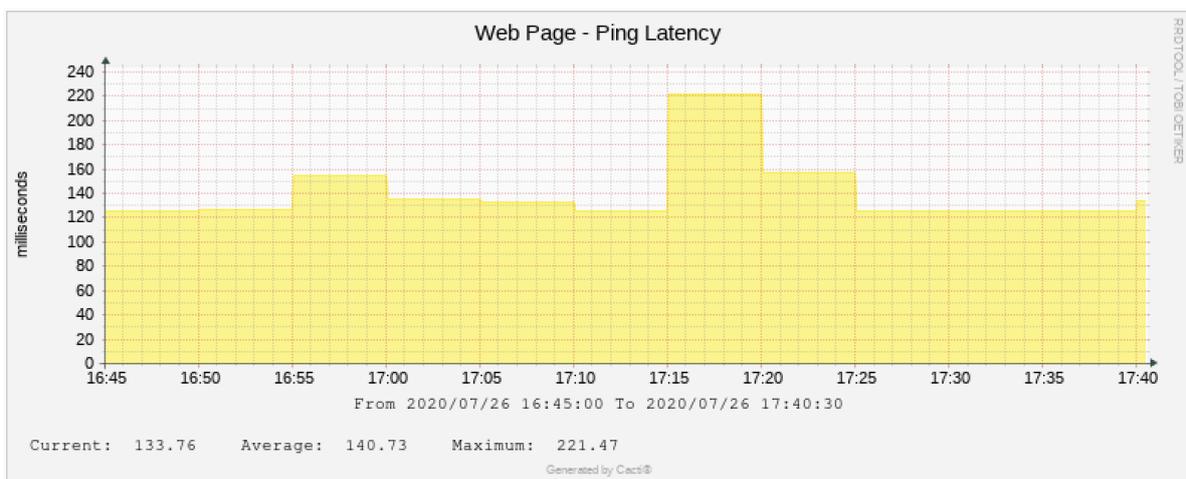


Figura 55. Prueba entre el cliente y servidor.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 24, se muestra el tiempo actual, promedio y máximo de la comunicación entre el cliente y servidor durante 1 hora.

Tabla 24. Tiempos de respuestas de la comunicación cliente - servidor

Escenario	Tiempo actual (ms)	Tiempo promedio (ms)	Tiempo máximo (ms)
Cliente - Servidor	133,76	140,73	221,47

Nota: Esta tabla muestra los tiempos obtenidos de la comunicación entre el cliente y servidor.
Elaborado por: Los autores.

Con los resultados obtenidos de la Tabla 24, se puede decir que la comunicación es aceptable ya que se obtuvo un tiempo promedio de **140,73** milisegundos.

4.4. Pruebas comunicación hardware y software

En este apartado, se realizó la medición de la comunicación entre el hardware y software con la finalidad de obtener datos para luego ser representados por medio de gráficas, cabe recalcar que los datos fueron recopilados de manera manual mediante un cronómetro ya que durante la investigación del proyecto no se encontró un software en específico para realizar este tipo de pruebas (Ver Anexo 2).

En la Figura 56, se presenta de forma gráfica los tiempos adquiridos entre la comunicación del hardware doméstico y la aplicación web adaptiva.

