



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

**DISEÑO DE UNA RED INTERNET DE LAS COSAS (IOT) PARA LA
HOSTERÍA ALIGAHU**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico

AUTOR: Víctor Hugo Constantine Miketta

TUTOR: Luis Germán Oñate Cadena

Quito-Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Víctor Hugo Constantine Miketta con documento de identificación N°; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 10 de agosto del año 2023

Atentamente



Víctor Hugo Constantine Miketta

0803314178

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

Yo, Víctor Hugo Constantine Miketta con documento de identificación N° 0803314178, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño de una red Internet de las cosas (IOT) para la Hostería Aligahu”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de agosto del año 2023

Atentamente,



Víctor Hugo Constantine Miketta

0803314178

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Germán Oñate Cadena con documento de identificación N°1712157401, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED INTERNET DE LAS COSAS (IOT) PARA LA HOSTERÍA ALIGAHU, realizado por Víctor Hugo Constantine Miketta con documento de identificación N° 0803314178, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto de Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 10 de agosto del 2023

Atentamente



Ing. Luis Germán Oñate Cadena, MSc.

1712157401

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios el cual me ha bendecido con salud; a mi madre Alicia quien ha sido quien me ha apoyado incondicionalmente en el transcurso de esta etapa de mi vida, a mi padre Víctor y a mi hermana Gabriela quienes siempre me han dado palabras de aliento y apoyo emocional; a todos mis maestros que conforman la familia de la Universidad Politécnica Salesiana quienes fueron los que me transmitieron todo el conocimiento adquirido a lo largo de estos años.

VICTOR HUGO CONSTANTINE MIKETTA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien ha sido el principal partícipe de este logro, a mi madre Alicia por estar siempre presente y pendiente a lo largo de esta etapa, a mi papá Víctor y mi hermana Gabriela quienes me dieron consejos y palabras de aliento. A todos mis maestros con quienes en algún momento compartí un aula de clases y en especial al ingeniero Luis Oñate quien con su guía hizo que este logro se materialice. Muchas gracias con todos.

Víctor Hugo Constantine Miketta

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO 1	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Metodología	2
1.4.1 Metodología Analítica.....	2
1.4.2 Metodología Deductiva	2
1.4.3 Metodología Experimental.....	2
CAPÍTULO 2	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 El Internet de las Cosas (IoT)	3
2.2 Hotel Inteligente.....	3
2.3 Habitaciones inteligentes	3
2.3.1 Beneficios de IoT en habitaciones inteligentes	4
2.3.2 Riesgos de IoT en habitaciones inteligentes	4
2.4 Metodología PPDIOO.....	5
2.4.1 Preparación.....	5

2.4.2 Planeación	5
2.4.3 Diseño.....	5
2.4.4 Implementación.....	5
2.4.5 Operativa	6
2.4.6 Optimizar.....	6
CAPÍTULO 3	7
DISEÑO DE LA RED IOT DE LA HOSTERÍA ALIGAHU	7
3.1 Hostería Aligahu	7
3.1.1 Ubicación Geográfica.....	7
3.1.2 Infraestructura de las habitaciones	7
3.1.3 Oficina y cuarto de operaciones	8
3.2 Levantamiento de la red actual	9
3.3 Selección de equipos	12
3.3.1. Router	13
3.3.2 Switch.....	15
3.3.3 Access Point	16
3.3.4 Detector de Humo	17
3.3.5 Cerraduras Inteligentes.....	18
3.3.6 Porteros Inteligentes.....	19
3.3.7 Televisores Inteligentes.....	20
3.3.8 Sensores de temperatura, humedad y movimiento.....	21
3.4 IoT Cloud	22
3.5 Topología de la red	22
3.6 Direccionamiento IP y Segmentación de la red IoT	24
3.7 Cableado estructurado.....	25
3.8 Seguridad de la red.....	26
3.8.1 RADIUS	26

3.8.2 Firewall.....	27
3.9 Calidad de servicio.....	28
CAPÍTULO 4	30
SIMULACIÓN DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS.....	30
4.1. Configuración de la red simulada	30
4.2. Resultados de la red simulada.....	37
CAPÍTULO 5	44
ANÁLISIS DE COSTOS	44
5.1 Parámetros económicos del proyecto.....	44
5.2 Costos del proyecto.....	44
5.3 Rentabilidad del proyecto	45
5.4. Valor Actual Neto (VAN).....	46
5.5. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	46
5.6. Periodo de Recuperación de Inversión (PRI).....	47
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIGORAFÍA	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Dirección IPv4 de los routers.....	11
Tabla 3.2: Routers.....	13
Tabla 3.3: Switch.....	15
Tabla 3.4: Access Point.....	16
Tabla 3.5: Detector de humo.....	17
Tabla 3.6: Cerraduras Inteligentes.....	18
Tabla 3.7: Porteros Inteligentes.....	19
Tabla 3.8: Televisores Inteligentes.....	20
Tabla 3.9: Dispositivos por usuario.....	25
Tabla 3.10: Segmentación de la red VLAN.....	25
Tabla 4.1: Protocolos y servicios para la simulación.....	30
Tabla 5.1: Costos de equipos tecnológicos.....	44
Tabla 5.2: Honorarios profesionales.....	45
Tabla 5.3: Costos de Implementación.....	45
Tabla 5.4: Costos Totales.....	45
Tabla 5.5 Condiciones del VAN.....	46
Tabla 5.6 Condiciones del TIR.....	47
Tabla 5.7 Valores del VAN, TIR, PRI.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Ubicación geográfica de la hostería Aligahu.....	7
Figura 3.2 Infraestructura de las habitaciones.....	8
Figura 3.3 Infraestructura de la oficina.....	9
Figura 3.4 GPON ONT modelo ZXHN F660.....	10
Figura 3.5 TP-LINK modelo TL-WR941ND.....	10
Figura 3.6 Mapa lógico de la red.....	11
Figura 3.7 Cámara ELEC-EL-CP03 3.6mm Nigh Vision	12
Figura 3.8 Placa de desarrollo NODEMCU-32.....	21
Figura 3.9 Sensor de temperatura y humedad DHT22.....	21
Figura 3.10 Sensor de Movimiento PIR HC-SR501.....	22
Figura 3.11 Planes anuales a la nube.....	22
Figura 3.12 Topología de la red inalámbrica	23
Figura 3.13 Conexión de los dispositivos IoT.....	24
Figura 3.14 Servidor RADIUS.....	26
Figura 3.15 Parámetros del Firewall.....	28
Figura 3.16 Parámetros generales de calidad de servicio.....	29
Figura 4.1 Topología de la red IoT en OPNET.....	31
Figura 4.2 Servicios soportados por el simulador OPNET.....	32
Figura 4.3 Topología de la red inalámbrica en OPNET.....	32
Figura 4.4 Tabla de parámetros de servicios.....	33
Figura 4.5 Configuración de protocolos de transporte.....	34
Figura 4.6 Parámetros de los Servicios.....	35
Figura 4.7 Parámetros de los perfiles.....	36
Figura 4.8 Ventana de simulación en OPNET.....	37

Figura 4.9 Promedio de la carga en la red WLAN.....	38
Figura 4.10 Carga en la red WLAN.....	38
Figura 4.11 Promedio del retardo en la red WLAN.....	39
Figura 4.12 Retardo en la red WLAN.....	39
Figura 4.13 Tiempo de respuesta de objeto del protocolo HTTP.....	40
Figura 4.14 Tiempo de respuesta de descarga de email.....	40
Figura 4.15 Tiempo de respuesta de descarga del protocolo FTP.....	41
Figura 4.16 Topología de la red IoT en OPNET	42
Figura 4.17 Gráfica comparativa del promedio de la carga en la WLAN	43
Figura 4.18 Gráfica comparativa del promedio del retardo en la WLAN.....	43

RESUMEN

Los servicios y aplicaciones que incorporan la tecnología IoT cada vez son mayores y diversos, implementados en casas, negocios y edificios, por ejemplo. Es una forma práctica y automatizada y centralizada que ayuda a administrar de forma local o remota dispositivos que permitirán controlar y monitorizar en tiempo real electrodomésticos, todo tipo de sensores, cerraduras, ventanas y cualquier dispositivo que soporte esta tecnología.

Hostería Aligahu cuenta con un servicio básico de internet que es el encargado de conectar a huéspedes y trabajadores. No cuenta con una administración de la red y se encuentra en constante conflicto cuando existen múltiples conexiones en horas pico. La seguridad del predio está basada en 8 cámaras analógicas distribuidas en puntos estratégicos de interés, y los accesos son eléctricos manejados por un timbre y portero electrónico.

El proyecto técnico detalla el diseño completo de una red IoT para la hostería Aligahu, estructurado en base a los equipos de networking que aseguren la gestión de la información y cableado estructurado siguiendo la normativa vigente que soporten la cantidad de datos transmitidos pensando siempre en la escalabilidad y adaptación de tecnologías futuras, el objetivo es integrar todos los servicios existentes en la red actual más el monitoreo local y remoto mediante la red inalámbrica que dará conexión a los dispositivos IoT en las instalaciones y habitaciones.

La simulación del diseño se realizó en OPNET, un software de simulación de tráfico de red. Realiza un monitoreo completo de la red y de todos sus nodos, los resultados obtenidos se basan en los servicios de voz, datos y video que serán indicadores importantes que determinen el ancho de banda óptimo a contratar para que exista un óptimo funcionamiento de la red y garantice una conectividad de usuarios, trabajadores y dispositivos IoT en la hostería Aligahu.

ABSTRACT

The services and applications that incorporate IoT technology are becoming larger and more diverse, implemented in homes, businesses, and buildings, for example. It is a practical, automated and centralized way that helps to manage devices locally or remotely that will allow real-time control and monitoring of household appliances, all kinds of sensors, locks, windows and any device that supports this technology.

Aligahu hostel has a basic internet service that oversees connecting guests and workers. It has no network management and is in constant conflict when there are multiple connections at peak times. The security of the property is based on 8 analog cameras distributed at strategic points of interest, and the accesses are electric, managed by a electronic doorbell and doorman.

The technical project details the complete design of an IoT network for the Aligahu hostel, structured based on networking equipment that ensures information management and structured cabling following current regulations that support the amount of data transmitted, always thinking about scalability. and adaptation of future technologies, the objective is to integrate all the existing services in the current network plus local and remote monitoring through the wireless network that will connect the IoT devices in the facilities and rooms.

The design simulation was performed in OPNET, a network traffic simulation software. It performs a complete monitoring of the network and all its nodes, the results obtained are based on the voice, data and video services that will be important indicators that determine the optimal bandwidth to contract so that there is an optimal functioning of the network and guarantee a connectivity of users, workers and IoT devices in Aligahu hostel.

INTRODUCCIÓN

Internet de las cosas es una tecnología que permite la comunicación entre sensores y la nube en donde se puede monitorizar datos provenientes de señales físicas recopiladas por sensores en donde por medio de actuadores se puede realizar una acción como abrir o cerrar accesos, activar una alarma preventiva o de emergencia.

El presente proyecto técnico tiene como finalidad el diseño de una red internet de las cosas (IoT) siendo un diseño integral en donde se complementen los servicios que actualmente se brindan en la red actual y los que se van a agregar siendo prioridad la seguridad, la conectividad, climatización, control de accesos tanto de huéspedes como trabajadores del establecimiento, monitoreo de temperatura y humedad en tiempo real mediante sensores. El diseño de la red IoT se divide en 5 capítulos descritos de la siguiente manera.

En el capítulo 1 se describe la problemática general que presenta hostería Aligahu, se plantea la justificación dónde brevemente se describe la solución que se dará con el diseño de la red, los objetivos planteados y la metodología que se usará en el presente proyecto. El capítulo 2 corresponde a la elaboración del marco teórico, donde se describe fundamentos del internet de las cosas, características de hotel y habitaciones inteligentes. En el capítulo 3 se realiza el diseño de la red IoT que comprende selección de equipos, topología de la red de networking y la red inalámbrica de las habitaciones. En el capítulo 4 se realiza la simulación de todos los servicios que integran la red Iot en el software OPNET, se simula la topología planteada en el capítulo 3, mediante gráficas se visualizan los resultados obtenidos y se realiza una comparación entre escenarios para comprobar la escalabilidad y calidad de servicio. El capítulo 5 indica que tan factible es la implementación del proyecto, se usan indicadores financieros como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión (PRI). Para finalizar se redactan las conclusiones y recomendaciones y se adjuntan los anexos correspondientes.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describe el planteamiento del problema, justificación, objetivos a cumplirse y metodología utilizada.

1.1 Planteamiento del problema

Hostería Aligahu es una empresa privada que brinda servicios de hospedaje y recreación a turistas. Las instalaciones cuentan con 20 habitaciones, dos accesos, una vehicular y otro peatonal. Los controles de acceso tanto de personas como de vehículos siguen siendo mecánicos, empleando recursos humanos para tales oficios. Los sistemas de detección de incendios cumplen con los mínimos requerimientos siendo un riesgo potencial en cualquier caso de emergencia. La seguridad es sólida pero anticuada y en fechas de mucha afluencia de turistas se vuelve caótico controlar todo de forma independiente lo cual sin una red IoT el establecimiento se puede tornar inseguro tanto por ser vulnerable a un robo o algún evento de desastre natural. Con la tecnología que ofrece una red IoT tales como equipos de alarmas, diferentes sensores, porteros inteligentes y cámaras se puede unificar todos estos servicios de tal manera que se pueda realizar un monitoreo y un control continuo de dichos servicios.

1.2 Justificación

El presente proyecto técnico surge de la necesidad que presenta la hostería Aligahu para poder ofrecer un servicio integrado que brinda una red IoT en cada uno de sus bloques de tal manera que mejore el confort y la seguridad para el usuario por medio de las cámaras inteligentes, detectores de humo, control de accesos, sensores de movimientos entre otros dispositivos con control IoT, los beneficiados será tanto los huéspedes como el personal que trabajan en el establecimiento.

El proyecto se enfoca en un análisis detallado de un diseño para una implementación a futuro de una red IoT en la Hostería Aligahu, considerando un análisis de tráfico simulado tomando en cuenta equipos de fabricantes líderes en soluciones IoT con sus respectivos análisis de costos y garantías en relación con la implementación del proyecto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diseñar una red Internet de las Cosas (IoT) en las instalaciones de la Hostería Aligahu para que satisfaga los requerimientos de escalabilidad y logística en las habitaciones y zonas comunales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos de la red IoT que se necesitan para dimensionar la cobertura, escalabilidad y seguridad de la red de la Hostería Aligahu.
- Diseñar una red para la Hostería Aligahu para que cumpla con los requerimientos tecnológicos de calidad de servicio, escalabilidad y seguridad.
- Simular el tráfico de la red diseñada para la comprobación de la viabilidad técnica.
- Analizar los costos de la red diseñada para una futura implementación.

1.4 Metodología

1.4.1 Metodología Analítica

Se realizará un análisis de las necesidades críticas que se requiere en el diseño de la red IoT, así también un análisis de costos para una futura implementación.

1.4.2 Metodología Deductiva

Por medio del diseño propuesto se tomará en cuenta el funcionamiento de los diferentes dispositivos IoT que se usarán en la red de la Hostería Aligahu en un software de simulación que permita verificar el tráfico de la red en los diferentes bloques de las instalaciones.

1.4.3 Metodología Experimental

Determinar las características respectivas del diseño como simulaciones y el análisis de tráfico de red para una futura implementación.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se menciona los principales fundamentos teóricos del diseño de la red de datos que va a hacer intervenido para mejorar su calidad de servicio y seguridad.

