

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Sistema para predicción de parámetros de calidad de servicio de la red
inalámbrica gratuita del Edificio CTI

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería en Telemática

Presentado por:

Emilio Rafael Dueñas Ruiz

José Luis Salazar Castro

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Emilio

A mi madre Edith, a mi padre Emilio, a mi hermana Teresa, esto por y para ustedes. A mis sobrinas Kelly, Sofía y Valery, que este proyecto, fruto de los años dentro de la universidad, sirva de motivación en el futuro cuando les toque pasar por una institución de educación superior. A todos mis compañeros que siguen en las aulas y se esfuerzan día a día por cumplir su objetivo, espero el trabajo realizado en este proyecto les sirva como referencia en algún momento.

José Luis

El presente trabajo es dedicado a Dios, mis padres, a mis tios, a mi enamorada y a mi familia en general quienes han sido parte fundamental para escribir esta tesis, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

AGRADECIMIENTOS

Emilio

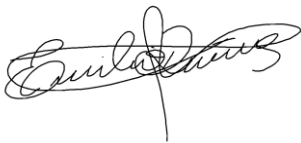
A mis padres Emilio y Edith por su gran apoyo a lo largo de estos años en la universidad. A mi hermana Teresa por nunca dejar de creer en mí. A mis amigas Eileen y Danitza, por su soporte y palabras de aliento que me motivaron a no bajar los brazos en los momentos difíciles. A la Dra. Rebeca Estrada y al Dr. Washington Velásquez por su guía, paciencia y a los profesores que tuve durante el curso de esta carrera universitaria por su guía y conocimiento impartido. A los Ingenieros del Laboratorios TRI, por su ayuda semana a semana ante las dificultades que nos pudimos encontrar en el camino. A Diego Zambrano por su aporte durante la investigación de este proyecto. A mi compañero José Luis Salazar, por su entrega y trabajo durante el tiempo que invertimos para desarrollar nuestro proyecto integrador.

José Luis

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta de lo que me pones en frente mío para que mejore como ser humano, y crezca de diversas maneras. Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida. Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona. Cada momento vivido durante todos estos años, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana puedo empezar de nuevo, sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas durante el día anterior.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Emilio Rafael Dueñas Ruiz y José Luis Salazar Castro damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Emilio Rafael Dueñas Ruiz

José Luis Salazar Castro

EVALUADORES

Dr. Washington Velásquez
PROFESOR DE LA MATERIA

Dra. Rebeca Estrada
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Debido al confinamiento por el covid19, la población mundial comenzó a consumir recursos en internet de manera abrumadora a tal punto de saturar redes a nivel global. El personal que administra estas redes no siempre cuenta con una herramienta que monitoree la misma, es así que este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un sistema de monitoreo de los parámetros de calidad de servicio de una red inalámbrica y a la vez recolectar datos sobre la experiencia del usuario mientras estuvo conectado en la red.

Para la implementación de la solución se utilizó software de código abierto como OpenWRT, cambiando el firmware del ruteador y NoDogSplash, para la creación de un portal cautivo permitiendo la recolección de datos de usuario y su satisfacción mientras el ruteador monitorea la calidad del servicio y envía los datos a una base de datos creada con PostgreSQL y su presentación en una plataforma usando herramientas como Vue.js, Chart.js y Flask.

Los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación de plataforma como en la satisfacción del usuario fueron satisfactorios. El tráfico de la red pudo ser monitoreado de manera permanente y el usuario pudo calificar el estado de la red permitiendo a los administradores de la red tomar correctivos necesarios o ejecutar planes de mejora continua.

Palabras Clave: QoS, Monitoreo, Portal Cautivo, Satisfacción de usuario.

ABSTRACT

Due to the confinement by covid19, the world population began to consume too many resources on the Internet in an overwhelming way until the point of saturating networks globally. Networks managers do not always have a tool that monitors it, so the main objective of this project is to develop a monitoring system for the quality of service parameters of a wireless network and simultaneously collect data about the user's experience while connected to the network.

For the implementation of the solution, open-source software such as OpenWRT was acquired, changing the firmware of the router and NoDogSplash, for the creation of a captive portal allowing the collection of user data and their satisfaction while the router monitors the quality of the service and sends the data to a database created with PostgreSQL and its presentation in a platform using tools like Vue.js, Chart.js, and Flask. The results obtained in terms of the evaluation of the platform and user satisfaction were satisfactory. Network traffic could be permanently monitored, and the user could qualify the status of the network, allowing network administrators to take necessary corrective measures or execute continuous improvement plans.

Keywords: QoS, Monitoring, Captive Portal, User Satisfaction.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
ABREVIATURAS	ix
SIMBOLOGÍA	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE CÓDIGOS DE PROGRAMA	xv
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específico	4
1.4 Alcance y limitaciones	4
1.5 Marco teórico	5
1.5.1 Calidad de servicio y experiencia de Red	5
1.5.2 Parámetros de calidad de servicio	6
1.5.2.1 Retardo	6
1.5.2.2 Ancho de banda	7
1.5.2.3 Tasa de transferencia efectiva	7
1.5.2.4 Indicador de fuerza de señal recibida	7
1.5.3 Portal cautivo	9
1.5.4 Relación señal/ruido	9

1.5.5	Escala de valoración de MOS	10
1.5.6	Hardware	11
1.5.6.1	Router linksys modelo MR8300	11
1.5.7	Software	12
1.5.7.1	OpenWRT	12
1.5.7.2	MobaXterm	12
2	METODOLOGÍA	13
2.1	Arquitectura tecnológica	14
2.1.1	PostgreSQL	15
2.1.2	Vue.js	16
2.1.3	Chart.js	16
2.1.4	OpenWRT y NoDogSplash	17
2.1.5	Flask	19
2.2	Métrica de evaluación de plataforma	20
2.3	Métrica de satisfacción del usuario	20
3	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	21
3.1	Configuración del BackEnd	21
3.1.1	Instalación de OpenWRT	21
3.1.2	Configuración de NoDogSplash	22
3.1.3	Base de datos	24
3.1.4	Generación de datos de usuarios	26
3.1.5	Instalación de Flask	26
3.2	Configuración del FrontEnd	27
3.2.1	Generación de gráficos	27
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
4.1	Plataforma Desarrollada	29
4.2	Escenarios de estudio	31
4.2.1	Escenario 1	31
4.2.2	Escenario 2	34
4.2.3	Escenario 3	35
4.2.4	Escenario 4	36

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
5.1	Conclusiones	39
5.2	Recomendaciones	40
5.3	Trabajos futuros	41
	BIBLIOGRAFÍA	43
	APÉNDICES	46
A	Código HTML para primer portal cautivo	49
B	Script 1	51
C	Script 2	52
D	Archivo de Salida de Datos data.txt	54
E	Archivo JSON j.json	54
F	Preguntas para encuesta de satisfacción de usuario	56
F.1	Satisfacción de usuario en la conexión	56
F.2	Satisfacción de usuario en la navegación	56
F.3	Equivalencia y escala de valoración de encuesta	57

ABREVIATURAS

CTI	Centro de Tecnologías de la Información
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
ZEDE	Zona Especial de Desarrollo Económico del Litoral
ZILE	Zona de Investigación del Litoral Ecuatoriano
BE	Best Effort
QoS	Quality of Service (Calidad de Servicio)
QoE	Quality of Experience (Calidad de Experiencia)
MOS	Mean Opinion Score (Puntuación de opinión media)
TI	Tecnologías de la Información

SIMBOLOGÍA

Mbps Megabit por segundo

bps bit por segundo

ms milisegundo

dBm decibelio-miliwatio

MHz Megahertz

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Router Linksys Modelo MR8300	11
2.1	Metodología por proceso	14
2.2	Diagrama Arquitectura Tecnológica	15
2.3	Ejemplo de Base de Datos.	16
2.4	Ejemplo de Gráficos.	17
2.5	Código base para generación de gráficos.	17
2.6	Página principal de OpenWRT.	18
2.7	Ejecución de comando <code>ndctl status</code>	19
2.8	Modelo de Flask.	19
3.1	Conexion via SSH con router	22
3.2	Cambio de opcion enable y redireccionamiento	23
3.3	Portal Cautivo	23
3.4	Portal Cautivo desde dispositivo móvil	24
3.5	Diagrama de base de datos	25
3.6	Base de Datos con información de prueba.	26
3.7	Dashboard: Gráficos de velocidad e intensidad.	28
4.1	Página principal del dashboard parte superior	29
4.2	Página principal del dashboard parte inferior	30
4.3	Visualización de la encuesta 1	30
4.4	Visualización de la encuesta 2	31
4.5	Gráfico de intensidad de señal para escenario 1	32
4.6	Gráfico de velocidades de transmisión para escenario 1	33
4.7	Resultados de encuesta para escenario 1	33
4.8	Gráfico de intensidad de señal para escenario 2	34
4.9	Gráfico de velocidades para escenario 2	34

4.10 Resultados de encuesta para escenario 2	35
4.11 Gráfico de intensidad de señal para escenario 3	35
4.12 Gráfico de velocidades para escenario 3	36
4.13 Resultados de encuesta para escenario 3	36
4.14 Gráfico de intensidad de señal para escenario 4	37
4.15 Gráfico de velocidades para escenario 4	37
4.16 Resultados de encuesta para escenario 4	38

ÍNDICE DE TABLAS

1.1	Escala de Señal Recibida	8
1.2	Equivalencia en dBm de señal recibida	8
1.3	Escala de valoración MOS	10
3.1	Relación de información adquirida y la base de datos	25
4.1	Escenarios de estudio	31
1	Escala y equivalencia de encuesta	57

ÍNDICE DE CÓDIGOS DE PROGRAMA

3.1	Comando para actualizar repositorio de OpenWRT	21
3.2	Comando para instalación de NoDogSplash	22
3.3	Comando para entrar a edición de archivo de configuración NoDogSplash .	22
1	Código HTML de primer portal cautivo	49
2	Script de generación de archivos con parámetros QoS	51
3	Script para filtración de archivo y envío a base de datos	52
4	Datos de lista de asociados	54
5	Archivo JSON con direcciones MAC e IP	54

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Desde que el mundo comenzó a vivir los efectos de la pandemia generada por el Covid19, se vio obligado por un buen tiempo a paralizar sus actividades y aislarse, en tal virtud, los servicios y actividades económicas, educativas, comerciales, entre otras, tuvieron que virtualizarse. Esta situación ocasionó que la infraestructura y el tráfico de la red de internet aumente, y los usuarios empezaron a saturar la red, plataformas de entretenimiento brindaron la facilidad a los usuarios para crear contenido multimedia. Así muchas redes no brindaban el servicio esperado y estos dejaban de estar disponibles, los paquetes que son enviados a través de la red son encolados y esperan a que los dispositivos de red puedan despacharlos hacia el destino. [1]

En la ciudad de Guayaquil existen 772 puntos de wifi gratuito y durante el año 2021 el cabildo junto a la empresa Telconet instalaron 900 puntos de wifi gratuito adicionales en diversas zonas de la urbe ¹

, los alumnos de escuelas, colegios y universidades se vieron en la necesidad de usar la red para poder conectarse a sus clases, el tiempo de conexión era limitado y el servicio presentaba diversas falencias y descontento en los usuarios. Este proyecto será un piloto para poder presentarlo a la M.I. Municipalidad de Guayaquil y su red gratuita municipal, ya que esta, posee una gran demanda de servicio, generando saturación de la red de internet gratuito desplegado por la ciudad. Por tanto, se hará uso de la red gratuita del Edificio CTI para realizar un sistema que sea capaz de monitorear los parámetros de calidad de servicio de la red y luego predecir los mismos y brindarle una herramienta de análisis de seguridad, estabilidad y disponibilidad de la red al personal administrativo de la misma.

Este sistema ayuda principalmente a observar qué parámetros están siendo afectados

¹”Se instalarán 900 puntos de wifi gratuito en zonas populares de Guayaquil, El Universo, 2021”

en la red, verificar si el proveedor está cumpliendo con lo que estipula el contrato de servicios y además identificar las horas pico de alta demanda de servicio para correlacionarlo con la experiencia de usuario en el uso del servicio y navegación en internet. De esta manera, se logrará dar un mejor servicio a los usuarios, tener un monitoreo sobre lo que sucede en la red y anticiparse a las posibles eventualidades negativas que se presenten.

1.1 Descripción del problema

El CTI brinda facilidad de conexión inalámbrica a través de una red gratuita para usuarios que no trabajan ni forman parte del personal del CTI y esto se debe a que en las instalaciones del edificio operan la ZILE y la ZEDE o por las reuniones que estos organismos tienen con diferentes empresas, requieren hacer uso del internet y sobre todo que el tiempo de conexión no esté limitado. Sin embargo, este punto se puede restringir y establecer períodos de tiempo por usuario según las necesidades.

Al día de hoy, existen retardos en el servicio de internet en la red gratuita del Edificio CTI, esto ha venido generando problemas de conectividad a los usuarios que hacen uso de ella, como retardos, jitter, caídas de conexión y servicios, ocasionando malestar en los usuarios puesto que tiene una alta necesidad de mantenerse conectados y haciendo uso de los servicios.

El centro no cuenta con una estrategia de mejora de calidad de servicio y experiencia, por lo que muchos diagnósticos son erróneos, no se realizan de manera técnica sino de manera empírica ocasionando que no se solucionen ni se identifiquen los problemas desde la raíz, dando como resultado soluciones momentáneas que a corto o largo plazo vuelven a aparecer, disminuyendo la eficiencia del servicio e incluso del departamento. Los 4 Acces Point que utilizan manejan 4 diferentes redes que se encuentran en fase de producción, es así que se creará una red de pruebas para evitar la denegación del servicio a los usuarios.