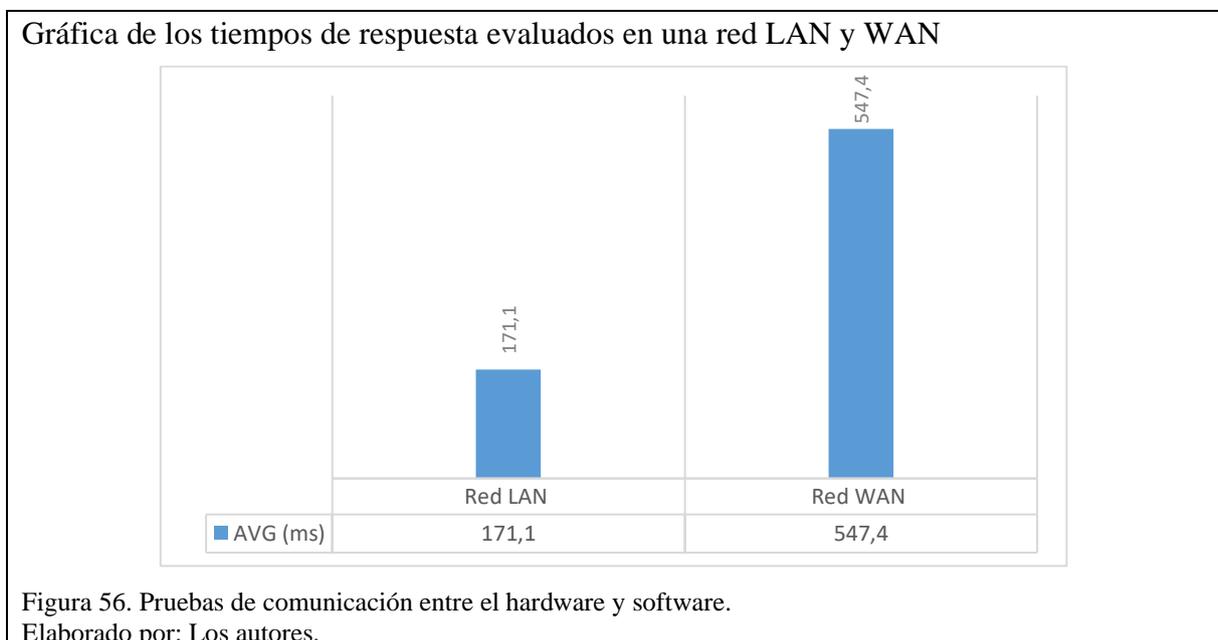


Figura 56. Pruebas de comunicación entre el hardware y software.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 25, se muestra los tiempos promedios obtenidos de la comunicación entre el hardware y software de la red LAN y WAN.

Tabla 25. Comparación de tiempos de respuesta

Escenario	Tiempo promedio (ms)
Red LAN	171,1
Red WAN	547,4

Nota: Esta tabla muestra los tiempos promedios de la comunicación en la red LAN y WAN.
Elaborado por: Los autores.

Con los resultados obtenidos de Tabla 25 se aprecia que la mejor respuesta es de la red LAN con una media de **171,1** milisegundos a diferencia de la red WAN con **547,4** milisegundos, es evidente que los tiempos no son mayores a 1 segundo, lo que quiere decir que la comunicación entre los dispositivos electrónicos y la aplicación web adaptiva es considerablemente estable.

4.5. Pruebas consumo energético

Estas pruebas fueron realizadas en conjunto con los estudiantes que desarrollaron e implementaron el hardware domótico para conectarse con la aplicación web adaptiva (Fonseca Yupa & Soria Badillo, 2020). Las pruebas se evaluaron en dos casos, en el primer caso sin la aplicación web adaptiva y en el segundo caso con la aplicación web adaptiva. Los datos del consumo energético para los dos casos se recopilaron durante un número de horas en el día por un mes donde se obtuvo un promedio de 6 horas de consumo para el primer caso y 3,4 horas de consumo para el segundo caso (Ver Anexo 3), cabe aclarar que se utilizó focos ahorradores para evaluar el consumo energético en los dos casos.

Se calculó el consumo energético de 1 foco ahorrador con una potencia de 20 watts donde se obtuvo un valor de 0,12 kilowatt por hora en 1 día y 43,8 kilowatt por hora en 1 año para el caso 1. De igual forma, para el mismo foco con su potencia respectiva obteniendo un valor de 0,68 kilowatt por hora en 1 día y 24,82 kilowatt por hora en 1 año para el caso 2. Según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, el precio por kilowatt por hora es de

\$0,0951 para un hogar (ARCONEL, 2020), con este precio se calculó los costos de consumo energético de 1 foco dando como resultados \$0,0114 al día y \$4,17 anual para el caso 1, en el caso 2 se obtuvo \$0,0065 al día y \$2,36 anual (Ver Anexo 3).

Con base en los resultados (Ver Anexo 3), se determinó que al utilizar la aplicación web adaptiva se tiene un ahorro económico en las 3,4 horas promedio del 42,98% en 1 día y 43,41% en 1 año, esto significa que la aplicación web adaptiva en conjunto con el hardware doméstico reducen el consumo de energía eléctrica en el hogar.