2.1 El Internet de las Cosas (IoT)

Una red IoT se define como una red abierta e integral de objetos que son capaces de autoorganizarse, compartir información, datos y recursos a la vez que pueden reaccionar en situaciones y cambios del entorno. (Soumyalatha, 2016)

Su funcionamiento consiste en incorporar habilidades inteligentes a estos objetos, mediante el uso de dispositivos específicos (sensores), de tal manera que puedan recopilar datos para su posterior envío a centros de procesamiento por medio de una estructura de red interconectada, permitiendo que todos estos dispositivos se comuniquen entre si con la capacidad de transmitir, compilar y analizar datos. (Andrés, 2018)

2.2 Hotel Inteligente

Un hotel inteligente se fundamenta en integrar las TIC y la tecnología de control para poder brindar un servicio de calidad al mismo tiempo reducir costos laborales y energéticos. Se orienta en crear un entorno que sea confortable y seguro, con bajos costos energéticos y sin altos costos de inversión. (LI, 2020)

En un hotel inteligente los dispositivos conectados a una red IoT convergen entre si para que la experiencia de hospedaje sea de mayor confort y comodidad, así mismo para el personal técnico y administrativo tenga facilidades de controlar mediante el monitoreo constante de la red IoT.

2.3 Habitaciones inteligentes

El concepto de habitación inteligente o smart room se fundamenta en que el huésped tenga control total de su entorno a través del IoT como cerraduras automáticas, nivel de luces, climatización de la habitación, alarmas. (Tech, s.f.)

Los dispositivos IoT más comunes en las habitaciones inteligentes están contemplados:

- Televisores Inteligentes (Smart Tv)
- Termostatos

- Iluminación
- Cerraduras automáticas
- Sensores digitales

2.3.1 Beneficios de IoT en habitaciones inteligentes

IoT impacta de manera inmediata y de forma positiva en la experiencia y confort del huésped haciendo que la interacción entre los dispositivos brinde un mejor servicio y de opciones al huésped de no solo prender o apagar los dispositivos sino de programarlos a conveniencia. (Tech, s.f.)

La seguridad tiene un rol muy importante en la habitación inteligente, las cerraduras automáticas son una solución eficaz, se evita el problema más común que son las pérdidas de las llaves de acceso, estas se reemplazan por códigos de acceso ligados a una aplicación. (Tech, s.f.)

Las soluciones IoT van más allá de garantizar una experiencia de otro nivel para el huésped, para los dueños de los hoteles y para el personal en general una red IoT mejora el desempeño y agiliza los tiempos en limpieza y mantenimientos de las habitaciones, con el uso de sensores se puede dar seguimiento a una habitación si se encuentra ocupada o si ocurre algún desperfecto de algún dispositivo gestionando los mantenimientos en corto plazo. (Tech, s.f.)

En una red IoT los sensores ocupan un gran espectro y dan soluciones a diversos problemas, uno de ellos es el consumo energético el cual se puede reducir cuando una habitación esté desocupada los dispositivos dentro de ella entren en modo bajo consumo o en su defecto que se apaguen como por ejemplo un aire acondicionado y un televisor que un huésped olvidó de apagar. (Tech, s.f.)

2.3.2 Riesgos de IoT en habitaciones inteligentes

Los riesgos de una red IoT en el sector hotelero son las pérdidas o daños de los dispositivos, se deben fijar y colocar estratégicamente los sensores para que no exista una manipulación directa y capacitar al huésped sobre los distintos servicios que incluye la habitación. (Tech, s.f.)

Las redes IoT no está exentas de ser vulneradas, se debe contemplar los riesgos, una solución es el uso de PoE debido a que son más seguras por ser una red cableada. Con una red inalámbrica los riesgos son mayores debido a que los ataques a estas redes son más frecuentes. (Tech, s.f.)

2.4 Metodología PPDIOO

PPDIOO basa sus siglas en un ciclo continuo de vida de una red en 6 pasos donde cada letra tiene su propio significado, dirigido hacia un enfoque de en un diseño TOP/DOWN que abarca desde identificar las necesidades de la red hasta crear e implementar el diseño adecuado para una infraestructura, en cada etapa de la metodología debe ir respaldado por su respectiva documentación. (GALLARDO, 2019)

2.4.1 Preparación

Esta es la etapa inicial en donde se plantea un presupuesto y se identifica la tecnología que va a soportar la arquitectura. (Camacho, 2018)

2.4.2 Planeación

En esta segunda fase se identificarán todas las necesidades y requerimientos para el desarrollo de la red, entre ellos están contemplados lo que son conexiones, dispositivos, escalabilidad, adaptabilidad, medios de transmisión, costos, seguridad. (Camacho, 2018)

2.4.3 Diseño

Para muchos esta es la etapa crucial o más importante de esta metodología donde se contempla la distribución física y lógica de los elementos. Se debe elaborar un plano con una distribución lógica de la red junto con esquemas y tablas de los direccionamientos IPs y etiquetas y elementos de seguridad. De la mano se debe elaborar un plano con la distribución física de la red especificando en que parte van a ir los dispositivos finales. (Camacho, 2018)

2.4.4 Implementación

La etapa de implementación es la instalación de lo ya realizado en la etapa de diseño, donde comienzan a instalar los equipos físicos, el cableado, las etiquetas y las

configuraciones de estos. En esta etapa se consideran los plazos de tiempo para la instalación. (Camacho, 2018)

2.4.5 Operativa

En esta etapa se orienta en el mantenimiento y monitoreo de los componentes de la red implementada, actualizaciones y corrección de errores. Esta es prácticamente la parte final de la metodología PPDIIOO. (Camacho, 2018)

2.4.6 Optimizar

Esta etapa considera posibles cambios de lugar de algún dispositivo para que sea más eficiente, cambio de dispositivos más actualizados y un rediseño de la red si en tal caso hubiera muchos errores. (Camacho, 2018)

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA RED IOT DE LA HOSTERÍA ALIGAHU

En el diseño de la red IoT está contemplado CCTV, calidad de servicio, seguridad física y lógica a partir de la infraestructura de la Hostería.

3.1 Hostería Aligahu

3.1.1 Ubicación Geográfica

La hostería Aligahu se encuentra ubicada en la Provincia de Esmeraldas del cantón Atacames de la parroquia de Tonsupa en las calles Carlos Becdach y Pastaza en el sector de San Carlos.

Figura 3.1 Ubicación geográfica de la hostería Aligahu

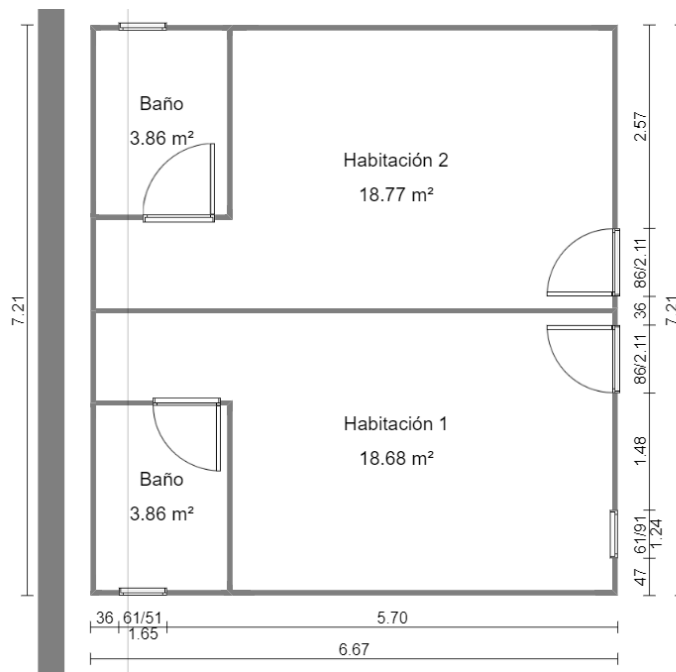


Fuente: Google Earth.

3.1.2 Infraestructura de las habitaciones

La hostería Aligahu cuenta con 20 habitaciones familiares, parqueadero, lavandería, comedor, cocina, baños comunales, piscina y un área de descanso. Como se muestra en la Figura 3.2 se muestran las dimensiones de las habitaciones en cada bloque, se toma como referencia solo la primera planta debido a que las habitaciones en la segunda planta tienen las mismas características.

Figura 3.2 Infraestructura de las habitaciones

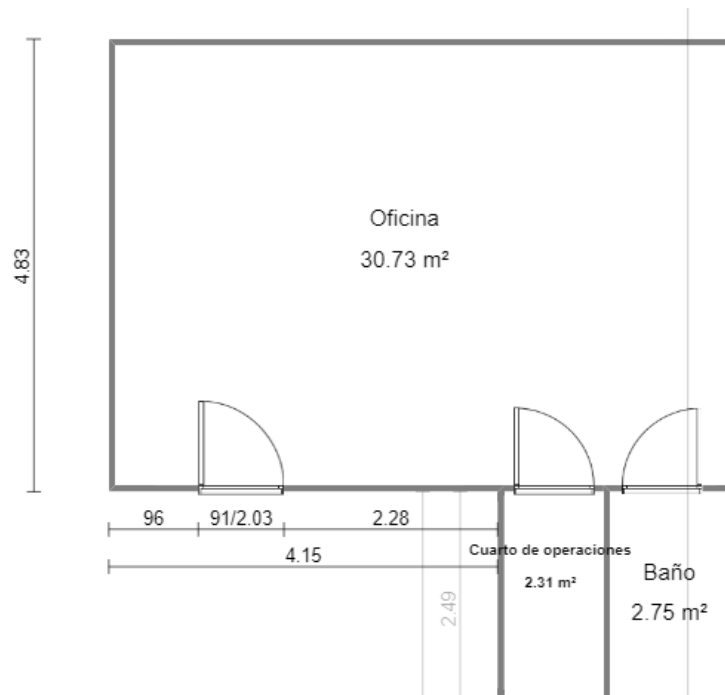


Distribución de las habitaciones. Realizado por: Víctor Constantine.

3.1.3 Oficina y cuarto de operaciones

La oficina o recepción se encuentra en la parte frontal de las instalaciones, aquí es donde se recibe al huésped y se registra su ingreso, en el mismo sitio se encuentra el cuarto de operaciones, el cual es donde está ubicado el módem principal y el dvr de las cámaras.

Figura 3.3 Infraestructura de la oficina



Distribución de la oficina. Realizado por: Víctor Constantine.

3.2 Levantamiento de la red actual

La Hostería Aligahu cuenta con una red cuyo proveedor de internet es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), con un plan contratado de 70MB/s. El router principal es un GPON ONT modelo ZXHN F660, ubicado dentro de la recepción.

Figura 3.4 GPON ONT modelo ZXHN F660



Vista general del router ZXHN F660. Realizado por: Víctor Constantine.

El segundo router es un TP-LINK modelo TL-WR941ND ubicado en la zona de recreación a la altura de la piscina. Ambos routers están conectados por medio de cable UTP Cat 5 mediante conectores RJ-45 usando el estándar EIA/TIA 568A y proporcionan internet a un 65% de la hostería. La red actual no cuenta con calidad de servicio

Figura 3.5 TP-LINK modelo TL-WR941ND



Vista general del router TL-WR941ND. Realizado por: Víctor Constantine.

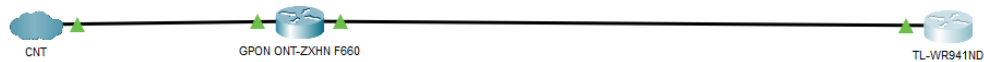
Los routers cuentan con las siguientes direcciones IP:

Tabla 3.1 Dirección IPv4 de los routers

Red	Router	Dirección IPv4
Administración	GPON ONT- ZXHN F660	192.168.0.1
Aligahu WiFi	TL-WR941ND	192.168.0.120

Direccionamiento IPv4 actual de la red. Realizado por: Víctor Constantine.

Figura 3.6 Mapa lógico de la red



Topografía actual de la red en Packet Tracer. Realizado por: Víctor Constantine.

El Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) está conformado por un DVR de 8 canales, un disco duro de 500 GB y 6 cámaras de exterior tipo bala con visión nocturna a prueba de agua. Las cámaras están ubicadas en zonas estratégicas, dos cámaras enfocan los dos accesos principales, dos cámaras enfocan el parqueadero y dos cámaras enfocan la piscina desde diferentes ángulos.

Figura 3.7 Cámara ELEC-EL-CP03 3.6mm Nigh Vision



Vista general de cámara de seguridad. Realizado por: Víctor Constantine.

3.3 Selección de equipos

El diseño de la red IoT se sustenta en el uso de equipos que soporten la tecnología WiFi 6 o el estándar IEEE 802.11ax la cual está enfocada en la conexión de múltiples dispositivos IoT tanto en su administración, calidad de servicio y el tráfico de datos de las nuevas aplicaciones y servicios que se van presentando tanto para las bandas de 2.4 GHz y 5GHz. Se ha realizado un estudio comparativo de diferentes dispositivos.

3.3.1. Router

Tabla 3.2 Routers




USG-PRO-4	TP-Link ER8411	CCR2004-1G-12S+2XS
		
Montaje en rack, conectividad de fibra	Montaje en rack, conectividad de fibra	Montaje en rack, conectividad de fibra
Políticas de firewall avanzadas para proteger los datos, servidor VPN, QoS para VoIP.	Firewall, Defensa DoS, Ping of Death, filtrado de MAC/IP/URL, enlace IP-MAC, VPN segura, QoS	Seguridad WPA, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)
Presenta 2 puertos RJ45 10/100/1000, 2 puertos combinados 10/100/1000 Rj45 y SPF, puerto consola.	Presenta 1 puerto WAN y 1 puerto WAN/LAN 10GE SFP+ para conectividad de alta velocidad. Hasta 10 puertos WAN	Soporta los estándares de 802.11b/g/n/ax
Administra hasta 350 dispositivos en LAN	Soporta 2,300,000 sesiones concurrentes	Soporta 200+ usuarios
Consumo de energía 40W, 110 - 240 VCA	Consumo de 26,36 W (con USB 3.0 conectado) Fuentes de alimentación dobles redundantes (100–240 VCA, 50/60 Hz)	Consumo de energía 40W, 110 - 240 VCA
Certificaciones: CE, FCC, IC	Certificación CE. FCC. RoHS	Certificación CE, EAC, ROHS
Procesador Dual-Core 1 GHz, MIPS64	Procesador Quad-Core 2.2 GHz CPU	Procesador Annapurna Alpine AL32400 Cortex A57 (4 núcleos, 1,7GHz por núcleo)
Temperatura de funcionamiento: - 10 a 45 ° C	Temperatura de funcionamiento: 0–40	Temperatura de funcionamiento -20°C a 60°C

Tabla comparativa de routers. Realizado por: Víctor Constantine

En la tabla 3.2 se presentan la comparativa entre los diferentes routers Ubiquiti, Tp-Link y Mikrotic, el CCR2004-1G-12S+2XS es un router de cuatro núcleos que cuenta con lo necesario para la administración de la red con sus 12 puertos SFP+, su fuente de poder redundante y sus dos puertos ethernet RJ45 para el mantenimiento del dispositivo. Su interfaz de configuración mediante el software RouterOs ofrece enrutamientos dinámicos,

estáticos, DHCP, IPv4, IPv6, firewall, QoS entre otros servicios.