1.2 Justificación del problema

Debido a la situación sanitaria que el mundo atravesó recientemente, la dependencia a los servicios virtualizados y comunicaciones via internet ha aumentado, generando así que la mayoría de las redes se saturen, más aún las gratuitas, la mayoría de las redes no cuentan con políticas de QoS y sus equipos de red aplican el mecanismo Best Effort, tratando así a todos los paquetes por igual, no solamente de ser despachados y ser tratados con la misma prioridad, sino también hasta de ser descartados [2]. En la red gratuita del Edificio CTI se suelen conectar una gran cantidad de personas lo cual lo hace propenso a tener anomalías en la experiencia de usuario y una calidad de servicio muy pobre. Pero, aunque existan herramientas de detección de ciertos errores y brinden ciertas soluciones, estas no son lo suficientemente profundas ni efectivas para corregir las eventualidades presentadas en su totalidad [3]. Por lo tanto, existe la necesidad de tener una herramienta completa de monitoreo de red confiable para que los administradores de red puedan tomar decisiones acertadas en tiempo real y que los usuarios finales puedan recibir el servicio de alta calidad. Cabe recalcar que los administradores cuentan con la preparación académica necesaria para solucionar los errores, sin embargo, es menester contar con la ayuda de esta herramienta para predecir incluso, los momentos en que la red podría colapsar y anticiparse a la caída de servicios o al aumento de jitter, latencia, etc. En otro ámbito, típicamente las redes de comunicación no cuentan con QoS, es así que todos los paquetes que viajan a través de la red son tratados de la misma manera, sin poder asegurar que la información transportada, ya sea crítica o no, se entregue exitosamente al destino deseado [4].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo de parámetros de calidad de servicio utilizando la experiencia del usuario y factores pre-existentes para la red gratuita del Edificio CTI .

1.3.2 Objetivos específico

- Implementar un portal cautivo para la recolección de las experiencias de usuarios tanto en la conexión como en la navegación utilizando la red gratuita.
- Crear una plataforma de monitoreo donde se muestren los parámetros de calidad de servicio de la red para que los administradores de la red efectúen acciones correctivas.
- Verificar el estado de la red inalámbrica para que el servicio brindado en la red interna pueda mejorarse o mantenerse en cuanto a su calidad con el uso de la plataforma desarrollada.

1.4 Alcance y limitaciones

- Este trabajo será un proyecto piloto para poder integrarlo en la red gratuita municipal que cuenta con miles de puntos de acceso y usuarios en toda la ciudad, por tanto el espacio de trabajo será la red gratuita del Edificio CTI, allí se efectuarán las pruebas necesarias con los equipos que cuentan en el área. Por lo tanto, de implementarse este proyecto en la red municipal, se deberá tener en cuenta la infraestructura tecnológica que manejan.
- El hardware con el que se trabaja es proporcionado por el Laboratorio de Redes Inteligentes del CTI con el objetivo de detectar los problemas de la red, este servirá para la creación de los portales cautivos que recaudarán los datos referente a la experiencia de usuario, así como también los parámetros de calidad de servicio con los que estaba trabajando la red al momento de la recopilación de los datos. El centro cuenta con Access Points que son usados para redes diferentes que se encuentran en etapas de implementación, por lo que se proporciona un nuevo router para crear la red donde se desarrollarán las pruebas.
- La finalidad del proyecto no es arreglar ni solucionar los inconvenientes de la red o hacerle mejoras, más bien es proporcionar herramientas de monitoreo del estado de la misma para que los encargados de la administración puedan efectuar las acciones correctivas necesarias e incluso poder anticiparse al estado futuro de la

red en cierto instante de tiempo según el historial en la base de datos, tal como funciona con la predicción del clima, por otra parte será posible la recopilación de las diversas experiencias de usuario con respecto a la red gratuita, así se podrán efectuar mejoras continuas y de cierta manera verificar la eficacia del sistema en desarrollo.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Calidad de servicio y experiencia de Red

Se entiende por QoS (Quality of Service, por sus siglas en inglés) a los diferentes mecanismos y estrategias que se aplican a la variedad de flujos de tráfico que circulan por las redes de información, uno de sus objetivos es asegurar que la conexión puede mantener estándares de calidad necesarios para que los paquetes sean entregados satisfactoriamente y la experiencia del usuario por igual. Según la UIT, QoS es el efecto global respecto a cómo está funcionando un servicio que hace uso de una infraestructura de red, determinando directamente en el grado de satisfacción del cliente final [5]. Es posible realizar configuraciones específicas en los equipos de la red para que los parámetros que miden la QoS (retardo, jitter, pérdida de paquetes, ancho de banda, rendimiento) trabajen dentro de los niveles estándar, es posible medirlos y que cumplan con lo esperado.

Una red con QoS aplicado puede tener diversas ventajas sobre una que no cuenta con ello, el enfoque de cada parámetro varía según los requerimientos de la red, ciertas configuraciones pueden ejecutarse en la variación del ancho de banda para evitar la saturación y/o congestión de la red, manejar el orden del tratamiento de los paquetes de acuerdo al tráfico, hasta poder modelarlo y así predecir el comportamiento. Sin embargo, la calidad de servicio se percibirá de forma diferente según el cliente, y al usuario del mismo, así también según la cantidad de usuarios conectados a la red y el tipo de tráfico [6].

Por lo expuesto, la experiencia de un usuario contemporáneo (que maneja redes sociales con alto contenido multimedia, juega juegos en línea, consume contenido en live stream, etc.) no será igual que la de un adulto mayor (usando la red para pagar servicios básicos, leer noticias o consumir contenido estático) con poca experiencia incluso en el uso de los

servicios en red, y su tolerancia a la frustración varía.

Esto se analiza en la Calidad de Experiencia, donde ya no se basa en las mediciones de los parámetros de QoS sino en lo percibido por el usuario directamente. Por ende, este análisis es más subjetivo que objetivo y se realiza según la escala de valoración de MOS para poder cuantificar la calidad de la experiencia. La subjetividad del análisis hace que el mismo sea un poco más complicado ya que cada usuario tiene sus propias necesidades y factores de complacencia, las variables que pueden afectar son diversas, algunas ni siquiera relacionadas con el área de TI pero que sí tienen inherencia directa sobre el hardware de la red, del usuario y hasta del software que esté corriendo [7].

1.5.2 Parámetros de calidad de servicio

En la actualidad los sistemas de comunicaciones y su estudio de calidad de servicio ha aumentado su complejidad a medida que nuevos servicios son virtualizados de único acceso mediante internet, diariamente se desarrollan nuevas tecnologías de diferentes costos, capacidades, y adaptaciones que obligan a contar con herramientas y/o técnicas que aseguren su rendimiento. [8] Dentro de los principales parámetros que serán analizados por los sistemas están:

1.5.2.1 Retardo

El retardo es el tiempo que demora un paquete en llegar a su destino. Pueden aparecer cuando los enrutadores no pueden procesar altas cantidades de paquetes, cuando el servidor no puede procesar un volumen alto de paquetes que le ingresen, cuando el cliente no tiene capacidad suficiente de procesamiento o cuando existen muchos paquetes en la red, lo cual hacen que se pierdan y tengan que volver a ser enviados [9].

En un estudio realizado por profesores de la Universidad de Alicante se concluyó que los retardos que presenta una red son útiles al momento de verificar las continuidades en la variación del retardo, así mismo muestran la opción de diseñar algoritmos de control según restricciones establecidas. Al momento de presentarse retardos muy altos, los algoritmos no pueden ser eficaces y en esa situación se plantea el diseño de sistemas de control ya no basados en retardos sino en pérdida de paquetes [10].

1.5.2.2 Ancho de banda

Para la navegación se debe tener espacio, el cual, es la capacidad máxima de datos que se pueden transmitir en una comunicación en un instante de tiempo. El ancho de banda se mide en bits/s como base, y se pueden usar sus múltiplos. Entre mayor sea el ancho de banda, mejor será la experiencia en la navegación [11].

1.5.2.3 Tasa de transferencia efectiva

En inglés throughput, es la velocidad real a la que los datos y paquetes son transmitidos a través de una red de datos, se mide en bits y por lo general es menor al ancho de banda, puesto que este último es el espacio o capacidad total a la que se pueden transmitir datos pero no necesariamente es a la que llegan los mismos. Por ejemplo, una red puede contar con un ancho de banda de 60 Mbps (el plan básico del proveedor de servicios Netlife), y su tasa de transferencia efectiva, es de 43 Mbps. Para este tipo de situaciones, los analizadores de velocidad de internet permiten monitorear el ancho de banda, y no la tasa de transferencia efectiva [12]. Los mensajes recibidos correctamente por unidad de tiempo se verán reflejados en esta cantidad en mención. En ocasiones, debido al protocolo que utilizan para la comunicación (como UDP), no es sencillo que los equipos realicen las mediciones necesarias para la medición de este parámetro debido a que ciertos protocolos no responden los mensajes de confirmación de acuse de recibo y por ende no hay control de llegada de mensajes. Es así que este parámetro de calidad de servicio resulta ser muy fluctuante pero muy útil. [13].

1.5.2.4 Indicador de fuerza de señal recibida

Por sus siglas en inglés RSSI(Received Signal Strength Indicator), este indicador es una escala que nos muestra los niveles de potencia de las señales inalámbricas recibidas por los dispositivos que se conectan a una red con esta característica, puede ser Wifi (que es el caso de este proyecto) o de red móvil. [14]. Como se observa en la tabla 1.1 de escala de valores según la señal recibida, a partir de señales menores a -60, la comunicación comienza a disminuir su rendimiento. Sin embargo, al tratarse de señales inalámbricas que viajan en el aire, estas pueden ser muy susceptibles al ruido electromagnético o interferencias de orden físico como paredes y objetos, sin descartar el estado de la

Tabla 1.1: Escala de Señal Recibida

Señal	Característica
0	Señal ideal
-40 a -60	Señal idónea
-60	Enlace bueno. Con cambios en los equipos de transmisión de puede estabilizar
-70	Enlace medio-bajo. Sensible a alteraciones del medio
-80	Señal mínima aceptable. Susceptible a cortes de transmisión y comunicación

configuración de los equipos de transmisión. [15]

Tabla 1.2: Equivalencia en dBm de señal recibida

Señal (dBm)	Característica
>-76	Muy buena
-89 a -88	Buena
-97 a -90	Baja
-103 a -98	Muy baja
-112 a -104	Baja cobertura
-113 a -132	Poca cobertura
<-135	Sin cobertura

En la tabla 1.2 se efectúa una equivalencia entre la señal recibida en dBm (decibeles-milivoltio), en la escala cuando la señal se acerca a 0 (en la tabla 1.1) como centro, este es representado como 0 dBm. La intensidad de la señal puede ser muy fácil de corregir a nivel doméstico, bastaría con acercarse al equipo de transmisión o mover el mismo hacia otro punto donde los obstáculos se minimicen. Cabe recalcar que el solapamiento de los canales de transmisión también puede ser un factor de importancia [16], por lo tanto es necesario analizar las redes circundantes en el entorno para evitar este fenómeno. Sin embargo, los equipos de red en la actualidad cuentan con características de cambio de canales de manera automática, estos se encargan de analizar las redes vecinas y escoger el mejor canal posible. [17]

1.5.3 Portal cautivo

Página web que se puede mostrar antes o después de que los usuarios se conecten a una red WiFi, sin importar el medio por el cual se conecten, Se puede recopilar una variedad de datos, dependiendo del método de inicio de sesión. Por lo general, cuando se autentica con alguna red social, la cantidad de datos recolectados es mucho mayor que cuando sólo se usa correo electrónico [18].

Es posible redireccionar hacia un sitio web de preferencia al momento de autorizar la conexión a internet. En la red inalámbrica libre de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi los estudiantes se conectan sin restricciones, esto generó que la navegación se vea afectada por el consumo de banda ancha sin límites y el aumento de la latencia, por ende implementaron un portal cautivo que permite el bloqueo de páginas con contenido no apropiado para el tráfico de la red, entre otros, teniendo resultados muy aceptables como la reducción de la latencia en 13,46 % [19].

Por otra parte, en la Universidad Estatal del Sur de Manabí se estudió la factibilidad de implementar un portal cautivo y así mejorar, en este caso, la seguridad de la transmisión de datos. Se analizaron vulnerabilidades de la red para poder diseñar el control del acceso donde se garantice la confiabilidad y autenticidad de la información transmitida por el medio en mención, encuestaron a 384 personas según su experiencia en la calidad del servicio provisto. Escogieron Unifi para el diseño de la red y recomendaron la adquisición de nuevos Access Point para aumentar la cobertura y poder tener un mejor análisis de los usuarios, es así que no se pudo implementar la propuesta [20].

1.5.4 Relación señal/ruido

La abreviación de este parámetro es *SNR* por sus siglas en inglés *signal-to-noise ratio* se define como la relación entre la potencia de una señal emitida y transmitida por un medio (en este caso el aire) y el ruido que afecta a la misma. Esta medición es característica importante para la medición de un desempeño de enlaces inalámbricos [21]. La potencia de una señal emitida tiene dependencia directa con los equipos y su configuración que se utilizan para la generación de la señal mientras que la potencia del ruido tiene relación con la interferencia que se percibe en la antena emisora. Sus unidades son los decibelios

y su ecuación es la siguiente:

$$\frac{S}{N} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Potencia de la señal}}{\text{Potencia del ruido}} \right) \quad (1.1)$$

Si la potencia de la señal emitida es más fuerte que la del ruido, lo más probable es que el usuario perciba una mejor calidad al momento de recibir la información en su dispositivo de conexión. Su escala va de -100 a 0 dBm, por lo que mientras más se acerca a 0, la señal emitida tendrá mejor calidad. Inversamente ocurre con el ruido, como al acercarse a 0 el nivel de ruido es más fuerte, esto afecta significativamente a la señal emitida, es así que se busca acercarse a -100 dBm.²,

1.5.5 Escala de valoración de MOS

MOS (Mean Opinion Score), es una medición numérica de la percepción humana en cuanto a la calidad de experiencia ante el uso de un servicio. En el ámbito de las telecomunicaciones este ha sido utilizado para la medición de la calidad en llamadas telefónicas, VoIP y sesiones de videojuego y/o streaming. En la tabla 1.1 se muestra el parámetro cualitativo y su escala numérica, dependiendo de la cantidad de preguntas que se realicen, se procede a calcular un promedio del total de puntos obtenidos y se obtiene el resultado de la medición.[22] Dependiendo del servicio que se desea dar la valoración existen diferentes factores que afectan a la experiencia del usuario final y son detallados en la sección 1.5.2.

Tabla 1.3: Escala de valoración MOS

Valor	Detalle
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

²Departamento de electrónica, Ensayo de enlaces de microondas de laboratorio y técnicas de medición de relación señal/ruido, Universidad Técnica Federico Santa María

1.5.6 Hardware

1.5.6.1 Router linksys modelo MR8300

Este es el router que se usa para crear la red donde se testean las diferentes implementaciones que se describen en este documento.