4.6. Resultados de la encuesta

Para verificar la buena calidad de la aplicación web adaptiva se desarrolló una encuesta en la que se plantea 8 preguntas, las mismas están basadas en las características de la norma ISO/IEC 25010, la misma fue aplicada luego de la implementación del sistema a una muestra de 20 personas (Ver Anexo 4).

En la Figura 57, se muestra los puntajes y su descripción con las cuales se evaluó cada pregunta de la encuesta; siendo 1 el puntaje más bajo y 5 el más alto.

Puntajes para evaluar cada pregunta de la encuesta	
Puntaje	Descripción
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Indiferente
4	De acuerdo
5	Muy de acuerdo

Figura 57. Calificativos para la encuesta.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 26, se muestra los intervalos de calificación para evaluar la aplicación web adaptiva de manera simbólica.

Tabla 26. Intervalo de calificación

Intervalo	Descripción
1 – 8	Muy mala
9 – 16	Mala
15 – 24	Regular
25 – 32	Buena
33 – 40	Muy Buena

Nota: Esta tabla contiene la descripción de cada intervalo para evaluar de manera simbólica el sistema.
Elaborado por: Los autores.

En la Tabla 27, se presenta los resultados conseguidos de la encuesta realizada, las mismas están representadas de manera numérica.

Tabla 27. Resultados obtenidos de la encuesta

		Preguntas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Usuarios	1	5	5	5	5	5	5	5	5	40
	2	5	5	5	5	5	5	5	5	40
	3	4	5	4	5	4	4	4	5	35
	4	5	5	5	5	5	5	5	4	39
	5	5	5	5	5	5	5	5	4	39
	6	5	5	5	5	5	4	5	5	39
	7	5	5	4	5	5	5	4	5	38
	8	5	5	5	4	5	5	4	5	38
	9	4	4	5	5	5	5	5	4	37
	10	5	5	5	5	5	5	4	4	38
	11	5	4	5	4	5	5	4	5	37
	12	5	5	5	5	5	5	5	5	40
	13	5	4	4	5	4	5	4	5	36
	14	5	5	5	5	5	5	5	5	40
	15	4	4	4	5	4	5	4	5	35
	16	4	5	4	5	4	3	4	5	34
	17	5	5	4	5	4	4	4	4	35
	18	5	5	4	5	5	5	4	5	38
	19	4	4	4	5	5	5	4	5	36
	20	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Total										754
Promedio										37,7

Nota: La tabla tiene los resultados de cada pregunta representada de manera numérica.
Elaborado por: Los autores.

La aplicación web adaptiva será evaluada de manera simbólica ya que los resultados de la encuesta se encuentran de forma numérica, cabe aclarar que se realizó una multiplicación del puntaje más alto de la Figura 57 por el número de preguntas realizadas en la encuesta, luego se dividió este resultado por los cinco calificativos de la Tabla 26 y así se definió un intervalo de 8 números.

Con base en los datos obtenidos al realizar la encuesta los mismos que se presentan en la Tabla 27 se obtuvo un promedio de calificación del **37,7** lo que representa que un **94%** de las personas que realizaron la encuesta consideran a la aplicación web adaptiva como “Muy Buena”.

CONCLUSIONES

- La matriz de priorización permitió seleccionar las herramientas y métodos utilizados en el desarrollo de la aplicación web adaptiva, en la misma se plantearon varias opciones las cuales fueron separadas por grupos, siendo evaluadas con criterios como flexibilidad, fiabilidad, seguridad, entre otras y ponderaciones que fueron asignadas por experiencias propias y una investigación previa; los puntajes asignados a cada criterio fue según la Figura 6, determinando así a Laravel como framework de PHP con un promedio de 4,25, a MySQL como motor de base de datos con un promedio de 4,05, a MQTT como protocolo de comunicación con un promedio de 4,35 y a Inmotion Hosting para el alojamiento de la aplicación web adaptiva con un promedio de 4,25.
- La implementación de la aplicación web adaptiva permite que el usuario tenga la facilidad de gestionar tareas como el encendido o apagado de focos; abrir o cerrar puerta de garaje; subir, detener o bajar persiana; vigilar el interior del hogar mediante una cámara, además, puede monitorizar en tiempo real el estado del sensor de gas, de movimiento y de temperatura; para efectuar dichas tareas el usuario cuenta con una interfaz amigable, la misma que tiene un nivel de aceptación del 85,7% de acuerdo a la cuarta pregunta del Anexo 4.
- La latencia promedio medida entre la aplicación web adaptiva alojada en el servidor Inmotion Hosting y los dispositivos electrónicos fue de 171,1 milisegundos dentro de una red LAN; mientras que la latencia promedio medida entre la aplicación web adaptiva alojada en el servidor y los dispositivos electrónicos para una red WAN fue de 547,4 milisegundos; ambas latencias no sobrepasan el 1 segundo, por lo que el protocolo MQTT es eficiente en aplicaciones orientadas a IoT.