3.3.2 Switch

Tabla 3.3 Switch




CRS-354-48g-4s+2q+rm	Switch Aruba Instant On 1930 48G 4SFP/SFP+ – JL685A	USW-Pro-48-POE Gen2
		
Diseño para montaje en rack	Diseño de ancho de rack con orejas para montaje.	Diseño para montaje en rack
64 MB de RAM, 16 MB flash	Protección por denegación de servicio automática. Prevención de ataques ARP Protección frente a avalanchas de paquetes Asignación automática de VLAN: asignación de VLAN mediante RADIUS	Capacidad de conmutación de 176 Gbp. Tasa de reenvío de 130.944 Mpps
Presenta 48 puertos x 1G RJ45 y 4 x 10G SFP+, puertos QSFP+ de 40G para conexiones de fibra extremadamente rápidas o enlaces con otros dispositivos de 40 Gbps.	Presenta 48 puertos RJ-45 PoE clase 4 con autodetección 10/100/1000 Dúplex:10BASE-T/100BASE-TX: semi o completo; 1000BASE-T: solo completo 4 puertos SFP+ 1/10 GbE.	Presenta 48 puertos RJ45 de 10/100/1000 4 puertos Ethernet SFP+ de 1/10 G
Software RouterOS (License level 5), procesador QCA9531, 650 MHz	Procesador ARM Cortex-A9 a 800 MHz, 512 MB de SDRAM, 256 MB flash; búfer de paquetes: 1,5 MB	Configuración Spanning tree. Control 802.1X y RADIUS VLAN.
Consumo de energía 40W, 110 - 240 VCA, 60W	Alimentación a través de Ethernet: PoE / PoE+ (clase 4) (IEEE 802.3af/802.3at)en 48 puertos PoE con una capacidad máxima total de 370 vatios	Alimentación a 100-240 V CA/50-60 Hz, 60W. PoE+ IEEE 802.3af/at. Capacidad total del PoE 600W
Temperatura de funcionamiento: -20°C a 60°C	Temperatura de funcionamiento: 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F)Humedad de funcionamiento: 10–90 % de HR sin condensación	Temperatura de funcionamiento De -5 a 40° C (de 23° F a 104° F)

Tabla comparativa de switch. Realizado por: Víctor Constantine.

En la tabla 3.3 se detallan las características técnicas de los switch Mikrotik, Aruba y

Ubiquiti, se recomienda el uso del CRS-354-48g-4s+2q+rm debido a que sus prestaciones son las óptimas para el diseño de la red, entre ellas está su amplio número de puertos gigabit integrados con PoE que nos permitirán realizar todas las conexiones y VLAN, ofrece un amplio rendimiento con sus puertos SFP y QSFP. La escalabilidad es otro atributo que se le suma debido a que se pueden adaptar otros switches sin bajar el rendimiento y al trabajar en modelo OSI de capa 2 y 3 ofrece mejor administración y gestión entre dispositivos.

3.3.3 Access Point

Tabla 3.4 Access Point




Ubiquiti U6 Pro	TP-Link EAP650	AirEngine 6761-21
		
Velocidades de 573.5 Mbps a 2.4 GHz-4.8 Gbps a 5GHz	Velocidades de 574 Mbps a 2.4GHz- 2.4 Gbps a 5Ghz	Velocidades de 1.15 Gbps a 2.4GHz- 2.4 Gbps a 5GHz
Seguridad WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)	Seguridad WPA, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)	Seguridad WPA, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)
Soporta los estándares 802.11n/802.11ac/802.11ax	Soporta los estándares IEEE 802.11ax/ac/n/g/b/a	Soporta los estándares de IEEE 802.11 ax y IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ac Wave 2
Soporta 300+ usuarios	Soporta 100+ usuarios	Soporta hasta 1024 usuarios
Interfaz Bluetooth y Ethernet	Interfaz Ethernet	Interfaz Ethernet
Resistencia IP54	Temperatura de funcionamiento: 0–40 °C Humedad de funcionamiento: 10–90 % HR sin condensación	Temperatura de funcionamiento -10° a 50° Humedad relativa de 5% a 95% o 50°
PoE+	PoE +	PoE+

Tabla comparativa de puntos de acceso. Realizado por: Víctor Constantine

La tabla 3.4 propone una comparativa de los puntos de acceso Ubiquiti, TP-Link y

AirEngine. El Ubiquiti U6 Pro es la opción recomendada por su seguridad, maneja WPA-PSK y WPA-Enterprise, soporta WiFi 6 (802.11ax) para mayor transmisión de datos y conexiones masivas de usuarios sin problemas. Cuenta con resistencia IP54 que es eficaz para ambientes húmedos.

3.3.4 Detector de Humo

Tabla 3.5 Detector de Humo




XS01-WX	Google Nest Protect	Detector de humo WiFi inteligente Tuya
		
Tipo de sensor Fotoeléctrico	Tipo de sensor fotoeléctrico	Tipo de sensor Fotoeléctrico
Frecuencia de 2,4GHz	Frecuencia de 2,4GHz	Frecuencia de 204 GH
Protocolo de comunicación inalámbrica IEEE 802.11b/g/n	Protocolos de comunicación de 802.11 b/g/n, 802.15.4 b/g/n y Bluetooth de bajo consumo (BLE)	Protocolo de comunicación inalámbrica IEEE 802.11b/g/n

Tabla comparativa de detectores de humo. Realizado por: Víctor Constantine

En la tabla 3.5 se realiza una comparación entre los detectores de humo X-Sense, Google Nest Protect y Tuya, el XS01-WX presenta conexión inalámbrica y mejor diseño adaptable a las condiciones de las habitaciones.

3.3.5 Cerraduras Inteligentes

Tabla 3.6 Cerraduras Inteligentes




Tuya Smart Lock X6	NEXXT NHS-D100	Dexel PS0161
		
Voltaje de trabajo a 6V DC	Voltaje de trabajo a 6V DC	Voltaje de trabajo 6V DC
Corriente de trabajo a 180mA	Entrada tipo C para respaldo de batería	Alimentación de emergencia USB 5V
Teclado táctil de 12 bits	Teclado táctil de 12 dígitos	
Integra contraseña de longitud de 6 a 8 bits, reconocimiento de huella dactilar y reconocimiento de tarjeta magnética. Aplicación móvil	Desbloqueo por contraseña de 6 dígitos, comandos de voz, llave mecánica. Aplicación móvil.	Desbloqueo por contraseña de 6 hasta 12 dígitos y huella dactilar. Aplicación móvil
Protocolo de conexión IEEE 802.11 N a 2.4 GHz	Protocolo de conexión IEEE 802.11 N a 2.4 GHz	Conexión mediante Wi-Fi 2.4G / BT
Temperatura de trabajo de -25 °C hasta 60 °C	Temperatura de trabajo de -25 °C hasta 70 °C	Temperatura de trabajo de -20 °C hasta 50 °C
Humedad de trabajo relativo de 20% a 90%RH	Humedad de trabajo relativo de 20% a 85%RH no condensada	Humedad de trabajo relativo de 20% a 95%RH

Tabla comparativa de cerraduras. Realizado por: Víctor Constantine

En la tabla 3.6 presenta una comparativa de cerraduras inteligentes entre las marcas Tuya, Nexxt y Dexel, La cerradura Nexxt DHS-D100 es la cerradura más optima debido a sus prestaciones en conectividad, seguridad, instalación además que presenta varias formas de desbloqueo de las puertas tanto de forma electrónica como de forma mecánica.

3.3.6 Porteros Inteligentes

Tabla 3.7 Porteros Inteligentes




Hikvision DS KIS604 P	Doorbell V5 OEM	Tuya PST-T30
		
Montaje en superficie	Montaje en superficie	Montaje en superficie
Voltaje de trabajo 12V DC	Alimentación a pilas o cableado de 8-16V DC	Alimentación a baterías
Cámara de 2MP visión nocturna, pantalla de visualización 1024x600, aplicación móvil	Cámara de 1MP, ángulo de visión de 166°, visión nocturna, detección de movimiento. Aplicación móvil	Cámara de 2MP, ángulo de 166°, visión nocturna, receptor inalámbrico, detección de movimiento
Protocolo de comunicación TCP/IP, RSTP	Protocolos de comunicación soportados TCP/IP, HTTP, TCP, UDP, DHCP, DNS, DDNS, NTP, RTP, P2P	Protocolo de enlace IEEE 802.11b/n/g a 2.4GHz
Temperatura de trabajo de -40 °C hasta 53°C	Temperatura de trabajo de -10 °C hasta 50°C	Temperatura de trabajo de -25 °C hasta 55°C
Humedad de trabajo relativo de 10% a 90%RH no condensada. Nivel de protección IP65, IK08	Humedad de trabajo relativo hasta 95%RH	Humedad de trabajo relativo de 5% a 99%RH no condensada.

Tabla comparativa de porteros inteligentes. Realizado por: Víctor Constantine

En la tabla 3.7 se observa la comparativa de porteros inteligentes Hikvision, Doorbell y Tuya. El portero inteligente Hikvision DS KIS604 P cuenta con los requerimientos óptimos debido a su resistencia a la intemperie, fácil conectividad debido a que soporta múltiples protocolos y el amigable monitoreo desde la aplicación y desde el punto de instalación.

3.3.7 Televisores Inteligentes

Tabla 3.8 Televisores inteligentes




TCL S-Series 32S6500	Smart Tv Sony Bravia Kdl-32w605d	Riviera 32CHM5F
		
Pantalla HD de 32 pulgadas	Pantalla HD de 32 pulgadas	Pantalla HD de 32 pulgadas
Sistema operativo Android 8.0 Oreo	Sistema operativo Linux	Sistema operativo Android
Memoria eMMC de 8GB	4GB de almacenamiento interno	8GB de memoria ROM
Energía de consumo 50W	Energía de consumo de 45W	Energía de consumo de 50W
Conexión a internet por medio de Wifi o cable ethernet	Conexión a internet por medio de Wifi o cable ethernet	Conexión a internet por medio de Wifi o cable ethernet

Tabla comparativa de televisores inteligentes. Realizado por: Víctor Constantine.

En la tabla 3.8 se presenta la comparación de televisores inteligentes detallados con las características más destacables. Se recomienda el Smart TV Sony Bravia, aunque presenta menor capacidad de almacenamiento en su memoria destaca por menor consumo de energía, además que cuenta con las mismas características de conectividad y resolución de pantalla que los demás.

3.3.8 Sensores de temperatura, humedad y movimiento

Para la medición de temperatura y humedad relativa dentro de las habitaciones y que se pueda monitorear en tiempo real mediante un servidor en la nube se contempla la opción de la placa de desarrollo NODEMCU-32 que se muestra en la Figura 3.8 en el que viene incorporado el módulo WIFI ESP32 que se conectará a la red IoT, y el sensor DHT22 que se indica en la Figura 3.9 que se encargará de recolectar las señales de temperatura y humedad.

Figura 3.8 Placa de desarrollo NODEMCU-32



Estructura de placa de desarrollo NODEMCU-32. Fuente (AVELECTRONICS, 2023)

Figura 3.9 Sensor de temperatura y humedad DHT22



Estructura de sensor DHT22. Fuente (Roboticsec, 2023)

El sensor de movimiento a usar es el HC-SR501 que se muestra en la Figura 3.9, indicará cuando alguien entre a una habitación y dará la información en tiempo real por medio de la placa de desarrollo NODEMCU-32 que se menciona en la Figura 3.8.

Figura 3.10 Sensor de Movimiento PIR HC-SR501



Estructura de sensor HC-SR501. Fuente (Roboticsec, 2023)

3.4 IoT Cloud

Para la red IoT se plantea utilizar la nube de Arduino, la cual es compatible con la placa de desarrollo Nodemcu-32. Para ello se debe crear una cuenta en la página web www.arduino.cc. En la Figura 3.11 se puede observar los planes anuales para almacenar objetos. La opción más conveniente para elegir es la de \$19.99 mensuales puesto que deja desarrollar y monitorear hasta 100 objetos en la nube.

Figura 3.11 Planes anuales a la nube

The image shows a screenshot of the Arduino Cloud pricing page. At the top, there are two buttons: 'FACTURADO ANUAL AHORRE 15%' (highlighted in teal) and 'FACTURACIÓN MENSUAL'. Below these are four columns representing different subscription plans, each with a list of features and a price. The 'Gratis' plan is free. The 'Entrada' plan costs \$1.99/month. The 'Fabricante' plan costs \$5.99/month and is marked as 'MEJOR VALOR'. The 'Fabricante más' plan costs \$19.99/month. Each plan has a 'COMPRAR' button at the bottom.

Detalle de los planes anuales para el acceso a la nube de Arduino. Fuente (Arduino, 2023)

3.5 Topología de la red

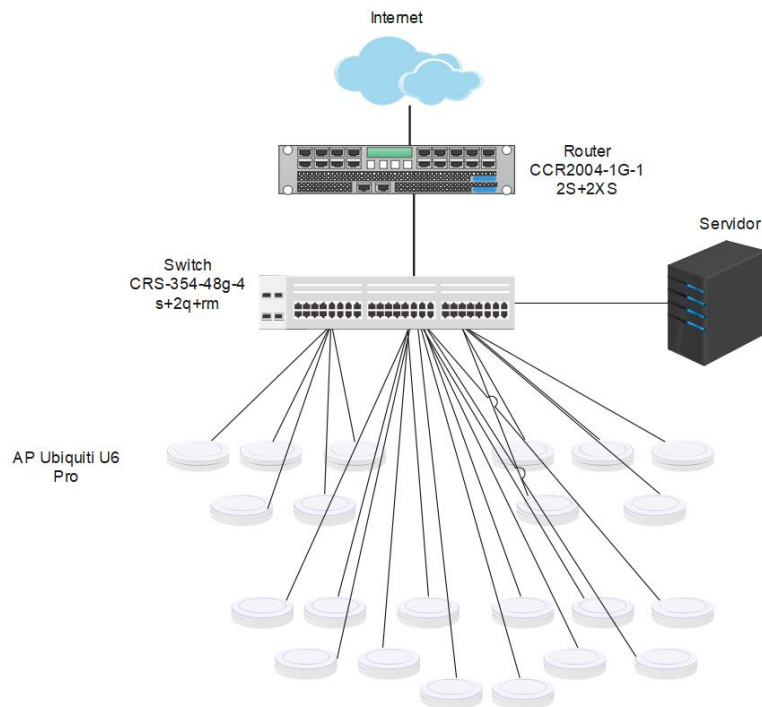
La red propuesta se conforma con los elementos que se muestran en la Figura 3.12, que

empieza desde el Router seguido del switch L2 y puntos de acceso que se encuentran distribuidos por toda la hostería.

La topología propuesta se basa en una red en estrella, la cual comprende que muchos dispositivos finales se conecten y se comuniquen a los equipos centrales. Los equipos finales no tienen que estar conectados entre sí, pero por medio de los equipos centrales se tiene total comunicación y control entre todos ellos.