Figura 1.1: Router Linksys Modelo MR8300

Especificaciones Técnicas

- Tres bandas WiFi
- Estándares: 802.11a, 802.11ac, 802.11b, 802.11b, 802.11g, 802.11n
- Memoria RAM 512 Mb, Flash 256 Mb
- Velocidad AC2200 - AC3200
- Tecnología WiFi 5 (802.11ac)
- Puertos: 1 Gigabit WAN, 4 Gigabit LAN, 1 USB 3.0
- Seguridad con encriptación AES de 128 bits, WPA2/WPA Personal
- 4 antenas ajustables
- Encriptación Inalámbrica de mas de 128 bits WPA2/WPA y WPA2-Personal ³

³Linksys, "Max-stream mr8300 - tri band a2200 mesh wifi router"

1.5.7 Software

1.5.7.1 OpenWRT

Firmware creado en el 2004 basado en Linux para routers donde sus primeras versiones se derivaron del código fuente GPL de Linksys. Dentro de sus principales beneficios se encuentra que ofrecen una interfaz de línea de comandos además de la interfaz habitual para la administración de enrutadores. Los principales usos que se le ha dado a este software están:⁴

- Servidor SSH para acceso remoto
- Si se posee un almacenamiento en la red que se encuentra el router, es posible configurar un cliente de BitTorrent.
- Gracias a los paquetes que están disponibles en el repositorio de OpenWRT, el router puede funcionar como un servidor.
- Capturar y analizar el tráfico para luego aplicar políticas de calidad de servicio
- Creación de red para invitados separada de la red principal.

Últimamente se ha popularizado el uso de esta herramienta por su facilidad en la gestión de redes domésticas y empresariales, sin embargo, sus principales limitaciones son la capacidad de procesamiento y recursos de memoria de los dispositivos donde son instalados y no permiten una mayor ejecución de programas. [23]

1.5.7.2 MobaXterm

Programa para Windows que permite la conexión vía terminal con ordenadores, servidores y dispositivos mediante diferentes protocolos de terminal como SSH, Telnet, RSH, VNC; FTP, SFTP, entre otros. Existe en dos versiones, la *Home Edition* de manera gratuita con ciertas limitaciones con el número máximo de sesiones, túneles SSH y macros; y la *Professional Edition* con un valor de \$ 69 por usuario con características interesantes como un número ilimitado de sesiones, túneles e incluso ejecuciones de daemons.⁵

⁴OpenWRT, "Razones para usar OpenWRT"

⁵Mobatek, "MobaXterm free Xserver and tabbed SSH client for Windows"

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se abordan temas relacionados con la arquitectura tecnológica utilizada en este proyecto así como las herramientas implementadas para la presentación de resultados luego de que se consulte la experiencia a los usuarios mediante encuestas y los parámetros de calidad de servicio monitoreados por los equipos de red.

Este trabajo utilizará una metodología mixta, es decir que combinará una perspectiva cuantitativa y cualitativa dentro del estudio [24] para dar una explicación al comportamiento de la red según los parámetros de calidad de servicio y la calidad de experiencia del usuario. Como fuente de información se tienen a los usuarios de la red gratuita de internet del CTI, quienes al momento de conectarse a la red se encontrarán con un portal cautivo en donde se preguntará cual ha sido su experiencia de conexión, puesto que en ocasiones los dispositivos de la infraestructura de red, como los ruteadores, suelen denegar la conexión a la red por diversos factores que pueden ser de orden físico o lógico. Pasados 30 minutos de navegación en internet, se mostrará un nuevo portal cautivo donde se evaluará la calidad de la navegación en la web. Paralelo a esta encuesta de satisfacción, en el backend del portal se ejecutará un script donde se estarán midiendo los parámetros de calidad de servicio en ese momento.

En los procesos que involucran los portales cautivos la metodología es cualitativa ya que se busca obtener la opinión del usuario ante el comportamiento de la red. Mientras que en el segundo portal cautivo, al ejecutarse el script se usa la metodología cuantitativa por los valores obtenidos.

La siguiente metodología que se aplica es la explicativa, donde se analizan y se responden preguntas como ¿Por qué el usuario presenta tal descontento? o ¿Por qué la red en ese momento presentó un retardo alto? [25]. En la figura 2.1 se presenta un diagrama detallando los procesos que se involucran en el proyecto en cuanto a la toma

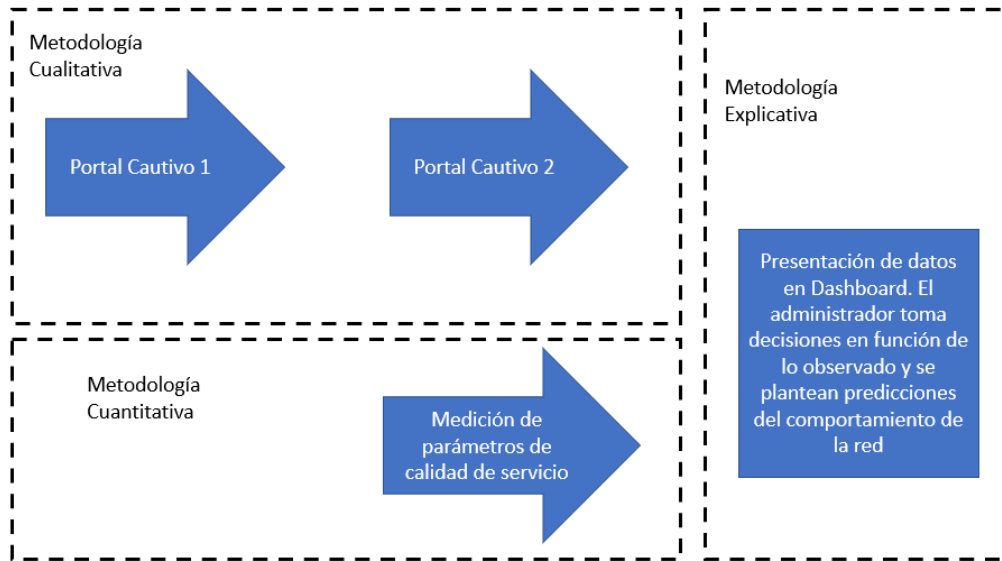


Figura 2.1: Metodología por proceso

de datos, estos procesos se encuentran dentro de un recuadro según la metodología que se aplica.

2.1 Arquitectura tecnológica

En la figura 2.2 se presenta el diagrama con la interacción de las diferentes herramientas tecnológicas que se usan en el desarrollo de este proyecto. Se ha dividido en 4 partes los procesos que se ejecutan, algunos de manera simultáneo y otros de manera independiente en diferentes tiempos. Se ha dividido en 4 etapas que son:

1. Conexión: Donde el usuario desea conectarse a la red gratuita desde algún dispositivo móvil o de escritorio y actúa OpenWRT con NoDogSplash llevando a la siguiente etapa.
2. Muestreo: Aquí actúa NoDogSplash con los portales cautivos, y en el backend se ejecuta el script de medición de parámetros de calidad de servicio y son enviados a la base de datos.
3. Almacenamiento: Mediante PostgreSQL se almacenan los datos de la etapa anterior para poder ser mostrados en la siguiente etapa.
4. Presentación: Utilizando Flask para la lógica de programación y Vue.js para la

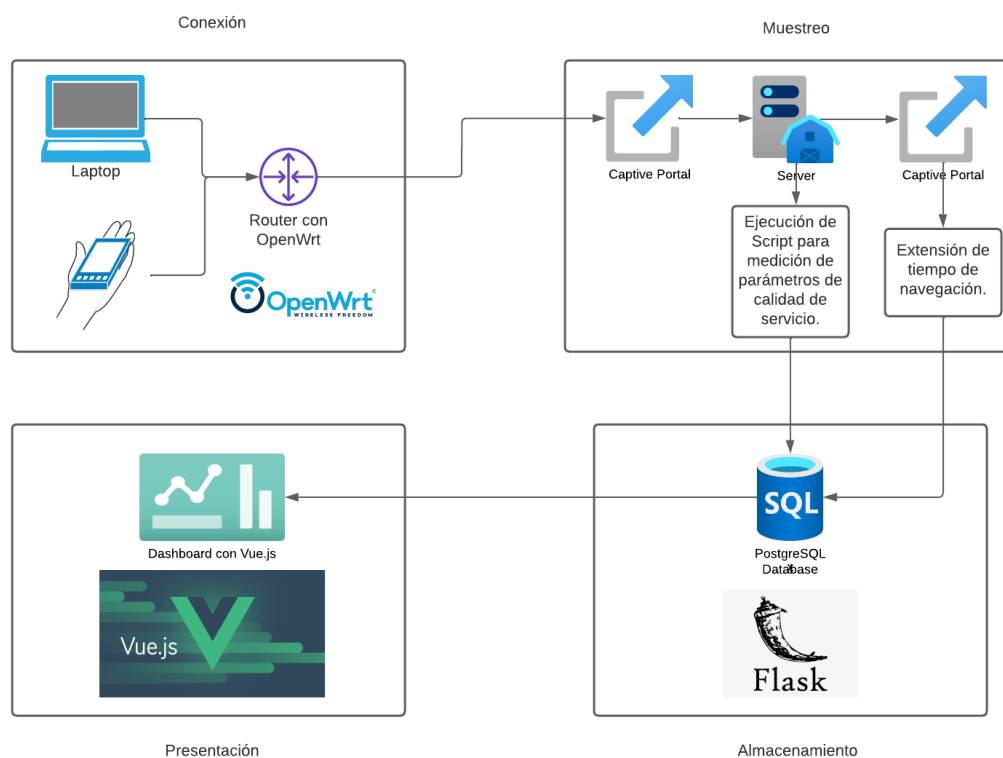


Figura 2.2: Diagrama Arquitectura Tecnológica

visualización, se crea el dashboard donde se presentarán los datos leídos de la base de datos.

En la figura 2.2 se presentan las herramientas tecnológicas que son utilizadas en las 4 etapas que se describen en este apartado, estas herramientas se detallan a continuación.

2.1.1 PostgreSQL

Alternativa a Firebase, tienen características muy similares, pero entre sus principales diferencias, es que utiliza PostgreSQL para el manejo de la base de datos, unido a esto, esta solución es de código abierto, lo cual puede ayudar en un futuro si se requiere realizar migraciones ya que se piensa implementarlo en la red gratuita de la M.I Municipalidad de Guayauquil. En el proyecto, se utilizará para almacenar: los datos que se envíen desde el primer portal cautivo, los datos que se envíen desde el segundo portal cautivo y los datos recolectados desde el router. Serán almacenados en la versión gratuita de Supabase con una base de datos relacional. La base de datos estará desplegada en la nube ¹.

¹PostgreSQL, "The worlds most advanced open source database"

The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. The left sidebar displays a tree view of database objects, with 'network_quality' selected under 'Tables (9)'. The main window shows a SQL query: 'SELECT * FROM public.network_quality ORDER BY oid ASC'. Below the query, the 'Data Output' tab displays a table with 12 rows and 7 columns. The columns are: net_date (character varying (50)), ssid_oid (integer), net_rssi (character varying (255)), net_noise (character varying (255)), net_snr (character varying (255)), net_rx (character varying (255)), and net_tx (character varying (255)).

net_date	ssid_oid	net_rssi	net_noise	net_snr	net_rx	net_tx
11-01-2023 16:29:33	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:33	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:33	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:34	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:34	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:34	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:35	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:35	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:35	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:36	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:36	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:36	101	-56	-99	43	6.0	57.8

Total rows: 957 of 957 Query complete 00:00:00.907 Ln 1, Col 1

Figura 2.3: Ejemplo de Base de Datos.

2.1.2 Vue.js

Es un framework basado en JavaScript, se pueden crear interfaces de forma progresiva, lo cual significa que para crear el Dashboard que se necesita, se lo realizará por partes y no tendrá problemas en su funcionamiento. A diferencia de otros frameworks como React.js o Angular, este framework tiene una curva de aprendizaje menos pronunciada lo cual nos ayuda a implementarlo más rápidamente. Usaremos Vue.js para realizar la interfaz de usuario y Dashboard, el cual, estará alojado en un servicio en la nube llamado Heroku. Desde allí el administrador de red, podrá monitorear el estado de la red, y realizar las correcciones respectivas ².

2.1.3 Chart.js

Es una librería de código abierto, licenciada por el MIT license. Posee integración con el framework de Vue.js, el cual lo hace más rápida su implementación, además, entre sus características, tiene una gran variedad de gráficos y plugins, los cuales se pueden utilizar para obtener gráficos más personalizables ³.

²Vue.js - The progressive JavaScript Framework

³Chart.js, "Chart.js - Open source HTML5 Charts"

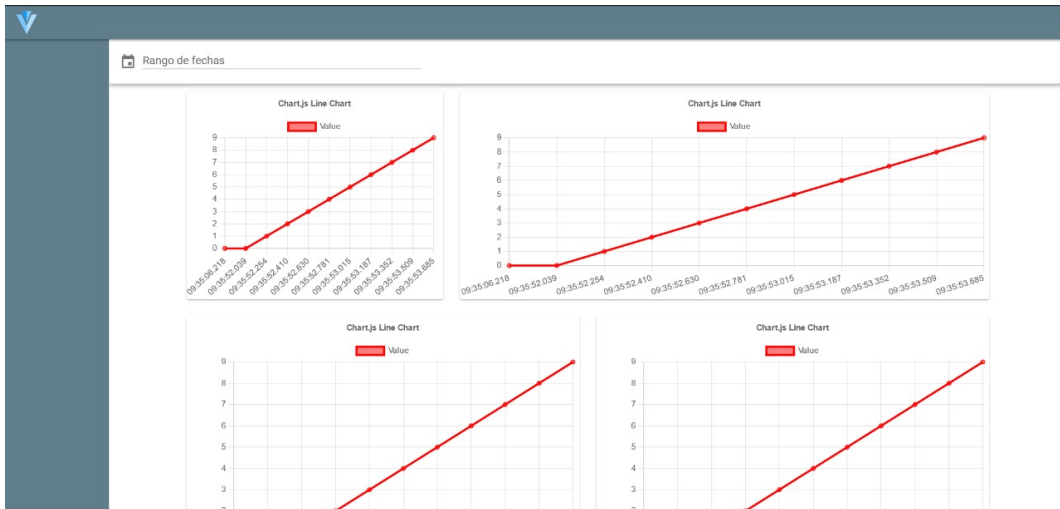


Figura 2.4: Ejemplo de Gráficos.

```

MobaTextEditor
File Edit Search View Format Encoding Syntax Special Tools
DashboardDevices...
1 <template>
2 <v-container Fluid>
3 <v-row v-for="(row, i) in grid" :key="i">
4 <v-col
5   v-for="(col, j) in row.columns"
6   :key="'${i}' + '${j}'"
7   :xl="col.cols"
8   :lg="col.cols"
9   :md="col.cols"
10  :cols="12"
11  :sm="12"
12 >
13 <v-card :height="row.height" elevation="1" class="pb-2 px-2">
14 <component
15   v-if="col.child"
16   :is="col.child"
17   :chartId="'${i}' + '${j}'"
18   :height="row.height"
19 ></component>
20 </v-card>
21 </v-col>
22 </v-row>
23 </v-container>
24 </template>
25
26 <script lang="ts">
27 import Vue from "vue";
28 import DeviceConnectionTable from "@/components/charts/DeviceConnectionTable.vue";
29 import RouterConnectionsChart from "@/components/charts/RouterConnectionsChart.vue";
30 import UserConnectionTable from "@/components/charts/UserConnectionTable.vue";
31
32 export default Vue.extend({
33   components: {
34     DeviceConnectionTable,
35     UserConnectionTable,
36     RouterConnectionsChart,
37   },
38   data() {
39     return {
40       grid: [
41         {
42           height: 450,
43           columns: [

```

Figura 2.5: Código base para generación de gráficos.