- De acuerdo con el Anexo 3, se determinó que utilizando la aplicación web adaptiva se tiene un ahorro económico en las 3,4 horas promedio del 42.98% en 1 día y 43,41% en 1 año con un foco ahorrador, esto significa que la aplicación web adaptiva en conjunto con el hardware domótico reducen el consumo de energía eléctrica en el hogar.
- Con la encuesta realizada según las características del estándar ISO/IEC 25010, se comprobó que el 94% de las personas encuestadas reconocen a la aplicación web como “Muy Buena” con base en la Tabla 26, significando que tiene un alto grado de aceptación.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar cambios en la aplicación web adaptiva se recomienda efectuar una encuesta para identificar nuevos requerimientos.
- Se recomienda que, si el sensor detecta algún movimiento o presencia de gas, la aplicación web adaptiva envíe alertas al usuario a través de mensajes de texto o por correo electrónico.
- La aplicación web adaptiva está diseñada para que al usuario controlador utilice un mismo plano de la casa por lo que se recomienda realizar un diseño donde el usuario administrador pueda cargar diferentes planos para cada usuario.
- Se recomienda utilizar Laravel en su última versión ya que los servidores de alojamiento admiten versiones de PHP superiores a 7.0.

LISTA DE REFERENCIAS

Artículos académicos

- Parada Prieto, E. A., Illera Bustos, M. J., Sepúlveda Mora, S. B., Guevara Ibarra, D., & Medina Delgado, B. (2016). *Sistema de control domótico de bajo costo: un respaldo a la generación ecológica de energía eléctrica en Colombia*. Estudio de caso, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Vieira, A., Blanco, X., & Quijadas, D. (2018). *Sistema domótico para control de temperatura e iluminación de un apartamento para lesionados medulares (paraplégicos)*. Artículo Académico, Universidad Católica Andrés Bello.

Imágenes

- Bobb, N. (20 de 07 de 2019). *MVC (Modelo Vista Controlador)*. Recuperado el 08 de 12 de 2019, de <https://nicobobb.com/mvc/>
- Paz Carrasco, R. I. (23 de 03 de 2016). *Desarrollo de una aplicación web adaptativa para apoyar al distribuidor independiente de herbalife en el seguimiento y control del estado nutricional de sus clientes, Lambayeque – 2015*. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. Recuperado el 06 de 02 de 2020, de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/704/3/TL_PazCarrascoRonaldIvan.pdf
- Rodríguez, B. (03 de 11 de 2019). *Que es un servidor web? Que es y para que sirve?* Recuperado el 09 de 12 de 2019, de <https://www.webebre.net/que-es-un-servidor-web/>

Libros

- Arias, M. Á. (2017). *Programación Web con PHP y Mysql* (2da ed., Vol. 2do). IT Campus Academy. Recuperado el 02 de 12 de 2019
- Bean, M. (2015). *Laravel 5 Essentials*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Becerra, P., & Sanjuan, M. (2014). *Revisión de estado del arte del ciclo de vida de desarrollo de software seguro con la metodología SCRUM*. Universidad Simón Bolívar. Recuperado el 07 de 12 de 2019, de <http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/rdigital/ojs/index.php/identific/article/view/1525>
- Berzal, F., Cortijo, F. J., & Cubero, J. C. (2006). *Desarrollo profesional de aplicaciones web con ASP.NET*. Recuperado el 19 de 11 de 2019
- Cabrera, L. V. (2014). *Introducción a CSS*. Recuperado el 01 de 12 de 2019, de <http://www.cs.us.es/blogs/bd2012/files/2012/09/IntroducciónCSS.pdf>
- CECARM. (11 de 2013). *Diseño Web Adaptativo*. Recuperado el 06 de 02 de 2020, de https://www.cecarm.com/Guia_Disenio_Web_Adaptativo_-_CECARM.pdf-6506
- Combaudon, S. (2018). *MYSQL 5.7 Administración y optimización*. Barcelona: ENI. Recuperado el 03 de 12 de 2019