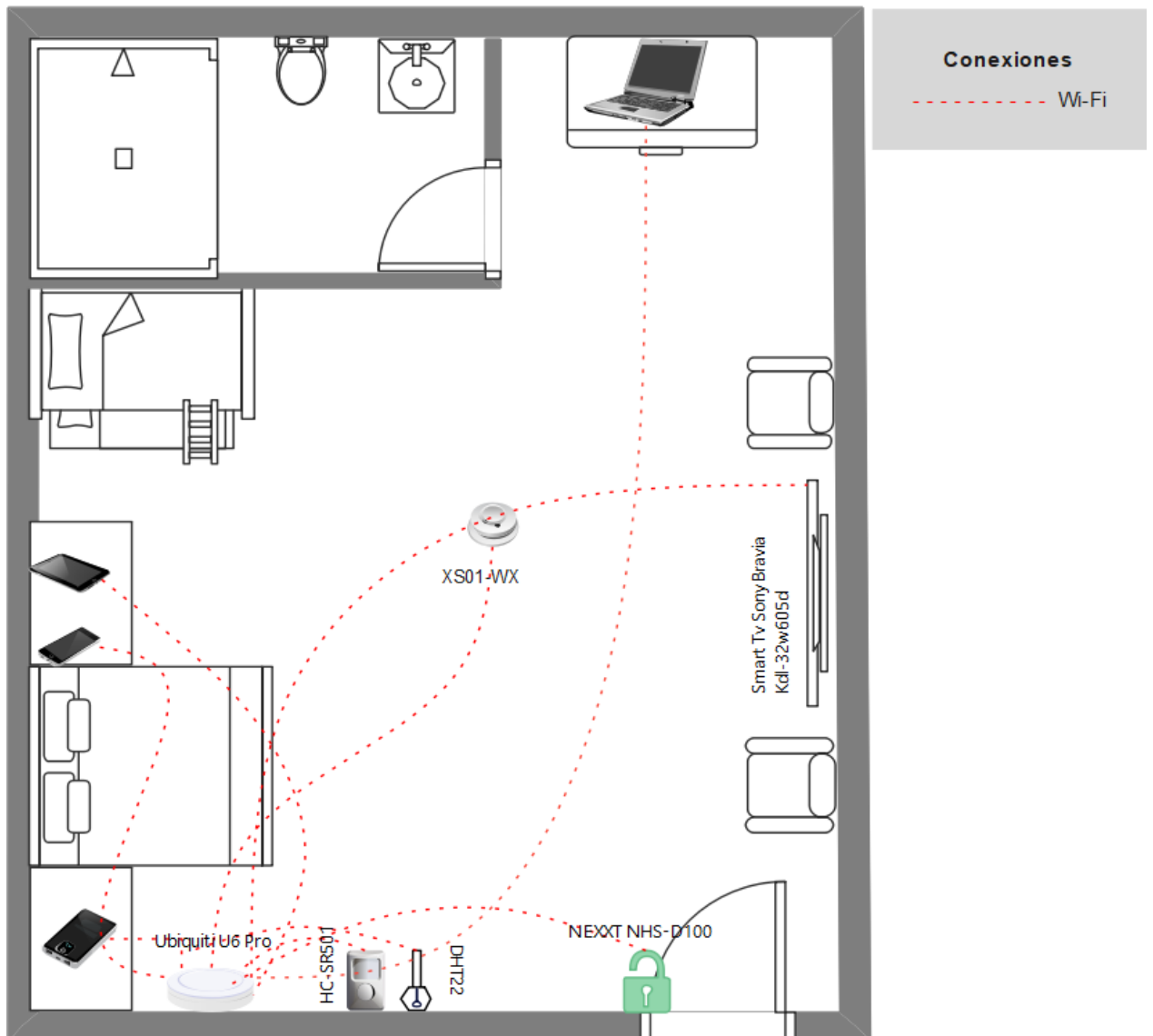
Los puntos de accesos se colocarán estratégicamente en las habitaciones tal como se indica en la Figura 3.13 y se conectarán a los diferentes dispositivos IoT.

Figura 3.12 Topología de la red inalámbrica



Representación física de los equipos de networking. Realizado por: Víctor Constantine.

Figura 3.13 Conexión de los dispositivos IoT



Representación física de la conexión física de los dispositivos IoT. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 3.13 los dispositivos IoT como sensor de temperatura y humedad, sensor de humo, sensor de movimiento se conectan a la red inalámbrica por medio del protocolo 802.11 ac/ax

3.6 Direccionamiento IP y Segmentación de la red IoT

Para determinar el rango de las IP se debe considerar que los huéspedes y trabajadores pueden conectarse de uno a tres dispositivos simultáneamente por lo cual en la Tabla 3.9 se realiza un aproximado del máximo de dispositivos conectados a la red

Tabla 3.9 Dispositivos por usuario

Nombre de la red	Usuarios	dispositivos por cada usuario	Dispositivos totales
HOSTERIA_ALIGAHU	2	1	2
TRABAJADORES	8	1	8
HUESPEDES	80	3	240
IoT	22	4	88
EXTERIOR_HOSTERIA	30	2	60
ADMINISTRACION	2	2	4
TOTAL	144	11	402

Cálculo de dispositivos por usuario. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Tabla 3.10 se realiza una segmentación de la red donde se asigna una dirección IP, nombre y función a cada VLAN. Esta segmentación se realiza para que el tráfico de los paquetes de datos sea fluido y no existan colisiones en el tráfico de paquete de datos. El uso de VLAN mantiene un aislamiento total y ningún dispositivo puede interactuar entre VLAN diferentes, lo que aumenta considerablemente la seguridad de la red.

Tabla 3.10 Segmentación de la red por Vlan

VLAN	IP	Nombre de la red	Descripción
10	172.16.10.0/23	HOSTERIA_ALIGAHU	Mantenimiento
20	172.16.20.0/23	TRABAJADORES	Personal técnico y de limpieza
30	172.16.30.0/23	IoT	Conexión de dispositivos IoT
40	172.16.40.0/23	HUESPEDES	Huéspedes de la hostería
50	172.16.50.0/23	EXTERIOR_HOSTERIA	Conexión en las zonas recreativas de la hostería
60	172.16.60.0/23	ADMINISTRACION	Personal administrativo

Asignación de VLAN por área. Realizado por: Víctor Constantine

3.7 Cableado estructurado

El cableado estructurado debe soportar principalmente los servicios de voz, video, datos, que tenga escalabilidad con futuras tecnologías que demanden más recursos de la red. El estándar ANSI/TIA/EIA-568 tiene un enfoque a edificaciones comerciales y una

topología horizontal tipo estrella. (Oña, 2018)

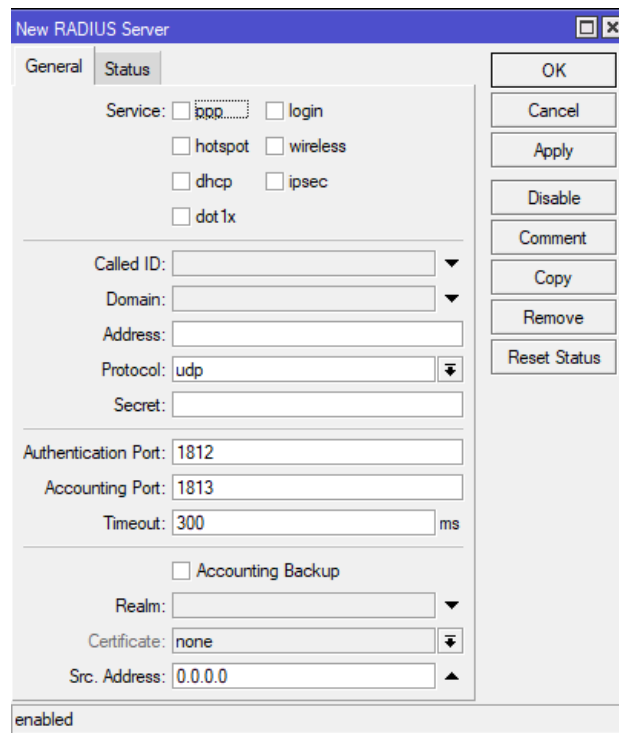
El cable F/UTP CAT 6A es usado por su tecnología 10GBASTE-T que soporta hasta 100 metros, un rendimiento de 10GB/s y un ancho de banda de 500MHz. Esta tecnología tiene aplicaciones con dispositivos que soporten el estándar 802.11ax. (Leviton)

3.8 Seguridad de la red

3.8.1 RADIUS

La seguridad de una red es un aspecto muy importante debido a que está ligada a quien puede acceder a la red y quien no. Agregar un servidor RADIUS mejora significativamente la seguridad debido a que ofrece múltiples servicios. RADIUS es un protocolo diseñado para acceso a la red y provee autenticación, autorización y contabilidad (AAA) garantizando un acceso remoto a servicios dentro de una red. Los servidores RADIUS soportan distintos protocolos de autenticación como por ejemplo PAP, CHAP y EAP. (Escalona, 2012)

Figura 3.14 Servidor RADIUS



Interfaz de servidor RADIUS en RouterOS. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 3.14 se muestra que RADIUS abarca algunos servicios como PPP, DHCP, hotspot, Wireless, Isec. RADIUS utiliza UDP para el transporte de datos y tiene asignado los puertos 1812 y 1813 para la autenticación y la autorización respectivamente. El protocolo punto a punto (PPP) es un protocolo que se encarga de comunicar un dispositivo con otro por medio del TCP/IP. (Escalona, 2012)

El funcionamiento de RADIUS se basa en la petición de parte del cliente hacia el servidor para acceder a un servicio, por lo general la petición se hace mediante un usuario y contraseña de lo cual pueden obtener 3 respuestas.

Acceso aceptado, de forma inmediata una vez que se haya autenticado las credenciales, el usuario tiene acceso al servicio solicitado.

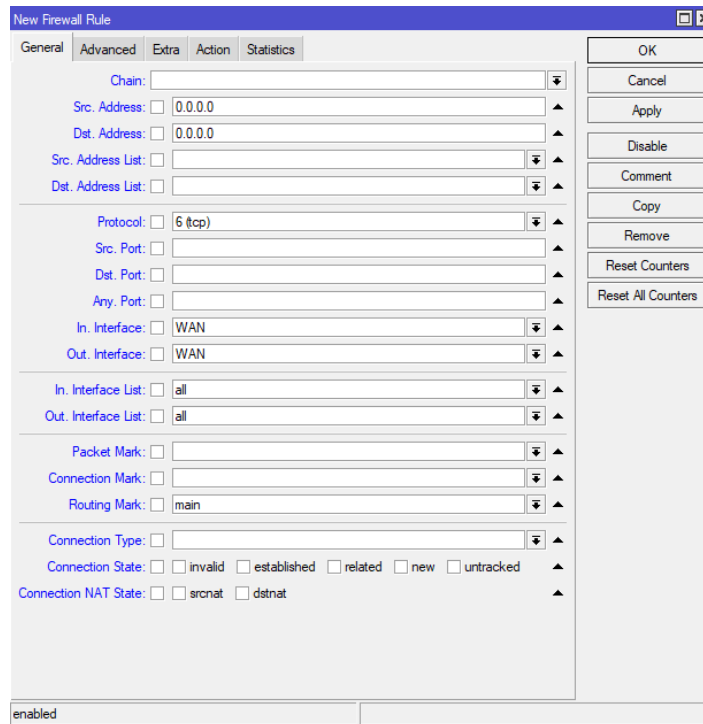
Reto de acceso, esta respuesta significa que falta información como por ejemplo una clave secundaria o un pin de acceso.

Acceso rechazado, se niega el acceso al servicio solicitado, puede haber distintos motivos de los cuales pueden ser que se haya borrado el perfil del usuario de forma temporal o definitiva, mala escritura de las credenciales. (Escalona, 2012)

3.8.2 Firewall

El Firewall permite crear reglas que restringen o permiten el flujo de datos dentro de un equipo lo que hace más seguro los equipos antes las amenazas externas de la red

Figura 3.15 Parámetros del Firewall



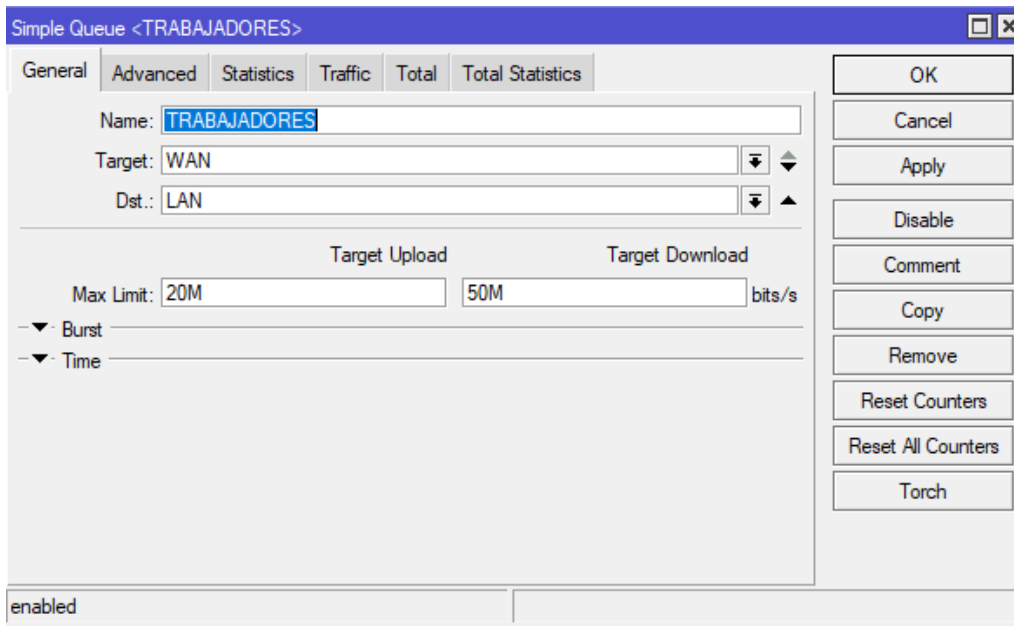
Interfaz de firewall en RouterOS. Realizado por: Víctor Constantine.

Dentro de la configuración del firewall Figura 3.15 muestra una serie de parámetros que nos ayudan a proteger nuestra red como por ejemplo se puede crear reglas para eventos en la entrada y salida del router, restringir distintos tipos de protocolos de transporte, bloquear interfaces, restringir direcciones IPs, entre otras.

3.9 Calidad de servicio

QoS o calidad de servicio es usado para balancear, organizar, priorizar y distribuir el ancho de banda que nos asigna el proveedor de internet hacia el router. Para la hostería Aligahu se busca que los servicios de voz, video y datos funcionen de una manera eficaz e ininterrumpida.

Figura 3.16 Parámetros generales de calidad de servicio



Interfaz de colas simples. Realizado por: Víctor Constantine

En la Figura 3.16 mediante colas simples se establece la calidad de servicio hacia una subred donde se parametrizan las direcciones de origen y destino, y la velocidad de subida y de bajada.

CAPÍTULO 4

SIMULACIÓN DE LA RED INTERNET DE LAS COSAS

4.1. Configuración de la red simulada

En el presente capítulo se muestra la simulación y se enfoca en el análisis de información en la red IoT utilizando el software OPNET. A continuación, se detallan los servicios y protocolos que se utilizarán en la red de la hostería Aligahu.