2.1.4 OpenWRT y NoDogSplash

La descripción de estas herramientas se encuentra el Capítulo sección 1.5.7. Sin embargo, en la figura 2.6 y 2.7 se muestran las vistas principales de estas herramientas. En la figura 2.6 se presenta la página principal de OpenWRT, de entrada carga el estado actual del dispositivo con la información relevante del sistema y memoria. Recordemos que un ruteador posee una memoria de almacenamiento limitada por lo que resulta muy útil poder tener esta información a la mano al momento de entrar en este panel de administración. Para el caso, la dirección IP con la que se accede a este sitio es 192.168.1.1. Sin embargo, esta puede ser cambiada según las necesidades y

requerimientos de la red en el menú *Network*.

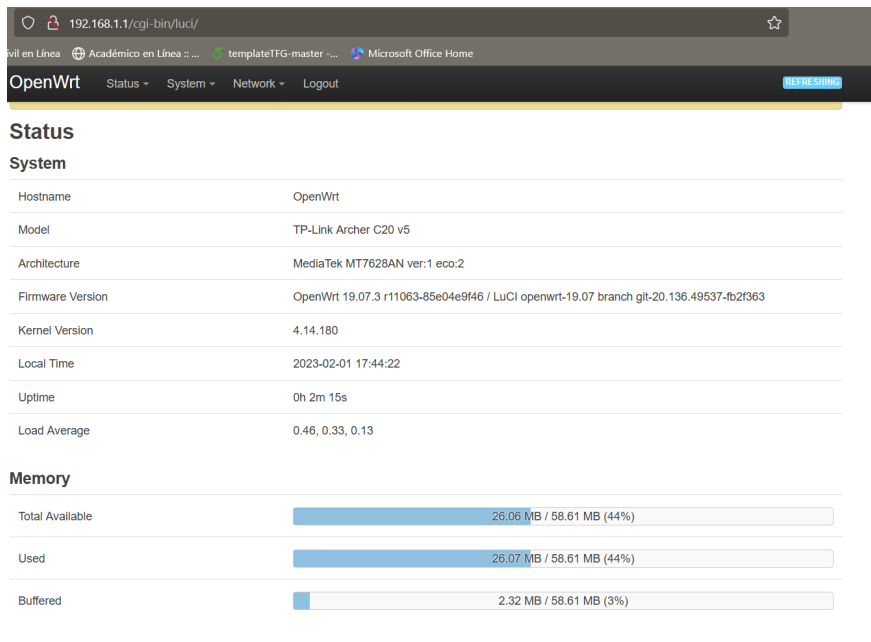


Figura 2.6: Página principal de OpenWRT.

En la figura 2.7 se presenta la salida del comando:

```
ndsctl status
```

```
root@OpenWrt:~# ndsctl status
=====
NoDogSplash Status
=====
Version: 4.0.2
Uptime: 9m 6s
Gateway Name: OpenWrt Nodogsplash
Managed interface: br-lan
Managed IP range: 0.0.0.0/0
Server listening: http://192.168.1.1:2050
Binauth: Disabled
Preauth: Disabled
FAS: Disabled
Client Check Interval: 600s
Preauth Idle Timeout: 30m
Auth Idle Timeout: 120m
Redirect URL: http://200.10.150.190/api/survey
Traffic control: no
Total download: 2023 kByte; avg: 29.65 kbit/s
Total upload: 777 kByte; avg: 11.39 kbit/s
=====
Client authentications since start: 1
Current clients: 1

Client 0
IP: 192.168.1.188 MAC: 14:ab:c5:04:09:cf
Last Activity: Wed Feb 01 17:51:43 2023 (0s ago)
Session Start: Wed Feb 01 17:44:09 2023 (7m 34s ago)
Session End: Thu Feb 02 13:44:09 2023 (19h 52m 26s left)
Token: 42ff3d2c
State: Authenticated
Download: 1902 kByte; avg: 33.53 kbit/s
Upload: 603 kByte; avg: 10.63 kbit/s

=====
Blocked MAC addresses: none
Allowed MAC addresses: N/A
Trusted MAC addresses: none
```

Figura 2.7: Ejecución de comando ndsctl status

2.1.5 Flask

Es un framework (estructura básica inicial) escrito en Python que permite crear programas que se ejecuten en servidores, todos los elementos que se establezcan en este punto integrará el navegador y el servidor web. Flask se encarga de manejar las peticiones realizadas por el navegador y mostrar el contenido que se almacena en el servidor. ⁴

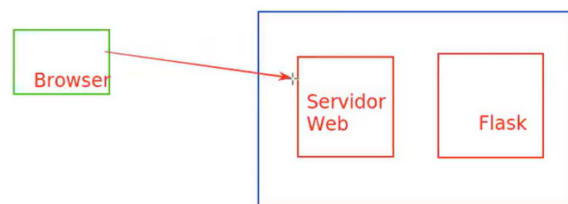


Figura 2.8: Modelo de Flask.

⁴Flask, web development, one drop at a time

2.2 Métrica de evaluación de plataforma

La plataforma donde se presentan los datos tanto de satisfacción del usuario que se conectó a la red como de los parámetros de calidad de servicio es utilizada por el administrador de la red del CTI. Normalmente esta red presenta diferentes falencias por lo tanto, la métrica de evaluación de la plataforma tiene que ver con:

1. Promedio de eventos negativos presentados.
2. Promedio de eventos negativos anticipados.

2.3 Métrica de satisfacción del usuario

El principal beneficiado de este proyecto es el usuario que se conecta a la red, puesto que el objetivo de la herramienta es mejorar su experiencia. Por tanto la métrica de satisfacción será evidente luego que la plataforma entre en funcionamiento y las respuestas a la encuesta de satisfacción de usuario en cuanto a su experiencia en el uso de la red mejoren. Se evaluarán los siguientes aspectos en la encuesta:

1. Porcentaje de satisfacción de conexión de usuario.
2. Porcentaje de satisfacción de navegación de usuario.

pdfscape

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describen las configuraciones que se realizan con cada una de las herramientas que interactúan en las 4 etapas que se describen en la figura 2.2.

3.1 Configuración del BackEnd

3.1.1 Instalación de OpenWRT

Se debe comenzar con la instalación del firmware de OpenWRT que es un software de código abierto y se puede descargar desde la página oficial de OpenWRT, donde se encuentran los diferentes recursos para cada equipo que se posea. Luego de que se haya instalado el firmware se procede a ingresar por SSH utilizando PuTTY, la salida se muestra en la figura 3.1.

Una vez dentro del ruteador, es necesario actualizar los repositorios con el siguiente comando:

Código 3.1: Comando para actualizar repositorio de OpenWRT

```
opkg update
```



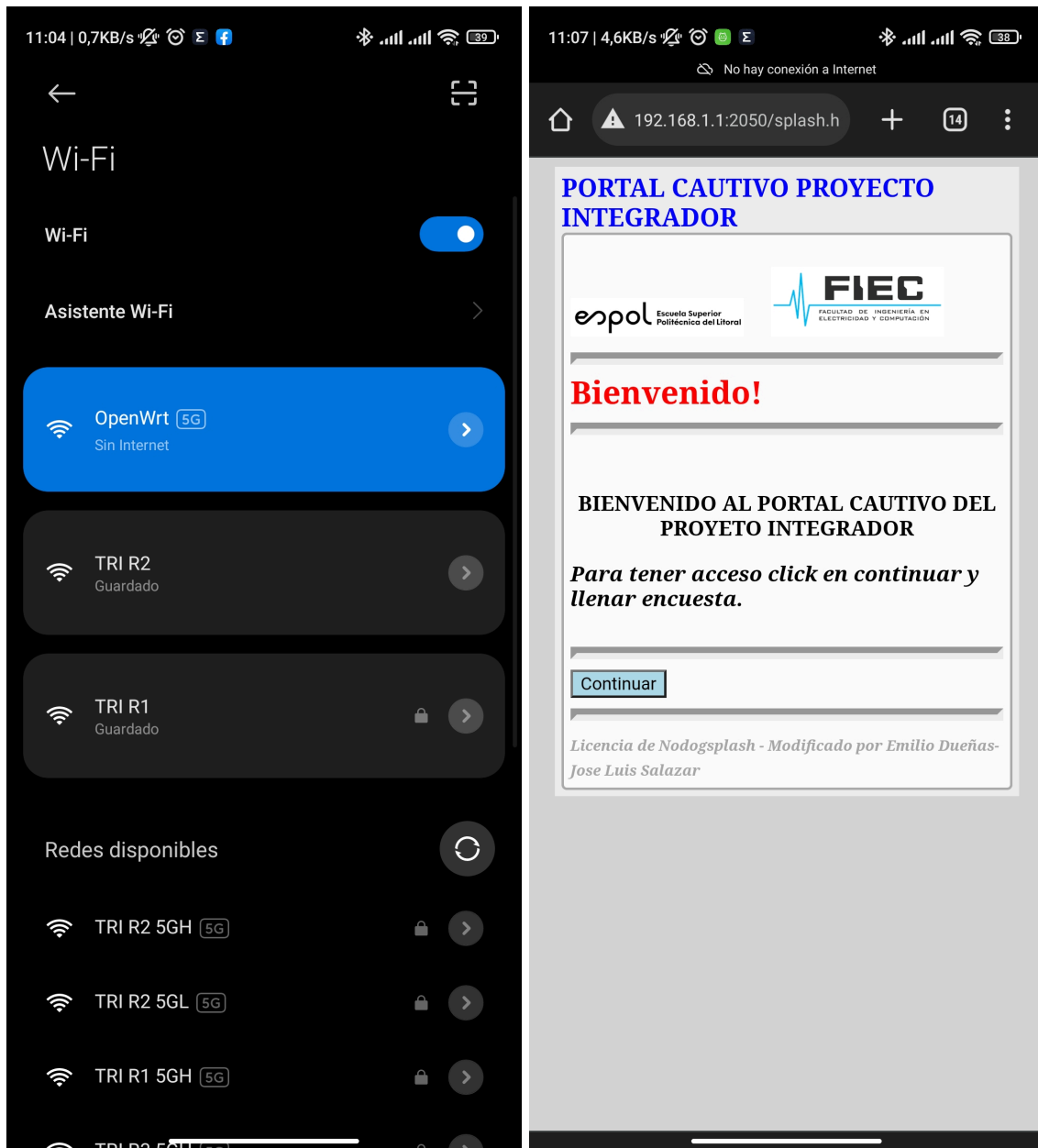
```
# The options available here are an adaptation of the settings used in nodogsplash.conf.  
# See https://github.com/nodogsplash/nodogsplash/blob/master/resources/nodogsplash.conf  
  
config nodogsplash  
# Set to 0 to disable nodogsplash  
option enabled 1  
option redirecturl 'https://forms.gle/k8VFUiBxVyHXS5PP6'  
# Set to 0 to disable hook that makes nodogsplash restart when the firewall restarts.  
# This hook is needed as a restart of Firewall overwrites nodogsplash iptables entries.  
option fwhook_enabled '1'
```

Figura 3.2: Cambio de opcion enable y redireccionamiento



Figura 3.3: Portal Cautivo

En las figuras 3.4a y 3.4b, se observa la conexión a la red desde un dispositivo móvil y como se presenta el portal al momento de querer navegar en internet.