- Domínguez, H. M., & Sáez Vacas, F. (2006). *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Madrid: Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones.
- Eguíluz Pérez, J. (2019). *Introducción a CSS*. Recuperado el 02 de 12 de 2019, de <https://uniwebsidad.com/libros/css/capitulo-1>
- Mateu, C. (2005). *Software libre*. Barcelona. Recuperado el 30 de 11 de 2019, de <https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/591/1/004%20Desarrollo%20de%20aplicaciones%20web.pdf>
- Ramos Martín, A., & Ramos Martín, M. J. (2014). *Aplicaciones Web* (2da ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo, SA. Recuperado el 08 de 12 de 2019
- Sarasúa Loboguerrero, J. C. (07 de 2011). *Domótica. un factor importante para la arquitectura sostenible*. Recuperado el 27 de 11 de 2019, de https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/141/pdf_72

Sitios Web

- Ahlgren, M. (20 de 01 de 2020). *HostGator Review*. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://www.websitehostingrating.com/es/hostgator-review/>
- Ahlgren, M. (20 de 01 de 2020). *Hostinger Review*. Recuperado el 01 de 03 de 2020, de <https://www.websitehostingrating.com/es/hostinger-review/>
- Ahlgren, M. (20 de 01 de 2020). *InMotion Hosting Review*. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://www.websitehostingrating.com/es/inmotion-hosting-review/>
- Amazon Web Services. (2020). *Uso de WebSocket con distribuidores de CloudFront*. Recuperado el 02 de 01 de 2020, de https://docs.aws.amazon.com/es_es/AmazonCloudFront/latest/DeveloperGuide/distribution-working-with.websockets.html
- ARCONEL. (2020). *Tarifas del Sector Eléctrico*. Recuperado el 20 de 06 de 2020, de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/tarifas-del-sector-electrico/>
- Asociación Programa Ergo Sum. (26 de 12 de 2017). *Introducción al framework de CodeIgniter*. Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://www.programoergosum.com/cursos-online/paginas-web/138-introduccion-al-framework-de-codeigniter/introduccion-codeigniter>
- CloudMQTT. (2020). *Agente de mensajes alojado para Internet de las cosas*. Recuperado el 23 de 06 de 2020, de <https://www.cloudmqtt.com/>
- CloudMQTT. (2020). *Documentation CloudMQTT*. Recuperado el 23 de 06 de 2020, de <https://www.cloudmqtt.com/docs/index.html>
- CTIC. (16 de 12 de 2019). *20 años de MQTT*. Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://www.fundacionctic.org/es/actualidad/20-anos-de-mqtt>
- Database.Guide. (15 de 02 de 2020). *What is Oracle Database?* Recuperado el 21 de 02 de 2020, de <https://database.guide/what-is-oracle-database/>
- Desarrolloweb. (02 de 01 de 2014). *Qué es MVC*. Recuperado el 08 de 12 de 2019, de <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>