Tabla 4.1 Protocolos y servicios para la simulación

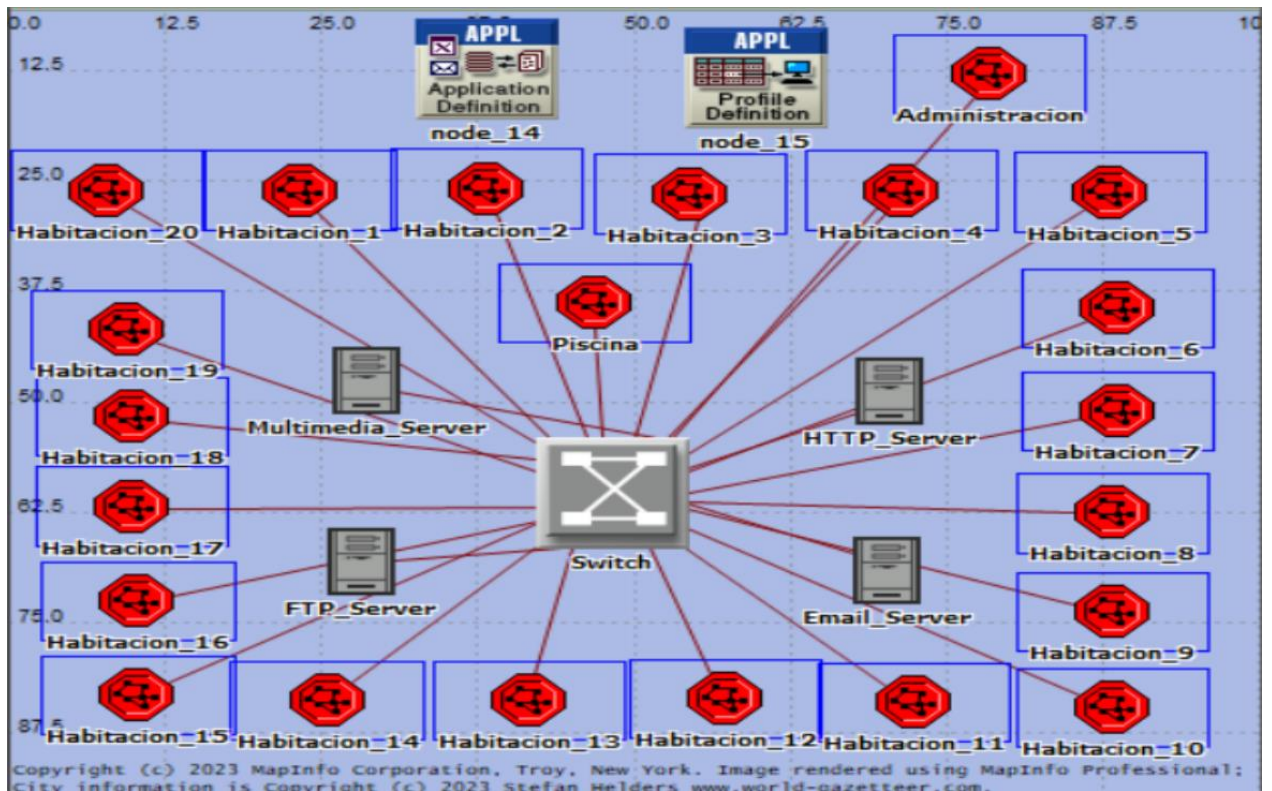
Características	Descripción
Servidores	HTTP, Web, DNS, E-mail, FTP, IOT
Puntos de red adicionales	22
Promedio de elementos IOT	44
Servicios	Voz, video, datos

Tabla de protocolos y servicios. Realizado por: Víctor Constantine

Dentro de la simulación están comprendidos dispositivos de comunicación como laptops, teléfonos inteligentes, televisores inteligentes, tabletas.

El número de dispositivos es proporcional al número de habitaciones y al número máximo de huéspedes dentro de ellas; se considera 1 laptop, 3 teléfonos móviles pertenecientes a los huéspedes. Correspondiente al personal e instalaciones se cuenta con 8 cámaras, 4 teléfonos móviles, 1 computadora de escritorio.

Figura 4.1 Topología de la red IoT en OPNET



Diseño de la red IoT en simulador OPNET. Realizado por: Víctor Constantine

En la Figura 4.1 se observa el primer escenario a simular que muestra la topología principal de la red inalámbrica en donde se tiene organizados todos los puntos en donde se va a analizar el tráfico de la red. Son 22 puntos de los cuales 20 pertenecen a las habitaciones y los otros dos a administración e instalaciones. La función de los diferentes servidores que se pueda simular un tráfico de red lo más real posible, el servidor va a soportar las aplicaciones y servicios que se quieren analizar.

Figura 4.2 Servicios soportados por el simulador OPNET

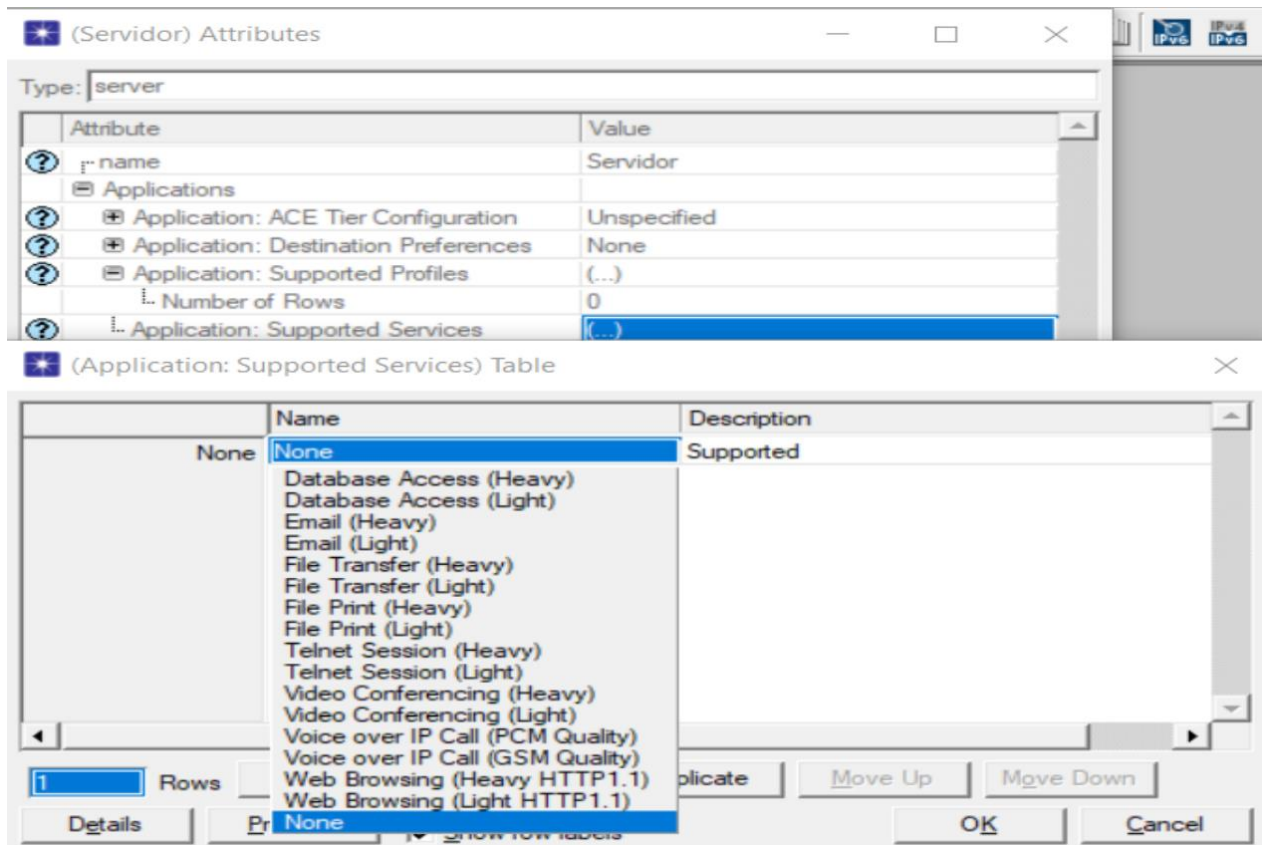
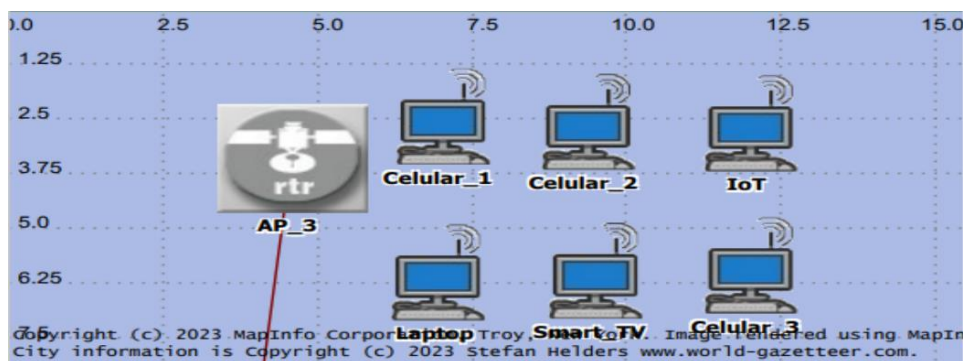


Tabla de servicios y aplicaciones simuladas por OPNET. Realizado por: Víctor Constantine.

La Figura 4.2 despliega una variedad de servicios soportados por el simulador, de los cuales los de interés son Email, FTP, HTTP, Video Conferencing.

Figura 4.3 Topología de la red inalámbrica en OPNET

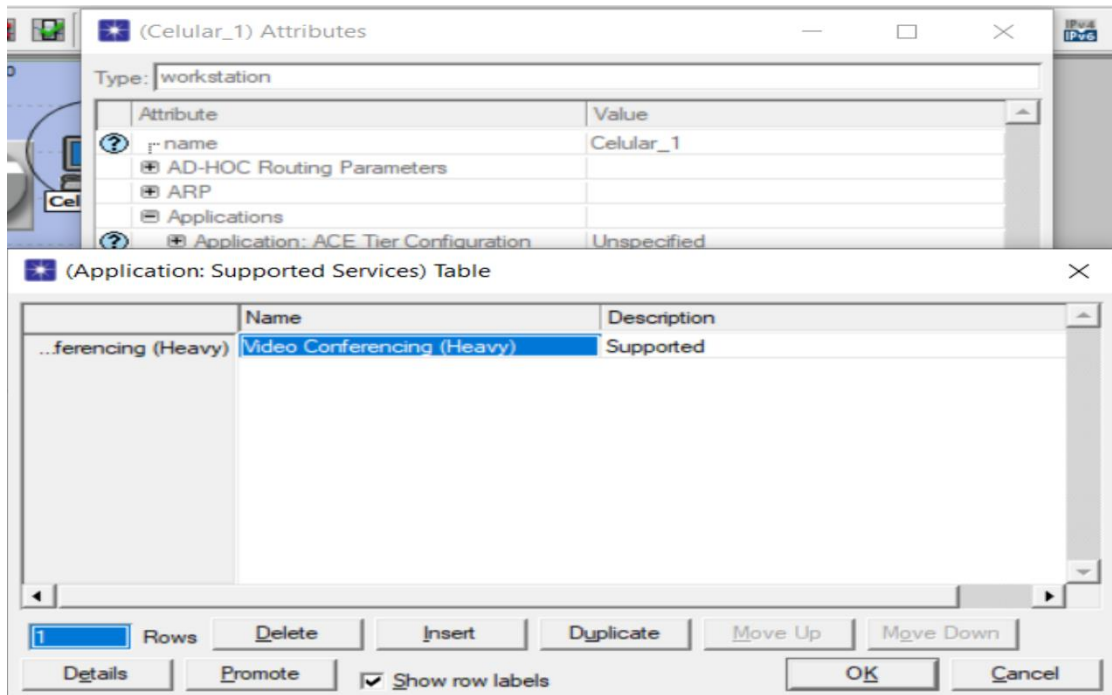


Diseño de la red inalámbrica en simulador OPNET. Realizado por: Víctor Constantine

En la Figura 4.3 se muestran los diversos equipos que van dentro de las habitaciones. Todos los equipos van conectados al punto de acceso correspondiente y luego al switch principal. En donde cada una de las estaciones de trabajo se simula un servicio que va

acorde a los dispositivos físicos dentro de la habitación.

Figura 4.4 Tabla de parámetros de servicios



Parámetros de servicios soportados por las estaciones de trabajo. Realizado por: Víctor Constantine

La Figura 4.4 nos muestra una tabla de servicios soportados, se elige el servicio que se desea transmitir desde esta estación de trabajo. En esta estación de trabajo se simulará video conferencia que es lo equivalente a servicios de voz y video.

Figura 4.5 Configuración de protocolos de transporte

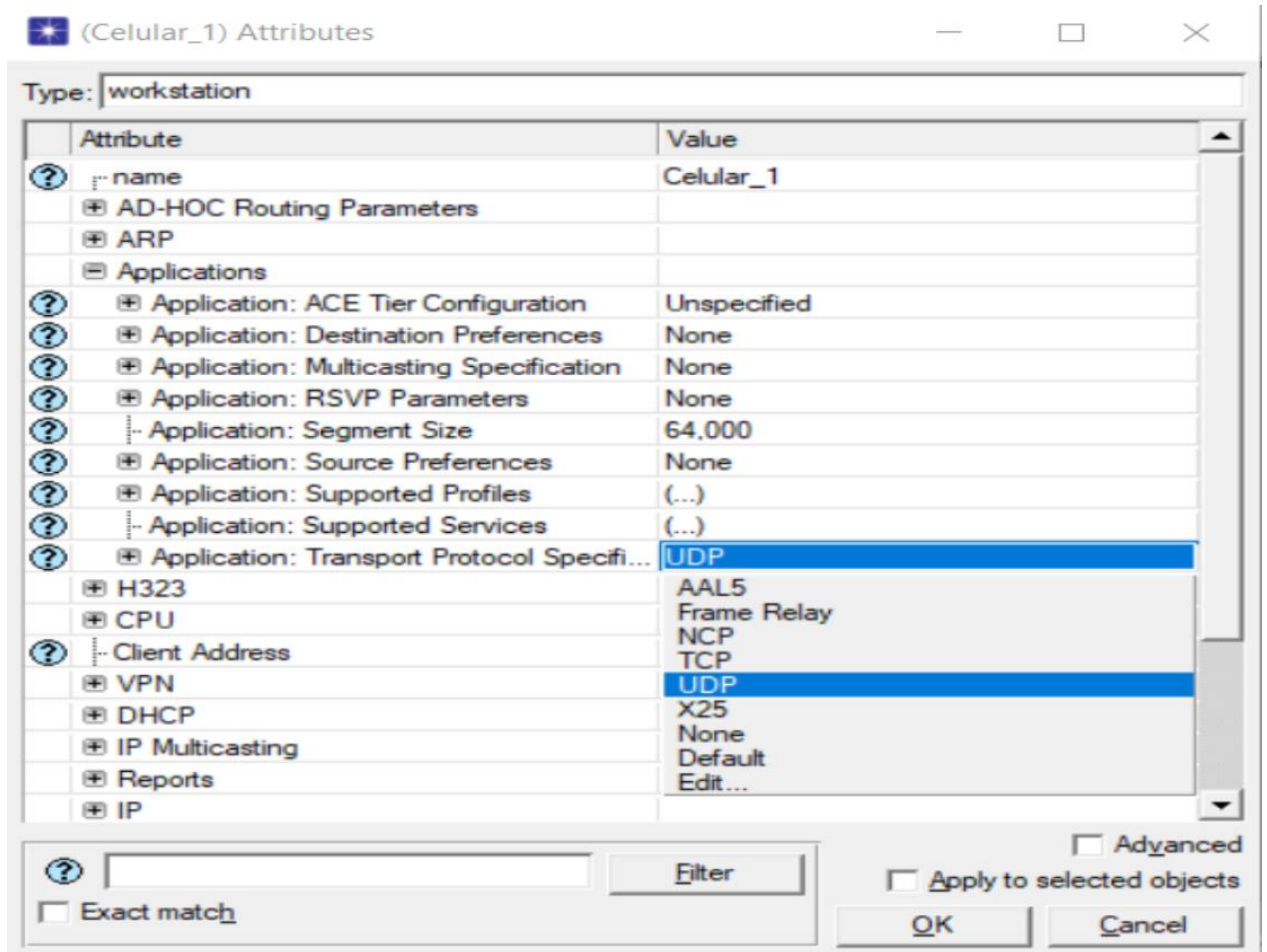


Tabla de aplicaciones de protocolo de transporte de datos. Elaborado por: Víctor Constantine.

En la Figura 4.5 se selecciona el protocolo de transporte que se usará para cada servicio a simular. En este caso se elige el protocolo UDP debido a que es el protocolo recomendado para el tráfico de audio y video.