(a) Conexión a la red

(b) Portal cautivo

Figura 3.4: Portal Cautivo desde dispositivo móvil

3.1.3 Base de datos

La base de datos con la que se trabaja es otorgada por el Laboratorio TIR, está desarrollada en Postgres, que es un sistema de gestión de base de datos basado en SQL y de código abierto. Su diagrama se presenta a continuación:

Diagrama de base de datos calidad del servicio

Grupo TRI | February 2, 2023

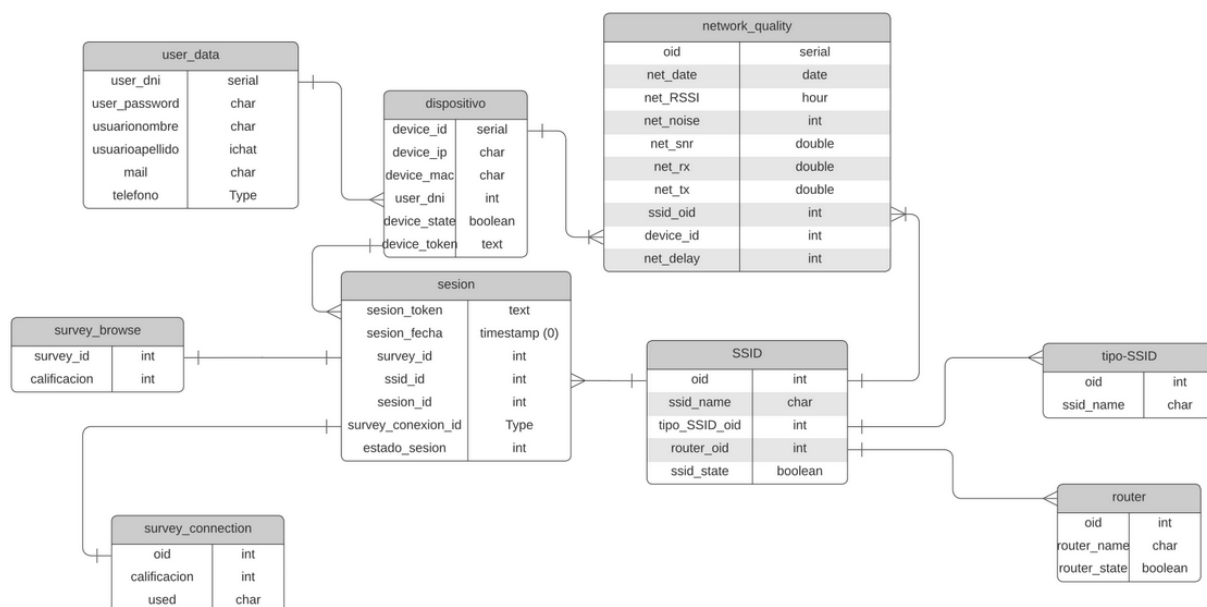


Figura 3.5: Diagrama de base de datos

En la figura 3.5 se presentan las tablas y su relación entre ellas. Particularmente este proyecto trabaja con la tabla *network_quality* y se llenan los siguientes campos con la información obtenida con el script 1 y se detallan en la tabla 3.1:

Tabla 3.1: Relación de información adquirida y la base de datos

Campo	Descripción
net_rx	Velocidad de recepción
net_tx	Velocidad de transmisión
ssid_oid	Identificación de Red
net_RSSI	Indicador de fuerza de señal recibida
net_delay	Latencia de la red
net_noise	Ruido de la red

En la figura 3.6 se muestra la tabla *network_quality* con los datos de monitoreo.

net_date	ssid_oid	net_rssi	net_noise	net_snr	net_rx	net_tx
11-01-2023 16:29:33	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:33	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:33	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:34	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:34	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:34	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:35	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:35	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:35	101	-56	-99	43	6.0	57.8
11-01-2023 16:29:36	101	-57	-99	42	6.0	65.0
11-01-2023 16:29:36	101	-55	-99	44	1.0	72.2
11-01-2023 16:29:36	101	-56	-99	43	6.0	57.8

Figura 3.6: Base de Datos con información de prueba.

3.1.4 Generación de datos de usuarios

Para la adquisición de datos de usuarios conectados así como el monitoreo de los parámetros de calidad de servicio se desarrollan scripts divididos en las siguientes etapas:

1. Adquisición de datos por lista de asociados, que proporciona dirección MAC, Velocidad de transmisión, velocidad de recepción, canal, ruido. **Importante: No almacena dirección IP ni mide la latencia.** Ver Apéndice C
2. Generación de archivo JSON, guarda en un archivo la dirección IP que se ha almacenado según la dirección MAC del dispositivo conectado. Ver Apéndice E
3. Búsqueda de direcciones IP y medición de latencia , este script necesita de todos los anteriores para poder funcionar. Se encarga de, según la dirección MAC adquirida en el script 1 y la dirección IP relacionada con dicha dirección MAC según el script 2, medir la latencia presente en ese momento entre el router y el dispositivo. Ver Apéndice D

3.1.5 Instalación de Flask

Esto se realiza en el servidor, se ha hecho uso de la tecnología Flask, para realizar APIs las cuales reciben data, se la procesa, y se la entrega al FrontEnd.

Para realizar la instalación, se debe tener un entorno de Python, virtual o local, y ejecutar el siguiente comando:

```
pip install Flask
```

Para ejecutar el BackEnd, se utiliza el siguiente comando:

```
flask run
```

3.2 Configuración del FrontEnd

Vue.js es un framework, basado en JavaScript con el cual ayuda a crear interfaces de usuarios. Con esto, se tendrá la base para realizar el Dashboard y mostrar los datos obtenidos.

Para instalar esta tecnología, es necesario tener instalado NPM y ejecutar el comando:

```
npm install vue
```

Para ejecutar el FrontEnd, se utiliza el siguiente comando:

```
yarn serve
```

3.2.1 Generación de gráficos

Chart.js es una librería escrita en JavaScript para realizar gráficos basados en HTML. Con esta herramienta, se podrá realizar la graficación de la información, para mostrar de mejor manera los datos, en una forma amigable para el usuario.

La instalación del paquete se realiza con el siguiente comando:

```
npm install chart.js
```

En la figura 3.7 se presenta un gráfico de líneas de ejemplo para verificar que se estén dibujando los mismos.

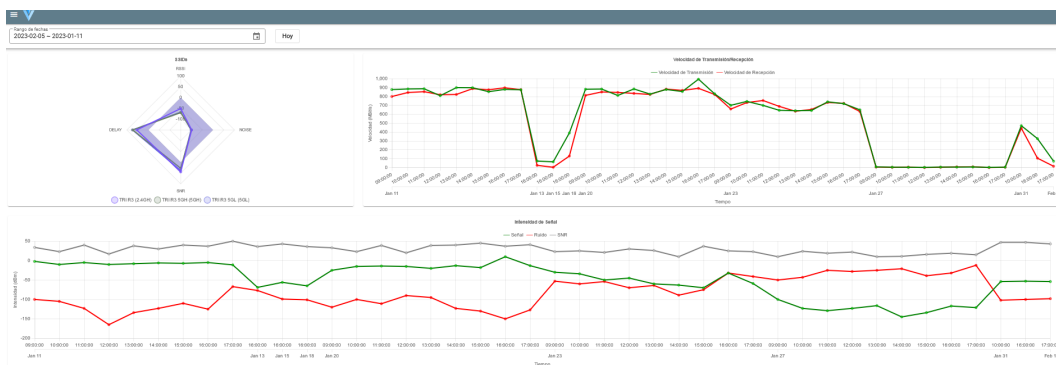


Figura 3.7: Dashboard: Gráficos de velocidad e intensidad.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo y sus subsecciones se describen y se analizan los resultados obtenidos luego de efectuar la implementación del sistema en el laboratorio TRI, así también los casos de estudio y los escenarios donde se examinan los diferentes resultados que arroja el sistema de monitoreo.

4.1 Plataforma Desarrollada

La plataforma se implementó en un servidor con la siguiente dirección IP:

`http://200.10.150.190/general`

La misma que tiene el siguiente aspecto que, por comodidad para el lector, se ha dividido en las siguientes partes:

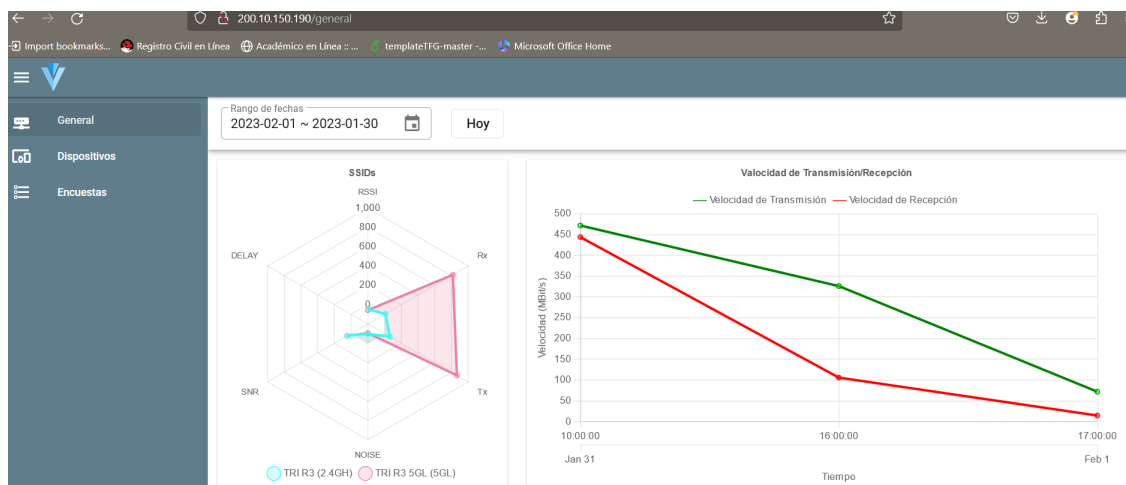


Figura 4.1: Página principal del dashboard parte superior

En la figura 4.1 se observa el contenido que se carga al visitar la dirección IP que se describe en líneas previas. En la parte superior izquierda se muestra un gráfico de radar

que permite mostrar la relación que tienen el RSSI, Velocidad de transmisión, Velocidad de recepción, Retardo, Relación Señal/Ruido. Mientras en la parte superior derecha un gráfico de líneas que dibuja el resultado obtenido de la velocidad de transmisión y velocidad de recepción con respecto a las fechas que se consultan. En la figura

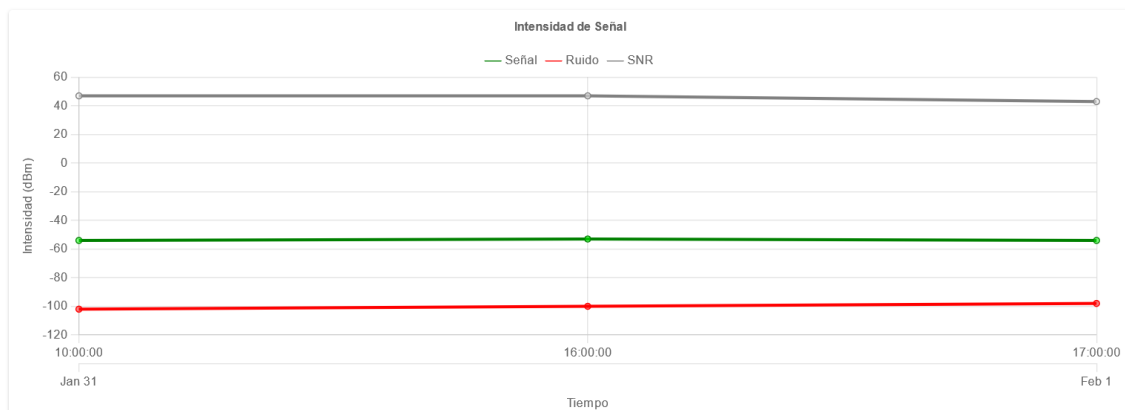


Figura 4.2: Página principal del dashboard parte inferior

4.2 también se muestra un gráfico de líneas donde se dibujan 3 variables que son la intensidad del ruido, intensidad de señal y su relación señal/ruido, y su variación respecto a las fechas seleccionadas. Las encuestas implementadas resultados de las encuestas implementadas se alojan en las siguientes direcciones IP:

Encuesta de satisfacción de experiencia de conectividad

<http://200.10.150.190/api/survey>

Encuesta de satisfacción de experiencia de navegación

<http://200.10.150.190/api/form-connection>

Y mantienen el siguiente aspecto:

Experiencia de Usuario

Por favor, tome unos minutos para responder la siguiente encuesta.

Experiencia general de conexión.

😞
 😊
 😐
 😡
 😢

¿Cómo calificaría la experiencia de conexión?






[Send Feedback](#)

Figura 4.3: Visualización de la encuesta 1

Experiencia de Usuario

Por favor, tome unos minutos para responder la siguiente encuesta.

¿Cómo fue su experiencia de navegación?

¿Para qué utilizó la red?

Trabajo
 Estudios
 Entretenimiento
 Otros

[Send Feedback](#)

Figura 4.4: Visualización de la encuesta 2

4.2 Escenarios de estudio

Las mediciones se realizaron entre las 9h00 y las 17h00, horario en donde se encuentra la mayor cantidad de personal en el laboratorio donde se realizaron las pruebas. Adicionalmente, por fines didácticos, en las encuestas de satisfacción se han reemplazado los números por emoticones que representen el estado de ánimo. En el apéndice F se detallan las equivalencias y su correspondiente calificación según la escala de valoración MOS. Los escenarios tienen las siguientes características:

Tabla 4.1: Escenarios de estudio

Escenario	Distancia	Observaciones
1	0.5 m	Usuarios conectados sin obstáculos
2	5 m	Usuarios conectados con obstáculos de media altura, mamparas, escritorios
3	10 m	Usuarios conectados con obstáculos de >3m, paredes y puertas.
4	15 m	Usuarios conectados con obstáculos de >3 m y espesor considerable, paredes, puertas, lozas.

Los usuarios de la red han tenido la libertad de navegación para obtener datos lo mas cercano a la realidad

4.2.1 Escenario 1

En este caso el dispositivo receptor se encuentra justo a lado del equipo de transmisión. En la figura 4.5 se muestra el promedio de la intensidad de señal y esta tiene el

comportamiento esperado, puesto que se encuentra a máximo 50 centímetros del ruteador, es cercana 0, tal como se muestra en la figura con valores entre -5 dBm y -20 dBm. Mientras que el ruido que afecta a este es muy poco, registrandose entre -67 dBm y 155 dBm. En este escenario se observa un caída en el ruido sobre el medio día en vista que en ese momento las demás redes que estaban activas en el laboratorio fueron apagadas.

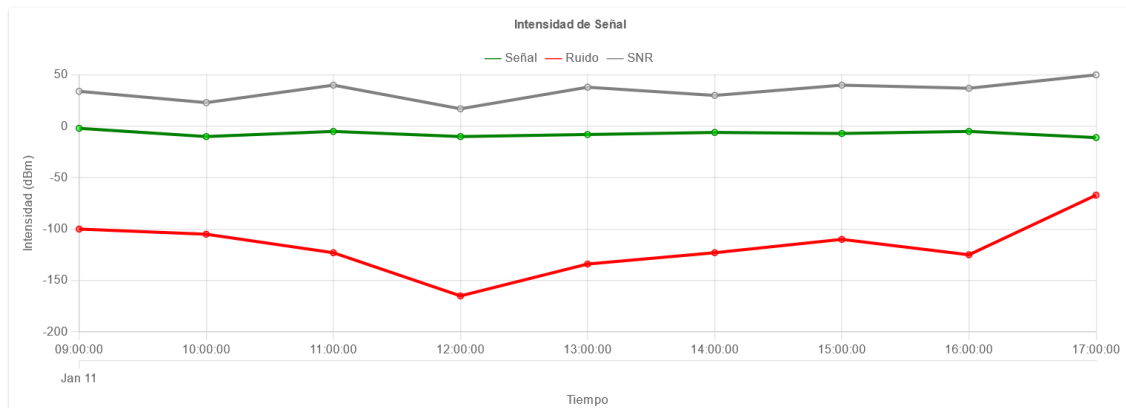


Figura 4.5: Gráfico de intensidad de señal para escenario 1

En la figura 4.6 se aprecia que la velocidad de transmisión y recepción de los dispositivos está muy relacionada. Al rededor de las 12h00 uno de los usuarios visitó sitios web con contenido de alta definición, consumiendo mas ancho de banda, disminuyendo lo disponible para los demás usuarios. Por ende las velocidades disminuyeron considerablemente. La máxima velocidad registrada fue a las 13h00 llegando a estar muy cerca de los 900 Mbps y las mas baja a las 12h00 antes del apagado de los equipos de redes circundantes.