- Descubrearduino. (13 de 02 de 2020). *MQTT, Qué es, ¿cómo se puede usar? y Cómo funciona.* Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://descubrearduino.com/mqtt-que-es-como-se-puede-usar-y-como-funciona/>
- Diligent. (13 de 05 de 2018). *Qué es el Framework Symfony php: características y ventajas.* Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://www.diligent.es/framework-symfony-php/>
- Domoticus. (2019). *Beneficios de la domótica.* Recuperado el 04 de 12 de 2019, de <https://www.domoticus.com/es/beneficios/beneficios-de-la-domotica.html>
- Eclipse Foundation. (2020). *Eclipse Paho - MQTT and MQTT-SN software.* Obtenido de <https://www.eclipse.org/paho/>
- Furriel, M. (20 de 10 de 2016). *WebSockets vs. Long Polling.* Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://blog.intive-fdv.com.ar/websockets-vs-long-polling/>
- Herrera, C. (2019). *Laravel Vs CodeIgniter.* Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://carlos-herrera.com/laravel-vs-codeigniter/>
- HostGator. (2020). *Shared Web Hosting Plans - Easy & Affordable.* Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://www.hostgator.com>
- Hostinger. (01 de 11 de 2019). *¿Qué es Apache? Descripción completa del servidor web.* Recuperado el 07 de 12 de 2019, de <https://www.hostinger.com.ar/tutoriales/que-es-apache/>
- Hostinger. (13 de 05 de 2019). *¿Qué es CSS?* Recuperado el 01 de 12 de 2019, de <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-css/>
- Hostinger. (18 de 01 de 2019). *¿Qué es HTML? Explicación de los fundamentos del Lenguaje de marcado de hipertexto.* Recuperado el 01 de 12 de 2019, de <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-html/>
- Hostingpedia. (24 de 01 de 2019). *MySQL.* Recuperado el 22 de 02 de 2020, de <https://hostingpedia.net/mysql.html>
- IBM. (05 de 12 de 2018). *Conociendo MQTT.* Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>
- IBM Knowledge Center. (2019). *Patrón de diseño de modelo-vista-controlador.* Recuperado el 08 de 12 de 2019, de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSZLC2_8.0.0/com.ibm.commerce.developer.doc/concepts/csdmvcdespat.htm
- INEC. (2012). *Información ambiental en hogares.* Recuperado el 20 de 09 de 2019, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Ambientales2012dic/Presentacion_Comparables_Practicas_Hogares.pdf
- InMotion Hosting. (2020). *Web Hosting: Secure, Fast, & Reliable.* Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://www.inmotionhosting.com/>
- IONOS España. (24 de 03 de 2020). *UML: lenguaje unificado de modelado orientado a objetos.* Recuperado el 25 de 03 de 2020, de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/uml-lenguaje-unificado-de-modelado-orientado-a-objetos/>

- IONOS España S.L.U. (25 de 06 de 2020). *CodeIgniter: framework PHP rápido y versátil*. Recuperado el 15 de 02 de 2020, de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/codeigniter-framework-php-rapido-y-versatil/>
- ISO 25000. (2019). *ISO 25010*. Recuperado el 04 de 08 de 2019, de ISO 25010: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Marker, G. (29 de 10 de 2019). *¿Qué es HTML?* Recuperado el 01 de 12 de 2019, de <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-html/>
- Mori Acosta, M. (22 de 02 de 2015). *Análisis de la tecnología WebSocket*. Obtenido de <https://mariomoriacosta.wordpress.com/2015/02/22/analisis-de-la-tecnologia-websocket-2/>
- Mozilla Web Docs. (18 de 03 de 2019). *Generalidades del protocolo HTTP*. Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Overview>
- Mozilla Web Docs. (29 de 10 de 2019). *JavaScript*. Recuperado el 01 de 06 de 2020, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- Mozilla Web Docs. (23 de 03 de 2019). *Métodos de petición HTTP*. Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Methods>
- MQTT.org. (13 de 04 de 2019). *FAQ - Frequently Asked Questions | MQTT*. Recuperado el 05 de 03 de 2020, de <http://mqtt.org/faq>
- Netec Global Knowledge. (2019). *¿Qué es MySQL?* Recuperado el 07 de 12 de 2019, de <https://www.netec.com/que-es-mysql>
- Perez Hernández, M. (15 de 11 de 2017). *Ventajas y desventajas de MySQL, Oracle, Visual foxpro y Access*. Recuperado el 22 de 02 de 2020, de <https://mape309site.wordpress.com/2017/11/15/ventajas-y-desventajas-de-mysql-oracle-visual-foxpro-y-access/>
- Rouse, M. (2019). *Servidor de aplicaciones*. Recuperado el 09 de 12 de 2019, de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Servidor-de-aplicaciones>
- Santos, R. (02 de 04 de 2019). *What is MQTT and How It Works*. Recuperado el 04 de 03 de 2020, de <https://randomnerdtutorials.com/what-is-mqtt-and-how-it-works/>
- Segovia, J. (26 de 08 de 2019). *Ventajas y Desventajas de PostgreSQL*. Recuperado el 22 de 02 de 2020, de <https://todopostgresql.com/ventajas-y-desventajas-de-postgresql/>
- Sevilla, A. (15 de 07 de 2014). *Tasa interna de retorno (TIR)*. Recuperado el 28 de 06 de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- The PostgreSQL Global Development Group. (13 de 02 de 2020). *What is PostgreSQL?* Recuperado el 20 de 02 de 2020, de <https://www.postgresql.org/about/>
- Universidad de Alicante. (2019). *Modelo vista controlador (MVC)*. Recuperado el 04 de 08 de 2019, de <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>
- Uniwebsidad. (2019). *Symfony en pocas palabras*. Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://uniwebsidad.com/libros/symfony-1-4/capitulo-1/symfony-en-pocas-palabras>
- Velayos Morales, V. (26 de 03 de 2020). *Valor actual neto (VAN)*. Recuperado el 28 de 06 de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Wiboo Media. (2017). *¿Qué son las Aplicaciones Web? Ventajas y Tipos de Desarrollo Web*. Recuperado el 10 de 12 de 2019, de <https://wiboomedia.com/que-son-las-aplicaciones-web-ventajas-y-tipos-de-desarrollo-web/>