Así mismo como en los demás servicios como HTTP, e-mail, FTP se usará el protocolo TCP por ser más fiable y es el que genera menos pérdidas de paquetes en su aplicación. En la Figura 4.1 se puede observar que existen dos objetos, uno llamado Profile Definition y el otro Application Definition.

Figura 4.6 Parámetros de los Servicios

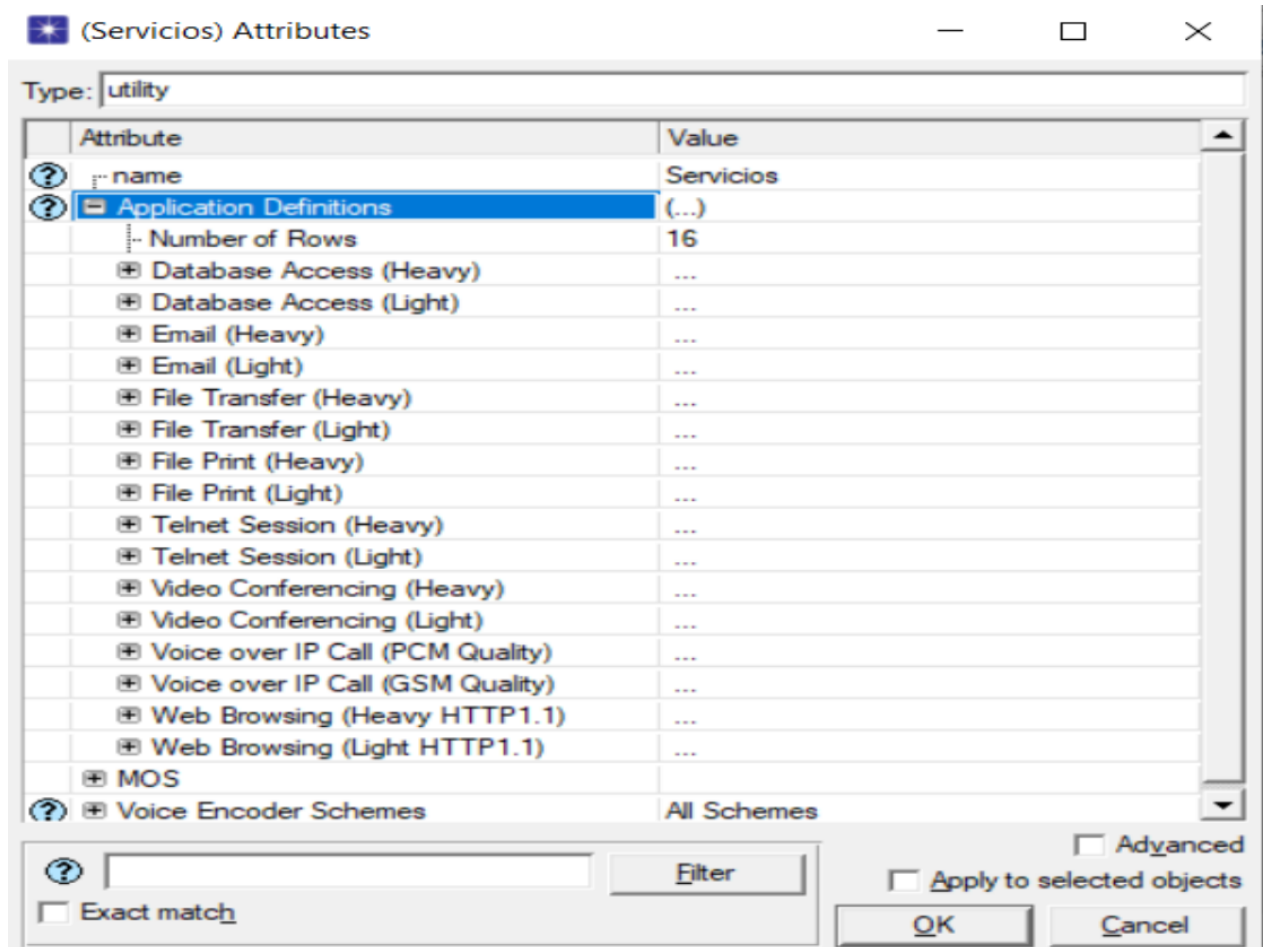
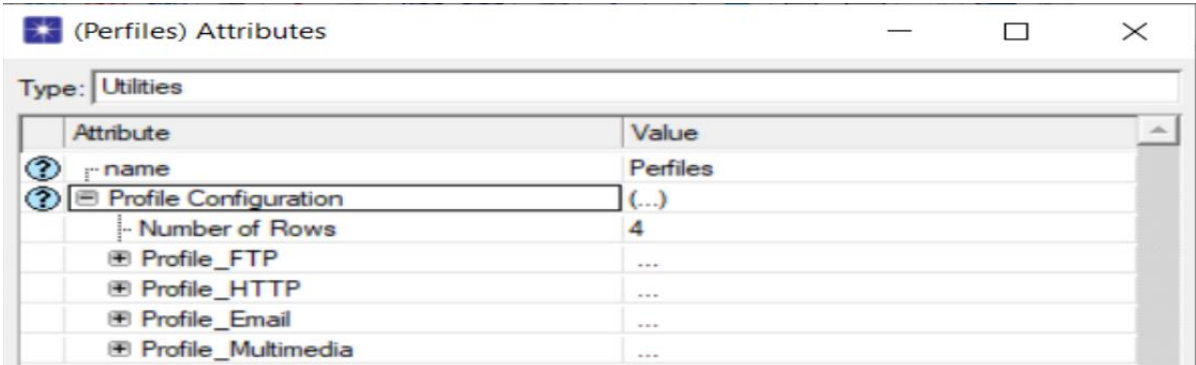


Tabla de atributos de los servicios a simular. Realizado por: Víctor Constantine.

La Figura 4.6 corresponde a Application Definition, se va a configurar los servicios que queremos que pasen por nuestra red, de aquí se va a administrar los tipos de servicios que requerimos analizar. Existen 16 servicios soportados por OPNET, de los cuales se van a elegir los que se consideró de interés para la simulación.

Figura 4.7 Parámetros de los perfiles



The screenshot shows a window titled '(Perfiles) Attributes' with a 'Type:' field set to 'Utilities'. Below this is a table with two columns: 'Attribute' and 'Value'. The table contains the following rows:

Attribute	Value
name	Perfiles
Profile Configuration	(...)
Number of Rows	4
Profile_FTP	...
Profile_HTTP	...
Profile_Email	...
Profile_Multimedia	...

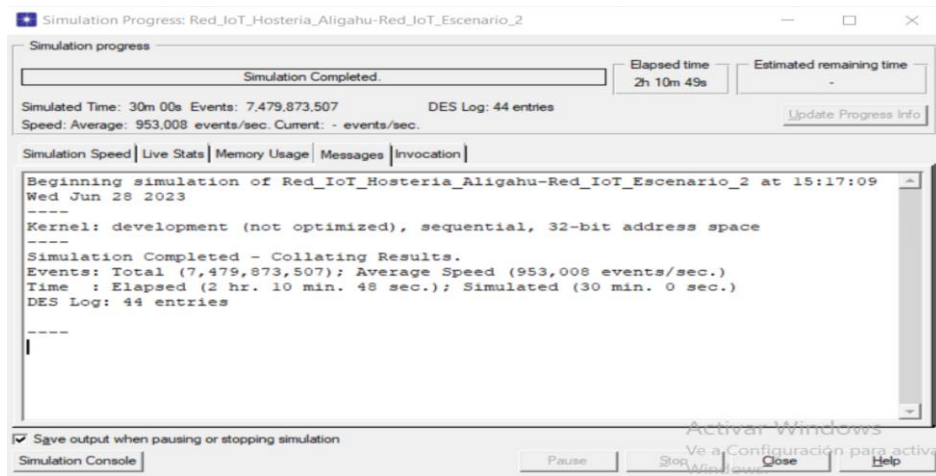
Tabla de atributos de los perfiles a simular. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 4.7 se observan todos los parámetros a configurar para crear perfiles, los perfiles son el grupo de servicios que van a estar operando a la red. En este escenario tenemos 4 perfiles que representan el nombre de los servicios que vamos a analizar. En cada perfil se va a anexas los servicios de interés mostrados en la Figura 4.6.

Una vez configurados los perfiles, los servicios, el servidor y las estaciones de trabajo se procede a realizar la simulación.

4.2. Resultados de la red simulada

Figura 4.8 Ventana de simulación en OPNET

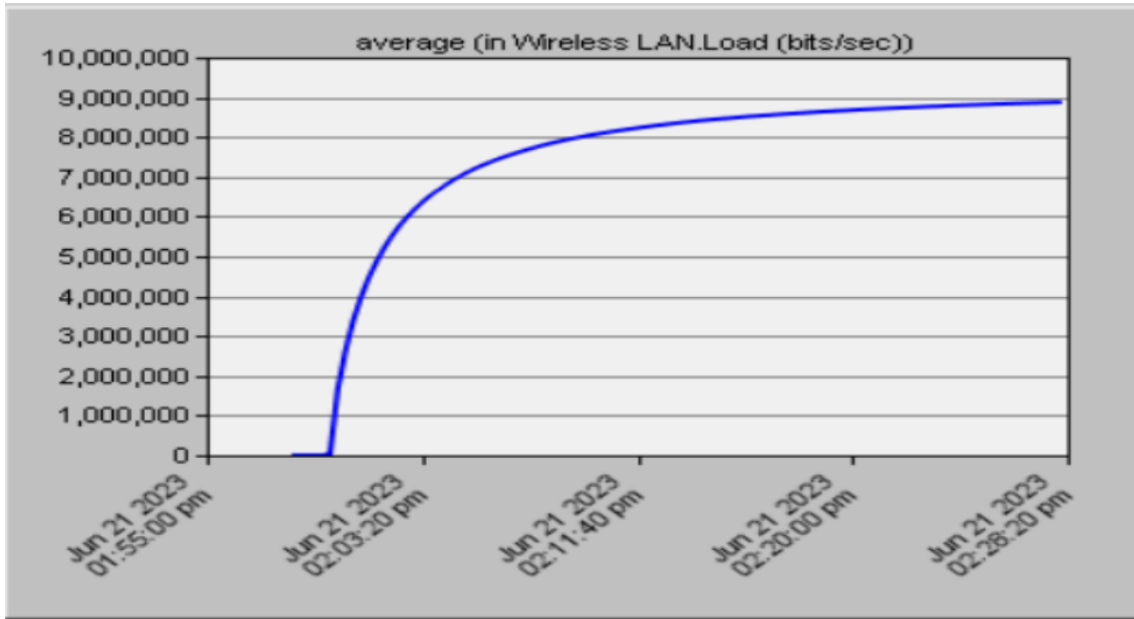


Detalles de la simulación realizada en OPNET. Realizado por: Víctor Constantine.

Para la simulación se eligió un tiempo de 30 minutos, en los cuales nos mostrará el tráfico de la red en ese intervalo de tiempo, para ello el simulador se demoró un tiempo de 2 horas, 10 minutos y 48 segundos para procesar 7,479,873,507 eventos.

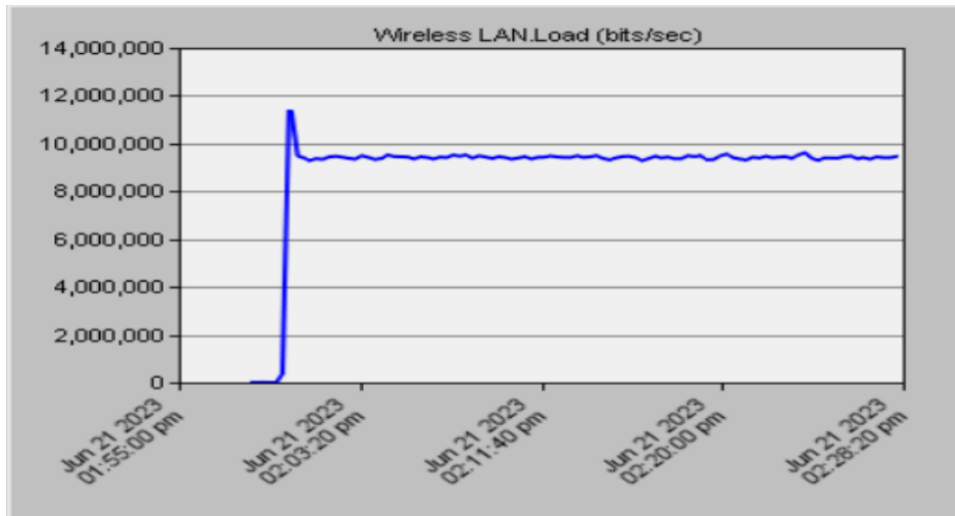
Los resultados obtenidos corresponden al retardo y la carga de la red WLAN, al tiempo de respuesta de descarga del protocolo FTP, al tiempo de respuesta de email, al tiempo de respuesta de objeto del protocolo HTTP. En este primer escenario planteado se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 4.9 Promedio de la carga en la red WLAN



Detalles del promedio de la carga de la red WLAN en bits/s. Realizado por: Víctor Constantine.

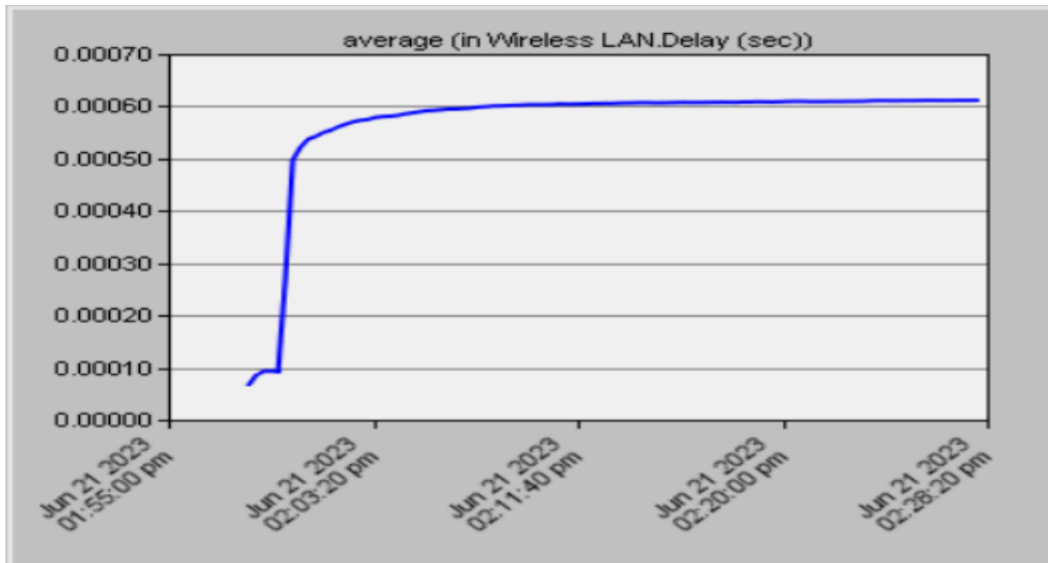
Figura 4.10 Carga en la red WLAN



Detalles de la carga de la red WLAN en bits/s. Realizado por: Víctor Constantine.