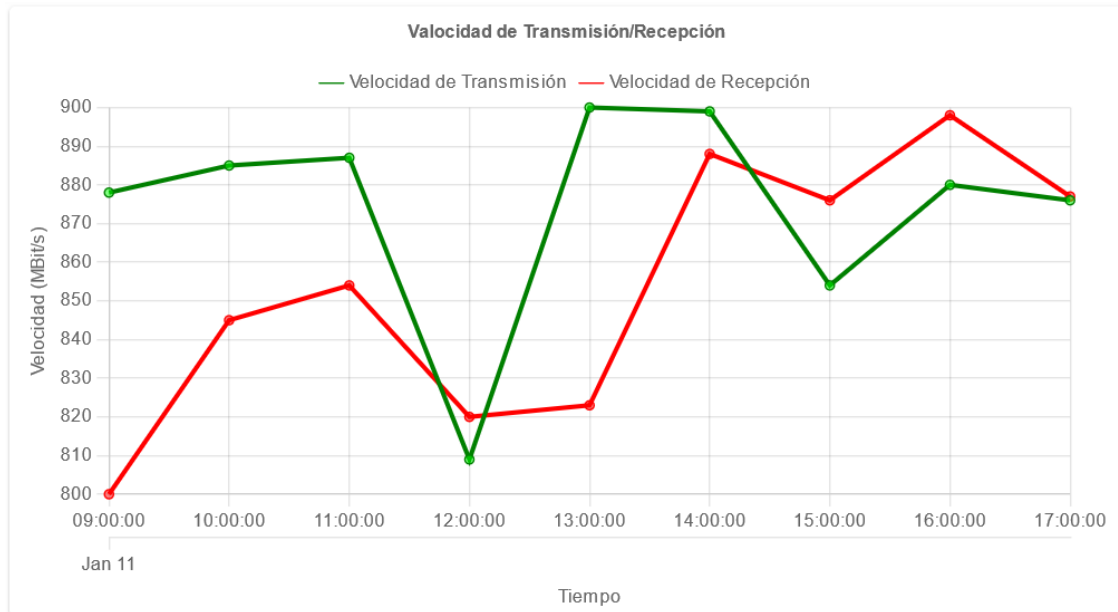


Figura 4.6: Gráfico de velocidades de transmisión para escenario 1

En la figura 4.7 se presentan los resultados de la encuesta realizada a los usuarios de la red que se conectaron en el escenario 1. Todos los encuestados obtuvieron conexiones aceptables yendo de normal a excelente. En la experiencia de navegación se obtiene la misma tendencia. Mientras que en el uso de la red, la mayor parte fue para entretenimiento.

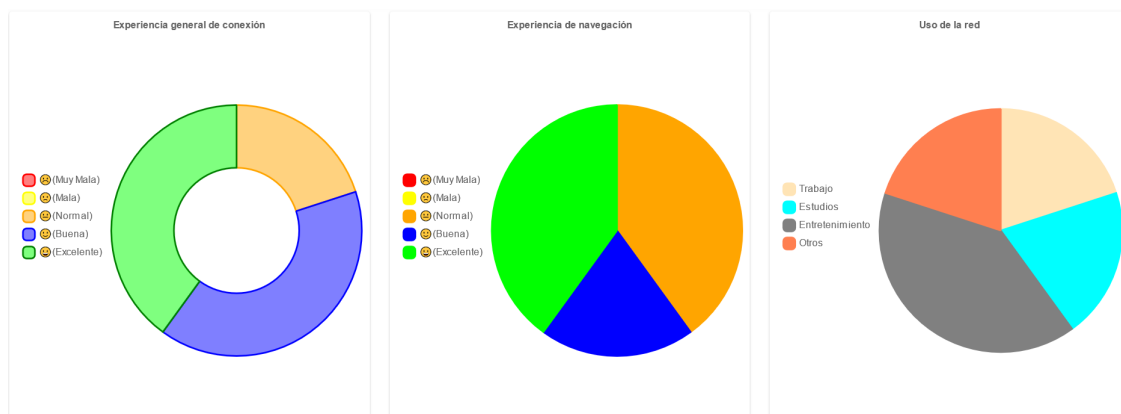


Figura 4.7: Resultados de encuesta para escenario 1

Teniendo en cuenta el uso que se le dio a la red, el desempeño de esta es excelente.

4.2.2 Escenario 2

Los usuarios se conectan en los cubículos instalados en la oficina del laboratorio a una distancia de máximo 5 metros. Como se observa en la figura 4.8 la intensidad de la señal y de ruido como en la figura 4.9 de velocidad de transmisión y recepción se ven mínimamente cambiados puesto que las condiciones dentro del laboratorio no cambian, las mamparas y cubículos no afectan al desempeño de la red.

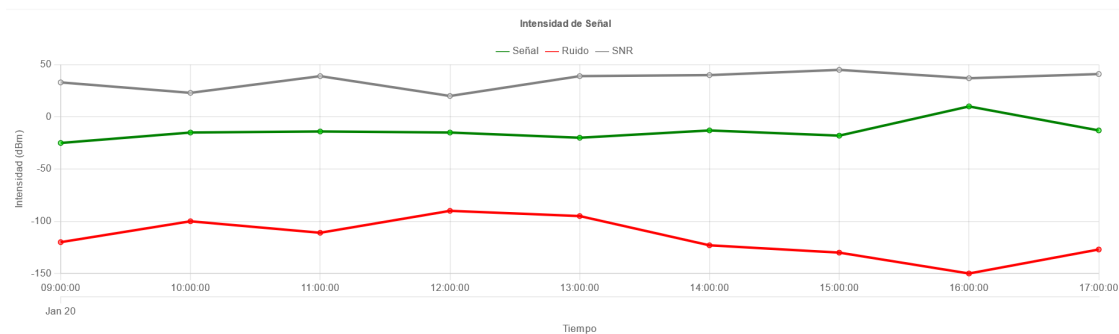


Figura 4.8: Gráfico de intensidad de señal para escenario 2

En este escenario la particularidad que se presenta es sobre las 16h00, se evidencia un pico alto en la transmisión, momento en el que nuevamente se apagaron las demás redes que estaban activas en el laboratorio para registrar el cambio que presente, llegando la velocidad a topar los 1000 Mbps.

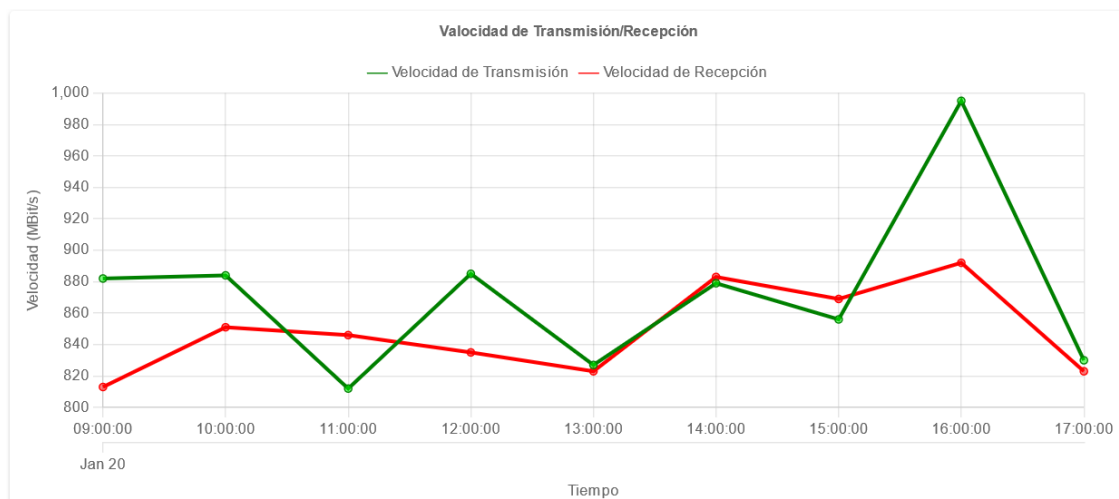


Figura 4.9: Gráfico de velocidades para escenario 2

Ya en este estudio se comienzan a ver ciertas variaciones, la excelencia se va perdiendo apesar que la velocidad es muy buena, como se observa en la figura 4.10. Se recuerda que los valores presentados en los gráficos de monitoreo son promediados,

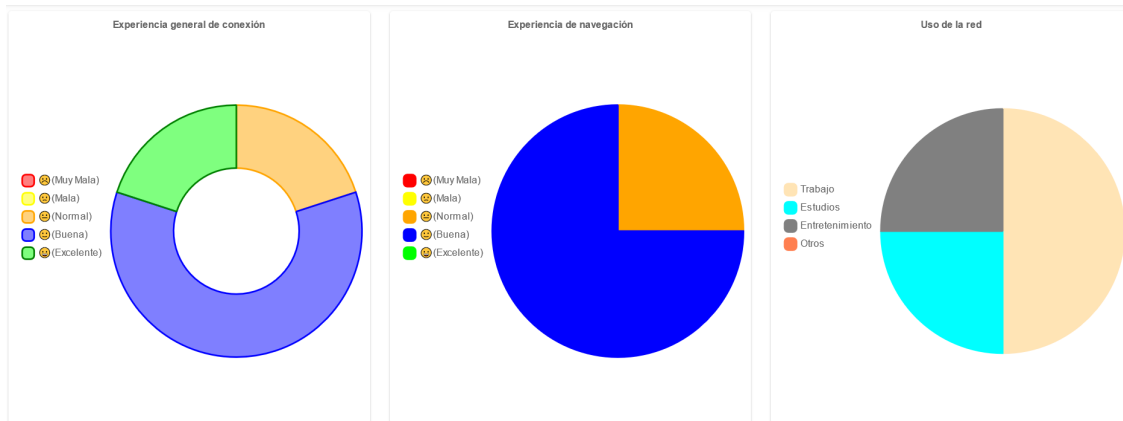


Figura 4.10: Resultados de encuesta para escenario 2

es así que la percepción del usuario en la encuesta de satisfacción puede verse afectada pero no evidenciada en este punto. Además que el uso que se le dio en este escenario fue mayormente para trabajo.

4.2.3 Escenario 3

Los usuarios se ubican fuera del laboratorio con la puerta cerrada, teniendo como obstáculos paredes de concreto y vidrio.

En este caso ya la intensidad comienza a verse afectada de manera considerable, la potencia de la señal recibida se acerca mucho a la potencia del ruido que afecta a la misma, como se observa en la figura 4.11. A esta distancia las demás redes del edificio, no solo del laboratorio, así como la red móvil interfiere en la calidad de la señal recibida.

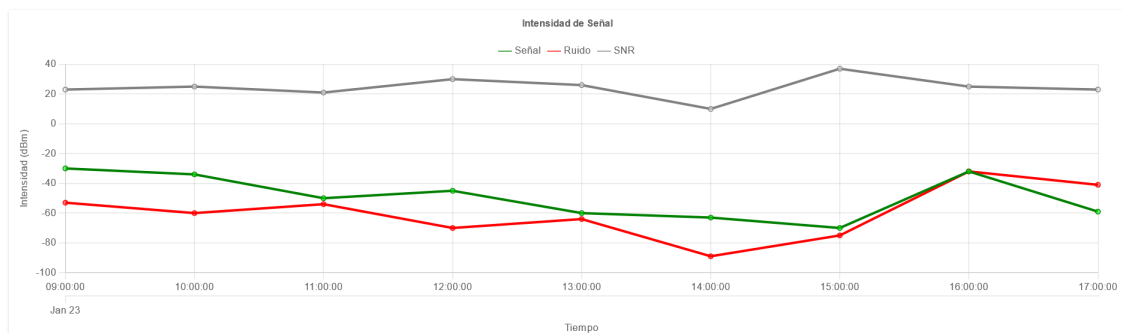


Figura 4.11: Gráfico de intensidad de señal para escenario 3

Lo anterior expuesto tiene mucha relación con la velocidad de TX y RX presente. En la figura 4.12 se ven varias fluctuaciones, que aunque no dejan de ser rangos muy buenos (entre 200 Mbps y 700 Mbps), no dejan de verse afectados por la ubicación respecto al dispositivo emisor.



Figura 4.12: Gráfico de velocidades para escenario 3

En la figura 4.13 ya se puede ver un gran cambio con respecto a los escenarios pasados. Ya los usuarios llegan a experimentar una mala conexión, esto debido a que por los obstáculos en el camino hacia el ruteador, la conexión se retarda un poco y además tiende a descartar ciertas solicitudes. Es el mismo caso en la navegación, la distancia y los obstáculos comienzan a afectar la calidad de la red, apesar que los parámetros de calidad de servicio sean buenos en el router, el usuario no experimenta lo mismo.