Tesis

Aimar, L., Aramayo, F. L., Berón, D. F., Rosso, F. J., & Sarmiento, I. (2019). *DOMOSOLUTIONS*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado el 11 de 11 de 2019

Becerra, P., & Sanjuan, M. (2014). *Revisión de estado del arte del ciclo de vida de desarrollo de software seguro con la metodología SCRUM*. Universidad Simón Bolívar. Recuperado el 07 de 12 de 2019, de <http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/rdigital/ojs/index.php/identific/article/view/1525>

Benitez Llanque, J., & Alodia Flores, A. (2013). *Sistema web basado en la norma ISO/IEC 25010:2010 (Square) para la gestión de información en el Colegio de Ingenieros del Perú CD Puno - 2013*. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano.

Cedeño Enriquez, F. (2018). *Desarrollo de un sistema domótico y aplicación para dispositivos móviles Android para control de luces*. Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México.

Cuasapud Revelo, J. H. (2019). *Estudio de la normativa ISO 25010:2015 en el desarrollo de una aplicación web de registro y seguimiento de actividades de entrenamiento deportivos para la Federación Deportiva de Imbabura*. Tesis, Universidad Técnica del Norte.

Fonseca Yupa, J. D., & Soria Badillo, D. A. (2020). *Diseño e implementación de control domótico (con sistemas embebidos) para conectarse con aplicaciones adaptivas basados en IoT*.

Gualpa Alpala, D. F., & Lagos Pozo, J. G. (2019). *Diseño y construcción de un sistema domótico para controlar dispositivos conectados mediante una red de sensores, a través de un servidor doméstico*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana.

Labrada Martínez, E., & Salgado Ceballos, C. (01 de 01 de 2013). *Diseño Web Adaptativo o Responsivo*. *Revista Digital Universitaria UNAM*, 13, 4,5,6. Recuperado el 06 de 02 de 2020, de <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num1/art07/art07.pdf>

Laclaustra, I. M., Alonso, J. M., del Barrio, A., & Botella, G. (2016). *Sistema Domótico Distribuido para Controlar el Riego y el Aire Acondicionado en el Hogar*. Tesis, Universidad Complutense de Madrid.

Paz Carrasco, R. I. (23 de 03 de 2016). *Desarrollo de una aplicación web adaptativa para apoyar al distribuidor independiente de herbalife en el seguimiento y control del estado nutricional de sus clientes, Lambayeque – 2015*. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. Recuperado el 06 de 02 de 2020, de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/704/3/TL_PazCarrascoRonaldIvan.pdf

ANEXOS

- 1.- Artículos
- 2.- Datos de la comunicación hardware y software
- 3.- Datos del consumo energético
- 4.- Preguntas de la encuesta