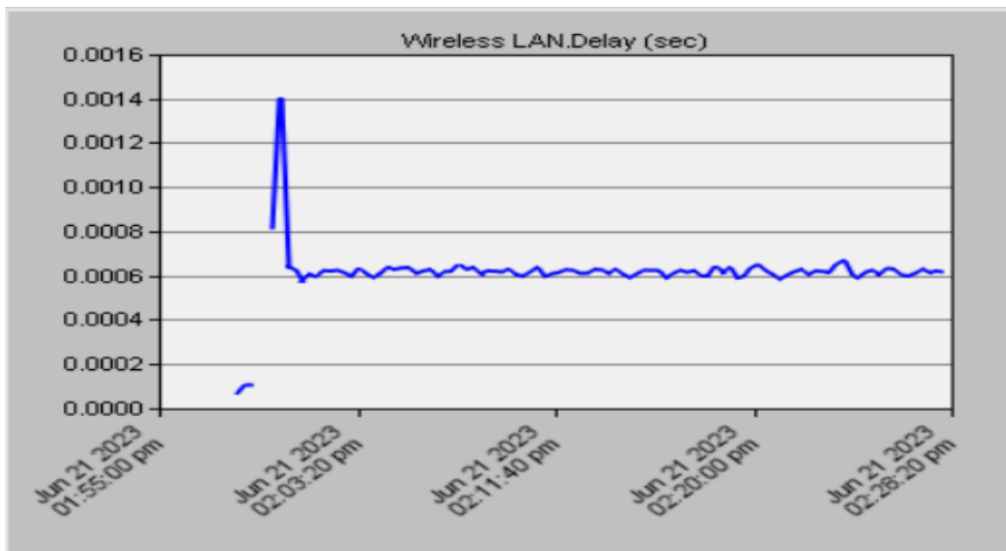
La Figura 4.9 y 4.10 nos muestra la carga total de toda la red WLAN que tiene un promedio de 9000000 bits/s en un tiempo de 30 minutos, y alcanzando un pico de hasta 11000000 bits/s.

Figura 4.11 Promedio del retardo en la red WLAN



Detalles del promedio de retardo red WLAN en bits/s. Realizado por: Víctor Constantine.

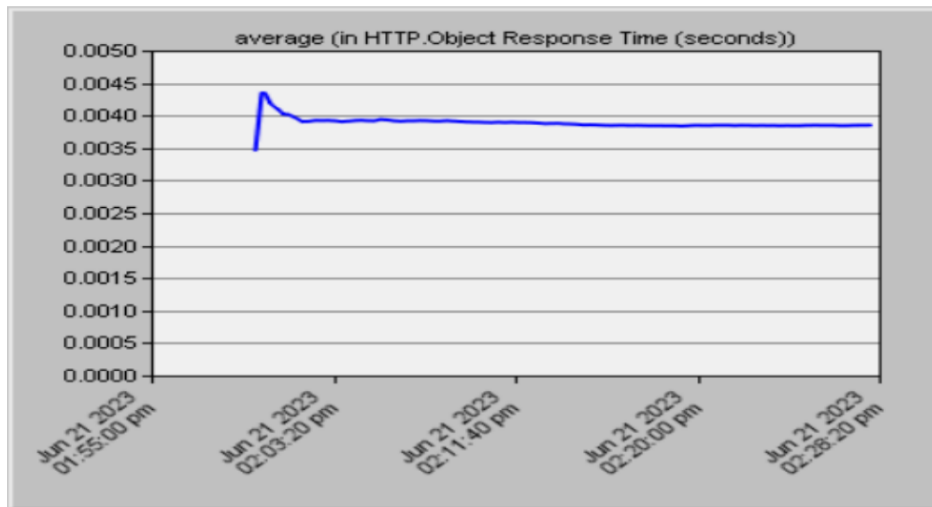
Figura 4.12 Retardo en la red WLAN



Detalles del retardo de la red WLAN en bits/s. Realizado por: Víctor Constantine.

La Figura 4.11 y la Figura 4.12 indica que el tiempo de retardo de la red WLAN tiene un promedio de 0.0006 segundos y un pico de hasta 0.0014 segundos. Los datos que se transmiten por la red inalámbrica comprenden un retraso en su llegada muy pequeños, esto se debe a la topología tipo estrella que se diseñó que permite que los equipos estén conectados de manera directa al switch facilitando el transporte de datos de manera eficiente.

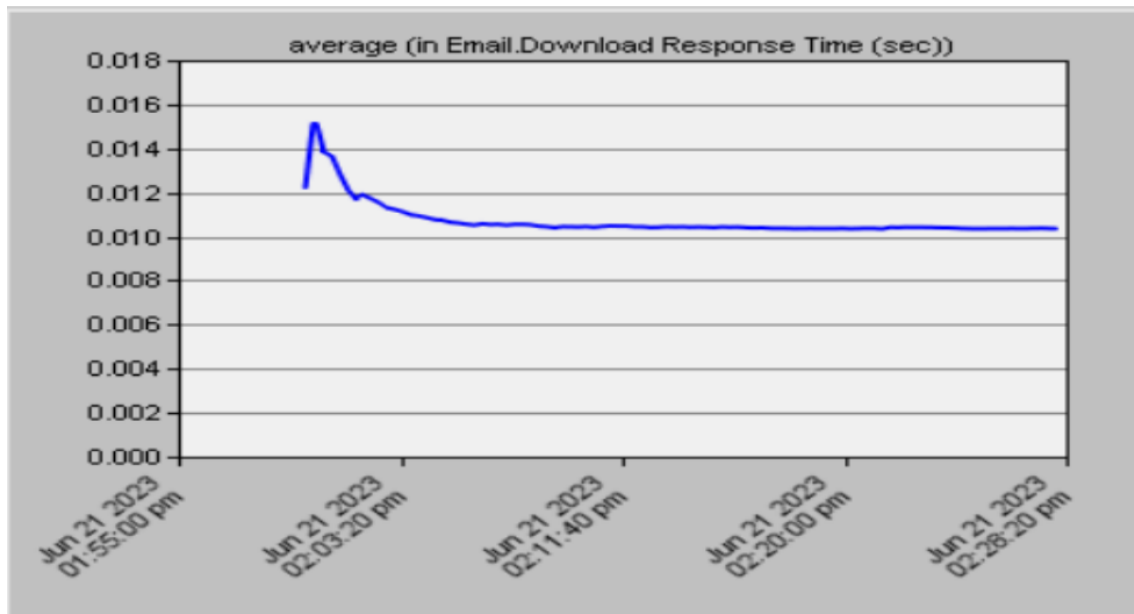
Figura 4.13 Tiempo de respuesta de objeto del protocolo HTTP



Detalle del tiempo de respuesta del objeto HTTP en segundos. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 4.13 se muestra los resultados obtenidos analizando el protocolo HTTP, donde se obtuvo un tiempo de respuesta de objeto de 0.0039 segundos.

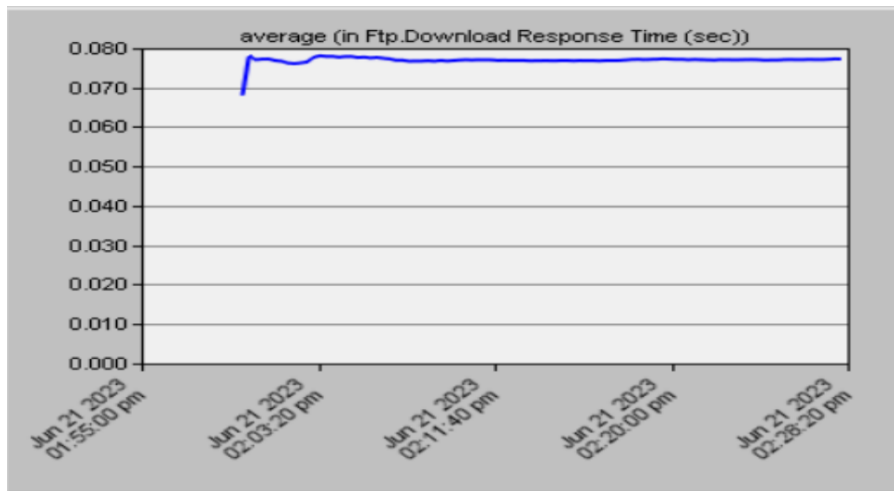
Figura 4.14 Tiempo de respuesta de descarga de email



Detalle del tiempo de respuesta de descarga de email en segundos. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 4.14 se indica el tiempo de respuesta de descarga de email, donde está comprendido un pico de 0.015 segundos y luego baja a un promedio de 0.10 segundos.

Figura 4.15 Tiempo de respuesta de descarga del protocolo FTP

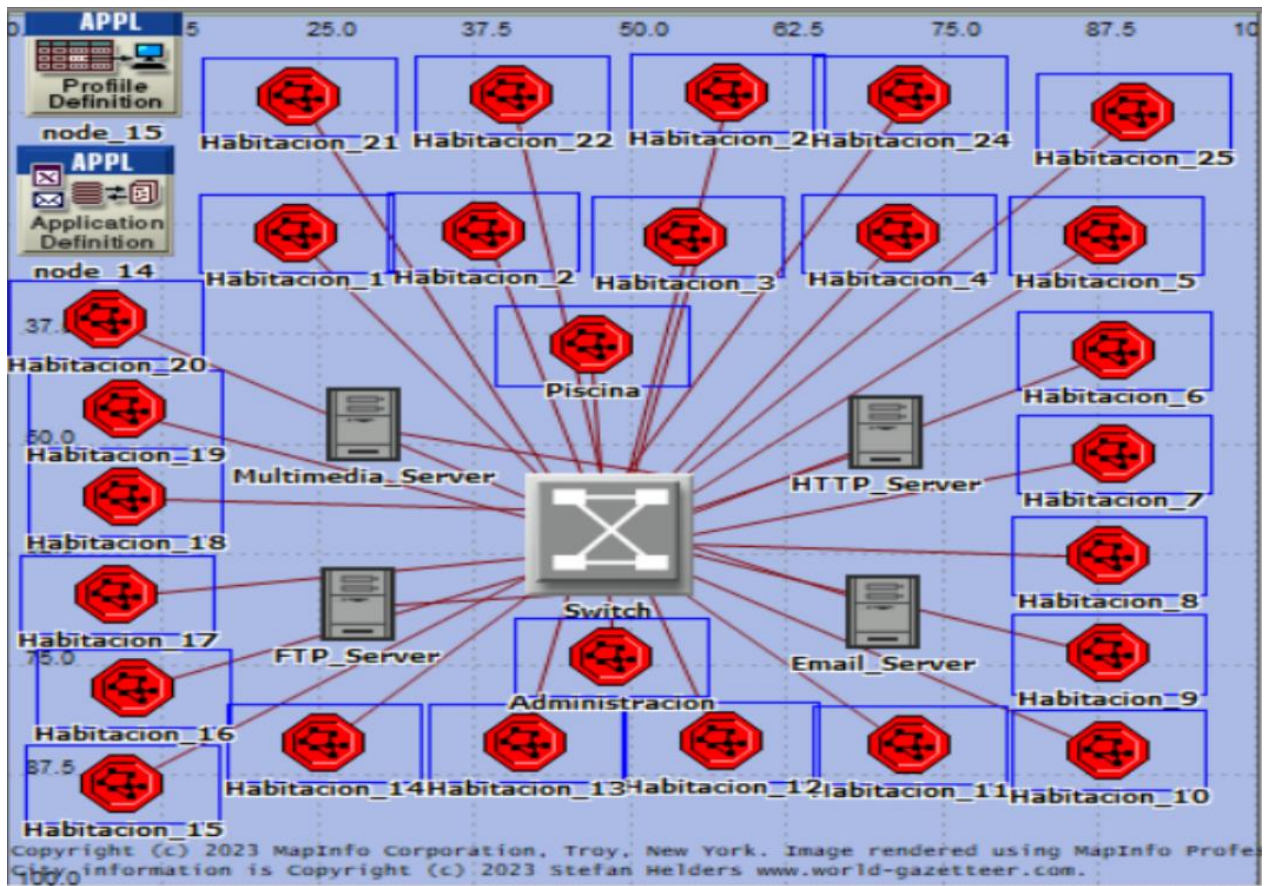


Detalle del tiempo de respuesta de descarga FTP en segundos. Realizado por: Víctor Constantine

El tiempo de respuesta de descarga del protocolo FTP es de 0.080 segundos. Los tiempos de respuesta es un parámetro que indica que tanto tiempo el servidor del servicio que se tiene alojado en un servidor tarda en conectar con el usuario final. Tanto en HTTP, Email y FTP se tienen tiempos por debajo de 1 segundo afirmando una conexión eficaz y rápida.

En este segundo escenario se plantea expandir la red en un 25% como se muestra en la Figura 4.15, así mismo se analizará la red para determinar si la red es escalable.

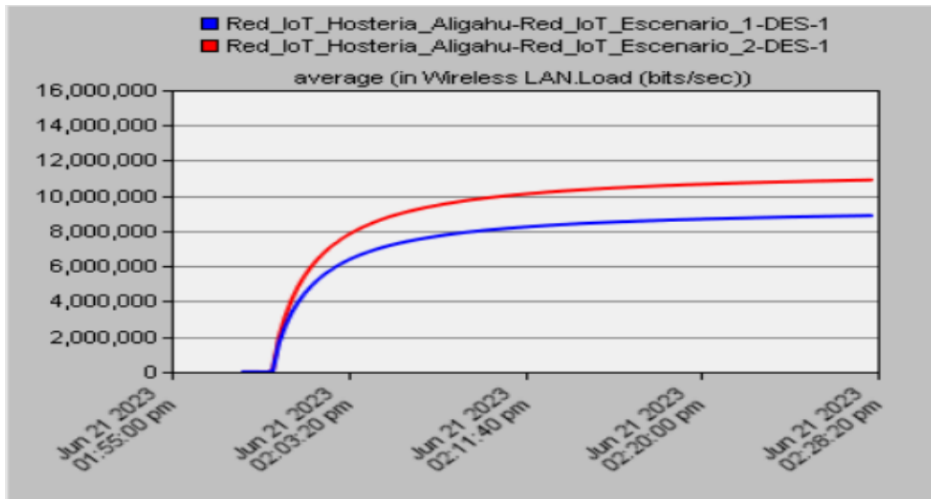
Figura 4.16 Topología de la red IoT en OPNET



Escenario de la red IoT aumentada en un 25%. Realizado por: Víctor Constantine

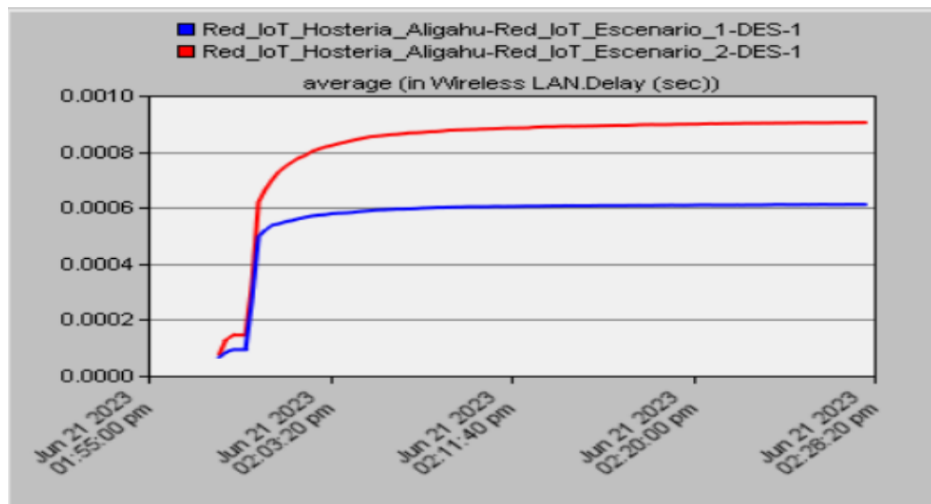
Para este segundo escenario se usaron los mismos parámetros que en el anterior, esto para poder realizar una comparación entre el primer y segundo escenario.