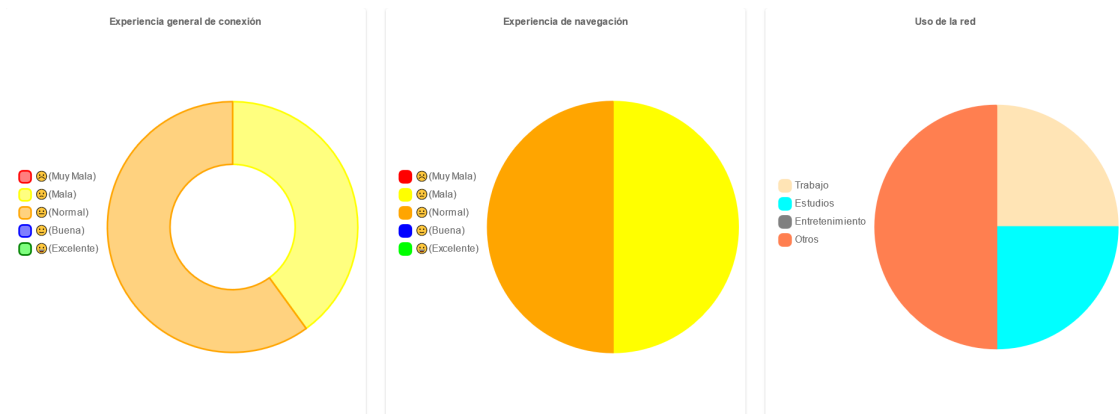


Figura 4.13: Resultados de encuesta para escenario 3

4.2.4 Escenario 4

Los usuarios se encuentran a distancias a partir de los 15 metros con obstáculos considerables como varias paredes de concreto, cristal, lozas de concreto, etc. A esta distancia se espera que no solo los factores ambientales sino también los físicos tengan un efecto directo con la intensidad de señal y las velocidades de transmisión y recepción.

En esta situación ya el ruido pasó en intensidad a la señal, acercándose a 0 el ruido y tocando el umbral mas bajo por los -100 dBm le señal, como se aprecia en la figura 4.14.

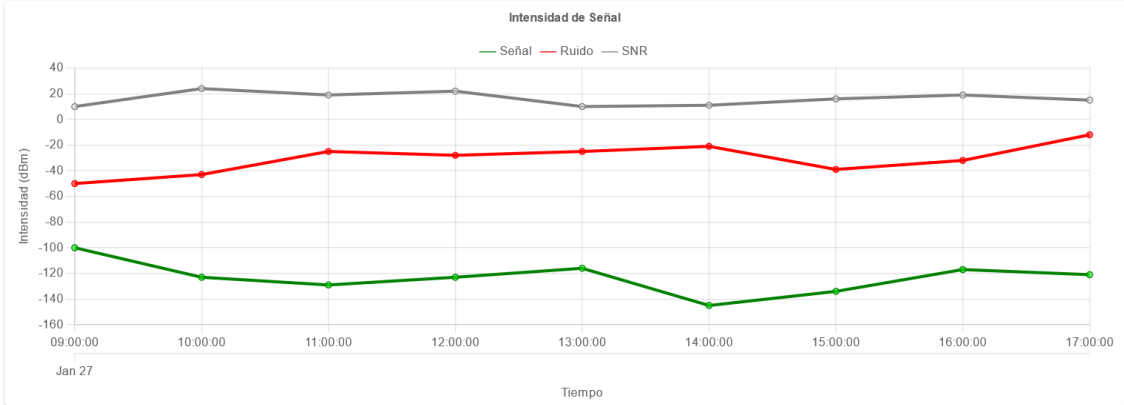


Figura 4.14: Gráfico de intensidad de señal para escenario 4

En la figura 4.15 la velocidad tiene una caída importante y ya en este punto el rango de valores no pasa 9 Mbps, incluso bajando al orden de los 750 kbps.

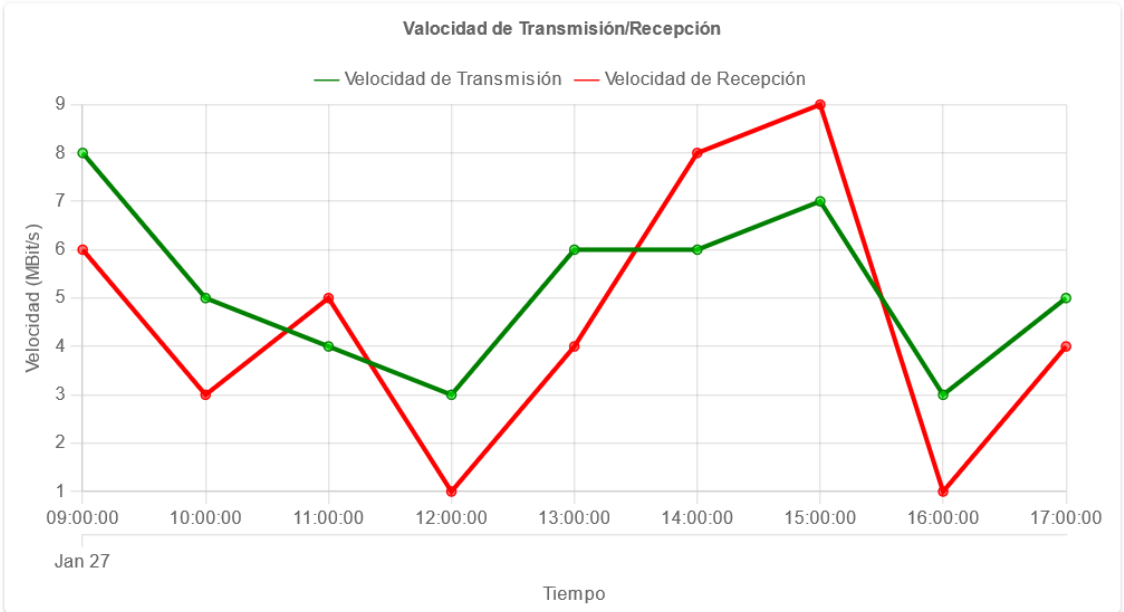


Figura 4.15: Gráfico de velocidades para escenario 4

Finalmente, los encuestados en este escenario presentan su descontento por el rendimiento de la red. La mayoría de las conexiones no llegaron a ser exitosas en el primer intento, y debido a la ubicación de los usuarios evidentemente su navegación se vio afectada. Si tenemos en cuenta que el mayor uso dado a la red fue por entretenimiento, es muy probable que el contenido multimedia presente mucho lag durante su reproducción.

En la figura 4.16 se presenta el diagrama que se encuentra en la sección de satisfacción de usuario en la plataforma desplegada. Dentro de los usuarios el 20% tuvo una conexión muy mala y 80% mala.

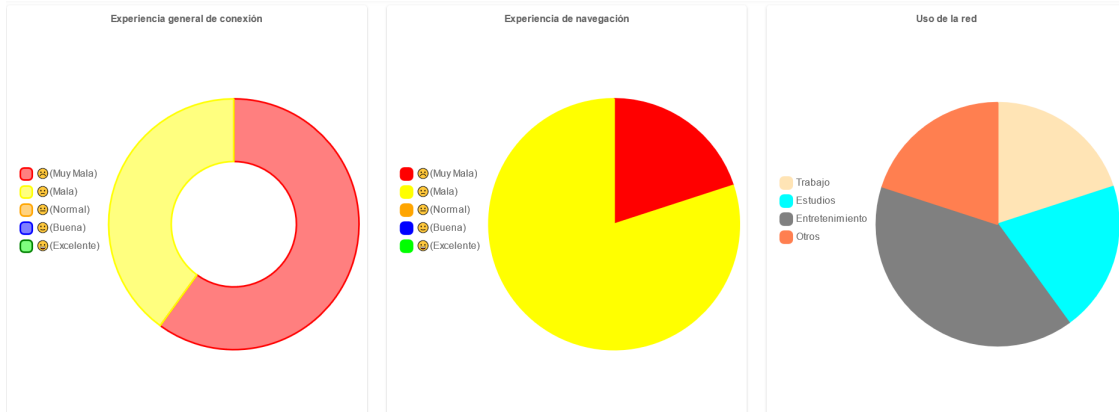


Figura 4.16: Resultados de encuesta para escenario 4

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se desarrolló un sistema de monitoreo de los siguientes parámetros de calidad de servicio: Retardo, RSSI, Velocidad de transmisión y recepción, potencia de señal recibida y de ruido. Los valores que se registraron permitieron obtener un mejor panorama de la realidad de la red en tiempo real e incluso en su histórico. Tanto la métrica de evaluación de plataforma como de la satisfacción del usuario tuvo resultados satisfactorios tanto para los usuarios de la red como para quienes administran la misma ya que el usuario pudo brindar la información útil para conocer de primera mano el comportamiento de la red, y los administradores mediante la plataforma obtuvieron datos sumamente necesarios, fáciles de interpretar para tomar una decisión ante las eventualidades presentadas como para su posible anticipación.
- Los escenarios sobre los que se desarrollaron las pruebas descritas en el capítulo 4 mostraron resultados esperados en cuanto a la velocidad de recepción e intensidad de señal recibida puesto que, al ser este un programa piloto para su implementación futura en la red de la alcaldía, era necesario monitorear los parámetros en situaciones mas cercanas a la realidad de los usuarios que se conectan a esta red.
- Durante el desarrollo de los scripts para el monitoreo de la red se presentaron inconvenientes técnicos en el dispositivo de red utilizado puesto que los recursos (CPU, RAM y almacenamiento) no siempre cubrían las necesidades tanto para la generación de los archivos de datos como para su tratamiento e incluso el procesamiento y envío de ellos al servidor de base de datos.

- La selección de las herramientas tecnológicas escogidas para la implementación de la solución planteada permitió ahorrar tiempo en el despliegue tanto del BackEnd como del FrontEnd, puesto que los Frameworks con los que se trabajó ya proporcionaban toda la lógica del proyecto y se tuvo que modificar las partes del código que se necesitaba para su enlace con la base de datos.
- Se implementó un portal cautivo utilizando NoDogSplash que se mostraba una vez que cualquier dispositivo se conectaba a la red de manera inalámbrica. Dicho portal mostraba la información del proyecto y al continuar, una vez ingrese su correo electrónico, redirigía al usuario a la primera encuesta de satisfacción de conexión, puesto que en ocasiones los usuarios se sienten insatisfechos con una red que ni si quiera alcanzaron a conectarse, esto como consecuencia de problemas con el hardware de emisión del ruteador. Cumplido el tiempo otorgado para la navegación, al final de ese día el servidor donde alojó el correo electrónico envía un link para que la segunda encuesta de satisfacción de navegación sea completada.
- Se escogió Flask para el desarrollo del BackEnd en primera instancia por el lenguaje en el que está escrito que es Python y para la escala del proyecto este lenguaje se ajustaba en comparación con Django que es mas robusto pero subutilizaría la herramienta por el tamaño de la infraestructura del proyecto. Por otro lado, para la visualización de los gráficos, que no tenían mayor complejidad, se utilizó Vue.js sobre Angular ocupa menos espacio, Chart gráficos mas sencillos de presentar con ajustes por fecha y hora de manera automática

5.2 Recomendaciones

- Verificar los recursos y hardware que poseen los dispositivos de red que se utilizan y si cumplen con el rendimiento esperado al momento de la ejecución de los programas puesto que los archivos de datos generados y los procesos que se le cargan al dispositivo pueden disminuir su rendimiento al momento de ejecutar la solución planteada e incluso aumentar el tiempo de respuesta a las solicitudes de los usuarios de la red.
- Planificar correcta y anticipadamente los gráficos que se van a utilizar y su relación con los parámetros medidos puesto que el momento de presentar los gráficos

es posible que ciertas mediciones se encuentren en escalas diferentes como la potencia de señales inalámbricas que puede tener valores negativos, muy difícil de relacionar en un gráfico de radar, por ejemplo.

- Utilizar una base de datos que pueda ser modificada según las exigencias del proyecto o en su defecto establecer relaciones entre las tablas que permitan la agregación de registros sin dejar campos vacíos, puesto que durante la implementación de la solución, la base de datos con la que se trabajó tenía relaciones entre las tablas que dificultaban la inserción de nuevos registros, esto debido a que la base de datos también estaba siendo utilizada en otro proyecto.

5.3 Trabajos futuros

- Como se detalló en la Sección 4, la segunda encuesta se envía a los usuarios al finalizar el día cuando muy probablemente ya no estén conectados a la red. Por lo tanto, una de las mejoras sería que la segunda encuesta aparezca al momento de que el tiempo de conexión finalice.
- En este proyecto los parámetros presentados y analizados fueron provistos por el firmware OpenWRT, y el delay fue encontrado mediante un ping. Sin embargo, es posible analizar otros parámetros de calidad de servicio que se requieran hacer cálculo como el jitter, este proceso se puede realizar en el servidor, no se recomienda realizarlo en el router puesto que la capacidad de procesamiento de este se vería afectada.
- Cuando el usuario se conecta a la red, se despliega el portal cautivo y al dar click en *continuar* es redirigido la encuesta de satisfacción de conexión, esta encuesta se encuentra en un servidor de internet, es así que podría implementarse dentro de la misma página del portal cautivo la encuesta sin ejecutar la redirección. Sin embargo, OpenWRT no recomienda el uso de scripts en su página de splash, por lo que podría optarse por alguna otra herramienta que permita desarrollar portales cautivos y la ejecución de scripts.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. V. Canales Inga, “La educación y el aprendizaje en tiempos de crisis por la pandemia covid-19,” 2021.
- [2] O. L. Morales Nova, C. E. Losada Burbano, *et al.*, “Consideraciones para las buenas prácticas de seguridad del protocolo ipv6 en redes de área local corporativas.,” 2018.
- [3] B. A. Mantuano Zúñiga, “Análisis de vulnerabilidad de las redes inalámbricas del departamento de operaciones y mantenimiento en la empresa cnt babahoyo,” B.S. thesis, Babahoyo, UTB 2019, 2019.
- [4] C. Buri and E. Orrala, “Desarrollar un sistema unificado de reporte de anomalías del servicio de internet en el ecuador, centrado en el usuario,” 2020.
- [5] D. F. Orellana-Daube, “El efecto global de la actual revolución tecnológica 4^a revolución industrial y la industria 4.0 en acción,” *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, vol. 7, no. 2, pp. 1–24, 2020.
- [6] E. C. Rivera, L. M. Díaz, E. R. G. Gualotuña, O. M. Valdés, P. T. Escanta, J. A. S. Amancha, Á. V. Poveda, G. T. Rodríguez, and R. B. López, “Análisis, estudio y modelamiento matemático para la caracterización energética de las gasolinas comerciales en función de los parámetros de calidad referentes a las normas astm,” Master’s thesis, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019.
- [7] R. A. Medina Puentes, “Análisis de la calidad de experiencia q&e y seguridad en la red en el tráfico de streaming multimedia entre ipv6 & ipv4,” 2022.
- [8] A. D. Valdez, C. A. Miranda, P. L. Schlesinger, J. A. Chiozza, C. V. Miranda, and A. A. Grela, “Calidad de servicio en redes de telecomunicaciones,” *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, vol. 4, pp. 278–293, 2018.

- [9] P. A. B. Agualongo, "Implementación de un sistema de control en red con respuesta predictiva basada en la función de la planta: Implementation of a networked control system with predictive response based on the plant function," *Tse'De*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [10] B. J. nad Pérez Mnauel, "Estudio de retardos en internet para el control de sistemas en red," 2020.
- [11] S. Aguilera and J. Cayo, "Uso de multicast en iptv y su efecto en el ancho de banda usado," 2019.
- [12] E. J. A. Villamarín, J. Herrera-Tapia, and M. D. R. C. Felipe, "Diseño de redes para instituciones académicas con criterios de qos," *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, no. E47, pp. 170–183, 2022.
- [13] J. L. Leon Alonso *et al.*, "Análisis de la penetración del servicio de iptv en los principales municipios de colombia "municipio de tabio cundinamarca".," 2020.
- [14] R. Ramirez, C.-Y. Huang, C.-A. Liao, P.-T. Lin, H.-W. Lin, and S.-H. Liang, "A practice of ble rssi measurement for indoor positioning," *Sensors*, vol. 21, no. 15, p. 5181, 2021.
- [15] A. Yanziah, S. Soim, and M. M. Rose, "Analisis jarak jangkauan lora dengan parameter rssi dan packet loss pada area urban," *Jurnal Teknologi Technoscintia*, pp. 59–67, 2020.
- [16] J. Orozco and G. Siles, "Estudio radioeléctrico y problemáticas en una red wifi con alta densidad de usuarios," *Acta Nova*, vol. 9, no. 1, pp. 32–52, 2019.
- [17] P. Casteres Báez, "Obtencion de la informacion del estado del canal (csi) en redes wifi haciendo uso del microcontrolador esp32," B.S. thesis, 2022.
- [18] D. E. LEÓN LÓPEZ, "Estudio de factibilidad para la implementación de un portal cautivo para mejorar la seguridad de transmisión de datos en la universidad estatal del sur de manabí.," B.S. thesis, Jipijapa. UNESUM, 2021.
- [19] P. L. J. Alexander and R. O. D. Alexander, "Portal cautivo para la universidad politécnica estatal del carchi en el periodo 2019-2020," 2020.

- [20] L. L. D. Enrique, “Estudio de factibilidad para la implementación de un portal cautivo para mejorar la seguridad de transmisión de datos en la universidad estatal del sur de manabí,” 2021.
- [21] K. P. Escudero Padilla, “Análisis y simulación a través de un modelo matemático para reducir el efecto handover ping-pong en una red 4g,” B.S. thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo, 2021.
- [22] S. L. P. GÓMEZ, M. Á. J. PÉREZ, N. H. L. ARREDONDO, J. F. C. TANG, H. L. ROGERS, M. O. TORRES, J. E. P. SAÑUDO, D. C. AGUIRRE-ACEVEDO, and N. L. O. ARIZAL, “Validación en colombia del cuestionario mos de apoyo social,” *International Journal of Psychological Research*, vol. 5, no. 1, pp. 142–150, 2012.
- [23] M. Granderath and J. Schönwälder, “A resource efficient implementation of the restconf protocol for openwrt systems,” in *NOMS 2020-2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*, pp. 1–6, IEEE, 2020.
- [24] J. Sánchez, M. Lesmes, R. González-Soltero, A. I. R-Learte, M. G. Barbero, and B. Gal, “Iniciación a la investigación en educación médica: guía práctica metodológica,” *Educación Médica*, vol. 22, pp. 198–207, 2021.
- [25] J. R. Guerrero Jirón, H. A. Vite Cevallos, and J. M. Feijoo Valarezo, “Uso de la tecnología de información y comunicación y las tecnologías de aprendizaje y conocimiento en tiempos de covid-19 en la educación superior,” *Conrado*, vol. 16, no. 77, pp. 338–345, 2020.

APÉNDICES

A Código HTML para primer portal cautivo

Código 1: Código HTML de primer portal cautivo

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta http-equiv="Cache-Control" content="no-cache, no-store, must-revalidate">
<meta http-equiv="Pragma" content="no-cache">
<meta http-equiv="Expires" content="0">
<meta charset="utf-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

<link rel="shortcut icon" href="/images/splash.jpg" type="image/x-icon">
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="/splash.css">

<title>TIR Splash</title>

<!--
Content:
    Nodogsplash (NDS), by default, serves this splash page (splash.html)
    when a client device Captive Portal Detection (CPD) process
    attempts to send a port 80 request to the Internet.

    You may either embed css in this file or use a separate .css file
    in the same directory as this file, as demonstrated here.

    It should be noted when designing a custom splash page
    that for security reasons many CPD implementations:
        Immediately close the browser when the client has authenticated.
        Prohibit the use of href links.
        Prohibit downloading of external files
            (including .css and .js).
        Prohibit the execution of javascript.

Authentication:
    A client is authenticated on submitting an HTTP form, method=get,
    passing $authaction, $tok and $redir.
```

It is also possible to authenticate using an href link to \$authtarget but be aware that many device Captive Portal Detection processes prohibit href links, so this method may not work with all client devices.

Available variables:

```
error_msg: $error_msg
gatewayname: $gatewayname
tok: $tok
redir: $redir
authaction: $authaction
denyaction: $denyaction
authtarget: $authtarget
clientip: $clientip
clientmac: $clientmac
clientupload: $clientupload
clientdownload: $clientdownload
gatewaymac: $gatewaymac
nclients: $nclients
maxclients: $maxclients
uptime: $uptime
```

Additional Variables that can be passed back via the HTTP get, or appended to the query string of the authtarget link:

```
username
password
-->
```

```
</head>
```

```
<body>
```

```
<div class="offset">
```

```
<med-blue> PORTAL CAUTIVO PROYECTO INTEGRADOR</med-blue>
```

```
<div class="insert">
```

```
<br>
```

```

```

```

```

```
<hr>
```

```

<big-red style="text-align: center;">Bienvenido!</big-red>
<hr>
<br>
<p style="text-align: center;"><strong>BIENVENDIO AL PORTAL CAUTIVO DEL PROYETO INTEGRADOR</strong></p>
<italic-black>Para tener acceso click en continuar y llenar encuesta.</italic-black>
<br><br>
<hr>

<form method="get" action="$authaction">
<input type="hidden" name="tok" value="$tok">
<input type="hidden" name="redir" value="$redir">
<input type="submit" value="Continuar">
</form>

<hr>
<copy-right>Licencia de Nodogsplash - Modificado por Emilio Dueñas- Jose Luis Salazar </copy-right>

</div></div>
</body>
</html>

```

B Script 1

Código 2: Script de generación de archivos con parámetros QoS

```

#!/bin/ash

while :
do
    iwinfo wlan2-1 assoclist | awk -v date="$(date +%d.%m.%Y %H:%M:%S)" ' /^[[:alnum:]]/{printf "%s %s\n" date $1}'
    iwinfo wlan0-1 assoclist | awk -v date="$(date +%d.%m.%Y %H:%M:%S)" ' /^[[:alnum:]]/{printf "%s %s\n" date $1}'
    iwinfo wlan1-1 assoclist | awk -v date="$(date +%d.%m.%Y %H:%M:%S)" ' /^[[:alnum:]]/{printf "%s %s\n" date $1}'
    sleep 1
done

```

C Script 2

Código 3: Script para filtración de archivo y envío a base de datos

```
#!/bin/ash
v=false
v1=false
x1=false
#Lectura del archivo
while IFS=' ' read -r line
do
    #Extracción de variables mediante corte de líneas
    fecha=$(echo $line | cut -d ' ' -f 1)
    hora=$(echo $line | cut -d ' ' -f 2)
    mac=$(echo $line | cut -d ' ' -f 3)
    rssi=$(echo $line | cut -d ' ' -f 4)
    noise=$(echo $line | cut -d ' ' -f 7)
    snr=$(echo $line | cut -d ' ' -f 10)
    vtRX=$(echo $line | cut -d ' ' -f 15)
    uvRX=$(echo $line | cut -d ' ' -f 16)
    vtTX=''
    uTX=''
    let delay=-1

    list=$(cat j.json | jq -c '.' | tr "}" "\n")
    for x in $list
    do
        cadena_mac_ip="${x:2:17} ${x:34:16}"
        mac_c=$(echo $cadena_mac_ip | cut -d ' ' -f 1)
        ip=$(echo $cadena_mac_ip | cut -d ' ' -f 2)
        if [[ "$mac" == "$mac_c" ]]
        then
            ip=${ip//[ ],}
            echo $mac, $mac_c
            carac_ip_ult=${ip: -1}
            echo ${ip//[$carac_ip_ult]}
            # ping -c 1 ${ip/[$carac_ip_ult]} | grep time | awk {'print $7'} | cut -b6-13
            delay="$(ping -c 1 ${ip//[$carac_ip_ult]} | grep time | awk {'print $7'} | cut -c 6-10)"
        fi
    done
done
```



```

echo $delay
else
    x1=true
fi
done
for i in $line
do
    if [[ "$v1" == true ]]
    then
        uTX=$i
        v1=false
    else
        v1=false
    fi
    if [[ "$v" == true ]]
    then
        vtTX=$i
        v1=true
    else
        v=false
    fi
    if [[ $i == TX: ]]
    then
        v=true
    else
        v=false
    fi
done
echo $fecha, $hora, $mac, $rssi, $noise, ${snr//[ ]/ }, $vtRX $uvtRX $vtTX $uTX, $delay
#Envio a base de datos
psql postgres://postgres:h8bmbfar@200.10.150.149:5432/calidad_red << SQL
DO $variable1
DECLARE deviceid int;
BEGIN
    SELECT device_id INTO deviceid FROM device WHERE(device_mac LIKE '$mac');
    IF deviceid is not NULL then
        INSERT INTO network_quality(net_date, ssid_oid, net_rssi, net_noise, net_snr, net_rx, net_tx, dev
    END IF;
    IF deviceid is NULL then

```

```

SELECT MAX(device_id) INTO deviceid FROM device;
INSERT INTO device(device_id,device_mac) values();
INSERT INTO network_quality(net_date, ssid_oid, net_rssi, net_noise, net_snr, net_rx, net_tx, deviceid)
VALUES (net_date, ssid_oid, net_rssi, net_noise, net_snr, net_rx, net_tx, deviceid);
END IF;
END $variable1;
SQL

#Definicion de archivo de entrada
done < '/datastore/data.txt'

```

D Archivo de Salida de Datos data.txt

Código 4: Datos de lista de asociados

```

01.02.2023 17:13:18 No station connectedNo station connectedNo station connectedNo station connected 30
01.02.2023 17:13:18 No station connectedNo station connectedNo station connectedNo station connected 20
01.02.2023 17:13:18 60:AB:67:CC:4D:CE -55 dBm / -98 dBm (SNR 43) 60 ms ago RX: 24.0 MBit/s 247 Pkts. TX: 0.0 MBit/s
01.02.2023 17:13:31 60:AB:67:CC:4D:CE -50 dBm / -98 dBm (SNR 48) 1020 ms ago RX: 6.0 MBit/s 348 Pkts. TX: 0.0 MBit/s
01.02.2023 17:18:42 60:AB:67:CC:4D:CE -61 dBm / -99 dBm (SNR 38) 0 ms ago RX: 78.0 MBit/s, TX: 65.0 MBit/s
02.02.2023 10:37:08 B0:A4:60:23:02:D0 -59 dBm / -104 dBm (SNR 45) 40 ms ago RX: 780.0 MBit/s, TX: 866.7 MBit/s
02.02.2023 14:41:05 D6:19:7B:FF:14:E2 -86 dBm / -98 dBm (SNR 12) 900 ms ago RX: 6.0 MBit/s 6932 Pkts. TX: 0.0 MBit/s
02.02.2023 14:41:06 B0:A4:60:23:02:D0 -57 dBm / -105 dBm (SNR 48) 0 ms ago RX: 6.0 MBit/s 441697 Pkts. TX: 0.0 MBit/s

```

E Archivo JSON j.json

Código 5: Archivo JSON con direcciones MAC e IP

```

{
  "00:22:90:E0:E6:BF": {
    "ipaddrs": [
      "192.168.65.254"
    ],
    "ip6addrs": [
    ]
  }
}

```

```

},
"00:C2:C6:BA:0D:FB": {
  "ipaddr": [

  ],
  "ip6addr": [
    "fe80::c301:5727:3e3b:9a5f"
  ]
},
"00:C2:C6:CA:64:6C": {
  "ipaddr": [
    "192.168.65.51",
    "192.168.65.93",
    "192.168.65.103",
    "192.168.65.140",
    "192.168.65.145",
    "192.168.65.149",
    "192.168.65.152",
    "192.168.65.157",
    "192.168.65.203",
    "192.168.65.222",
    "192.168.65.243",
    "192.168.65.252"
  ],
  "ip6addr": [

  ]
},
"00:E9:3A:64:60:43": {
  "ipaddr": [
    "192.168.65.70"
  ],
  "ip6addr": [
    "fe80::d693:db7f:65e0:10a0"
  ]
},
"04:E5:98:9D:01:BE": {
  "ipaddr": [
    "192.168.65.178"
  ]
}

```

```
],  
  "ip6addrs": [  
    "fe80::51bd:d691:1281:3fe8"  
  ]  
},  
"0A:68:65:55:CD:7C": {  
  "ipaddrs": [  
    "192.168.65.98"  
  ],  
  "ip6addrs": [  
    "fe80::868:65ff:fe55:cd7c"  
  ]  
},
```

F Preguntas para encuesta de satisfacción de usuario

F.1 Satisfacción de usuario en la conexión

- ¿Cómo calificaría la experiencia de conexión?
 - 5
 - 4
 - 3
 - 2
 - 1

F.2 Satisfacción de usuario en la navegación

- ¿Cómo fue su experiencia de navegación?
 - 5
 - 4
 - 3
 - 2

- 1

• ¿Para qué utilizó la red?

- Trabajo

- Estudios

- Entretenimiento

- Otros

F.3 Equivalencia y escala de valoración de encuesta

Se sustituyen los números por emoticones que representen el estado de ánimo al momento de utilizar la red según la siguiente tabla:






Valor	Ícono
5	
4	
3	
2	
1	

Tabla 1: Escala y equivalencia de encuesta