Figura 4.17 Gráfica comparativa del promedio de la carga en la WLAN



Comparación del promedio de la carga en la WLAN entre los dos escenarios simulados. Realizado por: Víctor Constantine.

Figura 4.18 Gráfica comparativa del promedio del retardo en la WLAN



Comparación del promedio del retardo en la WLAN entre los dos escenarios simulados. Realizado por: Víctor Constantine.

En la Figura 4.17 se puede apreciar que el aumento de la red supone un aumento de la carga en la red WLAN en donde de 9000000 bits/s aumentó a 11000000 en promedio, es decir en un 22%. La Figura 4.18 compara los retardos en la WLAN de ello se obtiene que entre los dos escenarios existe un aumento de 0.003 segundos equivalente a un 33% de aumento en el retardo, siendo tiempos sumamente pequeños en la escala de los milisegundos, la escalabilidad en la red es factible si se aumenta en un 25% la infraestructura.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 Parámetros económicos del proyecto

En el presente capítulo está orientado a que tan factible resulta la implementación del proyecto. Para el desarrollo del proyecto se debe tomar en cuenta algunas variables como son los costos de diseño, costos de adquisición de equipos, recursos humanos y costos de implementación. Así mismo se debe calcular mediante fórmulas el VAN, TIR y el PRI.

5.2 Costos del proyecto

Teniendo claro los parámetros económicos, se debe realizar un análisis con todos los costos adquisitivos y operativos que comprenden el proyecto en su totalidad. Para ello en la tabla 5.1 se detallan el número de equipos, características y su costo total.

Tabla 5.1 Costos de equipos tecnológicos.

Características de los equipos			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1	CCR2004-1G-12S+2XS	888,10	888,10
1	CRS-354-48g-4s+2q+rm	671,95	671,95
15	Ubiquiti U6 Pro	268,75	4031,16
22	XS01-WX	45	990
20	NEXXT NHS-D100	130	2600
1	Hikvision DS KIS604 P	262,44	262,44
44	NODEMCU-32	9,50	418
22	DHT22	8	176
22	HC-SR501	2,50	55
22	Smart Tv Sony Bravia Kdl-32w605d	140	3080
2	Rollo de cable UTP Cat 6A full cobre 305m	265	530
150	Conectores RJ45 Cat 6A	1,20	240
30	Canaletas plásticas ½	2,20	66
Total		2694,64	14008,65

Detalle de los costos de los equipos tecnológicos. Elaborado por: Víctor Constantine.

Para la fase de implementación se requiere personal capacitado para la ejecución del proyecto, en la tabla 5.2 se detalla las fases de implementación con un tiempo estimado de 4 meses. Para el cálculo de honorarios del personal se consideró el salario básico unificado, sumando costos de transporte.

Tabla 5.2 Honorarios profesionales

Recursos Humanos				
Cantidad	Profesional	Horas	Costo por hora	Costo Total
1	Asistente Técnico	480	2.81	1348.80
1	Albañil	60	2.81	168.60
1	Ingeniero de diseño de la red	1200	2.81	3372
Total				4889.40

Detalle de los costos por honorarios profesionales. Elaborado por: Víctor Constantine.

Tabla 5.3 Costos de Implementación

Detalles de la Implementación de la red IoT			
Descripción	Horas	Precio por hora (USD)	Precio Total (USD)
Fase de diseño de la red IoT	480	2.81	1348.8
Fase de ejecución de la red IoT	1200	2.81	4489.40
Fase de Pruebas	40	2.81	112.40
Capacitación al personal y entrega del proyecto	16	2.81	44.96
Total	1944	2.81	5995.56

Detalle de los costos para la implementación de la red IoT. Elaborado por: Víctor Constantine.

Tabla 5.4 Costos Totales

Costo total del proyecto	
Costos de adquisición de equipos	13677,65
Costos de implementación	5995,56
Total	19673,21

Detalle del costo total de la red IoT de la hostería Aligahu. Elaborado por: Víctor Constantine.

5.3 Rentabilidad del proyecto

Por medio de los indicadores financieros VAN y el TIR se realizará un análisis económico con respecto al proyecto, se contemplará parámetros como ingresos y egresos de la empresa para calcular la utilidad neta y poder estimar si el proyecto rentable y en cuánto tiempo se recuperará la inversión.

5.4. Valor Actual Neto (VAN)

Para el cálculo del VAN se debe restar la inversión inicial (I_0) con los valores recibidos en los diferentes períodos, de tal manera que el resultado indica si el proyecto es viable.

Tabla 5.5 Condiciones del VAN

$VAN < 0$	Proyecto no viable
$VAN = 0$	Proyecto indiferente
$VAN > 0$	Proyecto viable

Viabilidad del proyecto con respecto al VAN. Elaborado por: Víctor Constantine.

La tabla 5.5 se indica que, si el VAN es menor a 0, el proyecto representará pérdidas a la empresa por lo cual no es viable. Si el VAN es igual a 0, el proyecto no representará pérdidas y estará ajustado al presupuesto de la empresa. Si el VAN es mayor a 0, el costo del proyecto será menor al presupuesto de la empresa de tal manera que el proyecto tiene viabilidad absoluta.

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad \text{Ec.(5.2)}$$

Mediante la ecuación 5.1 se obtiene el VAN donde la variable I_0 corresponde a la inversión inicial manteniendo un signo negativo representando a un egreso, la variable F corresponde a la utilidad obtenida en todos los periodos establecidos, el parámetro i corresponde a la tasa de interés que se toma como base el 10%. Asignados valor a cada variable se obtiene un VAN de 3.903,44 USD

5.5. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es un indicador porcentual que define que tan rentable es un proyecto, va relacionado directamente con el VAN.

Tabla 5.6 Condiciones del TIR

TIR<0	Proyecto no viable
TIR=0	Proyecto indiferente
TIR>0	Proyecto viable

Viabilidad del proyecto con respecto al TIR. Elaborado por: Víctor Constantine.

El TIR al igual que el VAN deben de ser mayor a 0 para que sea rentable y sin riesgo de inversión.

$$0 = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)^1} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} \quad \text{Ec.(5.2)}$$

La ecuación 5.2 plantea igualar el VAN a 0 para poder despejar el TIR, el parámetro I_0 corresponde al valor total del proyecto, la variable F corresponde a la utilidad obtenida en los periodos establecidos. Se obtiene un TIR del 22% que por ser mayor a 0 indica que el proyecto tiene una viabilidad positiva.

5.6. Periodo de Recuperación de Inversión (PRI)

El periodo de recuperación de inversión es un indicador de que muestra en cuanto tiempo se espera recuperar la inversión inicial. Tomando en cuenta el flujo de capital por periodos se calcula el PRI.

$$PRI = T * \frac{I_0 - A_T}{F_{T+1}} \quad \text{Ec.(5.3)}$$

T= Periodo en donde se recupera la inversión

I_0 = Inversión Inicial

A= Capital acumulado en el periodo que se recupera la inversión

F= Utilidad obtenida en un periodo

Aplicando la fórmula 5.3 se obtiene un periodo de recuperación de 10 meses aproximadamente.

En la tabla 5.7 se muestran los valores del VAN, TIR y PRI siendo los dos primeros

positivos se considera un proyecto viable para su implementación.

Tabla 5.7 Valores del VAN, TIR, PRI

Inversión Inicial (USD)	19673.21
Flujo Neto (USD)	23966.99
Tasa de Interés (%)	10%
VAN (USD)	\$3.903,44
TIR (%)	22%
PRI	10 meses

Valores calculados del VAN, TIR y PRI. Elaborado por: Víctor Constantine.

CONCLUSIONES

La competencia hotelera demanda el aumento de soluciones tecnológicas para poder seguir incursionando en este tipo de mercado, así poder brindar una experiencia diferente a los huéspedes enfocando los recursos en la hospitalidad, comodidad y seguridad, de tal manera que el diseño basado en el internet de las cosas brinda todas las herramientas electrónicas que garantizan estos servicios, de tal manera que se satisface los requerimientos de la hostería Aligahu.

El diseño de la red comprende seguridades en infraestructura física y lógica, cumpliendo la normativa vigente en lo que corresponde a cableado estructurado, firmware de equipos y controles de accesos. El sistema es escalable en un 25% sin demostrar ninguna baja de rendimiento considerable, al tener una IP privada de clase B esto nos habilita para poder solventar la demanda de nuevos equipos y usuarios a la red.

Las simulaciones en lo que corresponde a la carga y retardo en la WLAN se pueden observar picos al inicio de la gráfica lo que implica un aumento del retardo, pero al poco tiempo consigue estabilizarse.

Los indicadores financieros concluyen que el proyecto es viable en su totalidad para una futura implementación de una red IoT con todas las prestaciones, servicios y garantías, obteniendo valores positivos de VAN y TIR de \$3.903,44 y 22% respectivamente y un retorno de la inversión en el tiempo de 10 meses.

RECOMENDACIONES

La infraestructura da para realizar controles enfocados en el ahorro programado de energía. Tras el resultado de este proyecto se encuentra factible la incorporación de paneles solares y bancos de baterías para suplir de forma independiente los equipos de la red IoT, hay que considerar que los apagones y cortes de energía es un problema latente en el país.

El monitoreo constante de la red IoT debe ser una prioridad debido a que, aunque los dispositivos vinculados fueron seleccionados para ambientes de alta humedad y temperatura, se debe estar pendiente a mantenimientos preventivos y correctivos según se requiera

Es recomendable usar varias plataformas de monitoreo ya que los sensores IoT soportan aplicaciones similares a la sugerida, además de que unas pueden ser más intuitivas y amigables con el usuario final.

Se recomienda que en el cuarto de comunicaciones esté con ventilación permanente y con un extractor de humedad para aumentar la vida útil de los mismos. Así mismo restringir el acceso a personas capacitadas, certificadas y con conocimiento de redes.

BIBLIORAFÍA

- Andrés, M. B. (2018). *INTERNET DE LAS COSAS*. MADRID: REUS S.A.
- Arduino. (2023). <https://www.arduino.cc/>. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- AVELECTRONICS. (2023). avelectronics.cc.
- Camacho, C. (2018). *PPDIOO*. Guayaquil.
- Electronics, N. (2016). *Naylamp*. Obtenido de Modulo GPS Arduino:
https://www.naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html
- Electronics, N. (2020). *Naylamp*. Obtenido de Módulo GSM SIM800L:
<https://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/115-modulo-gsm-sim800l-2g.html>
- Escalona, B. (06 de 09 de 2012). *Protocolos de control de acceso RADIUS*. . Obtenido de <https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/51>:
<https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/51>
- GALLARDO, C. P. (2019). *PROPUESTA DE REDISEÑO DE RED DE DATOS DE LA EMPRESA COBRA FACIL FABRASILISA S.A BAJO METODOLOGÍA PPDIOO Y COBRA FACIL FABRASILISA S.A BAJO METODOLOGÍA PPDIOO Y COBRA FACIL FABRASILISA S.A BAJO METODOLOGÍA PPDIOO* . QUITO.
- Leviton. (s.f.). <https://www.leviton.com>. Obtenido de https://www.leviton.com/en/docs/Leviton_Cat6AReferenceGuide-LATAM-Esp.pdf
- LI, Y. (2020). *Hoteles inteligentes y nuevas tecnologías aplicadas a la industria*. Zaragoza.
- Oña, R. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL HOTEL LAS CASCADAS EN EL CANTON LA MANA*. QUITO.

robótica, e.-i. e. (s.f.). *e-ika electrónica y robótica*. Obtenido de Módulo GPS NEO GY-

GPS6MV2 para Arduino : <https://www.e-ika.com/modulo-gps-gy-gps6mv2-para-arduino-2>

Roboticsec. (2023). *roboticsec.com*.

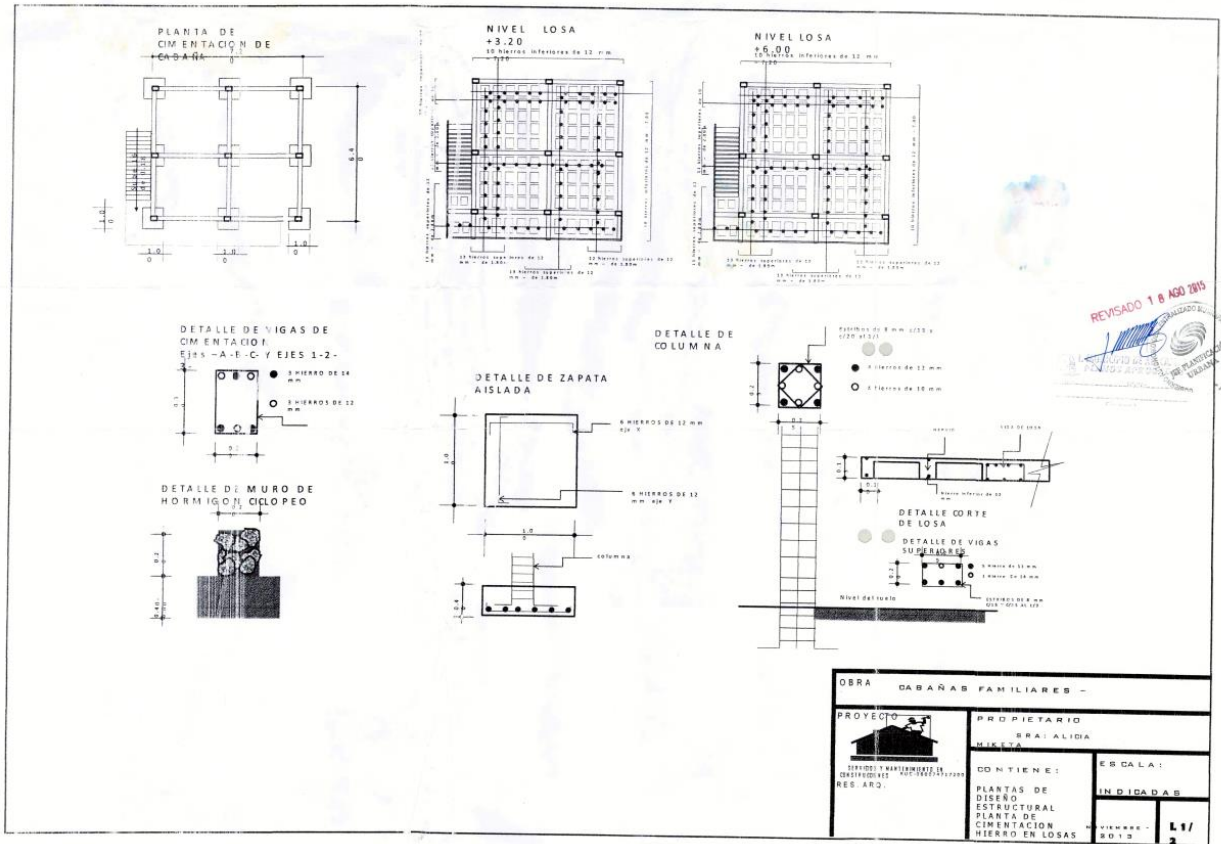
Soumyalatha. (2016). *Estudio de IoT: Comprensión de la arquitectura IoT, aplicaciones, problemas, desafíos*. Bangalore.

Tech, I. (s.f.). *IoT Smart Hotels: habilitando la innovación en la industria hotelera*.

Obtenido de <https://cpvmicro.com/iot-smart-hotels-habilitando-la-innovacion-en-la-industria-hotelera/>

ANEXOS

Anexo 1: Planos de las bases de la hostería Aligahu



Anexo 2:

